Université de Montréal

Intégration des connaissances mathématiques et didactiques chez les futurs maîtres du primaire

par
Marie-Pier Morin

Département de didactique
Faculté des sciences de l'éducation

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Philosophiae Doctor (Ph.D.) en sciences de l'éducation
option didactique

Décembre 1999

0-612-53302-6

Université de Montréal

Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :

Intégration des connaissances mathématiques et didactiques
chez les futurs maîtres du primaire

présentée par

Marie-Pier Morin

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Gisèle Lemoyne .... présidente du jury

Nicole Nantais.. directrice de recherche

Louise Poirier.. membre du jury

Jean Dionne... examinateur externe

Thèse acceptée le 16 juin 2000

SOMMAIRE

L'apprentissage de la didactique des mathématiques par les futurs enseignants et enseignantes du primaire fait ressortir de nombreuses lacunes, lesquelles sont souvent accentuées par des attitudes négatives véhiculées face aux mathématiques. Ces lacunes et ces attitudes ne sont pas sans conséquence quant à l'apprentissage de la didactique des mathématiques et l'enseignement de cette matière aux enfants.

Ces préoccupations étant à l'origine de notre étude, nous avons posé les deux questions de recherche suivantes. Premièrement, comment les futurs maîtres utilisent-ils leurs connaissances mathématiques et didactiques dans le cadre d'une séquence d'enseignement dispensée au terme du baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire ? Deuxièmement, est-ce que les futurs enseignants et enseignantes manifestent un certain niveau de réflexion critique face à leur pratique d'enseignement ?

Pour répondre à ces questions, nous avons fait l'étude de cas de quatre futures enseignantes en fin de formation. De façon à assurer une meilleure représentativité de la population-cible, ces participantes ont été choisies à partir des résultats obtenus aux parties *mathématiques* et *attitudes* d'un test diagnostique.

Pour mener à bien ces études de cas, nous avons fait l'observation des sujets en situation d'enseignement. À cette fin, les futures enseignantes prenant part à l'étude devaient préparer et réaliser une séquence d'enseignement de trois leçons, couvrant l'étude d'un thème en particulier. Pour sauvegarder le caractère le plus naturel possible d'une classe, les observations ont été faites par le biais d'enregistrements

vidéoscopiques. Deux sources d'information supplémentaires, le journal de bord et l'entrevue individuelle, ont de plus permis d'alimenter ces études de cas.

Les résultats obtenus montrent que, si le niveau de réussite en mathématiques est déterminant dans la maîtrise des connaissances mathématiques à enseigner, il a peu ou pas d'impact sur l'intégration des connaissances didactiques en enseignement. Nos quatre sujets ont en effet démontré des difficultés à ce niveau et ce, indépendamment du profil représenté.

De même, il s'est avéré que les deux futures enseignantes qui ne se sentent pas prêtes à enseigner les mathématiques aux enfants manifestent une meilleure capacité de réflexion *dans* l'action que les deux autres sujets. Toutefois, peu importe le profil décrit, les quatre étudiantes présentent des difficultés quant à leur capacité de réflexion *sur* l'action.

Comme implications pour la formation des maîtres, nous pouvons mentionner que les résultats de cette étude viennent renforcer l'importance de certaines pratiques déjà en place qui tentent d'amener les futurs enseignants et enseignantes à intégrer leurs connaissances mathématiques et didactiques en enseignement. Également, les résultats ont démontré qu'il serait essentiel de former les futurs maîtres de façon plus systématique à l'approche réflexive, afin que ces derniers développent davantage leur capacité à poser un regard critique face à leurs apprentissages et leur pratique.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à la professeure Nicole Nantais, de l'Université de Sherbrooke, ma directrice de thèse. Je la remercie pour sa rigueur, son sens critique et la richesse de ses commentaires qui m'ont permis d'évoluer de façon éclairée. J'ai grandement apprécié son implication, son authenticité, son dynamisme et sa vivacité d'esprit qui ont été, et sont toujours, une source de motivation importante pour moi.

Mes remerciements s'adressent aussi aux futures enseignantes qui ont accepté de servir de sujets à mon étude. La générosité dont elles ont fait preuve dans cette démarche, qui exigeait beaucoup d'humilité de leur part, a été très appréciée.

Ma reconnaissance va également aux membres de ma famille et à mes amis pour leur grande compréhension, leur précieux support et les nombreux encouragements qui ont été déterminants dans l'aboutissement de ce projet.

Enfin, je désire remercier le ministère de l'Éducation de même que la Faculté des études supérieures de l'Université de Montréal pour les bourses d'études accordées, lesquelles m'ont permis de mener à bien cette recherche.

INTRODUCTION

Bien que la qualité des personnes qui s'inscrivent dans les programmes de formation des maîtres du primaire soit souvent remarquable, il n'en reste pas moins que pour un certain nombre, les mathématiques constituent une discipline difficile à aborder. Les futurs enseignants et enseignantes rencontrent ainsi de nombreuses difficultés dans l'apprentissage de la didactique des mathématiques, lesquelles trouvent leur origine tant dans les conceptions erronées de ces étudiantes et étudiants que dans leur formation mathématique de base. Conséquemment, ces derniers véhiculent fréquemment une image déformée de cette discipline et manifestent des attitudes plutôt négatives à son égard comme à l'égard de l'enseignement qu'ils devront pourtant en donner. Ces difficultés et ces attitudes ont des impacts importants, notamment en ce qui concerne l'apprentissage même de la didactique des mathématiques et l'enseignement de cette matière aux enfants. C'est ce qui nous a amenée à nous questionner, d'une part, sur la façon dont sont utilisées les connaissances mathématiques et didactiques par les futurs maîtres du primaire et, d'autre part, sur le niveau de réflexion critique manifesté par ces derniers face à leur pratique d'enseignement.

Dans le premier chapitre, celui de la problématique, nous nous attachons d'abord aux difficultés reliées aux connaissances mathématiques des futurs maîtres : il est en effet important d'établir que ces difficultés sont bien réelles et observables avant de nous arrêter à leurs conséquences, ce que nous ferons dans la deuxième partie de cette problématique, pour ensuite arriver à la présentation des deux modèles de formation didactique qui ont guidé l'élaboration de nos questions de recherche.

Le deuxième chapitre est consacré à la méthodologie : il nous faut en effet expliquer comment nous entendons répondre aux questions de recherche posées au terme du chapitre 1. Quelle sera notre méthode générale ? Quelle est la population à l'étude et comment les sujets qui la représentent ont-ils été choisis ? Quels instruments nous permettront de recueillir des données sur nos sujets ? Voilà l'ordre des interrogations abordées dans les diverses parties de ce second morceau.

Dans le troisième chapitre, nous préparons le terrain des analyses en définissant d'une part, les objets d'observation de même que les critères ayant permis de réaliser l'analyse des données recueillies. D'autre part, nous décrivons chacun des outils utilisés dans l'organisation de ces données.

Le quatrième chapitre est le plus important de la thèse puisque c'est celui où nous profitons de tout ce qui a été élaboré pour répondre à nos questions de recherche. Après une présentation détaillée des participantes, présentation qui s'appuie sur les résultats obtenus au test diagnostique, nous nous attaquons aux quatre études de cas.

Le dernier chapitre est évidemment celui des conclusions. Après avoir fait un rappel des grandes lignes de cette recherche, nous présentons la synthèse des études de cas de même que les conclusions générales qui s'en dégagent. Ensuite, nous posons un regard critique sur les outils d'investigation utilisés pour enfin mettre en relief les implications de notre recherche tant au plan de la formation des maîtres qu'à celui de la recherche.

CHAPITRE PREMIER : PROBLÉMATIQUE

Comme l'apprentissage de la didactique des mathématiques implique la compréhension conceptuelle des notions mathématiques sous-jacentes, les futurs maîtres se butent souvent à leurs difficultés mathématiques dans le cadre de cet apprentissage. Que ces difficultés proviennent des conceptions erronées véhiculées par ces étudiantes et étudiants ou de leur formation mathématique de base, le résultat est le même : il devient difficile pour les formateurs d'enseignantes et d'enseignants de se concentrer uniquement sur la didactique, alors que la maîtrise des connaissances mathématiques cause encore problème.

1. Difficultés reliées aux connaissances mathématiques des futurs maîtres

Les difficultés rencontrées dans l'enseignement et l'apprentissage de la didactique des mathématiques sont de différents ordres et nous nous proposons d'en faire une analyse en trois temps. En premier lieu, nous traitons des conceptions erronées en mathématiques qui sont véhiculées par les futurs maîtres. Ensuite, nous nous attardons à la formation mathématique de base que ces derniers ont reçue et enfin, nous étudions les rapports souvent négatifs que ces étudiantes et étudiants entretiennent face à cette matière.

1.1 Conceptions erronées des futurs enseignants et enseignantes en mathématiques

Les difficultés des futurs enseignants et enseignantes sont généralement détectées par les erreurs qu'ils font. Si certaines erreurs ne semblent pas avoir d'assises solides, d'autres peuvent engendrer des conséquences importantes, tant au plan de l'apprentissage qu'au plan de l'enseignement aux enfants.

Pour Brousseau (1983), «l'erreur n'est pas seulement l'effet de l'ignorance, de l'incertitude, du hasard, (...), mais l'effet d'une connaissance antérieure, qui avait son intérêt, ses succès, mais qui maintenant, se révèle fausse ou simplement inadaptée» (p. 171). Johsua et Dupin (1993) vont dans le même sens en faisant ressortir la logique sous-jacente à plusieurs erreurs. En effet, selon eux, certains «modes de raisonnement apparaissent au contraire comme relativement organisés, dotés d'une logique propre, et aptes à gagner encore en cohérence interne, toujours en restant éloignés des modèles canoniques» (p. 121). Quant à Bednarz (1988), qui rejoint l'opinion de ces auteurs, elle affirme que l'erreur «apparaît comme le signe extérieur d'une certaine connaissance que l'enfant a construite» (p. 214).

Ainsi, diverses conceptions peuvent se distinguer à partir de différents types d'erreurs. Bachelard (1993/1938) parle des erreurs positives, normales, voire utiles, que l'on doit différencier des erreurs qui sont le résultat d'affirmations gratuites. Krygowska (1988), qui est du même avis, indique qu' «on ne peut pas mettre dans le même sac conceptuel d'une part, les situations où l'élève dit ou écrit n'importe quoi parce qu'il ne s'intéresse pas à la solution du problème (...), les devinettes formulées à la légère ; et d'autre part, les raisonnements logiquement incorrects et les erreurs qui extériorisent des conceptions fausses profondément enracinées, souvent même défendues par l'élève avec obstination, si on lui permet de le faire» (p. 15). Johsua et Dupin (1993) abondent dans le même sens en parlant d'erreurs qui «paraissent moins contingentes, plus liées aux rapports profonds entretenus avec un savoir dans des conditions données» (p. 123).

Par ailleurs, Nesher (1987) a clairement fait la différence entre les erreurs qui semblent provenir «de l'ignorance, de l'incertitude, du hasard» (Brousseau, 1983,

p. 171) et celles qui démontrent une certaine logique interne : elle parle alors d'erreur et de conception erronée. Pour elle, la conception erronée, qui est le résultat d'une série d'erreurs faisant référence à des conceptions antérieures fausses, est plus importante que l'erreur. En effet :

> the notion of misconception denotes a line of thinking that causes a series of errors all resulting from an incorrect underlying premise, rather then sporadic, unconnected and non-systematic errors. (...). When an erroneous principle is detected at this deeper level it can explain not a single, but a whole cluster of errors. We tend to call such an erroneous guiding rule *a misconception* (Nesher, 1987, p. 35).

Nesher a illustré cette distinction à l'aide de la situation suivante, qui provient d'une étude portant sur la nature des erreurs faites par les élèves du primaire dans la comparaison de nombres décimaux. Même s'il s'agit d'une étude qui touche uniquement les enfants, nous trouvons pertinent de la présenter ici puisque, comme nous le verrons plus loin, les futurs maîtres véhiculent aussi des conceptions erronées de même nature.

Dans le cadre de cette étude, on a demandé à des élèves d'indiquer quel est le plus grand des deux nombres de chacun des couples ci-après : 0,4 et 0,234 ; 0,4 et 0,675. Dans le premier cas, un des élèves, Jeremy, a donné une réponse erronée en indiquant que 0,234 est plus grand que 0,4 et, dans le deuxième cas, ce même élève a répondu justement en affirmant que 0,675 est plus grand que 0,4. Une entrevue a permis de comprendre le raisonnement de Jeremy pour qui le plus grand nombre est celui qui contient le plus de chiffres. Jeremy compare donc les nombres décimaux en suivant le même raisonnement que s'il avait à comparer des nombres naturels. Il fait donc une mauvaise généralisation de ses apprentissages des nombres naturels sur les nombres décimaux et, dans certains cas, même avec ce raisonnement erroné, il obtient malgré tout la bonne réponse.

Il devient donc évident, pour Nesher (1987), que les conceptions erronées des élèves émergent de concepts et de croyances déjà en place mais appliqués de façon incorrecte à un autre domaine. Dans le même ordre d'idées, Perso (1992) rapporte que les erreurs des enfants proviennent souvent de règles incorrectement appliquées.

Ainsi, les erreurs non fortuites sont donc le résultat de la mauvaise application d'une connaissance bien ancrée. Si les enfants commettent des erreurs et véhiculent des conceptions erronées, il est intéressant, ou plutôt alarmant, de remarquer que si ces conceptions ne sont pas détectées et corrigées, elles peuvent se perpétuer jusqu'à l'âge adulte. C'est ce qu'ont montré Graeber, Tirosh et Glover (1989). En effet, ces auteures ont voulu vérifier si les futurs enseignants et enseignantes véhiculent les mêmes conceptions erronées que les enfants, les adolescentes et les adolescents qui ont participé à l'étude de Fishbein, Deri, Nello et Marino (1985). Brièvement, cette dernière étude a démontré que, de façon générale, les opérations arithmétiques sont souvent reliées à des modèles primitifs tels «le diviseur d'un nombre doit être un nombre entier», «la multiplication de deux nombres donne toujours un nombre plus grand» ou «la division de deux nombres donne toujours un nombre plus petit».

Pour cela, Graeber *et al.* (1989) ont repris des éléments du test utilisé par Fishbein *et al.* (1985) et l'ont complété à l'aide d'une entrevue menée avec chacun et chacune des 129 futurs enseignants et enseignantes participant à l'étude. Afin d'illustrer le niveau de difficulté des problèmes présentés, voici des multiplications et des divisions introduites dans ce test :

1. 1 kilo of oranges costs 1500 lire. What is the cost of 3 kilos ?
2. 1 kilo of a detergent is used in making 15 kilos of soap. How much soap can be made from 0.75 kilo of detergent ?
3. 1 piece of chocolate weighs 3.25 hg. How much do 15 pieces weigh?
4. I spent 1500 lire for 3 hg of nuts. What is the price of 1 hg ?
5. The walls of a bathroom are 3 m high. How many rows of tile are needed to cover the walls if the width of each row is 0.15 m ?
6. 5 friends together bought 0.75 kg of chocolate. How much does each one get ?

(Tiré de Fishbein *et al.*, 1985, p. 9).

Notons que, de façon à utiliser une terminologie plus familière à des étudiantes et étudiants américains, Graeber *et al.* ont légèrement modifié la forme de quelques questions comme par exemple, le problème suivant «I spent 1500 lire for 3 hg of nuts. What is the price of 1 hg ?» est devenu «I spent 1 500 $ for 3 rings. What is the price of 1 ring ?».

Les résultats révèlent qu'un pourcentage non négligeable des personnes interrogées (39 %) a échoué à quatre ou plus des treize questions concernant la multiplication et la division. De plus, l'analyse des entrevues a mis en évidence que toutes les personnes interrogées véhiculaient au moins une des conceptions citées ci-haut sur la multiplication et la division.

Cette étude établit donc clairement que les conceptions erronées soutenues par les enfants, les adolescentes et les adolescents de l'étude de Fishbein *et al.* (1985) se retrouvent aussi chez les étudiantes et étudiants de l'étude de Graeber *et al.* (1989). Ceci permet d'inférer que ces futurs enseignants et enseignantes pourront difficilement détecter, chez les enfants à qui ils enseigneront, les conceptions erronées concernant la multiplication et la division parce que ces mêmes conceptions sont bien ancrées chez eux. Leur enseignement contribuera donc à perpétuer ces fausses conceptions et ce, de façon consciente ou non. Par exemple, en inculquant aux élèves que «la multiplication de deux nombres donne toujours un nombre plus grand», ils pourraient involontairement provoquer un obstacle cognitif lors de l'étude des nombres rationnels.

Dans le cadre de notre enseignement à la formation des maîtres, nous avons pu confirmer à maintes reprises les propos tenus par Graeber *et al.* (1989). En effet, les étudiantes et étudiants à qui nous enseignons présentent souvent des difficultés conceptuelles importantes. Plusieurs auteures et auteurs ont d'ailleurs constaté une maîtrise des habiletés mathématiques peu élevée chez les étudiantes et étudiants de la formation des maîtres. C'est ce que nous pourrons voir dans la partie qui suit.

1.2 Formation mathématique de base

Les conceptions erronées des futurs enseignants et enseignantes en mathématiques sont généralement accentuées par les lacunes de leur formation de base dans cette matière. À ce sujet, Fennema et Franke (1992) rapportent que l'explication la plus commune aux difficultés des enfants concernant leur apprentissage des mathématiques est l'insuffisance de connaissances de leur enseignante ou de leur enseignant vis-à-vis de cette matière. En se basant sur une série d'études menées depuis les années 1970, Brown, Cooney et Jones (1990) vont jusqu'à dire que les futurs enseignants et enseignantes du primaire n'ont pas une compréhension des mathématiques assez développée pour enseigner cette matière selon les normes recommandées par des organismes tel le National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). Pour sa part, Putt (1995) parle même de la nécessité de briser le cercle vicieux dans lequel les futurs maîtres sont enfermés. En effet :

> With the students in this study it has persisted into adulthood with possible serious consequences for teaching and learning. Action

> needs to be taken by mathematics educators at all levels in order to break the cycle of misconceptions which appears to have developed (p. 11).

Peck et Connell (1991) soutiennent aussi que les futurs maîtres ont une compréhension déficiente des différentes notions mathématiques à enseigner aux enfants. ce qui les empêche de percevoir et d'utiliser les liens qui existent d'une notion à une autre et de développer des situations d'apprentissage basées sur la construction des concepts sous-jacents. Selon ces mêmes auteurs, le manque de connaissances des futurs enseignants et enseignantes a aussi des répercussions sur leur manière de voir les situations mathématiques qu'ils abordent de façon procédurale et algorithmique. Ces affirmations nous incitent à penser que dans leur enseignement, ces futurs maîtres favorisent sûrement des approches visant moins la compréhension que l'acquisition de connaissances toutes faites.

En se basant sur les résultats obtenus à une étude portant sur les conceptions des futurs maîtres concernant les nombres décimaux, Thipkong et Davis (1991) appuient ces propos : «If elementary teachers are expected to teach decimals effectively, they should first understand the concept of decimal numbers. If they do not, decimal are likely to be taught as algorithms to be memorized rather than concepts to be understood» (p. 98). Lester (1984) va dans le même sens en parlant de l'enseignement des nombres rationnels. Pour lui, les futurs maîtres ne doivent pas seulement savoir comment enseigner cette notion mais ils doivent aussi comprendre ce qu'ils enseignent.

Si les lacunes des futurs maîtres sont présentes de façon générale au niveau du contenu mathématique, par ailleurs, l'étude des nombres rationnels soulève un grand nombre de difficultés chez la majorité des futurs maîtres. Les difficultés engendrées par ces nombres proviennent sûrement des schèmes conceptuels qui les sous-tendent et qui diffèrent de ceux connus jusque-là sur les nombres naturels. La complexité de cet ensemble de nombres nous semble accentuée par le fait que, selon le contexte, on parle de 1/2 pomme, de 0,5 kilomètre ou de 50 % de la population et ce, pour désigner le même nombre. L'enseignement traditionnel renforce d'ailleurs cette complexité puisqu'il n'est pas rare de voir chacune de ces représentations enseignée de façon isolée, comme s'il s'agissait de notions complètement différentes, sans interrelation.

Plusieurs études témoignent effectivement du manque de maîtrise de cet ensemble de nombres par les futurs maîtres. À ce sujet, Lester (1984) avance que la mauvaise compréhension des nombres rationnels de certains enseignants et enseignantes pourrait expliquer la raison pour laquelle les enfants éprouvent tant de difficultés lorsqu'ils abordent ce thème.

Pour appuyer ses propos, Lester (1984) s'est basé sur les résultats d'un test qu'il a administré pendant cinq années consécutives à plus de 600 futurs enseignants et enseignantes au terme de leur premier cours de trois crédits en didactique des mathématiques. La majorité des items contenus dans le test faisaient intervenir des habiletés mathématiques enseignées en cinquième et en sixième année du primaire. Les résultats révèlent qu'environ la moitié des étudiantes et étudiants n'ont pas obtenu le seuil de passage, fixé à 75 %, et la catégorie à laquelle le plus de personnes ont échoué est celle des nombres rationnels.

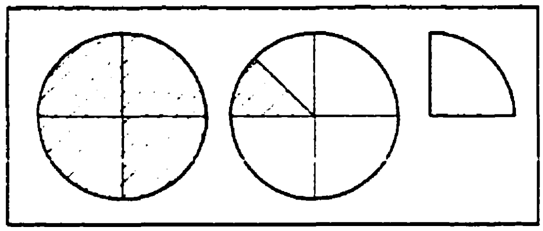
Afin de rendre les difficultés conceptuelles des futurs enseignants et enseignantes plus concrètes, voici maintenant trois exemples de difficultés qui sont abondamment véhiculées par les futurs maîtres dans l'étude des nombres rationnels. Le premier se rapporte à la maîtrise des fractions, les deux autres font référence aux nombres décimaux.

1.2.1 Une difficulté liée à la notion de fractions

Dans le cadre d'une étude visant entre autres à évaluer les connaissances procédurales et conceptuelles des futurs enseignants et enseignantes concernant la notion de fractions de même que l'habileté de ces derniers à établir un lien entre ces deux types de connaissances, Philippou et Christou (1994) ont administré un test à 83 futurs maîtres débutant leur formation universitaire en enseignement. Les résultats montrent que la majorité des étudiantes et étudiants qui ont pris part à cette étude n'avaient pas des fractions une compréhension suffisante qui leur aurait permis de relier l'aspect symbolique de cette notion avec des situations de la vie courante. À titre d'exemple, 75 % des personnes interrogées n'ont pas réussi à formuler des problèmes à partir d'équations telles que 51 ÷ 4.

Cette constatation confirme les propos de Ball (1988a) selon lesquels la majorité des futurs enseignants et enseignantes sont incapables de rattacher une représentation concrète à l'opération suivante : 1 3/4 ÷ 1/2. À ce sujet, dans le cadre d'un cours dispensé à la formation des maîtres, Ball (1990) a demandé à ses étudiantes et ses étudiants d'inventer une histoire à partir de l'équation 2 1/4 ÷ 1/2. Après avoir trouvé la réponse à l'aide de l'algorithme, plusieurs ont inventé l'histoire non appropriée suivante : «I had 2 1/4 pizzas and I gave half to my friend. We each got 4 1/2 pieces of pizza» (p. 14).

Comme le montre la figure 1, présentée à la page suivante, de toute évidence, ces étudiantes et étudiants se sont arrangés pour que leur histoire soit conforme à la réponse et ont fait la représentation concrète en conséquence. Cette stratégie est d'ailleurs assez fréquente chez les étudiantes et étudiants à qui nous enseignons.



(Ball. 1990, p. 14)

Figure 1. Représentation erronée de la division 2 1/4 ÷ 1/2

1.2.2 Deux difficultés liées à la notion des nombres décimaux

En 1991, Thipkong et Davis ont montré que les connaissances mathématiques des futurs enseignants et enseignantes (N=65) concernant les nombres décimaux sont assez faibles et ce, particulièrement en ce qui concerne les connaissances conceptuelles reliées à cette notion. Dans cette étude, l'interprétation de nombres décimaux sur une droite numérique subdivisée en dixièmes ou autre unité de mesure et l'interprétation de nombres décimaux sur une surface carrée aussi séparée en dixièmes ou autre unité de mesure se sont révélées les catégories les plus difficiles. À titre d'exemple, 42 % des étudiantes et étudiants ont interprété 1,4 comme 1 entier et 4 unités, sur une droite numérique où les unités étaient des huitièmes.

Cette étude a aussi démontré que plusieurs de ces futurs maîtres présentent des difficultés à résoudre des problèmes dans lesquels interviennent des multiplications et des divisions de nombres décimaux et ce, plus particulièrement lorsque ces problèmes impliquent un nombre décimal plus petit que un. Par exemple, 31 % d'entre eux ont utilisé la division au lieu de la multiplication pour résoudre le problème suivant dans lequel le multiplicateur est inférieur à un : «Carol waters plants for .25 hours everyday, how many minutes is that ?» (Thipkong et Davis, 1991, p. 95). En entrevue certains futurs maîtres ont expliqué leur erreur en affirmant que «la division de deux nombres donne toujours un nombre plus petit», ce qui renforce de façon éloquente une des conceptions erronées rapportées par Fishbein *et al.* (1985) et Graeber *et al.* (1989).

À la lumière de ces études, il n'est donc pas étonnant d'observer que l'apprentissage des nombres rationnels pose généralement des problèmes dans l'enseignement des mathématiques au primaire. Dans la partie qui suit, nous verrons que ces difficultés peuvent être accentuées par des attitudes négatives véhiculées face aux mathématiques.

1.3 Attitudes des futurs enseignants et enseignantes face aux mathématiques

Les étudiantes et étudiants inscrits à la formation des maîtres n'entretiennent pas tous le même rapport avec les mathématiques. Si certains sont assez positifs devant cette matière, plusieurs montrent une réelle appréhension, pour ne pas dire aversion. Le cheminement d'études de chaque étudiante et étudiant jumelé à leurs expériences scolaires peut sans doute, d'une part, influencer leurs attitudes véhiculées par rapport à ce champ disciplinaire et, d'autre part, devenir un indice révélateur de ce qui se cache derrière leurs conceptions erronées. Mais avant d'aborder ce point, examinons l'effet que peut avoir l'enseignement reçu antérieurement sur la façon de voir les mathématiques et leur enseignement.

Plusieurs auteures et auteurs (Ball, 1988b, 1990 ; Bauersfeld, 1994 ; Civil, 1992 ; Grossman, Wilson et Shulman, 1989 ; Lappan et Even, 1989 ; Wilcox, Schram, Lappan et Lanier, 1991) ont mis en évidence l'importance de ne pas sous-estimer le bagage pédagogique des futurs enseignants et enseignantes lorsqu'ils entreprennent leur formation universitaire. Il faut considérer, comme le rapporte Ball (1990), que ces étudiantes et étudiants ont accumulé plus de 2 000 heures de présence et d'activités en classe et que, comme le soulignent par ailleurs Lappan et Even (1989), l'enseignement des mathématiques a forgé les croyances et les conceptions des étudiantes et étudiants sur une période de quatorze années. Il serait alors erroné de parler d'un premier contact avec le monde de l'enseignement. En plus des influences scolaires, Ball (1988b) parle aussi des influences culturelles qui véhiculent, entre autres, que les mathématiques ne sont pas essentielles à la vie de tous les jours. En effet, le bagage mathématique nécessaire à toute personne pour fonctionner dans la vie quotidienne se limite très souvent à quelques habiletés arithmétiques opératoires ainsi qu'à certaines notions de mesure.

Selon Ball (1988b, 1990), Civil (1992) et Lappan et Even (1989), les futurs enseignants et enseignantes n'arrivent pas à leur formation universitaire sans idées préconçues. Pour elles, l'enseignement que ces étudiantes et étudiants ont reçu influence sans contredit leur façon d'apprendre, leur façon de concevoir l'enseignement et plus précisément, l'enseignement des mathématiques. Les étudiantes et étudiants de la formation des maîtres font donc face à des préconceptions qui ont pris racine à l'école et qui modèlent leur façon de voir les mathématiques et l'enseignement de cette matière. Pour Bauersfeld (1994), qui parle de ces préconceptions en termes d'*habitus* scolaire, l'enseignement dispensé aux futurs maîtres doit donc «tenir compte de ces orientations et de ces options profondément enracinées plutôt que de prétendre construire à partir du principe *tabula rasa*» (p. 188).

Pour Ball (1988b), les étudiantes et étudiants ont plus d'appréhension devant les mathématiques que devant les autres matières scolaires. Cette peur des mathématiques provient souvent d'expériences négatives vécues en tant qu'élèves. Cette affirmation est appuyée par Frank (1990) qui, dans le cadre d'une étude portant sur les croyances des futurs maîtres à l'égard de l'enseignement des mathématiques, a montré que plusieurs des adultes présentant une certaine aversion pour les mathématiques peuvent facilement relater des expériences mathématiques négatives vécues à l'école primaire.

McDiarmid (1990) partage l'avis de ces auteurs en ce qui concerne les attitudes négatives véhiculées par les futurs enseignants et enseignantes face aux mathématiques. Le commentaire d'une de ses étudiantes, pour qui les mathématiques ne sont rien d'autre que la mémorisation de règles dénuées de sens, traduit le ressentiment qu'elle entretient face à cette matière.

> Mathematics is a subject many people love to hate. I can remember so many times in high school Algebra when the class looked forward to coming into the room to complain about why math was an impossible subject to learn. ... Our teacher would simply walk in, demonstrate how to work through different problems, then assign us homework. ... I am able to do math only because I am able to memorize rules. I have never been asked to understand the concepts of why a mathematical solution makes sense (McDiarmid, 1990, p. 6).

Quant à Freeman et Kalaian (1989), malgré le fait que les étudiantes et étudiants de la formation des maîtres n'aiment pas les mathématiques, ils pensent que le contenu enseigné au primaire est si facile qu'ils seraient en mesure de l'enseigner avant même de commencer leur formation. Ainsi, ces derniers imaginent tout simplement pouvoir se fier aux habiletés mathématiques qu'ils ont eux-mêmes développées à l'élémentaire. Par surcroît, ils considèrent que si certaines habiletés sont à acquérir, ils pourront les développer dans la classe même, en enseignant.

Dans le même ordre d'idées, pour Lester (1984), ce ressentiment vis-à-vis de cette matière peut amener plusieurs futurs maîtres — parce qu'ils pensent que leurs lacunes seront moins évidentes avec des notions qu'ils considèrent plus simples, comme les petits nombres et les opérations arithmétiques, — à vouloir enseigner de préférence au premier cycle du primaire. Pour illustrer ses propos, Lester (1984) rapporte un entretien qu'il a eu avec une étudiante au sujet de la maîtrise de la notion de fractions. L'étudiante racontait à son professeur comment cette partie de la matière lui paraissait difficile et peu attrayante ; mais elle ajoutait du même souffle que ses lacunes ne l'inquiétaient aucunement puisqu'elle ne prévoyait pas enseigner au deuxième cycle du primaire ! Pour reprendre ses paroles : «To be honest, I don't plan to teach the upper grades. I want to teach grade one or two» (p. 55). Pour Ball (1988b), la peur de ne pas pouvoir répondre adéquatement aux questions des élèves est aussi une des raisons pour lesquelles plusieurs futurs maîtres désirent enseigner aux plus jeunes enfants. En effet :

> They hope that if they teach a lower grade, their lack of subject matter knowledge will not matter and they are therefore unlikely to take more mathematics courses than the number minimally required for teacher certification. Consequently, what they have learned in elementary and high school math classes often comprises almost all of their subject matter preparation for teaching (p. 45-46).

Ainsi, les futurs maîtres du primaire présentent des difficultés importantes en mathématiques et véhiculent des attitudes négatives qui jouent un rôle considérable dans leur vision des mathématiques. Comme nous avons pu le constater, ces conceptions ont des répercussions importantes sur leur formation didactique.

2. Conséquences d'une formation mathématique déficiente sur la formation didactique et sur l'enseignement au primaire

Le manque de compréhension des futurs enseignants et enseignantes en mathématiques ajouté au rapport souvent difficile qu'ils entretiennent relativement à cette matière n'est certainement pas sans conséquence pour leur formation didactique et pour l'enseignement qu'ils prodigueront aux enfants.

Au plan de l'enseignement, pour Brown et Borko (1992), le manque de connaissances des futurs maîtres mettrait en doute leur confiance pour enseigner de façon appropriée. Dans le même ordre d'idées, Lester (1984) pense que la compréhension inadéquate qu'ont les futurs enseignants et enseignantes des mathématiques génère habituellement chez eux des attitudes négatives et même de l'anxiété devant les mathématiques.

Pour sa part, Civil (1992), qui a mené une étude auprès de huit futures enseignantes dans le but d'illustrer et d'analyser la compréhension et les attitudes des futurs maîtres devant les mathématiques, conclut que la mauvaise compréhension des concepts mathématiques amène les futurs enseignants et enseignantes à évaluer de façon erronée certains travaux de leurs élèves. Dans certains cas, ils peuvent louanger les travaux des élèves pour les mauvaises raisons et, dans d'autres cas, passer sous silence les belles réalisations qui révèlent une réelle compréhension du concept mathématique sous-jacent. L'exemple présenté à la page suivante illustre très bien ces propos (figure 2). Il fait référence à un algorithme de soustraction inventé par un élève de troisième année du primaire, puis présenté aux étudiantes de la classe de Civil.

$$\begin{array}{rl} 73 & \\ -\ 58 & \\ \hline -5 & (3-8=-5) \\ +\ 20 & (70-50=+20) \\ \hline 15 & \end{array}$$

(Civil, 1992, p. 29)

Figure 2. Algorithme de soustraction

Devant une telle démarche, ces futures enseignantes, qui n'avaient pas toutes compris l'algorithme, prétendaient que cette façon de procéder peut porter à confusion et embrouiller les enfants et ce, même s'il fonctionne. À ce sujet, Lisa a dit : «I am completely lost ; I think children would be lost also» (p. 12).

À notre avis, la confusion vient du fait que, dans cet exemple, on déborde de l'algorithme conventionnel, pour utiliser d'autres types de relations qui permettent de soustraire d'une autre façon, tout en utilisant des propriétés adéquates. Aussi, cela peut être dû au fait qu'on enseigne habituellement un algorithme unique pour chaque opération, comme s'il n'y avait pas d'autre façon de procéder. Ce qui a comme effet que les étudiantes ne sont pas habituées de voir autre chose.

En regard de cet exemple, Civil (1992) conclut qu'un message implicite semble guider le raisonnement des futurs enseignants et enseignantes, à savoir qu'un apprentissage compliqué pour l'enseignante ou l'enseignant le sera également pour les enfants. Ainsi, les futurs maîtres semblent donc interpréter quelque chose comme étant laborieux en se basant sur leur propre compréhension de la notion impliquée et non sur la valeur mathématique de la notion en question.

Dans cette même étude, Civil (1992) a aussi constaté que, pour les futurs maîtres, le rôle principal d'un professeur est de dire aux élèves quoi faire et comment procéder. L'insécurité des futures enseignantes associée à leur manque de connaissances peuvent être à la base de leur raisonnement qui les pousse à choisir une approche directive au détriment d'une approche plus heuristique. Les propos de Donna traduisent bien la pensée de l'auteure : «It's scary to go into the classroom with the idea of letting the children go in different directions and me following them» (p. 6).

Les travaux de Civil (1992) lui ont permis de répertorier quatre conceptions de l'enseignement entretenues par les futures enseignantes prenant part à son étude :

Enseigner de façon linéaire, c'est-à-dire une notion à la fois, et s'entraîner

Certaines étudiantes ne voient pas l'intérêt de faire faire des liens entre les différentes notions enseignées, puisque, selon elles, cette façon de travailler pourrait mélanger les enfants. Le commentaire de Ann, traduit bien cette idée : «I agree that school overdoes it, but I am not sure about bombarding students' minds with such thing as subtraction and addition together. It is one thing to do it to college students, but kids? I can see many confused and defeated» (Civil, 1992, p. 7).

Les futures enseignantes accordent de plus une très grande importance à l'entraînement. Comme le mentionne Civil, il s'agit d'un élément important lorsque la compréhension y est rattachée. Toutefois, les étudiantes voient l'entraînement à un niveau plus restreint en l'associant à un synonyme de *drill*.

Montrer et dire aux enfants quoi faire

Cette conception de l'enseignement s'est manifestée au moment où les étudiantes faisaient des observations sur des travaux d'enfants. Toutefois, elle a vraiment pris tout son sens lorsque que les futurs maîtres ont eu à expliquer des problèmes à un pair. Des explications directives telle : «This is how you set it up and just solve it» (p. 7) sont alors clairement ressorties.

Cette affirmation est aussi confirmée par McDiarmid (1990) qui se base sur son expérience en tant que formateur de futurs enseignants et enseignantes pour soutenir que ceux-ci arrivent à leur formation avec plusieurs croyances dont celle de croire que l'enseignement se résume à dire quoi faire aux enfants.

Accorder plus d'importance aux habiletés mathématiques qu'à la compréhension des élèves

Les futures enseignantes qui ont pris part à l'étude de Civil (1992) trouvent qu'il est important d'enseigner les règles et les habiletés, en reléguant toutefois au deuxième rang la compréhension. Le commentaire de Joyce traduit bien ce point : «There is nothing wrong with teaching them [the children] the skills and teaching them to, you know, invert and multiply and all that ; there is nothing wrong with that, but then once they have it in their heads, maybe you can show them why it works» (Civil, 1992, p. 8).

Enseigner de façon efficace

Enfin, pour les futures enseignantes, il semble important d'être efficace dans leur enseignement, ce qui se traduit encore une fois par dire aux enfants quoi faire et comment procéder et ce, peu importe la compréhension qui en découle. Pour Civil

(1992) cette vision reflète la tendance suivante qui est souvent véhiculée dans l'enseignement des mathématiques : «A certain content has to be covered, and it seems to be expected that not everybody will understand everything, but at least they have to be able to perform the procedures» (p. 10).

Cette vision de l'enseignement comporte maints dangers tant pour le maître que pour l'élève. Un des risques encourus est de voir le rôle de l'enseignant réduit à un simple transmetteur de connaissances qui, consciemment ou non, communique à ses élèves qu'apprendre se résume à mémoriser une foule de règles sans nécessairement les comprendre. Ironiquement, cette conception de l'enseignement des mathématiques contribue sans doute à alimenter des attitudes négatives devant les mathématiques chez les élèves qui, à leur tour comme futurs maîtres, les retransmettront peut-être aux enfants à qui ils enseigneront.

Par ailleurs, Gattuso et Mailloux (1994) ont fait une étude portant entre autres sur les conceptions de l'enseignement des mathématiques des futurs maîtres du primaire. Dans le cadre de leur expérimentation, 51 futurs enseignants et enseignantes devaient identifier, parmi 50 conceptions qui reflètent différentes philosophies de l'enseignement des mathématiques, celles qui étaient les plus importantes pour eux.

Les résultats démontrent clairement que les futurs maîtres qui participaient à l'étude préconisent une approche basée sur la construction des connaissances par l'enfant. En effet, pour eux, il est important de «présenter les mathématiques à partir de situations réelles» (58,8 %), de «placer les élèves en situations où il y a place à la découverte et à l'exploration» (47,1 %), «d'encourager les élèves à trouver plus d'une démarche pour résoudre un problème» (45,1 %), de «présenter les mathématiques de façon motivante pour les élèves» (43,1 %), de «placer les élèves en situation de résolution de problème» (41,2 %), «d'encourager le développement de la logique» (37,3 %), «d'encourager le développement de la créativité» (33,3 %), «d'intégrer les mathématiques aux autres disciplines» (29,4 %) et de «bien planifier son enseignement» (23,5 %) (notre traduction, Gattuso et Mailloux, 1994, p. 395).

Contrairement aux résultats obtenus par Civil (1992), aucun étudiant n'a choisi les conceptions suivantes, qui sont à la base d'une pédagogie plutôt directive : «s'assurer que chaque élève sache rapidement si sa réponse est bonne», «amener les élèves à mémoriser les règles», «insister sur le fait qu'il existe une seule façon pour résoudre un problème» et «suivre uniquement le livre du maître».

Sans remettre en question les résultats de l'étude de Gattuso et Mailloux (1994), nous aimerions souligner la différence qui peut exister entre affirmer que l'on favorise certaines conceptions, parce que l'on sait qu'elles sont pédagogiquement plus acceptables que d'autres, et la probabilité que les approches reliées à ces conceptions soient véritablement utilisées en contexte réel. C'est ce qui pourrait expliquer la différence qui existe entre les deux études. En effet, au contraire des conceptions répertoriées par Gattuso et Mailloux (1994), celles rapportées par Civil (1992) ont été observées par la chercheure sur une période de huit semaines.

Si les faiblesses des futurs maîtres en mathématiques jumelées aux attitudes qu'ils entretiennent devant cette matière ont des retombées importantes sur le plan de l'enseignement aux enfants, elles en ont tout autant sur le plan de l'apprentissage de la didactique des mathématiques. En effet, un des impacts importants du manque de connaissances des futurs enseignants et enseignantes se trouve au niveau du transfert des apprentissages que les étudiantes et étudiants n'arrivent pas toujours à faire.

Postic et De Ketele (1988) se sont intéressés à ce problème de transfert des connaissances ; selon eux, il peut être envisagé sous deux angles. Premièrement, il y a le transfert des connaissances à long terme puis, le transfert des connaissances dans des situations pédagogiques différentes de celles qui ont été utilisées dans le cadre de la formation. Par ailleurs, Tardif (1992) s'est interrogé sur le transfert des connaissances à long terme. En effet :

> à l'université, pourquoi l'étudiant en sciences de l'éducation qui connaît très bien les théories de l'apprentissage ainsi que les modalités d'évaluation qui en découlent ne les applique-t-il pas lorsqu'il se retrouve dans une situation de stage? Pour cet étudiant, au moment où il est en stage au primaire, ne fait-il que reproduire ce que faisait l'enseignant qu'il a le plus apprécié lorsqu'il était lui-même un élève de l'école primaire? (Tardif, 1992, p. 271).

Pour Paquay (1990), que l'on parle du transfert des connaissances à long terme ou du transfert des connaissances dans des situations pédagogiques différentes, le besoin de transfert des apprentissages des futurs enseignants et enseignantes est un besoin bien réel qui présente une très grande importance. Effectivement, «les modalités d'organisation de la formation initiale devraient amener le jeune enseignant en début de carrière à utiliser (et à transformer) ses acquis antérieurs pour qu'ils soient utilisables dans les situations routinières d'enseignement» (p. 290).

Ce problème de transfert des connaissances est d'autant plus important lorsque l'on sait qu'une étude comme celle de Kagan (1992), qui a présenté une revue de la littérature portant sur l'apprentissage de l'enseignement, a démontré que les programmes de formation ont peu d'impact sur les représentations que les futurs enseignants et enseignantes se sont construites antérieurement à propos de l'apprentissage et de l'enseignement. Ainsi, non seulement les futurs maîtres ne font pas le transfert de leurs apprentissages, mais la formation qu'ils reçoivent aurait peu d'influence sur leurs représentations, ce qui, selon nous, se révèle assez alarmant.

Selon Bauersfeld (1994), ce problème peut s'expliquer par le fait que lorsque l'enseignant novice est confronté à une difficulté, le chemin le plus facile pour lui est d'utiliser un modèle qu'il connaît déjà bien. En effet,

> Soumis à la pression des tâches et des difficultés quotidiennes, il [le jeune enseignant] lui sera difficile de renverser la vapeur. Ainsi, lorsqu'il sera confronté à des situations conflictuelles, ce sera l'*habitus* bien enraciné dans ses propres expériences en tant qu'élève qui prévaudra; il privilégiera les anciennes méthodes et reproduira par le fait même le modèle de l'école traditionnelle (Bauersfeld, 1994, p. 179).

Une autre conséquence des attitudes négatives et des carences de formation a trait au manque de regard critique dont les futurs enseignants et enseignantes font preuve devant leur pratique d'enseignement. En effet, ils sont tellement occupés à comprendre ce qu'ils ont à enseigner ou encore à lutter contre leur ressentiment envers les mathématiques qu'ils ont du mal à prendre du recul par rapport à ce qu'ils font pour poser un regard critique sur leur acte d'enseigner. Sans toutefois utiliser ces termes, Brown et Borko (1992) abondent dans le même sens : «Without adequate content knowledge, student teachers spend much of their limited planning time learning content, rather than planning how to present the content to facilitate the student's understanding» (p. 220).

À titre d'exemple, dans le cadre de leur travail de session, deux de nos étudiantes de la formation des maîtres ont abordé la notion d'entiers relatifs en proposant aux enfants une activité qui se rapproche de la réalité. Elles ont travaillé cette notion à partir de la température, à l'aide de thermomètres. Les enfants devaient mesurer puis comparer la température de la neige et celle de l'eau chaude. Jusque-là, l'idée était des plus heureuses. Le compte rendu indique d'ailleurs que tout s'est bien déroulé et que les enfants ont bien apprécié cette activité.

Si tout semblait bien se dérouler sur le plan pédagogique, on ne peut pas en dire autant sur le plan didactique car, au lieu d'être réalisée à l'aide de thermomètres permettant de mesurer des températures tant en-dessous qu'au-dessus du point de congélation, l'expérimentation s'est faite à partir de thermomètres corporels. Jamais les étudiantes n'ont pris conscience de cette erreur instrumentale, pourtant fondamentale sur le plan conceptuel. Cet exemple illustre bien le manque de regard critique qui ne leur a pas permis de réaliser leur erreur.

Nous partageons ainsi le point de vue de Paquay (1990), selon qui la formation didactique devrait non seulement fournir des outils pédagogiques et didactiques aux futurs maîtres, mais aussi les amener à être plus critiques vis-à-vis de leurs apprentissages et de leur pratique. Effectivement,

> toute la formation spécifiquement didactique comporterait ce double volet en interaction : l'acquisition de "routines" (des schémas d'action, des canevas-types de leçons, des procédures pour faire la transposition didactique, etc.) mais aussi (et surtout?) les démarches d'analyse réflexive sur les situations didactiques (telles que les présente, par exemple, Jonnaert, 1987) et les démarches de base d'une intervention réfléchie (*Ibid.*, p. 295).

Dans le cadre d'une réflexion portant sur la formation didactique des enseignantes et des enseignants et plus particulièrement sur les contraintes de la relation didactique, Jonnaert (1995) va dans le même sens lorsqu'il affirme que la spécificité disciplinaire associée à cette relation «impose aux formateurs d'enseignants chargés de la formation didactique d'être capables de former leurs étudiants à porter *un regard épistémologique et critique sur la discipline* qu'ils auront à enseigner» (p. 11).

Ce qui précède démontre déjà des difficultés que l'on pourrait rencontrer au niveau de la formation didactique des étudiantes et étudiants que nous venons de décrire. Par contre, les problèmes reliés au transfert des apprentissages ainsi qu'au manque de regard critique sont, selon nous, souvent imputables à la formation elle-même et s'appliquent donc à l'ensemble de la clientèle inscrite à la formation des maîtres et non seulement à ceux et celles qui présentent certaines lacunes et qui véhiculent des attitudes négatives face aux mathématiques. Ces problèmes sont donc d'autant plus importants et demandent que l'on cherche à développer des modèles de formation appropriés.

3. Modèles de formation didactique

Dans la partie qui suit nous décrivons deux modèles de formation didactique qui nous apparaissent intéressants à plusieurs points de vue pour répondre aux problèmes identifiés. Le premier modèle présenté est celui de Portugais (1995) et le second, celui de Fennema et Franke (1992).

Toutefois, avant d'aborder ces modèles, il nous importe de préciser notre cadre de référence par rapport au concept même de didactique. Pour ce faire, parmi les nombreuses définitions que l'on retrouve dans la littérature, nous avons retenu celle de Jonnaert et Vander Borght (1999), portant sur l'objet d'étude des didactiques des disciplines :

> Les didactiques des disciplines s'intéressent aux processus de transmission et d'acquisition des savoirs relatifs aux disciplines

> scolaires dont elles portent un projet d'enseignement et d'apprentissage. En ce sens, elle se préoccupent des interactions entre les processus d'enseignement et d'apprentissage à propos d'une discipline scolaire en particulier.
>
> Elles portent également un intérêt particulier aux diverses transformations que subit le savoir pour devenir un objet d'enseignement et ensuite un objet de connaissance.
>
> Mais le principal objet d'étude des didactiques des disciplines est le rapport qui s'établit entre le savoir institutionnalisé et les connaissances de l'apprenant (p. 87).

Comme il sera possible de le constater, d'une part, dans les modèles présentés et, d'autre part, par le biais des objets d'observation que nous avons déterminés, cette définition est celle qui rejoint le plus notre conception de la didactique de même que nos intérêts de recherche : en évoquant l'enseignement et l'apprentissage puis les savoirs relatifs aux disciplines scolaires, elle fait ressortir les trois composantes du triplet didactique que sont les élèves, l'enseignante ou l'enseignant et le savoir en jeu ; elle met clairement en relief l'interaction qui s'établit entre ces trois composantes et enfin, elle fait valoir le travail de transposition didactique qui doit être accompli afin que le savoir puisse devenir un objet d'enseignement.

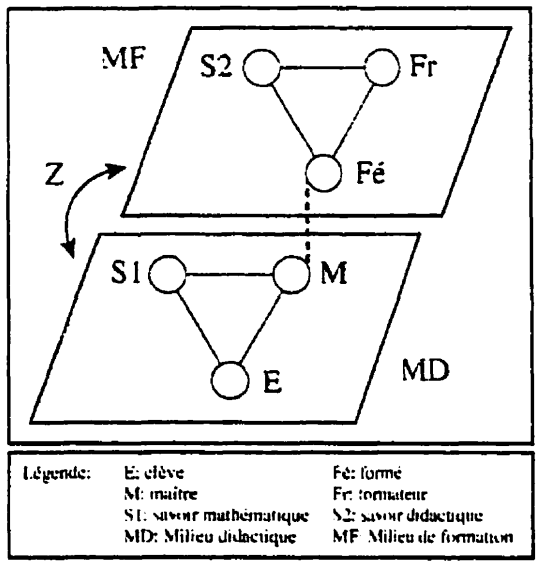
Le concept de didactique étant fréquemment confondu avec celui de pédagogie, il nous apparaît important d'en faire la distinction afin de pouvoir les utiliser sans équivoque. Ainsi, comme nous venons de le voir, si le rapport au savoir se veut un élément prioritaire lorsque l'on parle de didactique, la pédagogie vise plus la gestion des interactions sociales dans les situations d'enseignement et d'apprentissage. Toutefois, bien que la didactique et la pédagogie aient toutes deux leur champ d'action respectif, elles restent complémentaires dans les situations d'enseignement et d'apprentissage. En effet :

> (1) Les didactiques des disciplines sont nécessairement *inscrites dans le champs d'une discipline scolaire* dont elle portent le projet d'enseignement et d'apprentissage. Les rapports entre savoir codifié et connaissances des apprenants à propos de cette discipline sont au centre des intérêts de la didactique de cette discipline.
>
> (2) La pédagogie ne porte pas un regard prioritaire sur les rapports au savoir. Elle s'intéresse plutôt aux *conditions* mises en place par l'enseignant pour faciliter les démarches d'enseignement et d'apprentissage. Elle porte un regard particulier sur les interactions entre les différents acteurs des séquences d'enseignement et d'apprentissage.
>
> (3) La pédagogie, comme les didactiques des disciplines, s'intéresse à la *pratique* de l'enseignement et de l'apprentissage. (...).
>
> (4) Les didactiques et la pédagogie sont *complémentaires* dans l'étude des séquences d'enseignement et d'apprentissage (Jonnaert et Vander Borght, 1999, p. 71).

3.1 Modèle théorique de formation à la didactique (Portugais, 1995)

Dans le cadre de ses travaux, Portugais (1995) a développé un modèle théorique de formation à la didactique. En admettant le double-système dans lequel évolue le futur maître — le système didactique et le système de formation —, ce modèle tient compte de la nécessité d'établir un lien entre la théorie et la pratique et confirme ainsi notre conviction selon laquelle il est important d'amener la future enseignante ou le futur enseignant à effectuer le transfert de ses apprentissages. De façon à respecter la terminologie employée par Portugais (1995), nous désignons, dans la partie qui suit, l'enseignante ou l'enseignant par «le maître», l'étudiante ou l'étudiant de la formation des maîtres par «le formé» et la formatrice ou le formateur par «le formateur».

Tel que présenté à la figure 3, qui se retrouve à la page suivante, le modèle théorique de formation à la didactique met en valeur le plan du milieu didactique et le plan du milieu de formation. D'une part, la triade maître / élève / savoir mathématique compose le système didactique, qui se situe dans le plan du milieu didactique. D'autre part, la triade formateur / formé / savoir didactique constitue le système de formation, qui se trouve dans le plan du milieu de formation. En considérant ces deux plans de façon séparée, mais toujours en relation, ce modèle fait clairement ressortir la situation duale du maître / formé qui passe de la position de formé (ou d'*enseigné*) à la position de maître (ou d'*enseignant*) et vice versa.

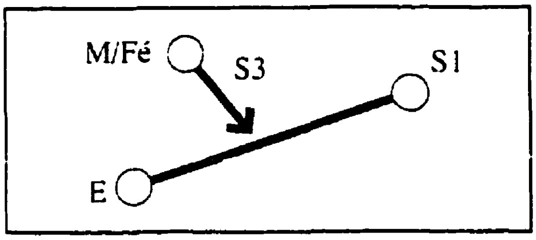


(Portugais, 1995, p. 282)

Figure 3. Modélisation théorique du double-système

Selon Portugais (1995), lorsque le formé intègre le savoir didactique et l'introduit dans le milieu didactique en y devenant le maître, il «en fait une «utilisation» qui devient réorganisatrice au niveau des relations E-S1» (p. 283), ce qui ouvre la voie à un troisième savoir, le savoir d'expérience. La figure 4, présentée à la page suivante, illustre la position de ce savoir dans l'interaction didactique.

Comme son nom l'indique, le savoir d'expérience est un savoir expérientiel, qui se construit en situation. On ne pourrait donc l'extraire directement du savoir didactique. En effet, «le formé ne saurait constituer un savoir sur ce qui concerne l'action sur la relation E-S1 sans effectivement mettre en oeuvre des stratégies, les analyser, les remettre en question, les modifier» (Portugais, 1995, p. 284).



(Portugais, 1995, p. 283)

Figure 4. Position du savoir d'expérience dans l'interaction didactique

Ce type de savoir s'élabore plutôt de façon progressive : à partir des expériences vécues dans le milieu didactique, le maître / formé doit constamment trouver un équilibre entre le plan du milieu de formation et le plan du milieu didactique. La fonction Z, présentée à la figure 3, concerne d'ailleurs cette relation didactique qui s'établit entre le formateur, le formé, le savoir didactique et le savoir d'expérience. Ce dernier point renvoie évidemment au transfert des apprentissages qui, comme nous avons pu le constater, ne se fait pas toujours facilement.

Nous croyons que la formation des maîtres devrait davantage tenir compte de la dualité que vivent les futurs enseignants et enseignantes, laquelle est d'ailleurs accentuée par les stages de formation de ces derniers. En effet, dans la même semaine et souvent, dans la même journée, les futurs maîtres passent du rôle d'enseigné au rôle d'enseignant, ce qui implique, entre autres, qu'ils doivent rapidement assimiler les notions enseignées pour ensuite les intégrer à leur enseignement.

3.2 Modèle de l'élaboration du savoir enseignant (Fennema et Franke, 1992)

Dans son modèle théorique de formation à la didactique, Portugais (1995) aborde la notion de savoir sous différents angles : le savoir mathématique, le savoir didactique et le savoir d'expérience. Mais que désigne-t-on au juste par ces savoirs dont la maîtrise est nécessaire pour enseigner ?

Plusieurs auteures et auteurs (Fennema et Franke, 1992 ; Gauthier, 1993 ; Paquay, 1993 ; Paradis, 1993 ; Tardif, Lessard et Lahaye, 1991) ont défini ce qu'ils entendent par le «savoir enseignant». De toutes ces définitions, nous avons retenu celle de Fennema et Franke (1992), puisqu'elle concerne spécifiquement l'enseignement des mathématiques.

Comme nous pourrons le constater, ces dernières parlent de «savoir», puis de «connaissances». Pour éviter toutes confusions, il nous apparaît donc important d'établir la différence entre ces deux termes. Pour ce faire, nous avons choisi la distinction apportée par Brun (1994).

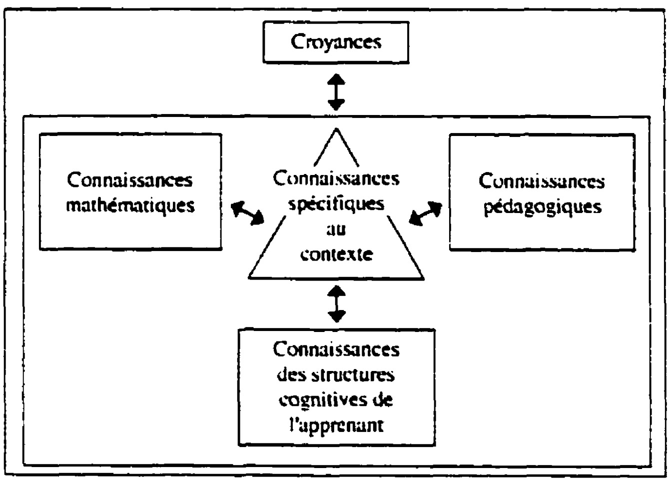
> Dans mon propos la distinction entre connaissances et savoirs restera très générale ; par savoirs je désignerai les savoirs constitués, ceux qui ont trait au projet d'enseignement, et par connaissances, ce qui relève du développement et de l'expérience, du côté du sujet donc, en-deçà de toute objectivation en savoirs (Brun, 1994, p. 70).

Ainsi, selon cet auteur, par «connaissances» on désigne ce que l'individu construit tandis que le «savoir» réfère à ce qui se trouve dans les livres. Dans le cadre de cette recherche, nous adoptons cette ligne de pensée et nous parlerons de «connaissances» pour désigner ce que les enseignantes et enseignants doivent développer pour enseigner.

Pour Fennema et Franke (1992), les connaissances nécessaires pour enseigner les mathématiques ne se limitent pas à la maîtrise du contenu mathématique. En effet :

> Knowledge of mathematics teaching includes knowledge of pedagogy, as well as understanding the underlying processes of the mathematical concepts, knowing the relationship between different aspects of mathematical knowledge, being able to interpret that knowledge for teaching, knowing and understanding students' thinking, and being able to access student knowledge to make instructional decisions. Teacher knowledge is no longer viewed as an isolated construct in its effects on teachers' classroom behavior and student learning. Teacher knowledge cannot be separated from the subject matter being investigated, from how that subject matter can be represented for learners, from what we know about students' thinking in specific domains, or from teacher beliefs (p. 161).

À partir de ces connaissances, elles ont proposé un modèle (figure 5) qui sous-tend que le savoir enseignant fait intervenir plusieurs connaissances, lesquelles se développent en contexte en interagissant les unes par rapport aux autres.



(notre traduction, Fennema et Franke, 1992, p. 162)

Figure 5. Élaboration du savoir enseignant

Dans ce modèle, les *connaissances mathématiques* font référence aux connaissances que les enseignantes et enseignants doivent posséder relativement aux concepts et aux procédures mathématiques, aux stratégies de résolution de problèmes de même qu'aux liens qui existent, d'une part, entre ces différentes composantes et, d'autre part, d'une notion mathématique à une autre. Les *connaissances pédagogiques* sont les connaissances des stratégies d'enseignement, tant aux niveaux de la planification, de la motivation des élèves que de la gestion de la classe. Les *connaissances des structures cognitives de l'apprenant* concernent les connaissances qui ont rapport à la façon dont les élèves pensent, apprennent et organisent leurs apprentissages et leurs connaissances mathématiques. Comme son nom l'indique, les *croyances* réfèrent aux croyances de même qu'aux attitudes véhiculées par les enseignantes et enseignants quant à l'enseignement des mathématiques. Enfin, les *connaissances spécifiques au contexte* représentent les connaissances qui sont activées dans un contexte précis. Ainsi, «within a givin context, teachers' knowledge of content interacts with knowledge of pedagogy and students' cognitions and combines with beliefs to create unique set of knowledge that drive classroom behavior» (p. 162).

Fennema et Franke (1992) considèrent donc que, dans son enseignement, l'enseignante ou l'enseignant doit constamment transformer l'ensemble des connaissances en jeu pour s'adapter aux événements qui se présentent de même que pour rendre ces connaissances plus accessibles aux élèves. Par exemple, il peut être question de modifier son enseignement de façon à rejoindre les capacités cognitives des élèves de la classe, ce qui fait ressortir le travail de transposition didactique qui doit être réalisé pour permettre au savoir de devenir objet d'enseignement.

Le modèle de Fennema et Franke est particulièrement intéressant puisqu'il se préoccupe de l'enfant. Comme nous avons pu l'observer dans nos lectures précédentes, cet aspect semble un peu délaissé par les différents chercheurs et chercheuses dans leurs définitions des connaissances nécessaires pour enseigner. Pourtant, le rôle toujours grandissant que les didacticiennes et didacticiens accordent à l'enfant dans le processus d'apprentissage n'est pas à négliger.

Nous avons toutefois été étonnée de constater que la dimension didactique ne soit pas clairement évoquée dans ce modèle. Cette omission aurait pu nous amener à rejeter les travaux de Fennema et Franke, mais il n'en en a pas été question parce que, selon nous, ce que les auteures entendent par «connaissances mathématiques» et «connaissances des structures cognitives de l'apprenant» relèvent directement de la dimension didactique. De plus, conformément à la définition retenue du concept de didactique, ce modèle met en valeur les trois composantes du triplet didactique, fait ressortir l'interaction qui s'établit entre ces composantes de même que le travail de transposition didactique qui doit être fait par l'enseignante ou l'enseignant.

Du modèle de Portugais (1995) et de celui de Fennema et Franke (1992), nous retenons des aspects dont il est important de tenir compte pour la formation des futurs maîtres. Il s'agit de la dualité que vivent les futurs enseignants et enseignantes durant leur formation universitaire ainsi que toutes les connaissances dont la maîtrise est nécessaire, pour ne pas dire essentielle, pour enseigner les mathématiques aux enfants : les connaissances mathématiques, les connaissances des structures cognitives de l'apprenant ainsi les connaissances pédagogiques. Nous retenons aussi les croyances véhiculées face aux mathématiques qui, comme nous l'avons vu, peuvent influencer de façon importante l'apprentissage de la didactique des mathématiques et l'enseignement de cette matière aux enfants, de même que le travail de transposition didactique qui doit être réalisé par l'enseignante ou l'enseignant.

4. Questions de recherche

Il est clair que les futurs enseignants et enseignantes présentent des difficultés importantes dans la maîtrise des notions qu'ils ont et qu'ils auront à enseigner. Le rapport souvent très négatif qu'ils entretiennent face aux mathématiques nous porte à nous interroger sur le maintien des acquisitions mathématiques et didactiques faites au cours de leur formation. À ce sujet, Paquay (1990) résume très bien nos craintes, en effet :

> dans l'hypothèse où ces objectifs de la formation initiale sont atteints au terme de la formation, on peut se demander dans quelle mesure les acquisitions se maintiennent. Les acquisitions réalisées vont-elles se stabiliser, se développer davantage ou alors se perdre progressivement tout au long de la carrière professionnelle (Paquay, 1990, p. 289).

En plus du problème relevé au niveau du maintien et du transfert des apprentissages, nous remarquons également que les futurs maîtres font preuve d'un esprit critique très peu développé face à leurs apprentissages et leur pratique.

Ainsi, dans le cadre de cette étude, à partir des éléments contenus dans le modèle théorique de formation à la didactique (Portugais, 1995) et le modèle de l'élaboration du savoir enseignant (Fennema et Franke, 1992), nous nous proposons d'étudier comment les futurs maîtres en fin de formation utilisent les connaissances mathématiques et didactiques abordées au cours de leur formation universitaire, en plus de porter une attention toute particulière au regard critique qu'ils portent à leur pratique.

Nous voulons donc examiner les deux questions de recherche suivantes :

1 — Comment sont utilisées les connaissances mathématiques et didactiques dans le cadre d'une séquence d'enseignement dispensée au terme du baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire ?

2 — Les futurs maîtres ont-ils manifesté une réflexion critique face à leur pratique d'enseignement ?

CHAPITRE II : MÉTHODOLOGIE

Au regard de nos deux questions de recherche, le présent chapitre permet de préciser notre méthode de recherche, la population et les sujets à l'étude ainsi que nos instruments de collecte des données.

1. Méthode de recherche : l'étude de cas

Dans le cadre de notre étude nous voulons décrire, d'une part, comment sont utilisées les connaissances mathématiques et didactiques à l'intérieur d'une séquence d'enseignement dispensée au terme du baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire et, d'autre part, le niveau de réflexion manifesté par les futurs maîtres face à leur pratique. Nous décrirons donc une situation, mais en effectuant cette description, nous ferons une forme d'évaluation des connaissances des futurs enseignants et enseignantes qui prendront part à l'étude. C'est ce qui nous a amenée à nous interroger à savoir s'il ne s'agissait pas d'une étude évaluative.

Barbier (1994) nous a éclairée à ce sujet. Selon lui, le terme évaluation a été un peu galvaudé ces dernières années. Ainsi, pour cet auteur, une distinction importante est à faire entre les opérations de contrôle de la formation et les opérations d'évaluation de la formation. En effet,

> nous proposons de dire qu'il y a *contrôle de la formation* chaque fois que l'on se trouve en présence d'*opérations n'ayant apparemment comme résultat que de produire des informations sur le fonctionnement concret d'une activité de formation.* Il y a au contraire *évaluation* chaque fois que l'on se trouve en présence d'*opérations ayant pour résultat la production d'un jugement de valeur sur les activités de formation* (Barbier, 1994, p. 28).

Or, étant donné que l'objectif de notre recherche n'est pas de porter un jugement de valeur sur les connaissances des futurs maîtres, mais plutôt de décrire comment ces connaissances sont utilisées en situation d'enseignement, il nous apparaît évident qu'il ne s'agit pas d'une étude évaluative.

Pour atteindre notre objectif de recherche, il nous fallait ainsi choisir une méthode nous permettant d'observer et d'analyser de façon approfondie la pratique de futurs maîtres en fin de formation. À cette fin, nous avons opté pour l'étude de cas de quatre sujets, qui consiste «à rapporter une situation réelle prise dans son contexte, et à l'analyser pour voir comment se manifestent et évoluent les phénomènes auxquels le chercheur s'intéresse» (Mucchielli, 1996, p. 77). Notons que nous aurions pu parler d'étude de cas multiples, mais comme notre but premier n'est pas de comparer les sujets entre eux pour ensuite en faire ressortir les processus récurrents, il s'agit bien de l'étude de cas.

De façon à obtenir une meilleure représentativité de la clientèle des futurs enseignants et enseignantes inscrits à la formation des maîtres, nous aurions également pu choisir une méthode qui nous aurait permis de mener notre étude avec un plus grand nombre de sujets, voire une cohorte complète d'étudiantes et d'étudiants. Toutefois, nous avons rejeté cette solution parce que l'étude d'un grand nombre de sujets ne permettait pas de réaliser une analyse aussi approfondie. De plus, notre but n'étant pas d'énumérer des fréquences, mais plutôt de décrire et d'analyser des situations dans lesquelles les futurs maîtres seront placés, le choix de quatre sujets s'est avéré tout à fait approprié.

2. Population et sujets à l'étude

2.1 Population-cible

La population visée par cette étude est celle des futurs enseignants et enseignantes qui ont complété leur formation académique dans le cadre du baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire à l'Université de Sherbrooke.

Comme profil académique, les sujets ont réussi un minimum de 12 crédits obligatoires en didactique des mathématiques. Le plan de chacun des quatre cours suivis se retrouve à l'appendice A. Lors de l'expérimentation, les sujets étaient sur le point de terminer leur troisième et dernier stage en milieu scolaire, totalisant ainsi 15 crédits et 115 jours de présence en classe. Ce troisième stage s'est déroulé tout au long de l'année scolaire : après avoir fait la rentrée scolaire avec l'enseignante ou l'enseignant de la classe, les sujets sont allés en stage durant quatorze semaines à raison d'une journée par semaine. Les onze semaines subséquentes, ils ont réalisé deux journées de stage par semaine et enfin, le stage s'est terminé par une période intensive de 23 journées.

2.2 Sélection des sujets

Le groupe des participantes est composé de quatre personnes qui ont été invitées à prendre part à l'étude de façon volontaire. Pour assurer une meilleure représentativité des sujets, ces personnes ont été choisies à partir des résultats obtenus à un test diagnostique dans lequel des critères sont répartis en deux catégories — les connaissances mathématiques et les attitudes véhiculées face à cette matière —, marquant les différences individuelles entre les futurs enseignants et enseignantes.

En combinant ces catégories, nous avons fait ressortir quatre profils de futurs enseignants et enseignantes qui étudient à la formation des maîtres : une personne qui réussit bien en mathématiques et qui se sent prête à les enseigner aux enfants *(profil 1)* ; une personne qui réussit bien en mathématiques, mais qui se sent plus ou moins prête à enseigner cette matière aux enfants *(profil 2)* ; une personne qui réussit moins bien en mathématiques, mais qui se sent tout de même prête à les enseigner aux enfants *(profil 3)* et enfin, une personne qui réussit moins bien en mathématiques et qui, conséquemment, se sent plus ou moins prête à enseigner cette matière *(profil 4)*.

Lors de la sélection de nos sujets, nous avons choisi quatre personnes correspondant aux quatre profils décrits. Nous pensons que cette façon de procéder est celle qui respecte le plus les différentes caractéristiques des individus qui font partie de la population-cible. Dans le tableau I sont présentés les quatre profils possibles :

Tableau I
Profils d'étudiantes et d'étudiants de la formation des maîtres

	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4
Maîtrise des connaissances mathématiques (+ / -)	+	+	-	-
Attitudes face aux mathématiques (+ / -)	+	-	+	-

Les sujets prenant part à l'étude ont été sollicités au cours de leur dernière année de baccalauréat. Au total, 12 futures enseignantes ont accepté de participer à une première rencontre d'information durant laquelle nous leur avons explicité en quoi consistait leur éventuelle implication et ce, tant au plan des étapes de réalisation de l'expérimentation qu'au niveau de l'importance de leur engagement. De plus, leur participation impliquant qu'elles acceptent de remplir toutes les exigences reliées à l'expérimentation, un formulaire d'autorisation a été signé par chacune d'entre elles (appendice B).

Huit des futures enseignantes présentes à la rencontre ont accepté d'entreprendre cette expérience. Dès lors, de façon à cerner le profil de chacune d'entre elles, nous avons procédé à l'évaluation diagnostique. Suite à la passation de ce test, nous nous sommes retrouvée avec trois étudiantes représentant le profil 1, deux décrivant le second profil, une seule représentant le troisième profil et enfin, deux décrivant le dernier profil. À ce stade, même si nous avions recruté les quatre profils recherchés, afin de ne pas éliminer de sujets de façon arbitraire, nous avons réalisé toutes les étapes de l'expérimentation avec ces sujets en ayant évidemment en tête de n'en retenir que quatre pour les fins de notre analyse.

Finalement, le choix des sujets s'est presqu'imposé de lui-même. En effet, des trois étudiantes qui présentaient le premier profil (1, 5 et 7), nous avons éliminé les sujets 5 et 7, la première parce que ses leçons ne respectaient pas le temps demandé et la deuxième, puisque l'enseignante de la classe a non seulement assisté aux trois leçons, mais celle-ci s'est permis d'intervenir à quelques reprises, modifiant ainsi toute la dynamique de la classe. Des deux sujets qui correspondaient au second profil (2 et 6), nous avons dû exclure le sujet 6 étant donné que pendant les deux premières leçons, elle n'a fait que de la révision et de la correction avec les enfants, ce qui ne cadre pas comme tel à une démarche de planification et de réalisation d'enseignement. Quant au troisième profil, seul le sujet 4 y était associé. Enfin, des deux sujets qui présentaient le quatrième profil (3 et 8) nous avons dû rejeter le sujet 8 parce que celle-ci a abandonné son stage en cours de route.

Avant de décrire les instruments qui ont servi à la collecte des données de notre étude, nous présentons, dans la partie ci-dessous, l'instrument qui a permis la sélection des sujets à partir des profils déterminés : le test diagnostique (appendice C).

3. Test diagnostique

Le test diagnostique est divisé en deux parties : une première ayant pour but d'évaluer les connaissances mathématiques des sujets, une seconde visant à cerner certaines attitudes véhiculées par les futurs maîtres face aux mathématiques.

La première partie du test diagnostique est constituée de 19 questions, faisant référence à chacun des cinq grands thèmes abordés dans le programme d'études de mathématiques du deuxième cycle du primaire, à savoir les nombres naturels, les nombres entiers relatifs, les fractions, la géométrie et les mesures.

De façon plus explicite, les questions 1, 2, 4 et 15 concernent des objectifs terminaux reliés aux nombres naturels. En plus de viser un objectif terminal ayant trait aux nombres naturels, la question 1 se rapporte également aux nombres entiers relatifs ; les questions 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 et 13 réfèrent principalement aux fractions ; les questions 16, 17 et 18 à la géométrie, puis les questions 14 et 19 visent avant tout les mesures. Le tableau II, présenté à la page suivante, décrit les objectifs terminaux poursuivis pour chacune des questions du test diagnostique.

À la lecture de ce tableau, nous pouvons remarquer que pour certaines questions, l'objectif visé se rapproche davantage de la première secondaire que de la sixième année du primaire, mais n'oublions pas que ce test s'adresse à des adultes de la formation des maîtres et non à des élèves du primaire. Par exemple, à la question 7, on demande de soustraire une fraction d'un nombre fractionnaire dont le dénominateur est différent. En sixième année, l'objectif traitant de la soustraction de fractions n'allant pas au-delà des fractions ayant un même dénominateur, cette question rejoint plutôt l'objectif 2.4 du programme d'études de mathématiques du secondaire. C'est pourquoi, en plus d'indiquer ce dernier objectif, nous avons placé un «+» à côté de l'objectif 13.3 du primaire.

Tableau II
Correspondance entre le test diagnostique et les objectifs du programme d'études du ministère de l'Éducation

Questions	Objectifs mathématiques terminaux et intermédiaires visés *
1	Nombres naturels : Obj. term. 6 (primaire) Entiers relatifs : Obj. term. 7 (7.3) (primaire) ; Obj. term. 2 (2.2) (secondaire)
2	Nombres naturels : Obj. term. 4 (4.7, 4.17, 4.19) et 6 (primaire)
3	Fractions : Obj. term. 10 (10.2) (primaire)
4	Nombres naturels : Obj. term. 1 (1.2) (primaire)
5	Fractions : Obj. term. 10 (10.6 +) (primaire) ; Obj. term. 1 (secondaire)
6	Fractions : Obj. term. 8 (8.1) et 10 (10.1 +) (primaire) ; Obj. term. 1 (secondaire)
7	Fractions : Obj. term. 8 (8.4) et 13 (13.3 +) (primaire) ; Obj. term. 2 (2.4) (secondaire)
8	Fractions : Obj. term. 13 (13.2) (primaire) Nombres naturels : Obj. term. 5 (5.1, 5.2) (primaire)
9	Fractions : Obj. term. 8 (8.1, 8.3, 8.4) (primaire) Nombres naturels : Obj. term. 5 (5.1) (primaire)
10	Fractions : Obj. term. 13 (+) (primaire) ; Obj. term. 2 (2.4) (secondaire) Nombres naturels : Obj. term. 5 (5.1, 5.2) (primaire)
11	Fractions : Obj. term. 11 (11.1) (primaire)
12	Fractions : Obj. term. 12 (12.5 + ,12.6 +) (primaire) ; Obj. term. 2 (2.4) (secondaire)
13	Fractions : Obj. term. 12 (12.3 +) (primaire) ; Obj. term. 2 (2.4) (secondaire) Nombres naturels : Obj. term. 5 (5.1, 5.2) (primaire)
14	Mesures : Obj. term. 21 (primaire) Nombres naturels : Obj. term. 6 (primaire)
15	Nombres naturels : Obj. term. 4 (4.19) et 5 (5.1) (primaire)
16	Géométrie : Obj. term. 16 (16.1) (primaire)
17	Géométrie : Obj. term. 18 (18.6) (primaire)
18	Géométrie : Obj. term. 17 (17.2, 17.7, 17.1) (primaire)
19	Mesures : Obj. term. 25 (25.3) et 26 (26.1 + , 26.2 +) (primaire) ; Obj. term. 3 (3.5) (secondaire)

* Les objectifs intermédiaires apparaissent entre parenthèses.

Le grand nombre de questions se rapportant aux fractions est justifié par le fait que nous voulions voir si les résultats obtenus au test diagnostique confirmeraient certains éléments de notre problématique, à l'intérieur de laquelle nous avons fait état des lacunes des futurs maîtres dans leur formation de base en mathématiques (Ball, 1988b, 1990 ; Graeber, Tirosh et Glover, 1989 ; Lester, 1984 ; Philippou et Christou, 1994 ; Putt, 1995 ; Thipkong et Davis, 1991).

Lors de la correction du test, nous avons subdivisé les 19 questions en 22 items, de façon à ce que chaque question traite d'une seule notion. Ainsi, à la question 19, les sujets devaient trouver l'aire puis le périmètre d'un parallélogramme. Comme il s'agit de deux démarches différentes, nous avons considéré cette question comme deux questions distinctes. De même, à la question 2, à partir d'un ensemble de nombres, les sujets devaient trouver deux nombres premiers, les multiples de 6 et les facteurs de 39. Pour la correction, nous avons donc subdivisé cette question en trois sous-questions.

Pour la correction du test, nous avons alloué deux points par bonne réponse et un point par réponse contenant des éléments corrects, comme par exemple, une résolution de problème dans laquelle la démarche est bonne, mais qui contient une erreur de calcul qui mène au mauvais résultat. Évidemment, aucun point n'a été accordé par mauvaise réponse.

La deuxième partie du test diagnostique est élaborée de la même façon que la première, en ce sens que le rationnel à la base de nos questions se trouve dans la problématique, dans laquelle nous avons fait ressortir certaines attitudes des futurs enseignants et enseignantes face aux mathématiques.

Ainsi, les deux premières questions — qui visent à déterminer si les sujets aimaient les mathématiques aux ordres primaire et secondaire, puis quel sentiment ils éprouvent maintenant face à cette matière — se rapportent aux nombreuses études qui ont été conduites sur les préconceptions des futurs maîtres (Ball, 1988b, 1990 ; Bauersfeld, 1994 ; Civil, 1992 ; Grossman, Wilson et Shulman, 1989 ; Lappan et Even, 1989 ; Wilcox, Schram, Lappan et Lanier, 1991).

La troisième question cherche à établir si, au terme d'un baccalauréat de trois ans à la formation des maîtres, les sujets se sentent prêts à enseigner les mathématiques aux enfants du primaire. Lors de l'analyse, il sera intéressant de mettre en relation la réponse apportée à cette question avec celles données aux deux premières questions d'une part et, d'autre part, avec le résultat obtenu à la partie mathématique du test.

À la quatrième question, on demande aux sujets à quel niveau ils aimeraient le mieux enseigner les mathématiques pour commercer leur carrière. Nous posons cette question parce que, à l'instar de Ball (1988b) et de Lester (1984), qui ont fait ressortir que les difficultés des futurs maîtres amènent plusieurs d'entre eux à vouloir enseigner aux plus jeunes enfants, nous voulons vérifier si nos sujets partagent ce point de vue.

Enfin, par la dernière question, dans laquelle nous demandons aux futurs maîtres qu'est-ce qui, dans l'ensemble des cours suivis en didactique des mathématiques, leur sera le plus utile pour leur enseignement futur, nous voulons savoir ce qui a été prédominant pour eux dans leur formation.

4. Instruments de collecte des données

Nous présentons ici les instruments qui ont permis de circonscrire les données permettant de répondre à chacune de nos questions de recherche de même que le rationnel à la base des choix de chacun de ces instruments. Les critères qui nous ont permis de guider l'analyse de nos données sont définis au chapitre suivant.

4.1 Enregistrement vidéoscopique

La façon la plus efficace de répondre à notre première question et une partie de notre deuxième question de recherche était, selon nous, d'observer les sujets dans le feu de l'action, pendant leur enseignement. Ainsi, nous ne voulions pas seulement tenir compte de ce que les sujets savent et de ce qu'ils enseignent, mais aussi, et surtout, de comment ils enseignent, comment ils concilient tout ce qu'ils ont appris. Ils ont reçu une formation didactique à l'intérieur de laquelle ils ont été initiés à des approches pédagogiques, en plus d'avoir appris à utiliser des outils d'enseignement : nous voulions donc savoir comment ils se servent de ces éléments dans leur pratique. Dans le but d'observer les futures enseignantes en situation d'enseignement, l'expérimentation a donc été réalisée dans la classe de stage de chacune d'entre elles.

Pour les fins de l'expérimentation, chacun des sujets devait préparer une séquence de trois leçons, couvrant si possible l'étude d'un thème particulier. Les niveaux ainsi que les thèmes d'enseignement dépendaient du degré de la classe de stage de chacun des sujets ainsi que de la matière qui était alors vue avec les enfants. Ceci aurait pu créer des difficultés si l'étude avait été comparative, mais ce n'est pas le cas. Ainsi, notre premier sujet a travaillé la division avec des élèves de troisième année, le deuxième sujet a vu la notion de solides avec des enfants de sixième année, le troisième sujet a abordé les notions de polygones, polyèdres et de plan cartésien avec des élèves de sixième année et enfin, le dernier sujet a travaillé la notion de polygones avec une classe d'enfants de troisième année.

Afin de contrôler le plus possible «les effets du chercheur sur le site» (Huberman et Miles, 1991), c'est-à-dire les effets de l'expérimentatrice sur les sujets et les sous-sujets — les enfants —, l'observation s'est faite à l'aide d'une bande vidéoscopique. Certains auteurs, dont Ouellet (1994), recommandent fortement l'enregistrement des séances d'observation. En effet, «ce procédé augmente la validité des observations parce que les notes ne sont pas sujettes à une deuxième interprétation : il permet également de diminuer les erreurs causées par les pertes de mémoire» (p. 193).

De plus, de façon à sauvegarder le caractère le plus naturel possible d'une classe, nous avons demandé aux sujets d'effectuer eux-mêmes les enregistrements, évitant ainsi qu'une personne étrangère aux enfants ne dérange inutilement le déroulement des leçons. Pour ce faire, nous avons installé une caméra fixe à un endroit stratégique de la classe, permettant ainsi de capter l'ensemble des actions de chacun des sujets. Avant le début des leçons de mathématiques, l'étudiante n'avait qu'à démarrer l'enregistrement. Cette opération se faisant discrètement, la caméra a vite été oubliée des enfants. Sur les enregistrements vidéoscopiques, il est possible de voir tous les déplacements des sujets et d'entendre l'ensemble de leurs interventions verbales. De même, on entend les interventions des enfants, mais comme ces derniers n'étaient pas l'objet direct de l'étude, ceux que l'on peut apercevoir sont placés dos à la caméra.

Dans tous les cas, une autorisation a préalablement été demandée à la directrice ou au directeur de l'école de même qu'à l'enseignante ou à l'enseignant de la classe afin que nous puissions procéder à l'observation et à l'enregistrement des séances d'enseignement. De plus, même si les enfants ne faisaient pas l'objet de l'expérimentation, nous avons aussi demandé le consentement écrit des parents pour que leur enfant puisse être filmé (appendice B). En l'occurrence, les enfants dont les parents n'ont pas donné leur autorisation ont été placés en dehors de l'objectif de la caméra afin qu'on ne puisse pas les voir sur les enregistrements vidéoscopiques.

Nous sommes consciente que l'idée de faire l'expérimentation au cours d'un stage de formation ne correspond pas au contexte réel de la pratique d'enseignement. Par contre, nous pensons que le moment durant lequel s'est déroulée l'expérimentation se rapprochait de ce contexte réel puisqu'elle avait lieu pendant la période intensive de stage, durant laquelle l'étudiante devait prendre entièrement la classe en charge, ce qui veut dire qu'elle avait la responsabilité de planifier, de préparer et d'évaluer toutes les activités d'enseignement et d'apprentissage. Nous pensons même que le fait que les sujets aient été en stage soit tout indiqué car le but de ce stage vise à permettre l'intégration des divers aspects de la formation reçue. Aussi, nous avons choisi de faire l'expérimentation à ce moment précis pour tenter de limiter des facteurs, comme le fait d'être restés inactifs pendant une trop longue période, ce qui aurait pu influencer les connaissances mathématiques et didactiques des sujets.

Enfin, dans l'analyse de nos données, nous ne pourrons faire abstraction du fait que les sujets étaient alors en situation d'évaluation puisque la réussite de leur stage en milieu scolaire est essentielle à l'obtention de leur diplôme. Ainsi, ils ont peut-être agi différemment que s'ils avaient eu leur propre classe, sans aucune supervision. Par contre, cette situation peut aussi être à notre avantage. En effet, étant donné que les sujets étaient en situation d'évaluation, nous sommes pour le moins assurée que leur préparation était la plus rigoureuse possible.

4.2 Journal de bord

Pour cerner les connaissances mathématiques, les connaissances didactiques de même que le niveau de réflexion critique de chacun des sujets, nous avons eu recours au journal de bord que ces derniers devaient rédiger. Cet instrument permettant d'obtenir des informations qui ont été consignées dans une période rapprochée de l'action, celui-ci nous a permis de suivre pas à pas la démarche de chacun des sujets et d'avoir accès à des aspects, comme des impressions personnelles, auxquels il nous aurait été difficile d'accéder autrement. Pour Postic et De Ketele (1988), le journal de bord s'avère un outil privilégié puisqu'il «peut comprendre des informations aussi variées que les intentions visées, leur justification, les activités prévues au départ, ce qui a été fait, vu, entendu, les circonstances de l'action, ses effets, les difficultés rencontrées, les interprétations données aux événements ...» (p. 65).

Les sujets devaient consigner à l'intérieur de leur journal de bord leurs préparations de classe de même qu'un retour et une réflexion sur chacune des séances d'enseignement. Afin de s'assurer de recueillir le maximum d'informations pertinentes pour l'analyse, un canevas a été fourni (appendice D). La première partie du journal de bord, qui réfère à la préparation de classe, devait comprendre le contenu mathématique visé, l'élaboration détaillée de la séance d'enseignement ainsi que l'approche pédagogique privilégiée.

Pour être conforme avec les exigences de stage demandées aux étudiantes et aux étudiants finissants, nous avons fait le choix de ne pas fournir d'indications plus précises quant à la préparation des leçons. En effet :

> Le stage III vise l'approfondissement et la maîtrise d'habiletés que vous avez commencé à développer au cours de vos deux stages précédents.
>
> Les travaux que vous insérerez dans cette partie du Carnet devraient vous permettre de manifester votre "maîtrise des habiletés de planification d'activités" (...) et un "style personnel d'enseignement" (...), tant au niveau de la préparation que vous en ferez que des réflexions qui en découleront.
>
> Il n'y a donc pas d'outils particuliers proposés dans cette partie du Carnet.
>
> Vous avez sûrement en main une banque d'outils (stages antérieurs, travaux de cours, etc.) dans laquelle vous pouvez puiser. Si vous le souhaitez, les feuilles guides qui sont proposées en Stage I et II sont disponibles au CRP pour fins de consultation.
>
> À noter que vous n'êtes pas dispensé-e-s de vous préparer, d'intervenir avec compétence dans votre milieu de stage et de réfléchir sur votre action. Mais le COMMENT vous appartient ! (Lacroix-Roy, Garant, Lessard et Lavoie, 1995, section II, F.G.2).

Ainsi, tout comme les responsables des stages du baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire, nous considérons qu'au terme d'un baccalauréat, les futures enseignantes doivent savoir comment préparer une leçon.

Dans la deuxième partie de leur journal de bord, les sujets devaient faire un retour sur l'intervention en classe en établissant le parallèle entre l'activité planifiée et celle réalisée en classe. Ensuite, ils devaient faire une réflexion sur l'action en classe comprenant les éléments suivants : ce qui a bien fonctionné, les difficultés rencontrées, les impressions positives ou négatives concernant les aspects mathématiques, pédagogiques ou didactiques de l'activité, une réflexion sur la compréhension globale des enfants et enfin, une réflexion sur la préparation de classe.

4.3 Entrevue individuelle

Afin de compléter les informations recueillies quant aux connaissances mathématiques et didactiques de même qu'au plan de la réflexion critique, nous avons mené une entrevue individuelle d'une durée moyenne de 3h30 avec chacune des futures enseignantes prenant part à l'étude. L'entrevue débutait par le visionnement des trois leçons avec le sujet, lequel était suivi d'une entrevue semi-structurée élaborée à partir des observations faites sur les enregistrements vidéoscopiques et le journal de bord. En plus d'amener les sujets à préciser leur pensée, cette entrevue nous a permis de confirmer ou d'infirmer les observations obtenues au moyen des deux premiers instruments de collecte des données.

Durant la première partie de l'entrevue, soit durant le visionnement des leçons, le sujet était invité à arrêter l'enregistrement à n'importe quel moment pour souligner un élément revêtant, selon lui, un certain intérêt au plan didactique. Afin de nous assurer que chacun des sujets comprenne bien la consigne, nous avons fourni à chacun les deux exemples suivants :

> En te regardant enseigner tu remarques que tu as fait une intervention qui, selon toi, a vraiment aidé les enfants à comprendre la notion enseignée. Alors tu m'arrêtes pour m'en faire part et m'expliquer pourquoi tu penses cela. À l'inverse, tu te rends compte que tu as fait ou dit quelque chose que tu devrais modifier si tu avais à refaire ton enseignement. Encore une fois, tu m'arrêtes pour m'en faire part et tu m'expliques pourquoi tu penses cela (appendice E).

Quant à la deuxième partie de l'entrevue, bien que certaines questions aient été déterminées dans l'action même, c'est-à-dire suite à un commentaire précis apporté par le sujet lors du visionnement des leçons, la majorité des questions ont été préparées à l'avance, conformément aux objets d'observation et critères de recherche définis dans le plan d'analyse.

À l'instar de Martin (1996), le questionnement a été élaboré de façon à réduire au maximum l'effet du chercheur. En effet, «les questions étaient graduées afin d'éviter, le plus longtemps possible, d'informer la stagiaire de ce qui serait perçu comme une évaluation de sa pratique» (p. 556). La première question à propos d'une situation se voulait donc assez générale et ce n'est que si la réponse apportée n'était pas satisfaisante à nos yeux que nous posions une deuxième question, celle-là plus directive.

Ce questionnement gradué avait également comme but d'éviter que l'étudiante ne fasse d'apprentissages pendant l'entrevue. Ainsi, nous ne voulions pas que les questions amènent l'étudiante sur une piste à laquelle elle n'aurait pas pensé autrement. Cette façon de procéder s'inspire du questionnement de la mini-entrevue (Nantais, 1992) dans lequel l'emboîtement des questions va du plus difficile au plus facile.

Notre démarche rejoint donc le discours de Faingold (1996), pour qui la vidéo et l'entretien d'explication représentent des instruments à la fois «indispensables et complémentaires» (p. 150) du recueil d'information sur les situations pédagogiques. En effet :

> L'enregistrement vidéo fournit au stagiaire des informations sur ce qu'il n'avait pas vu, sur ce qui se passait dans son dos, sur ce dont il n'a pas eu conscience, depuis les regards étonnés des élèves jusqu'à certaines attitudes non verbales de sa part. La prise en compte de ces observables ouvre la voie de remises en questions et d'hypothèses nouvelles. De façon tout à fait complémentaire, l'entretien d'explication permet la verbalisation de la manière dont le stagiaire traite l'information qu'il prélève dans la classe, et rend possible, par cette mise en mots, une prise de conscience qui modifiera en retour son action pédagogique ultérieure (*Ibid.*).

5. Validation des instruments de collecte des données

Une fois nos instruments de collecte des données élaborés, nous avons procédé à la validation de ces derniers en conduisant une pré-expérimentation avec un sujet faisant partie de la même population-cible que celle visée par l'étude. Il s'agissait donc d'une étudiante finissante du baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire. Au moment de la pré-expérimentation, elle était en stage terminal intensif dans une classe d'enfants de première année.

Les avantages que nous avons retirés de cette démarche sont nombreux. Le plus important est sans aucun doute qu'elle a permis certains ajustements au niveau de l'instrumentation : modification de certaines questions du test diagnostique, réduction du nombre de leçons à réaliser et précisions apportées au niveau des consignes du journal de bord et de l'entrevue individuelle, pour ne nommer que ceux-ci.

Cette démarche nous a de plus amenée à réaliser une première fois toutes les étapes de l'expérimentation. Nous étions impatiente de voir comment celles-ci s'harmoniseraient, et ce, plus particulièrement en ce qui concerne le lien entre l'analyse du journal de bord et des enregistrements vidéoscopiques, et le déroulement de l'entrevue individuelle. En effet, cette dernière étape représentait une tâche très exigeante puisqu'elle demandait de faire une première analyse de toutes les données alors recueillies dans un temps relativement restreint. La pré-expérimentation a d'ailleurs permis de confirmer la justesse des objets d'observation et des critères de recherche, qui ont guidé l'analyse et le déroulement des entrevues.

Enfin, cette démarche exploratoire a également été très utile au plan technique en nous permettant, par exemple, de trouver l'emplacement idéal pour la caméra, de délimiter les zones d'action du sujet ou encore, de prendre conscience de la nécessité d'ajouter un magnétophone dans la classe, afin d'être certaine d'entendre toutes les interventions du sujet.

CHAPITRE III : PLAN D'ANALYSE

Au chapitre précédent, nous avons décrit les instruments de collecte des données de même que la fonction de chacun d'entre eux. Nous nous attardons à présent à l'analyse des données résultant de l'expérimentation. Le choix du type de notre étude nous amène à une analyse qualitative de ces données, qui sera guidée par des éléments du constructivisme, par la transposition didactique (Chevallard, 1992), de même que par le modèle de formation didactique de Fennema et Franke (1992).

Cette analyse se propose de trouver des éléments de réponse aux deux questions suivantes :

1 — Comment sont utilisées les connaissances mathématiques et didactiques dans le cadre d'une séquence d'enseignement dispensée au terme du baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire ?

2 — Les futurs maîtres ont-ils manifesté une réflexion critique face à leur pratique d'enseignement ?

1. Critères d'analyse

Pour déterminer la façon dont les futurs enseignants et enseignantes utilisent leurs connaissances mathématiques et didactiques dans leur enseignement de même que leur niveau de réflexion critique face à leur pratique, nous avons utilisé des données provenant des enregistrements vidéoscopiques, du journal de bord et des entrevues individuelles. Le recours à plusieurs types de données a pour but de vérifier si les indications de sources différentes convergent dans la même direction. Pour fin d'analyse, trois objets d'observation ont été examinés :

1. — Les connaissances mathématiques
2. — Les connaissances didactiques
3. — La réflexion *dans* et *sur* l'action.

Pour être en mesure de porter un jugement d'appréciation sur la réalisation de ces objets d'observation, qui font tous partie de ce que nous avons appelé le processus d'enseignement / apprentissage, nous avons déterminé des critères de validité, que nous décrivons dans la partie qui suit. Auparavant, nous nous attardons aux critères définis pour un quatrième objet d'observation, la préparation des leçons, à l'aide duquel il nous a été possible de mieux comprendre le rationnel à la base de chacune des leçons.

1.1 Préparation des leçons

Rappelons que, dans la rédaction de leur journal de bord, les sujets devaient préciser le contenu mathématique visé par les séances d'enseignement, l'élaboration détaillée de chacune de leurs leçons de même que l'approche pédagogique privilégiée. Pour respecter les exigences de stage demandées aux futurs maîtres en fin de formation, nous avions volontairement choisi de ne pas être plus précise quant aux exigences demandées.

Les critères que nous avons utilisés pour évaluer cette préparation sont basés sur la *présence*, la *justesse* et la *pertinence* des différentes composantes d'une leçon de même que sur la *cohérence* entre ces éléments. Afin de déterminer ces composantes, nous nous sommes inspirée des consignes d'utilisation que les sujets devaient respecter dans l'élaboration de leurs activités d'enseignement tout au long de leurs deux premiers stages, c'est-à-dire : les objectifs d'apprentissage visés (ils doivent identifier le contenu d'apprentissage en se référant aux objectifs du ministère de l'Éducation et doivent être assez précis pour qu'on soit capable d'en observer et d'en mesurer le résultat) ; la mise en situation (elle doit décrire d'une part, comment le contenu d'enseignement sera présenté et d'autre part, les moyens utilisés pour intéresser l'élève à l'activité proposée) ; les étapes du déroulement et la durée prévue (elles doivent décrire ce qui est planifié pour réaliser l'activité d'enseignement en respectant logiquement les étapes) ; l'objectivation (elle doit décrire les questions posées aux élèves pour vérifier leur compréhension et leur intérêt, les découvertes et les apprentissages réalisés) ; l'évaluation des apprentissages (elle doit décrire ce qui sera fait pour vérifier si les apprentissages prévus ont été réalisés par les élèves) et l'instrumentation didactique (elle doit décrire le matériel utilisé au cours de l'activité). De plus, de façon à ce que ces critères rejoignent les exigences que nous avions envers nos sujets, nous avons ajouté un dernier critère, soit l'approche pédagogique privilégiée par chacun des sujets.

La source privilégiée qui nous a permis de recueillir des informations concernant la préparation des leçons est sans aucun doute la première partie du journal de bord. Cependant, il a également été possible d'aller chercher des informations supplémentaires à ce sujet dans l'enregistrement vidéoscopique des leçons ainsi que dans la deuxième partie de l'entrevue individuelle.

1.2 Les connaissances mathématiques

Pour préparer et dispenser une séquence d'enseignement sur une notion donnée, il est important que le futur maître ait une bonne maîtrise de la notion à enseigner, ce qui nous a amenée à retenir comme critère d'évaluation des connaissances mathématiques la *maîtrise* des connaissances mathématiques faisant l'objet d'enseignement.

Les données relatives aux connaissances mathématiques ont à la fois été recueillies par le biais de l'enregistrement vidéoscopique, du journal de bord de même que de l'entrevue individuelle.

1.3 Les connaissances didactiques

Pour enseigner, le futur maître devrait avoir fait le travail de transposition didactique des connaissances mathématiques qui sont à enseigner. La transposition didactique, qui est désignée par Chevallard (1985) comme étant «le passage d'un contenu de savoir précis à une version didactique de cet objet de savoir», signifie qu'avant d'être enseigné, un contenu mathématique doit subir «un ensemble de transformations adaptatives qui vont le rendre apte à prendre place parmi les objets d'enseignement» (p. 39). Selon nous, la transposition didactique suppose également que l'enseignante ou l'enseignant soit capable de mettre en relation la notion enseignée avec les autres notions mathématiques. Par exemple, s'il enseigne l'addition de fractions, il doit pouvoir faire le lien avec le plus petit commun multiple. Cette compréhension amènera le futur maître a être mieux outillé pour préparer et dispenser son enseignement.

Aussi, dans les cours de didactique des mathématiques offerts au baccalauréat en éducation au préscolaire et au primaire de l'Université de Sherbrooke, la priorité est mise sur une approche didactique visant la construction et le développement des connaissances mathématiques par l'enfant. On apprend donc aux futurs maîtres à créer des situations d'apprentissage dans lesquelles l'enfant est impliqué, à susciter une activité réflexive chez ce dernier, à accepter l'erreur de l'enfant, à contextualiser les apprentissages à partir de situations concrètes, etc. Ainsi, nous pensons que dans son enseignement, la future enseignante ou le futur enseignant issu de ce programme devrait démontrer qu'il favorise une telle approche. À l'opposé, il pourrait, par exemple, viser l'acquisition de connaissances «toutes faites», voire la superposition de connaissances par l'enfant.

Cette approche s'inscrit tout à fait dans le paradigme épistémologique qui guide notre réflexion et qui se veut essentiellement constructiviste. Pour reprendre les propos de Jonnaert et Vander Borght (1999), cette perspective «s'appuie sur le *double postulat* suivant : le sujet construit ses connaissances à travers *sa propre activité* ; l'objet manipulé au cours de cette activité n'est autre que *sa propre connaissance*» (p. 29-30).

Les connaissances didactiques des sujets ont donc été examinées en fonction de deux objets d'observation secondaires : la transposition didactique et l'approche didactique utilisée.

La transposition didactique des connaissances mathématiques en enseignement étant la capacité à transformer son savoir mathématique en objet d'enseignement de même que l'habileté à établir des liens entre les différentes notions mathématiques, nous admettons comme critères la *présence*, la *justesse* et la *pertinence* de chacun de ces éléments.

Quant à l'approche didactique utilisée, elle a été étudiée en fonction de la *qualité de réalisation* de chacun des éléments suivants : le rôle accordé à l'enfant dans son processus d'apprentissage ; le fait de favoriser ou non la compréhension de l'enfant ; l'adaptation de l'enseignement au niveau des élèves ; le fait de susciter ou non une activité réflexive chez l'enfant ; l'utilisation de situations d'apprentissage concrètes de même que l'interaction avec les pairs et l'enseignante.

Bien que l'enregistrement vidéoscopique des situations d'enseignement fût tout désigné pour recueillir des informations relatives à cet objet d'observation, nous avons également pu en obtenir dans le journal de bord et l'entrevue.

1.4 Réflexion *dans* et *sur* l'action

Schön (1983, 1987) a introduit une nouvelle façon de concevoir l'apprentissage du professionnel qui, selon lui, se développe en interaction avec la pratique. Il considère alors le professionnel comme un praticien réflexif qui apprend à partir de réflexions *dans* l'action et *sur* l'action. L'application de ce concept étant très intéressante pour l'enseignement, Paquay et Wagner (1996) ont même affirmé que «le paradigme actuellement dominant dans les milieux de la recherche est celui de l'enseignant réflexif» (p. 154). Plusieurs chercheuses et chercheurs se sont effectivement intéressés de près ou de loin au concept du praticien réflexif (Faingold, 1996 ; Paquay, 1994 ; Perrenoud, 1994 ; Saint-Arnaud, 1992, etc).

En s'inspirant des travaux de Schön (1983, 1987), nous définissons le processus de réflexion *dans* l'action comme étant une rétroaction effectuée en cours de l'acte d'enseignement / apprentissage. Par exemple, le futur maître qui possède une bonne capacité de réflexion *dans* l'action ne sera pas démuni face à un enfant qui ne comprend pas un objet d'apprentissage. Il saura ainsi s'ajuster en adaptant son enseignement à la compréhension de l'enfant. C'est ce que nous appelons une réflexion ou, une rétroaction, *dans* l'action. Comme critères d'analyse concernant ce type de réflexion, nous retenons la *présence* des rétroactions de même que la *justesse* et la *pertinence* de ces réflexions.

Comme cet objet d'observation concerne l'action, la qualité de réflexion *dans* l'action des futures enseignantes a principalement pu être appréciée par le biais de l'enregistrement vidéoscopique.

Quant à l'objet d'observation relatif à la réflexion *sur* l'action, comme son nom l'indique, il a trait à la rétroaction que le futur maître porte sur son action. Comme critères d'analyse de la réflexion *sur* l'action, nous avons retenu la *présence* des rétroactions de même que la *justesse* et la *pertinence* de ces réflexions. Ainsi, nous ne voulions pas seulement voir si les futurs maîtres ont effectué des réflexions, puisque c'est précisément ce que nous leur avions demandé de faire. Nous nous sommes plutôt arrêtée à la prise de conscience de leurs difficultés et à la qualité de leurs réflexions. Par exemple, si un sujet nous a dit que «tout a très bien été et que les enfants ont bien aimé l'activité» mais que, en réalité, il y a eu plusieurs erreurs au niveau mathématique, nous avons pu conclure que ce sujet présente des difficultés à porter un jugement juste sur son action en classe.

Les données relatives à ce type de rétroaction ont évidemment pu être recueillies dans le journal de bord. Toutefois, l'entrevue, dans laquelle le sujet était invité à arrêter l'enregistrement vidéoscopique en tout temps pour faire un commentaire sur son action en classe, a également été très fertile à ce niveau.

2. Collecte et organisation des données

Les données recueillies par le biais des trois instruments de collecte des données étant assez nombreuses, pour nous guider, nous avons dû nous donner des outils afin de les organiser de façon systématique. Nous avons ainsi conçu cinq outils dans lesquels nous avons consigné les données relatives à chacun des sujets : la synthèse du journal de bord, l'analyse préliminaire du journal de bord, le tableau de collecte et d'organisation des données pour les enregistrements vidéoscopiques, la transcription annotée des entrevues individuelles et enfin, le tableau synthèse de la collecte des données.

2.1 Synthèse du journal de bord

De façon à consigner les informations demandées lors de la rédaction du journal de bord, nous avons utilisé un tableau en trois colonnes (tableau III) dans lequel nous avons reproduit intégralement le journal de chacun des sujets (appendice F). La première colonne de ce tableau est réservée à notre quatrième objet d'observation de recherche, la préparation des leçons, tandis que les deux autres colonnes renvoient à notre troisième objet d'observation, c'est-à-dire, la réflexion *dans* et *sur* l'action.

Tableau III
Journal de bord

Journal de bord		
Préparation de la leçon	Retour sur l'intervention en classe	Réflexion sur l'action en classe

2.2 Analyse préliminaire du journal de bord

Suite à cette transcription, nous avons procédé à l'analyse préliminaire des informations contenues dans le journal de bord. Cette analyse, qui s'est faite dans un cadre semblable au tableau IV, présenté à la page suivante, a été réalisée en deux temps. Tout d'abord, en ce qui a trait aux informations relatives à la préparation des leçons, nous les avons examinées en regard à la *présence*, la *justesse* et la *pertinence* des différentes composantes d'une leçon, de même que d'après la *cohérence* démontrée entre ces différentes composantes, lesquelles sont indiquées dans la première colonne du tableau.

Tableau IV
Analyse préliminaire du journal de bord

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
Objectifs d'apprentissage visés : Mise en situation : Étapes du déroulement et durée prévue : Objectivation : Évaluation des apprentissages : Instrumentation didactique : Approche pédagogique privilégiée :	Parallèle entre l'activité planifiée et celle réalisée en classe	Ce que j'ai aimé et bien réussi : Les difficultés rencontrées : Les impressions positives ou négatives concernant les aspects mathématiques, pédagogiques et didactiques Réflexion sur la compréhension des enfants Réflexion sur la préparation de classe

Par la suite, dans les deux dernières colonnes du tableau, nous avons effectué l'analyse des observations faites par les étudiantes, d'une part, au moment du retour sur l'intervention en classe et d'autre part, lors de la réflexion effectuée sur l'action en classe. Cette analyse préliminaire a été réalisée en regard de la *présence*, la *justesse* et la *pertinence* des éléments demandés dans le journal de bord : parallèle entre l'activité planifiée et celle réalisée en classe ; ce que j'ai aimé et bien réussi ; les difficultés rencontrées ; les impressions positives ou négatives concernant les aspects mathématiques ; pédagogiques ou didactiques de l'activité ; réflexion sur la compréhension globale des enfants ; réflexion sur la préparation de classe.

2.3 Collecte et organisation des données pour les enregistrements vidéoscopiques

Afin d'utiliser efficacement chacune des leçons sans toutefois toujours avoir recours aux enregistrements vidéoscopiques, nous avons fait la transcription de chacune des séquences d'enseignement dans un cadre similaire au tableau V. Toutefois, ces transcriptions littérales n'étant pas essentielles à la compréhension de notre analyse, nous ne les avons pas incluses dans les appendices.

Tableau V
Collecte et organisation des données pour les enregistrements vidéoscopiques

Situation d'enseignement	Observations

Comme on peut le voir dans ce tableau, la première colonne est destinée à la transcription des situations d'enseignement tandis que la deuxième est un espace réservé pour nos observations. Quoique dirigées vers nos trois premiers objets d'observation — les connaissances mathématiques, les connaissances didactiques et la réflexion *dans* et *sur* l'action —, les observations formulées à cette étape de l'analyse se voulaient assez générales.

Par la suite, nous avons effectué une relecture des situations d'enseignement en indiquant cette fois-ci à quel objet d'observation et quel critère de recherche se rapportait chacune des observations qui sont ressorties de la première lecture. De façon à distinguer les observations faisant référence aux mêmes objets d'observation et critères, nous avons associé un mot-clé à chacune d'entre elles. Nous avons profité de cette étape pour faire un premier tri des observations en écartant celles que nous jugions de moindre importance pour l'analyse amorcée. Il pouvait par exemple être question d'une erreur isolée qui ne se répétait pas et qui était, selon nous, sans impact pour les enfants.

Cette démarche pourrait rappeler la première et la deuxième étape de l'analyse par théorisation ancrée à savoir, la codification initiale et la catégorisation (Paillé, 1994). Par contre, étant donné que les commentaires formulés et les mots-clé qui en émergent sont volontairement dirigés vers nos objets d'observation et critères de recherche, on ne peut parler à proprement dit de la démarche utilisée dans la méthode d'analyse des données par théorisation ancrée.

2.4 Transcription annotée des entrevues individuelles

Tout comme pour les enregistrements vidéoscopiques, une fois les entrevues terminées, nous en avons fait la transcription intégrale afin d'y accéder plus facilement par la suite. Cependant, ces transcriptions n'étant pas nécessaires à la compréhension de l'analyse, nous n'avons pas jugé utile de les inclure en appendice.

Pour la première partie de l'entrevue — qui consistait au visionnement de la séquence d'enseignement avec le sujet —, nous avons consigné et numéroté toutes les interventions formulées par le sujet. Pour mieux situer chacune de ces interventions, nous avons inséré, à l'intérieur de la transcription des situations d'enseignement (tableau V), le numéro de l'intervention à l'endroit exact où celle-ci a été faite. En plus de permettre une bonne vue d'ensemble, cette façon de procéder a permis de voir sur-le-champ quelles situations ont fait réagir le sujet. Quant à la deuxième partie de l'entrevue — le questionnement semi-structuré —, nous avons consigné par écrit les réponses apportées par le sujet à chacune des questions.

À la lecture des entrevues individuelles, nous avons noté nos observations en marge des interventions des sujets. Par la suite, conformément à l'analyse des enregistrements vidéoscopiques, nous avons indiqué à quel objet d'observation et quel critère faisait référence chacune de ces observations et, pour différencier les observations se rapportant aux mêmes objets d'observation et critères, nous avons joint un mot-clé à chacune d'entre elles.

2.5 Collecte et organisation des données : synthèse

Pour chacun des sujets, après avoir effectué une première analyse du journal de bord, de l'enregistrement vidéoscopique des situations d'enseignement de même que de l'entrevue individuelle, nous avons inscrit toutes nos observations dans un tableau synthèse élaboré à partir de nos objets d'observation et critères de recherche (tableau VI).

La première colonne de ce tableau, qui est présenté à la page suivante, est réservée aux objets d'observation et critères de recherche, la deuxième aux situations d'enseignement, la troisième au journal de bord, la quatrième au visionnement des leçons et la dernière, aux questions d'entrevue.

Tableau VI
Synthèse de la collecte des données

Objets d'observation et critères	**Situations d'enseigne-ment**	**Journal de bord**	**Entrevue individuelle**	
			Vision-nement	**Questions**
1. Préparation des leçons *Objet d'observation 1 : Préparation des leçons* 1.1 Objectifs visés par les séances d'enseignement 1.2 Mise en situation 1.3 Étapes du déroulement et durée prévue 1.4 Objectivation 1.5 Évaluation des apprentissages 1.6 Instrumentation didactique 1.7 Approche pédagogique privilégiée				
2. Processus enseignement / apprentissage *Objet d'observation 2 : Connaissances mathématiques* 2.1. Connaissances mathématiques * Maîtrise des connaissances mathématiques à enseigner *Objet d'observation 3 : Connaissances didactiques* 2.2 Transposition didactique * Transposition des connaissances mathématiques en enseignement * Établissement de liens entre les différentes notions mathématiques 2.3 Approche didactique 2.3.1 Construction des connaissances / Acquisition de connaissances mathématiques par l'enfant * Rôle accordé à l'enfant dans son processus d'apprentissage * Vise la compréhension * Adaptation de l'enseignement au niveau des enfants 2.3.2 Utilisation de situations d'apprentissage concrètes 2.3.3 Interactions avec les pairs et l'enseignante *Objet d'observation 4 : Rétroaction dans et sur l'action* 3. Rétroaction * *Dans* l'action * *Sur* l'action				

Dans l'utilisation de ce tableau, nous avons fait correspondre à chacun des objets d'observation, les situations spécifiques qui s'y rapportaient. Par exemple, il pouvait être question d'une situation faisant référence aux connaissances mathématiques et qui a retenu notre attention lors du visionnement des leçons, qui a été reprise par le sujet dans son journal de bord et qui a fait l'objet d'une question lors de l'entrevue. Concrètement, toutes les observations qui se rapportaient à la même situation ont été consignées sur la même ligne de façon a en faire ressortir l'importance. Cette organisation a ainsi permis de voir quels objets d'observation sont plus révélateurs pour chacun des sujets. C'est ce qui nous amène toutefois à préciser qu'il a fallu demeurer vigilante dans l'interprétation de ce dernier tableau, puisque l'intérêt porté à une situation ne relève pas de sa fréquence, mais plutôt de son importance en terme qualitatif.

CHAPITRE IV : ANALYSE DES DONNÉES

Dans ce chapitre nous présentons les quatre études de cas réalisées dans le but de répondre aux deux questions de recherche précédemment posées, c'est-à-dire :

1 — Comment sont utilisées les connaissances mathématiques et didactiques dans le cadre d'une séquence d'enseignement dispensée au terme d'une formation du baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire ?

2 — Les futurs maîtres ont-ils manifesté une réflexion critique face à leur pratique d'enseignement ?

Auparavant, nous jugeons important d'établir un lien entre les profils définis et nos sujets de recherche. Ainsi, avant d'aborder l'analyse proprement dite, nous faisons une description détaillée de chacun des sujets à partir des résultats obtenus au test diagnostique. Précisons toutefois que nous avons volontairement produit une description *stricto sensu*, gardant les recoupements et les inférences pour l'analyse et les conclusions. Malgré sa forme, cette description comporte un intérêt certain au plan de la recherche, puisqu'en plus de situer chacun des sujets et de mieux comprendre certaines de leurs difficultés, elle nous permettra par la suite d'effectuer des rapprochements éclairants entre les observations réalisées et les profils de chacune des participantes.

Présentation des sujets

Premier sujet : Élise

Élise représente le premier profil que nous recherchions. Il s'agit donc d'une étudiante qui réussit bien en mathématiques et qui, au terme de ses trois années de baccalauréat, se dit tout à fait prête à enseigner cette matière aux enfants.

Au plan mathématique, la moyenne des résultats qu'elle a obtenus dans le cadre des cours suivis en didactique des mathématiques se situe à 3,7 / 4,3 (A -), ce qui la classe au premier rang chez nos quatre sujets. Le test diagnostique, dans lequel elle a obtenu 82 % (B +), confirme d'ailleurs ces résultats.

La correction de cette évaluation montre qu'Élise a réussi 16 des 22 questions présentées. Au niveau des objectifs reliés aux nombres naturels, elle a très bien réussi les problèmes relatifs à l'identification de nombres premiers, de multiples et de facteurs. De même, elle a pu déterminer la valeur d'un groupe de chiffres dans un nombre donné. Par contre, elle a été incapable de solutionner un problème qui se résout à l'aide du plus petit commun multiple (PPCM). À ce sujet, il est intéressant de constater qu'Élise sait identifier les multiples d'un nombre sans toutefois saisir qu'il faille utiliser un procédé semblable pour résoudre un problème. Enfin, pour terminer avec les objectifs reliés à l'utilisation des nombres naturels, Élise a connu une petite difficulté avec l'utilisation du symbole ≤.

Concernant les entiers relatifs, Élise a bien réussi la question qui s'y rapportait. En fait, elle a manqué un seul des quatre numéros de la question, ce qui nous laisse croire que sa difficulté est plus liée à l'utilisation du symbole ≤ .

Élise a également très bien performé au niveau des questions reliées à l'utilisation des fractions, dans lesquelles elle a démontré qu'elle sait reconnaître les principes de numération de position dans l'écriture d'un nombre décimal, qu'elle peut placer des nombres décimaux et des fractions sur une droite numérique séparée en huitièmes, qu'elle n'éprouve pas de difficulté à soustraire une fraction d'un nombre fractionnaire, qu'elle peut résoudre un problème impliquant la multiplication d'une fraction par un nombre naturel, qu'elle sait effectuer la division de deux nombres décimaux, qu'elle est capable de multiplier deux nombres décimaux et qu'elle peut identifier les espaces correspondant à différentes fractions dans un tout divisé en douzièmes. Toutefois, concernant ce dernier problème, pour identifier, d'une part, les 3/8, et d'autre part, les 6/18 du tout, au lieu de rapporter ces fractions en douzièmes, elle les a mis en soixante-douzièmes, puis elle a redivisé le tout en 72 morceaux. En plus de cette difficulté, notons qu'Élise a été incapable d'inventer une histoire à partir de la division d'un nombre fractionnaire par une fraction.

Quant à la géométrie, Élise a réussi la majorité des problèmes présentés. Ainsi, elle a identifié correctement une translation et une symétrie, puis elle a tracé un quadrilatère en respectant certaines propriétés. Par contre, elle n'a pu reconnaître deux des quatre prismes présents parmi sept solides.

Enfin, concernant les objectifs reliés aux mesures, Élise a pu déterminer le périmètre d'un parallélogramme sans problèmes. Toutefois, elle a été incapable de trouver l'aire de cette figure. De même, elle a connu des difficultés pour établir des relations entre les unités de longueur SI.

Au niveau de ses attitudes à l'égard des mathématiques, Élise aime cette matière et dit toujours avoir eu de la facilité à comprendre la logique sous-jacente aux mathématiques. Sans détour, elle affirme qu'elle est prête à enseigner cette matière aux enfants et ce, même si elle est consciente qu'elle manque d'expérience.

Il est intéressant de constater que, pour cette future enseignante, l'enseignement des mathématiques n'est pas synonyme de transmission de connaissances. Élise parle en effet en terme de partage de savoir, ce qui démontre que, pour elle, l'enfant occupe une place importante dans son processus d'apprentissage. Élise a aussi évoqué l'importance de faire partager son enthousiasme et son amour des mathématiques aux enfants. Il semble donc essentiel pour elle que les enfants sentent qu'elle aime ce qu'elle enseigne afin que ceux-ci aient du plaisir à leur tour. Enfin, pour Élise, peu importe le degré auquel elle enseignera, elle affirme qu'à tous les niveaux il y a des notions intéressantes à travailler. Elle avoue toutefois une préférence pour la troisième année : «*C'est le degré final du premier cycle et les mathématiques sont stimulantes à enseigner*» (Test diagnostique, p. 10).

Deuxième sujet : Julie

Julie représente le deuxième profil recherché. Ainsi, malgré le fait qu'elle performe très bien en mathématiques, elle se dit plus ou moins prête à enseigner cette matière aux enfants.

Au plan mathématique, la moyenne des résultats qu'elle a obtenus dans les cours de didactique des mathématiques se situe à 3,44/4,3 (B +), ce qui la classe au deuxième rang chez nos sujets. Il est intéressant de constater que le résultat obtenu au test diagnostique, 84 % (B +), est tout à fait conforme à la moyenne cumulée en didactique des mathématiques pendant trois années de baccalauréat.

Le test diagnostique, dans lequel nous avons pu apprécier le côté logique, clair et structuré de la pensée de Julie, montre que celle-ci a aussi réussi 16 des 22 problèmes présentés. Au niveau des objectifs reliés aux nombres naturels, elle a bien répondu au problème concernant l'utilisation des symboles $<$, $>$, $\leq$ et $\geq$, elle a pu identifier la valeur d'un groupe de chiffres dans un nombre donné, puis elle a su résoudre un problème dans lequel elle devait utiliser le PPCM. Par contre, elle a été incapable d'identifier, parmi un ensemble donné de nombres, tous les multiples d'un nombre ainsi que tous les facteurs d'un autre nombre.

En ce qui a trait au problème rattaché aux entiers relatifs, Julie l'a très bien réussi.

Les objectifs reliés aux fractions sont ceux pour lesquels Julie a connu le plus de difficultés. En effet, elle a répondu incorrectement à trois des dix questions reliées à cette notion. Au nombre des bonnes réponses, elle a été en mesure de classer des nombres décimaux en ordre croissant, ce qui démontre qu'elle sait reconnaître dans l'écriture de ces nombres les principes de la numération de position, elle a résolu un problème dans lequel elle devait multiplier un nombre entier par une fraction, elle a divisé correctement deux nombres décimaux, elle a été capable de résoudre un problème dans lequel elle devait multiplier deux nombres décimaux et enfin, elle a pu identifier les 3/8 et les 6/18 d'un tout séparé en douzièmes. Cependant, pour résoudre ce dernier problème, elle a dû mettre ses fractions en vingt-quatrièmes et rediviser le tout en 24 morceaux. Il a donc été impossible pour elle de résoudre le problème en laissant le tout séparé en douzièmes.

Quant aux difficultés reliées à l'utilisation des fractions, Julie a été incapable de placer la fraction 2/11 sur une droite séparée en huitièmes, elle n'a pas été en mesure de dire que 175 centièmes sont équivalents à 1 3/4 et enfin, elle s'est vue dans l'impossibilité d'inventer une histoire à partir de la division d'un nombre fractionnaire par une fraction.

Au plan de la géométrie, Julie a très bien réussi deux des trois problèmes présentés. Ainsi, elle a pu identifier et illustrer correctement une translation et une réflexion, puis elle a su tracer un quadrilatère en respectant certaines propriétés. Elle a toutefois été incapable de reconnaître les prismes qui se trouvaient parmi sept solides.

Enfin, concernant les mesures, Julie a très bien réussi les trois problèmes qui s'y rapportaient : elle a démontré qu'elle sait établir les relations existant entre les unités de longueur SI, puis elle a déterminé le périmètre et l'aire d'un parallélogramme.

Au plan des attitudes face aux mathématiques, Julie est une étudiante qui a toujours aimé cette matière et ce, tant au primaire, au secondaire qu'à l'université. Par contre, elle est insécure et se sent plus ou moins prête à enseigner les mathématiques aux enfants. Étonnamment, ce sentiment d'insécurité a pris naissance dans les cours en didactique des mathématiques qu'elle a suivis à l'université. En effet, ceux-ci lui ont fait prendre conscience que les réussites qu'elle vivait lorsqu'elle était jeune étaient dues à l'application de formules plutôt qu'à une véritable compréhension. Ainsi, les trucs qu'elle a appris au primaire et au secondaire sont tellement machinaux et bien ancrés qu'elle éprouve encore de la difficulté à en expliquer le rationnel. D'entrée de jeu, elle sait donc que l'enseignement qu'elle offrira aux enfants ne sera pas entièrement celui de la découverte, d'où l'insécurité qu'elle ressent.

Enfin, Julie nous a confié que c'est au premier cycle qu'elle aimerait le plus commencer son enseignement : «La première année, c'est la découverte, le nouveau, les grands yeux ... » (Test diagnostique, p. 10). Ainsi, la raison qui justifie son choix est plus affective que mathématique. Toutefois, quoi que Julie en dise, il est difficile de ne pas établir de relation entre son sentiment d'insécurité et le cycle qu'elle choisirait pour entreprendre son enseignement.

Troisième sujet : Isabelle

Isabelle représente le troisième profil que nous recherchions. Elle démontre donc certaines difficultés en mathématiques, mais se dit prête à enseigner cette matière aux enfants.

Au niveau de la maîtrise des notions mathématiques qu'Isabelle aura à enseigner, la moyenne des résultats obtenus dans les cours qu'elle a suivis en didactique des mathématiques se situe à 2,95 / 4,3 (B), ce qui la classe au troisième rang chez nos quatre sujets. Notons que la note obtenue au test diagnostique, 70 % (C), est légèrement plus basse que la moyenne précitée.

La correction de l'évaluation diagnostique montre qu'Isabelle n'a réussi que 10 des 22 problèmes présentés. Au niveau des objectifs reliés aux nombres naturels, elle a pu identifier correctement les nombres premiers de même que les facteurs d'un nombre présents dans un ensemble de nombres, puis elle a été en mesure de donner la valeur d'un groupe de chiffres dans un nombre donné. Par contre, elle a connu une difficulté avec l'utilisation du symbole ≤ , elle n'a pu identifier correctement les multiples d'un nombre et elle n'a pu résoudre un problème qui faisait appel à l'utilisation du PPCM. En fait, elle a obtenu la réponse exacte, mais la démarche suivie montre que c'est tout à fait par hasard.

Au niveau des entiers relatifs, Isabelle a bien réussi le problème qui s'y rapportait. En fait, elle a manqué un numéro, mais le fait qu'elle ait réussi les trois autres nous laisse croire que sa difficulté était plutôt liée à l'utilisation du symbole $\leq$.

Concernant les fractions, Isabelle a correctement soustrait une fraction d'un nombre fractionnaire, elle a pu résoudre un problème dans lequel elle devait multiplier un nombre entier par une fraction, elle a réussi la division de deux nombres décimaux, elle a bien résolu un problème faisant intervenir la multiplication de deux nombres décimaux, elle a été capable d'identifier les espaces qui correspondent aux 3/8 et aux 6/18 d'un tout divisé en douzièmes et elle a pu inventer une histoire à partir de la division de deux fractions. Il est assez étonnant de constater que, bien qu'elle se situe parmi celles qui ont le plus de difficultés, Isabelle est la seule étudiante qui a réussi ce dernier problème.

En ce qui a trait aux difficultés reliées à la maîtrise des fractions, même si dans une question Isabelle a réussi à classer différents nombres décimaux en ordre croissant, dans une autre, elle a connu certains problèmes au niveau de la reconnaissance des principes de la numération de position dans l'écriture des nombres décimaux. Aussi, elle a été incapable de situer deux nombres décimaux et une fraction sur une droite séparée en huitièmes et enfin, elle a eu du mal à trouver différentes écritures pour représenter un nombre fractionnaire.

Au plan de la géométrie, Isabelle a identifié et illustré correctement une translation et une réflexion, puis elle a été capable de dessiner un quadrilatère en respectant certaines propriétés. Toutefois, elle n'a pas été en mesure de distinguer les prismes qui se trouvaient parmi sept solides.

Enfin, Isabelle n'a réussi qu'un seul problème sur les trois qui traitaient des mesures. Ainsi, bien qu'elle ait correctement déterminé l'aire d'un parallélogramme, elle a été incapable d'en calculer le périmètre, puis elle a connu des difficultés importantes au niveau des relations qui existent entre les unités de longueur SI.

Quant aux attitudes véhiculées face aux mathématiques, Isabelle admet ne jamais avoir aimé cette matière. Par contre, depuis qu'elle a entrepris son baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire, sa perception des mathématiques s'est un peu modifiée. Toutefois, contrairement à ce que nous serions portée à penser, ce ne sont pas les cours en didactique des mathématiques qui ont contribué à ce changement, mais plutôt le fait d'avoir enseigné cette matière durant son dernier stage de formation pratique. Ainsi, l'enseignement lui a permis de vivre une toute autre relation avec les mathématiques . En effet, «*je les ai enseignées au moins une fois par semaine et je trouve cela très enrichissant. C'est plus différent lorsque c'est nous qui enseignons que lorsque nous suivons un cours*» (Test diagnostique, p. 9).

Paradoxalement, malgré les difficultés qu'Isabelle présente en mathématiques, elle se sent «tout à fait» prête à enseigner cette matière aux enfants. Cette affirmation vient un peu à l'encontre de ce qu'elle dégage comme étudiante. En effet, tout au long des 45 heures de cours que nous lui avons dispensées en didactique des mathématiques, nous ne l'avons jamais sentie à l'aise avec cette matière. De plus, si elle a accepté de participer à cette recherche, c'est précisément pour s'aider à vaincre sa peur des mathématiques. Quant au niveau auquel elle aimerait commencer son enseignement, elle parle de la sixième année, parce qu'elle vient d'y faire un stage et qu'elle s'y sent plus à l'aise. Toutefois, elle dit être plus attirée vers les plus jeunes enfants. Elle aimerait donc avoir la chance de leur enseigner.

Quatrième sujet : Sophie

Sophie représente le quatrième profil que nous recherchions pour cette étude. Cette future enseignante éprouve donc quelques difficultés au niveau de la maîtrise de ses connaissances mathématiques et ne se sent pas tout à fait prête à enseigner cette matière aux enfants du primaire.

Au plan mathématique, la moyenne cumulée lors des quatre cours qu'elle a suivis en didactique des mathématiques est de 2,56 / 4,3 (B-), ce qui la situe au quatrième rang parmi nos sujets. Au test diagnostique, elle a obtenu un résultat qui se rapproche beaucoup de cette moyenne, c'est-à-dire 73 % ou C +.

À ce test, Julie a réussi 14 des 22 problèmes présentés. Elle a très bien performé au niveau des problèmes reliés aux nombres naturels. En effet, elle maîtrise correctement les symboles $<$, $>$, $\leq$ et $\geq$, elle a trouvé facilement, parmi un ensemble de nombres, tous les multiples d'un nombre et tous les facteurs d'un autre nombre, elle a pu identifier la valeur d'un groupe de chiffres dans un nombre donné, puis elle a pu résoudre correctement un problème dans lequel elle devait utiliser le PPCM. En fait, au niveau des nombres naturels, sa seule difficulté a été de ne pas identifier correctement les nombres premiers parmi un ensemble donné de nombres.

Concernant les entiers relatifs, Sophie a très bien réussi le problème qui s'y rapportait.

En ce qui a trait aux objectifs reliés aux fractions, Sophie a réussi six des dix questions qui y étaient posées. Ainsi, elle a été capable de placer deux nombres décimaux et une fraction sur une droite numérique séparée en huitièmes, elle a soustrait correctement une fraction d'un nombre fractionnaire, elle a résolu adéquatement un problème dans lequel elle devait multiplier un nombre naturel par une fraction, puis elle a trouvé la réponse à une division de nombres décimaux.

Au niveau des difficultés rattachées à cette notion, bien qu'elle ait réussi à placer des nombres décimaux en ordre croissant, une autre question a démontré que Sophie présente tout de même des difficultés à reconnaître dans l'écriture de ces nombres les principes de la numération de position. Aussi, elle a été incapable d'identifier les 3/8 et les 6/18 d'un tout séparé en douzièmes — en fait, elle a redivisé le tout en huitièmes pour trouver les 3/8, mais elle n'a pu identifier les 6/18 du tout —, elle s'est vue incapable d'inventer une histoire à partir d'une division de fractions et elle n'a pu résoudre, sans erreur, une multiplication de deux nombres décimaux.

Concernant la géométrie, Sophie a réussi une seule des trois questions posées : elle a pu tracer un quadrilatère en respectant certaines propriétés. Toutefois, elle a été incapable d'identifier correctement les prismes qui se trouvaient parmi un ensemble de sept solides et, bien qu'elle ait correctement identifié la translation subie par une figure, elle a illustré cette translation comme s'il s'agissait d'une réflexion. Quant à la deuxième transformation subie par la même figure, une réflexion, Sophie a été en mesure de l'identifier et de l'illustrer correctement.

Enfin, concernant les objectifs reliés aux mesures, si ce n'est que d'une petite erreur, Sophie a démontré qu'elle maîtrise bien les relations qui existent entre les unités de mesures SI. Par contre, elle n'a pas pu trouver correctement l'aire et le périmètre d'un parallélogramme.

En dépit du fait qu'elle éprouve certaines difficultés en mathématiques, Sophie est assez positive face à cette matière. En effet, elle dit avoir aimé les mathématiques tant au primaire qu'au secondaire et ce, malgré le fait qu'elle les ait trouvées plus difficiles à ce dernier ordre d'enseignement. Fait intéressant, elle réalise aujourd'hui qu'au secondaire elle effectuait les problèmes demandés et appliquait les règles de façon automatique, sans trop se poser de questions. Fort heureusement, ses cours en didactique des mathématiques lui ont démontré qu'il existe une logique en mathématiques, que les notions sont toutes reliées les unes aux autres et qu'il est possible d'enseigner les mathématiques de «*façon concrète et pratique, c'est-à-dire avec du matériel, mais aussi de leur montrer d'où viennent les règles*» (Test diagnostique, p. 9). Conséquemment, Sophie entretient de bien meilleurs rapports face à cette matière.

Malgré tout, même si elle aime les mathématiques, elle se dit plus ou moins prête à les enseigner aux enfants du primaire. En effet, après avoir fait le test diagnostique, elle a vu qu'elle avait oublié quelques notions. C'est peut-être la raison qui fait que Sophie aimerait mieux commencer par enseigner au premier cycle du primaire parce que, selon elle, le programme est plus simple. En effet, «*j'aimerais me laisser la chance de m'adapter à cette matière, au programme, aux termes*» (Test diagnostique, p. 10).

Comme en témoigne la partie qui précède, la sélection de nos sujets nous a permis de réunir des futures enseignantes présentant des profils très différents. La description de chacune de ces étudiantes étant maintenant faite, nous pouvons procéder aux études de cas. Toutefois, précisons d'entrée de jeu que le présent chapitre se termine avec la quatrième étude de cas. La synthèse de ces quatre cas sera ainsi présentée au chapitre des conclusions.

Première étude de cas : Élise

Au moment de l'expérimentation, Élise était en stage dans une classe d'enfants de troisième année. De façon à répondre aux exigences reliées à la présente étude, elle a élaboré une séquence d'enseignement de trois leçons portant sur la division.

1. Préparation de la leçon

1.1 Objectifs visés par les séances d'enseignement

Les deux premières leçons de cette étudiante ayant été dispensées dans la même matinée, elles ont été planifiées en même temps. L'objectif de ces leçons étant de «sensibiliser les enfants au principe de division (mesurer des paquets de X ...., partager)» (JB, p. 1), il apparaît donc important pour Élise de travailler les deux aspects de la division : le partage et la mesure.

Élise fait une distinction entre l'objectif à atteindre et le contenu mathématique. Pour elle, le contenu mathématique est en quelque sorte l'opérationnalisation de l'objectif qu'elle s'est fixé. Ainsi, au niveau du contenu mathématique des deux premières leçons, elle vise trois éléments : «reconnaître les symboles qui représentent la division ; comprendre la notion de partage (séparer également entre X amis ou faire des paquets égaux)» (JB, p. 1) et résoudre de petites divisions, à l'aide de matériel de manipulation.

Le contenu mathématique tel que formulé peut laisser croire qu'Élise mélange les notions de division et de partage. Effectivement, comme le montre le deuxième élément de contenu, — comprendre la notion de partage (séparer également entre X amis ou faire des paquets égaux) —, elle emploie ces deux expressions comme si elles étaient synonymes.

Il est vrai que dans le langage courant on utilise communément les mots *division* et *partage* pour parler de la même action. À preuve, en consultant le dictionnaire, on trouve la définition suivante pour le mot *division* : «Action de diviser ; état de ce qui est divisé» (Petit Robert, 1995, p. 667) et la définition qui suit pour *partage* : «Action de partager ou de diviser ; son résultat» (*Ibid.*, p. 1594). Toutefois, étant donné que dans le cadre de ses leçons Élise distingue la division / partage de la division / mesure, elle aurait dû écrire «comprendre la notion de division (séparer également entre X amis ou faire des paquets égaux)».

À la troisième leçon, Élise ne fait plus de distinction entre l'objectif et le contenu mathématique. Par contre, les objectifs qu'elle annonce sont de l'ordre de ce qu'elle a défini comme étant des éléments de contenu mathématique aux leçons précédentes. Ainsi, pour cette dernière leçon, en plus des notions de partage et de mesure, Élise a ajouté les divisions orales et écrites ainsi que l'illustration de divisions. Bien qu'elle ait ajouté trois éléments de contenu, en réalité, il n'y a que les divisions orales qui soient nouvelles puisqu'au visionnement des leçons, on peut voir que, dès la première séance, Élise a amené les enfants à illustrer des divisions de façons concrète, imagée et symbolique. Ainsi, à certains moments, ses activités ont manqué de cohérence par rapport à ce qui était annoncé dans le contenu mathématique visé.

Élise n'a pas traduit les objectifs à atteindre en objectifs du ministère de l'Éducation (MEQ). Si on se rapporte à ces objectifs, tous les éléments de contenu correspondent, d'une part, à l'objectif terminal 5, qui vise à ce que l'enfant soit plus familier «avec le sens des quatre opérations sur les nombres naturels» (MEQ, Programme d'études, primaire, mathématique, p. 22) et, d'autre part, à l'objectif intermédiaire 5.8 qui est d' «illustrer l'opération de multiplication et l'opération de division à l'aide de diagrammes ou d'un matériel concret» *(Ibid.)*.

Comme il est possible de le constater, les divisions écrites ne font pas partie des objectifs du MEQ à ce niveau. Nous questionnons d'ailleurs le fait qu'Élise ait introduit l'aspect symbolique de la division dans sa séquence d'enseignement. Pour que l'enfant comprenne et intègre bien le sens de cette opération, nous pensons qu'une activité de familiarisation devrait se limiter aux phases concrète et imagée.

Les objectifs d'apprentissage formulés par Élise sont plus ou moins précis et les résultats attendus sont, par le fait même, plus ou moins observables et mesurables. Par exemple, lorsqu'elle parle de reconnaître les symboles qui représentent la division, de quels symboles s'agit-il ? Lorsqu'elle a comme objectif que les enfants illustrent leurs divisions, à quel type d'illustrations réfère-t-elle ? Si ces objectifs avaient été clairs, nous n'aurions pas eu à visionner les leçons pour savoir de quoi il s'agissait exactement.

De plus, le contenu qu'Élise a choisi de présenter dans le cadre de ses leçons n'est pas toujours pertinent. En effet, il n'y a pas de progression d'une leçon à l'autre et ce, même s'il s'agit d'une séquence d'enseignement. Ainsi, de la première à la troisième leçon, Élise vise le même objectif et elle utilise exactement les mêmes moyens pour l'atteindre.

1.2 Mise en situation

La mise en situation d'Élise ne s'est pas déroulée tout à fait comme elle l'avait prévue. Brièvement, cette étudiante voulait piquer la curiosité des enfants en leur racontant une anecdote qu'elle a vécue en famille. Dans cette histoire, ses nièces, qui jouaient avec deux vaches et quatre chevaux, se chicanaient car elles voulaient avoir la même vache et le même cheval. La chicane a pris fin lorsqu'elles se sont rendu compte qu'elles pouvaient partager les animaux et en avoir toutes les deux. Élise a alors fait prendre conscience à ses nièces qu'il était possible de partager les animaux de façon égale.

Comme Élise l'a dit dans son journal de bord, la mise en situation a été faite au fur et à mesure. En fait, au milieu de la première leçon, pendant que les enfants sortaient leur cahier d'exercices, Élise leur a raconté la petite anecdote et c'est tout. Comme les enfants étaient occupés à faire autre chose, l'histoire est passée un peu inaperçue et aucun commentaire n'a été fait de la part des enfants.

Pour faire suite à cette petite histoire, Élise voulait présenter le contenu d'enseignement, d'une part, en interrogeant les enfants sur ce qu'ils connaissaient de la division et, d'autre part, en leur demandant d'expliquer un problème sur la division. Au niveau de ce deuxième moyen, il s'agit précisément de l'objectif à atteindre. Élise devait donc s'attendre à ce que certains enfants puissent difficilement expliquer un problème faisant intervenir une division.

Le visionnement de la leçon montre que la deuxième partie de la mise en situation a été en réalité la première activité qu'Élise a présentée aux enfants. Dans le cadre de cette activité, elle a introduit la division à l'aide de différentes situations au tableau. Comme nous le verrons plus loin, pour intéresser les élèves à s'engager dans l'activité proposée, Élise a porté beaucoup de soin aux dessins qu'elle a faits au tableau. Les commentaires d'Élise lors du visionnement des leçons nous montrent qu'elle est très fière de cette activité.

Je trouve que cette amorce-là est excellente parce que ... Habituellement, les enfants, on les fait tout de suite manipuler. Ben moi, je les fais manipuler après. Je voulais juste voir, parce que je savais qu'ils en avaient parlé un peu, je voulais voir au tableau avec des petits dessins que j'avais faits, je voulais voir s'ils comprenaient ce qu'on était pour faire. C'était comme un début d'amorce et je trouve que je suis très explicite (Entrevue, I. 10).

Cette activité d'introduction est en effet intéressante. Dès le début, Élise est allée chercher l'intérêt des enfants et les a intégrés au processus d'enseignement / apprentissage pour lequel ils ont démontré un réel intérêt. Ainsi, elle pensait intéresser les enfants à l'aide de son anecdote, mais finalement, la seconde partie de la mise en situation leur a plu davantage.

1.3 Étapes du déroulement et durée prévue

Les étapes du déroulement des trois leçons sont assez bien décrites dans le journal de bord. Toutefois, la durée de chacune d'entre elles n'est pas précisée. Cette omission n'a pas eu de conséquences puisqu'Élise a eu le temps de faire tout ce qu'elle avait planifié. Effectivement, à part la mise en situation qui n'a pas été respectée, les trois leçons se sont sensiblement déroulées comme Élise l'avait prévu dans son journal de bord.

Si tout a été complété dans le temps prévu, ce n'est certainement pas sans peine. À ce propos, nous ne pouvons passer sous silence une difficulté à laquelle Élise s'est butée lors de la deuxième leçon. Cette difficulté, qui prend son origine dans la planification des leçons, aurait facilement pu être évitée. En effet, à la deuxième leçon, elle avait prévu faire compléter la page 7 du manuel de l'élève de la collection Tandem 3 aux enfants. Or, lorsqu'elle leur a proposé cette activité, ils lui ont dit que la page en question avait déjà été faite avec l'enseignante au début de l'année. Dans l'action, Élise a donc dû se réajuster assez rapidement pour trouver une autre page à faire faire aux enfants.

Il est assez étonnant de voir qu'Élise n'avait même pas pris la peine de vérifier avec l'enseignante si sa planification était adéquate, entraînant ainsi des répercussions pour le reste de la séquence d'enseignement. Effectivement, la page 28 s'est avérée moins appropriée parce qu'elle faisait intervenir de plus grands nombres. En fait, la page 7 fait partie de la phase concrète et la page 28, de la phase imagée. Le niveau de difficulté n'étant pas le même, les enfants ont eu du mal à résoudre les problèmes de cette page. Élise était évidemment très déçue de cet incident, qui lui a tout de même permis d'apprécier son côté «*débrouillard et souple*» (JB, p. 3).

Malgré cet impair, nous pensons que, en ce qui concerne le déroulement des leçons, Élise a très bien fait. Nous pensons même qu'à quelques occasions, elle a peut-être trop bien respecté son plan. En effet, à certains moments, il aurait été opportun qu'elle passe plus de temps sur un point ou encore qu'elle en approfondisse un autre, mais elle ne l'a pas fait, et ce, pour respecter son horaire.

Dans le retour qu'elle a formulé sur son intervention en classe, Élise s'est dit satisfaite du déroulement de ses leçons. En effet : «*J'ai sensiblement suivi mon plan de mon activité. Je constate que maintenant, avec un bagage de trois stages, que je suis de plus en plus habile à entrer dans mon temps. Donc, ce que je planifie de faire entre dans la période prévue*» (JB, p. 4). Cette rétroaction est intéressante parce que, malgré le fait qu'elle soit consciente que son enseignement n'est pas parfait, Élise est capable de voir le bout de chemin qu'elle a parcouru. Par ailleurs, bien que le respect de l'horaire prévu est une habileté importante dans la planification et la réalisation d'activités d'enseignement, ce respect ne doit pas se faire au détriment du contenu et du rythme des enfants.

1.4 Objectivation

Étant donné que les deux premières leçons ont été dispensées dans la même matinée, Élise a planifié une objectivation à la fin de ces leçons et une autre, au terme de la séquence d'enseignement. Dans les faits, seule l'objectivation prévue au terme de la deuxième leçon a été réalisée.

Comme le démontre l'extrait qui suit, Élise manque un peu d'objectivité lorsqu'elle amène les enfants à réfléchir sur leurs apprentissages. En effet, par ses propos on peut voir qu'elle les dirige en leur suggérant des pistes de réponses. Ainsi, les réponses qu'elle obtient des enfants ne reflètent pas leur compréhension.

> Élise : *Est-ce qu'il y a quelque chose que t'as appris de nouveau ? Est-ce qu'il y a quelque chose dans la division que tu ne pensais pas que c'était ça. Partager, faire des paquets, mesurer des paquets ... Mathieu ?*
> Enfant : Partager et faire des paquets, je ne savais pas bien bien ça au début mais là je le sais.
> Élise : *Tu le sais plus là. O.K.* (...). *Et toi Daisy, la dernière ?*
> Enfant : Moi je pensais que mesurer et partager c'était la même chose mais là je vois que c'est un peu différent.
> Élise : *On divise pareil mais c'est pas la même chose qu'on fait. On va arriver au même résultat pareil.*
> Enfant : Aussi je trouve que si tu sais bien tes multiples, tu vas savoir tes divisions.
> Élise : *O.K. Ça c'est une belle conclusion* (L2, p. 5).

Lors du visionnement, suite à ce dernier commentaire Élise a ajouté : «*J'étais contente !*» (Entrevue, l. 51). Cependant, nous pensons que la réponse de l'élève ne traduit pas vraiment sa compréhension puisque celle-ci n'a fait que reformuler ce qu'Élise venait de dire.

Se fiant à la compréhension des enfants, Élise n'a pas fait d'objectivation au terme de la troisième leçon. Un commentaire qu'elle a noté dans son journal de bord démontre qu'elle regrette cette décision. En effet : «*Je ne voyais plus l'importance de les faire répéter ce qu'ils avaient retenu. Mais peut-être aurais-je dû le faire ?*» (JB, p. 5). Étant donné qu'Élise n'a pas fait une seule évaluation dans le cadre de ses trois leçons, nous pensons aussi qu'elle aurait dû faire cette dernière objectivation. On ne peut évidemment pas remplacer une évaluation par une objectivation, mais dans les circonstances, cela aurait été plus valable que rien du tout.

Enfin, Élise a fait un petit retour au début de la troisième leçon afin de vérifier ce que les enfants avaient retenu des deux leçons précédentes. Lors du visionnement des leçons, elle s'est arrêtée pour nous signifier qu'elle trouvait ce retour, qu'elle qualifie comme un «genre d'objectivation» (Entrevue, l. 52), très intéressant. Il l'était en effet, puisqu'il a permis à Élise de voir où en étaient les enfants et de les replacer dans le contexte de la division. En fait, nous pensons qu'il est aussi valable d'amener les enfants à faire le point sur leurs apprentissages au début qu'en fin de leçon.

1.5 Évaluation des apprentissages

Comme nous venons de le mentionner, aucune évaluation n'a été faite au terme des trois leçons pour vérifier la compréhension de chacun. Certes, durant son enseignement, Élise s'est donnée certains moyens pour cerner le niveau de compréhension des enfants, comme par exemple choisir des enfants qui ne lèvent pas la main «*pour voir s'ils comprennent et (...) voir où ils bloquent*» (Entrevue, l. 67). Cependant, aucune évaluation formelle, où l'enfant se retrouve seul face à lui-même, n'a été réalisée.

Il aurait été important de voir comment se débrouillaient les enfants avec un problème sans qu'Élise ne soit là pour en faciliter la résolution. En effet, tout au long des trois leçons, Élise a presque toujours travaillé en grand groupe avec les enfants et, peu importe le contexte, elle a toujours reformulé les problèmes de façon à ce que les enfants sachent exactement quelle division était à faire.

Par exemple, vers la fin de la deuxième leçon, les enfants ont eu le problème suivant à résoudre : «Josette achète 24 bougies regroupées en 4 paquets. Combien y a-t-il de bougies dans chaque paquet ?». Avant même de laisser les enfants essayer quoi que ce soit, Élise a enchaîné avec le commentaire suivant :

> *O.K. Josette achète 24 bougies regroupées en 4 paquets. Tu vas dessiner les 24 bougies dans ton cahier. Moi j'ai décidé de faire des petites rangées de 6. Tu dessines tes 24 bougies et tu vas regrouper ça en 4 paquets. C'est comme si à côté t'as 4 petits sacs et tu vas mettre tes bougies dans chaque. Tu vas mettre cette bougie-là ici, cette bougie-là ici, cette bougie-là ici et tu continues* (L2, p. 4).

Interrogée au niveau de la compréhension globale des enfants, Élise a dit que ceux-ci comprenaient bien et aimaient ça, mais qu'en était-il exactement ? Les enfants auraient-ils eu des résultats différents s'ils avaient été laissés à eux-mêmes ? Dans son journal de bord Élise a soutenu que c'est l'attitude positive des enfants lorsque ceux-ci étaient invités à résoudre un problème au tableau qui lui a permis d'affirmer qu'ils comprenaient. Lors du visionnement de la première leçon, Élise a réitéré ce commentaire : «*Ça avait l'air à être bien compris. Il n'y avait pas de problèmes majeurs là pour les divisions*» (Entrevue, I. 22). Nous pensons évidemment qu'il soit nécessaire d'aller un peu plus loin pour poser un jugement sur la compréhension des enfants. En effet, évaluer la compréhension des élèves ne peut se restreindre à constater leur attitude ou encore les problèmes majeurs qu'ils présentent.

Un commentaire d'Élise nous porte à croire que son jugement a pu être biaisé par le fait qu'elle trouve que la division est une notion très facile. En effet : «*Je trouvais ça un peu bébé*» (Entrevue, Q. B). Par surcroît, elle pense que la division au premier cycle est beaucoup plus facile qu'au deuxième cycle. Nous sommes évidemment en désaccord avec ce point. Nous pensons au contraire que la division est plus complexe pour un enfant qui est en contact pour la première fois avec ce concept qu'il doit alors construire et lui donner du sens. C'est sans doute parce qu'elle sous-estime le degré de difficulté impliqué dans l'apprentissage de la division qu'Élise en a introduit l'aspect symbolique si tôt.

Fort heureusement, vers la fin du visionnement des leçons, Élise a commencé à s'interroger sur la réelle compréhension des enfants. En effet, alors qu'ils étaient en train de résoudre la division de 54 par 9, elle a formulé un commentaire qui en dit long : «*C'est sûr que là ça allait bien, c'est moi qui mettais les petites barres dans chaque ensemble, mais l'élève qui a 54 petites barres à placer dans son petit cahier-là, il risque de se mélanger*» (Entrevue, I. 55). Ainsi, elle s'est rendu compte que son mode de fonctionnement n'aidait probablement pas les enfants à comprendre et a ainsi remis en doute leur réelle compréhension.

1.6 Instrumentation didactique

Dans le cadre de ses leçons, Élise a exploité le même matériel pédagogique que celui utilisé par son enseignante-associée, c'est-à-dire le matériel de la collection Tandem 3. Toutefois, dans l'élaboration de ses leçons, afin de se faire une meilleure idée de l'enseignement de la notion de division, elle a consulté des manuels provenant de diverses collections mathématiques, d'anciens examens du MEQ de même que les notes qu'elle a prises dans le cadre des cours en didactique des mathématiques suivis à l'université.

Conformément à ce qu'Élise a annoncé dans la préparation de ses leçons, cette dernière mise beaucoup sur la manipulation. Ainsi, tout au long des trois leçons, les enfants disposent de petits cubes pour effectuer les divisions qu'ils ont à résoudre. Cette façon de travailler favorise la compréhension des enfants en les aidant à se construire leur propre représentation de la division. Ce qui est intéressant dans cette démarche est qu'Élise n'enlève pas ce support concret lorsqu'elle juge que les enfants n'en ont plus besoin. Ces derniers peuvent y recourir tant qu'ils le veulent.

Cependant, ce point positif cache un aspect négatif. En effet, même s'il est important de travailler au plan concret, nous pensons qu'Élise devrait aider les enfants à se détacher de ce moyen pour les amener vers un support imagé. Elle le fait, mais seulement lorsque les nombres sont grands et qu'il devient lourd de compter 48 petits cubes par exemple. Ainsi, dès qu'elle revient aux divisions faisant intervenir des petits nombres, elle demande aux enfants de faire la représentation concrète avant de faire la représentation imagée, puis la représentation symbolique et ce, même à la troisième leçon. Ainsi, Élise ne laisse pas les enfants choisir le support qu'ils préfèrent. Ils doivent plutôt utiliser les trois.

Toujours au plan de l'instrumentation didactique, nous avons remarqué que pour Élise, il est très important de varier les représentations imagées. Ainsi, lorsqu'elle propose des situations au tableau, au lieu de toujours dessiner des «X», ce qui serait beaucoup plus simple, elle prend le temps de représenter des formes telles que des coeurs, des cornets de crème glacée, des bananes et des pommes avec des craies de couleur. De plus, s'il lui arrive d'utiliser des «X», elle parle de «petits becs» pour rendre le tout plus concret. Nous trouvons cette attention très intéressante parce qu'en travaillant de la sorte, elle garde toujours l'intérêt des enfants. Par contre, comme nous le verrons plus loin, la qualité d'un bon problème va au-delà de la beauté des dessins utilisés pour le présenter.

1.7 Approche pédagogique privilégiée

Dans la préparation de ses leçons, Élise a annoncé qu'elle souhaitait, d'une part, travailler en grand groupe, puis en équipe de deux et, d'autre part, qu'il y ait un travail de collaboration qui s'établisse entre les enfants de façon à ce que ceux-ci fassent ce qu'elle appelle de *l'enseignement par les pairs*. Au visionnement des trois leçons, on s'aperçoit qu'Élise a surtout misé sur le travail en grand groupe. Heureusement, cet enseignement est loin d'être un enseignement magistral. En effet, elle travaille plutôt de façon collective avec les enfants : Élise propose un problème, les enfants le résolvent individuellement ou en équipe, puis un enfant illustre la réponse au tableau. Par cette façon de fonctionner Élise laisse une grande place aux enfants dans son enseignement.

Comme Élise l'avait annoncé, les enfants ont aussi pu travailler en équipe. Par contre, ce fonctionnement a pris moins de temps que prévu parce qu'à certains moments, elle trouvait que les enfants étaient trop agités pour ce type d'activité. Quant à l'enseignement par les pairs, on constate qu'Élise favorise cette approche, mais toujours en l'intégrant dans un autre type d'enseignement. En effet, à quelques reprises, lorsqu'un enfant ne comprend pas, elle demande à un autre enfant de l'aider. Ou encore, elle demande souvent aux enfants de vérifier leurs réponses entre eux, en attendant que tous aient terminé. Ainsi, on ne peut pas dire qu'il s'agit d'un enseignement par les pairs, mais plutôt d'entraide entre pairs.

Il est intéressant de voir qu'Élise a diversifié ses approches pédagogiques. Toutefois, il aurait été souhaitable qu'elle prévoit des moments pour laisser les enfants travailler individuellement, de façon à ce qu'ils ne se fient pas toujours à quelqu'un pour les aider.

2. Situations d'enseignement / apprentissage

2.1 Connaissances mathématiques

Conformément à ce que laissait entrevoir le test diagnostique, l'analyse des trois leçons révèle qu'Élise n'a commis aucune erreur au plan mathématique. Cette étudiante a donc démontré une excellente maîtrise des connaissances mathématiques qu'elle avait à enseigner.

2.2 Transposition des connaissances mathématiques en enseignement

Un des problèmes que nous rencontrons souvent dans les cours de didactique des mathématiques est de savoir comment amener les futurs maîtres à intégrer leur savoir didactique en enseignement. Par exemple, dans le cadre de ses cours, Élise a appris qu'il est important de faire découvrir les deux sens de la division aux enfants, et ce, à partir de différentes situations. Or, dans la pratique, elle n'intègre pas ce savoir didactique à l'objet d'enseignement, mais le transpose directement aux enfants. Conséquemment, elle leur annonce toujours très clairement ce qu'ils ont à faire : *«tu vas me partager en 4 amis»*, *«tu vas me mesurer des paquets de 3»*, *«tu vas me faire des paquets de 5»*. En agissant de la sorte, plutôt que de découvrir le sens de la division, les enfants exécutent des tâches. Ils partagent un nombre déterminé d'objets entre un certain nombre d'amis, ou, en partant d'un nombre d'objets, ils doivent faire, ou même, pour reprendre ses paroles, *mesurer* des paquets de «X». De plus, concernant ce dernier énoncé, notons qu'Élise fait l'erreur d'utiliser le terme lui-même, c'est-à-dire mesurer, plutôt que le sens qui y est rattaché.

Les commentaires formulés par Élise lors du visionnement des leçons démontrent qu'elle est très satisfaite de la façon dont elle a abordé la division. En effet :

> *J'aime bien parce que j'utilise la division et à l'université on a parlé de mesure, on a parlé de partage, à l'école ils ne parlent pas nécessairement, quand qu'ils enseignent la division en troisième année, ils ne parlent pas nécessairement de mesure, de partage. Eux autres, ils s'en tiennent juste à partage. Tandis que moi, j'ai exploité les deux et ça je trouvais ça bien, puis les enfants n'avaient pas de difficulté à le comprendre* (Entrevue, I. 8).

Ce dernier commentaire montre que, en plus de transposer directement son savoir didactique aux enfants, Élise saisit mal le sens de la mesure. Elle sait de quoi il s'agit puisqu'elle peut l'appliquer, mais elle ne sait pas le reconnaître dans un énoncé de problème où il n'est pas clairement indiqué s'il s'agit du partage ou de la mesure. En effet, bien qu'elle dise que dans Tandem 3 il n'y a que des divisions abordées selon le sens du partage, trois des sept divisions contenues dans les pages exploitées par Élise lors des trois leçons sont des divisions-mesure.

Malgré les difficultés d'Élise, nous devons reconnaître qu'elle a eu le souci d'intégrer le partage et la mesure à son enseignement. Il est vrai que si elle n'avait pas eu cette préoccupation, les situations présentées aux enfants auraient sûrement été plus naturelles. Par contre, les enfants n'auraient pas eu l'occasion de voir qu'il existe deux façons de séparer un ensemble d'objets. Ainsi, nous pensons que, même si Élise a fait une erreur en n'intégrant pas son savoir didactique à l'objet d'enseignement, il faut reconnaître les efforts qu'elle a faits.

Élise a commis une autre erreur en voulant faire découvrir les deux sens de la division aux enfants. Cette erreur s'est produite à la première leçon, alors qu'elle voulait que les enfants prennent conscience de la différence entre le partage et la mesure. Pour ce faire, à partir de 25 «X» dessinés au tableau, Élise leur a demandé de faire des paquets de 5 puis, de partager ces mêmes 25 «X» entre 5 personnes.

De prime abord, cette idée était excellente parce que les enfants éprouvaient des difficultés à faire la distinction entre le partage et la mesure. Par contre, comme on peut le constater, l'exemple utilisé n'est pas adéquat puisque dans les deux cas, l'équation qui en résulte est la même, c'est-à-dire $25 \div 5 = 5$. Ainsi, dans un cas comme dans l'autre, on obtient 5 paquets de 5 «X». Il aurait été préférable qu'Élise utilise une division dont le diviseur n'est pas égal au quotient.

En entrevue, nous avons demandé à Élise pour quelle raison elle a choisi la division de 25 par 5 pour illustrer la différence entre le partage et la mesure.

> *Je voulais leur montrer que mesurer des paquets et partager des paquets que c'était pas la même chose vraiment qu'on faisait mais ça donnait le même résultat. Mais là, c'était des nombres pareils et je m'en suis rendu compte après. (...) Il n'aurait pas fallu que je choisisse ce nombre-là. Peut-être plus 27, je ne le sais pas là. Mais pour leur montrer que c'est les mêmes chiffres qu'on utilise, mais on y va d'une façon différente* (Entrevue, Q. 5).

Par sa réponse on peut voir qu'Élise a compris que l'exemple utilisé n'a pas permis de mettre en évidence la distinction entre la mesure et le partage. Par contre, ce qui est assez étonnant est que, quelques instants après cet incident, elle a eu la chance de se reprendre, mais elle n'a rien fait. La situation qui s'est alors présentée à elle était pourtant idéale. En effet, les enfants devaient partager 12 jetons entre 4 amis. Comme réponse à ce problème, ceux qui éprouvaient des difficultés à illustrer le partage ont répondu que chaque ami recevrait 4 jetons. Cette situation, qui ne comportait pas les lacunes de la précédente, aurait donc pu être réinvestie pour vraiment amener les enfants à réfléchir sur la différence qui existe entre le partage et la mesure.

Cette situation illustre à nouveau le manque de réflexion *dans* l'action dont Élise fait preuve. En effet, comme elle n'avait pas prévu réinvestir cette situation, elle ne l'a pas fait. Par contre, la réponse qu'elle nous a donnée en entrevue nous montre que si c'était à refaire, elle procéderait autrement.

Une difficulté importante d'Élise au niveau de la transposition de ses connaissances mathématiques en enseignement a trait à la division avec reste. Cette difficulté n'est pas due au fait qu'Élise se voit incapable d'effectuer un tel type de division — elle s'est d'ailleurs très bien acquittée de cette tâche dans le test diagnostique —, mais plutôt au fait qu'elle ne sait pas se détacher de la procédure plus avancée de division pour l'enseigner à des enfants de troisième année. Nous avons hésité à placer cette difficulté dans cette partie. En effet, dans un premier temps, puisque cette difficulté concerne la maîtrise d'une procédure, nous avons été portée à l'inclure dans la partie réservée aux connaissances mathématiques. Toutefois, comme elle concerne également la transposition des connaissances mathématiques en enseignement, nous pensons qu'elle a sa place ici.

Ce problème est ressorti dès la première leçon, alors qu'elle illustrait la division de 6 par 3 au tableau. Après avoir fait trois sous-ensembles dans lesquels elle a distribué également 6 «X», elle a demandé aux élèves s'il restait des «X» à distribuer. Comme il n'en restait pas, elle a ajouté : «*S'il m'en restait, on ne pourrait pas le séparer en trois. Ben on pourrait mais tu sais ... un bec* [lire un «X»], *on ne peut pas* *séparer ça en trois. Ça fait qu'on le laisserait là tout seul et on dirait qu'il en resterait un»* (L1, p. 3).

À première vue, cette réflexion peut laisser croire qu'Élise ne voulait tout simplement pas aborder les divisions avec reste. Toutefois, une situation semblable, qui s'est passée à la deuxième leçon, a confirmé les difficultés d'Élise. En effet, pour illustrer le partage de 25 cubes entre 6 amis, une élève a dessiné 6 ensembles de 4 cubes puis, elle a laissé un cube à côté du quatrième ensemble. Un autre enfant a alors déclaré que l'équation qui représente cette division est $24 \div 6 = 4$, en ignorant ainsi le cube restant. À cette affirmation, Élise a ajouté : «*C'est très bien. La division ça sera plus 25 divisé par quelque chose, ça va être 24 ÷ 6 donne 4. Parce que pour vous, il faut que ce soit juste*» (L2, p.1). Elle a donc transformé la division initiale pour avoir une division sans reste.

Élise a un peu réparé son erreur en ajoutant que si elle avait écrit $25 \div 6$, ça aurait *aussi* fonctionné. «*Ça l'aurait donné 4 virgule d'autres chiffres mais ça, vous l'avez pas appris encore. Ça fait que c'est pour ça que j'aime mieux mettre ça à un chiffre rond*» (L2, p. 1). Elle a donc corrigé son erreur en disant aux enfants qu'on ne doit pas négliger le reste. Par contre, au lieu de s'en tenir aux nombres naturels et de tout simplement affirmer que la réponse à cette division est 4 reste 1, elle a préféré introduire les nombres décimaux, notion que les enfants n'ont pas encore vue.

Un élève a par la suite fait une erreur très prévisible en affirmant que la réponse à la division de 25 par 6 est 4,1, à quoi Élise a répliqué que ce résultat avait beaucoup de sens. Évidemment, cet enfant, qui n'a jamais travaillé avec les nombres rationnels, a dit 4,1 pour 4 reste 1. Par contre, lorsqu'Élise a dit que ça avait du sens, c'est après l'avoir calculé mentalement. Ainsi, sur le coup, Élise n'a pas saisi le raisonnement de cet élève. En entrevue, elle nous a expliqué que la réaction positive qu'elle a eue n'était pas tant destinée à la réponse qu'à l'effort fourni par l'enfant. Nous avons tout de même voulu vérifier la compréhension d'Élise concernant la façon dont a procédé l'enfant pour trouver 4,1. Fort heureusement, avec du recul, elle pense aussi que pour cet élève, le 1 représentait le reste.

Si cette situation met en valeur le peu de réflexion *dans* l'action dont a fait preuve Élise, nous voulons faire ressortir la capacité de réflexion *sur* l'action de cette dernière. En effet, lors du visionnement des leçons, dès que l'élève a dit que l'équation serait 24 ÷ 6, Élise a réagi fortement en disant que ce n'était pas correct de modifier les divisions pour avoir des divisions sans reste. De plus, elle nous a confiée que si elle avait la possibilité de recommencer son enseignement, elle laisserait le reste. Par contre, elle nous a aussi avoué qu'elle s'arrangerait pour n'utiliser que des divisions sans reste !

Élise ne voulait tellement pas tenir compte du reste que, même lorsque les enfants donnaient la bonne réponse à une équation, elle leur disait qu'il est préférable de ne rien écrire. En effet, comme réponse au problème suivant : «J'ai 10 cubes et j'ai 4 amis qui en veulent», un enfant a vu juste en donnant comme réponse 2 reste 2. Par contre, Élise a ajouté :

> *J'en ai donné 2 à chacun et il en reste 2 parce que ces 2 là je ne peux pas donner supposons une moitié à lui, une moitié à lui, une moitié à lui et une moitié à lui. Ça, ça fonctionne pas. Donc il en reste 2. La division est 10 ÷ 4 = 2 virgule quelque chose mais nous on fait 2 reste 2 cubes. O.K. J'aime mieux pas trop euh ... On l'écrit pas* (L3, p. 3).

Ce qui est amusant est que, dans son commentaire, Élise a dit la «vraie» réponse aux enfants : chaque enfant recevrait 2 cubes et une moitié de cube. Pourquoi a-t-elle inutilement compliqué les choses en disant que ça donnerait 2 virgule quelque chose ? Sans aborder les nombres rationnels, elle aurait simplement pu dire que pour l'instant, ils laisseraient «reste 2», mais que plus tard, ils allaient apprendre à l'écrire autrement. À la place, elle a embrouillé les enfants en leur parlant de *moitié*, de *virgule quelque chose*, de *reste* pour finalement ne rien écrire du tout.

Étant donné qu'Élise n'a pas souligné cette erreur lors du visionnement de la leçon, nous lui avons posé une question à ce propos en entrevue. Tout de suite après avoir lu l'extrait ci-haut à Élise, celle-ci a dit «*C'est pas vrai*» (Entrevue, Q. 6). Voici son raisonnement :

> *Je dis que ça ne fonctionne pas parce que j'en ai juste 2 et j'ai 4 amis. Mais dans le fond, si c'était comme des petits gâteaux, on aurait pu les couper en 2, peut-être que j'aurais pu dire, oublions que c'est des billes, et on va prendre des petits gâteaux. Là on aurait refait le problème et on les aurait séparés. Là ils auraient peut-être vu que ça fait 2 1/2 à chacun mais c'est que je ne voulais pas aller aussi loin. J'avais peur. Peut-être que je ne me sentais pas sûre non plus dans tout ça* (*Ibid.*).

Cette réaction met en valeur la capacité de réflexion *sur* l'action dont a su faire preuve Élise. Ainsi, elle a pris conscience qu'il aurait été facile de démontrer que la réponse au problème est 2 1/2. Mais, comme elle l'a dit, elle sentait qu'elle s'aventurait sur un terrain qu'elle maîtrisait moins bien et ne voulait pas aller trop loin dans cette direction. Pourtant, en agissant ainsi, elle a été un peu maladroite et a rendu les choses plus compliquées qu'elles ne l'étaient réellement. En effet, la façon dont elle a considéré le reste tout au long des trois leçons pourra sans aucun doute engendrer un conflit important chez les enfants au niveau de leur apprentissage des nombres rationnels : après avoir ignoré la valeur du reste, ils devront en tenir compte.

Une autre erreur commise par Élise dans la transposition de ses connaissances mathématiques en enseignement se trouve au niveau d'une des façons qu'elle a choisie pour traduire mathématiquement les énoncés de problèmes. Avant d'aborder cette difficulté, nous désirons rappeler que, selon nous, le simple fait d'intégrer l'aspect symbolique de la division dans une activité de sensibilisation est une erreur didactique en soi.

Comme les divisions étudiées dans le cadre des trois leçons ne font intervenir que des petits nombres, il n'est évidemment pas nécessaire d'utiliser la symbolisation associée à la résolution de la division par l'algorithme pour les illustrer mathématiquement. Or, ce n'est pas l'avis d'Élise. Prenons en exemple la situation suivante, qui s'est passée à la première leçon. Après avoir fait trouver la réponse au problème suivant : *«J'ai 6 becs que je veux partager entre 3 personnes»*. Élise a écrit l'équation suivante au tableau : $6 \div 3 = 2$. Par la suite, elle a ajouté *«Ou, vous avez déjà vu comme ça* : $\begin{array}{r|l} 6 & 3 \\ \cline{2-2} & 2 \end{array}$ » (L1, p. 3).

Un enfant lui a alors fait remarquer que cette représentation symbolique ne s'utilise qu'avec de plus grands nombres, à quoi Élise a acquiescé. Par contre, elle a malgré tout continué à écrire les divisions des deux façons.

Nous pensons que le fait d'introduire cette symbolisation sans y rattacher de signification ne peut qu'engendrer des difficultés supplémentaires pour les enfants. En effet, un peu plus loin dans la leçon, pour traduire mathématiquement le problème suivant : «*Avec 20 petits cubes, tu me mesures des paquets de 5*», un enfant a écrit au tableau 20 $\underline{\lfloor 5}$ = 4. Ainsi, cet enfant s'est tout simplement dit que le symbole $\lfloor\_$ est équivalent au symbole ÷. À cette réponse, Élise a tout de suite répliqué en affirmant que lorsque l'on utilise la symbolique reliée à la résolution par l'algorithme, la réponse s'écrit sous le diviseur. Elle ne s'est donc pas rendu compte que la symbolique du crochet ne rimait à rien pour les enfants. Elle aurait dû abandonner cette façon de faire en disant qu'il s'agit d'une procédure à utiliser avec de plus grands nombres, mais que pour l'instant, ils n'en avaient pas besoin.

Malgré les difficultés engendrées chez les enfants, lors du visionnement des leçons, Élise a souligné qu'il est important d'écrire la division des deux façons. En entrevue, elle nous a expliqué son raisonnement :

> *C'est important ça parce que partout, tu vois ça des deux façons. Moi, autant au CEGEP, au secondaire, ils te le montrent des deux façons. Et dans les livres surtout là. C'est surtout par rapport aux livres qu'ils emploient, Tandem ou l'autre qu'on avait aussi. On voit ça, peut-être pas en troisième année mais plus tard en sixième année, il me semble que ça peut être écrit des deux façons pis dans les cours à l'université, ils nous disaient de les montrer* (Entrevue, Q. C).

De plus, Élise a affirmé qu'elle ne pense pas que le fait d'introduire l'algorithme puisse induire les enfants en erreur parce que «*C'est la réponse mais en plus ils vont apprendre que le 5 qui est ici, il représente que c'est 5 fois le 5*» (Entrevue, Q. C). Nous croyons que si Élise avait effectivement montré aux enfants que le produit du quotient par le diviseur est égal au dividende, ces derniers auraient pu y rattacher un sens, mais il n'en a aucunement été question. Ainsi, nous pensons qu'il est prématuré de vouloir intégrer cette symbolique qui, présentée comme telle, est complètement dénuée de sens pour les enfants.

Cette situation fait une fois de plus ressortir la difficulté d'Élise de se détacher des procédures plus avancées pour enseigner à de jeunes enfants. C'est comme si elle voulait les préparer le mieux possible aux apprentissages futurs qu'ils devront réaliser. Ce faisant, elle brûle des étapes et son enseignement n'a pas les effets escomptés.

De façon à transposer adéquatement ses connaissances mathématiques en enseignement, il aurait été souhaitable qu'Élise exploite davantage le lien qui existe entre la division et la multiplication, l'un étant l'inverse de l'autre. Par contre, elle n'a malheureusement pas accordé assez d'importance à ce lien, pourtant essentiel. Par exemple, vers la fin de la première leçon, Élise a demandé aux enfants de partager 12 jetons entre 4 amis. Après avoir obtenu une réponse, elle a demandé aux élèves un moyen technique pour en vérifier l'exactitude. Une élève a alors avancé ce qui suit :

> Élève : 12 ÷ 4 ça donne 3 ça fait que tu fais 4 X 3 et ça donne 12.
> Élise : *C'est ça que je voulais savoir. La division et la multiplication ça se ressemble beaucoup. Si tu dis 4 X 3 ça donne 12 et si tu fais 3 X 4, ça donne 12 aussi. Donc 12 ÷ 4 = 3 et 12 ÷ 3 = 4. Mais ça, c'est juste pour vérifier comme ça mais ça en plus y faut qu'on connaisse nos multiples.*
> Autre élève : Ben, c'est comme le plus pis le moins mais sauf que c'est la multiplication et la division (L1, p. 5).

Élise n'a rien ajouté à ce dernier commentaire qui démontre pourtant une réelle compréhension de la part de l'enfant. Celui-ci a non seulement compris que la multiplication est l'opération inverse de la division, mais il a aussi établi une relation entre l'addition et la soustraction. Élise a ainsi manqué une belle occasion de faire appel à l'abstraction et d'appuyer la réversibilité de la division sur ce qui était déjà connu des enfants, ce qui aurait certainement permis aux autres enfants de comprendre davantage le lien qui existe entre la multiplication et la division.

En entrevue, Élise nous a dit que si elle n'a pas exploité le commentaire de l'enfant, c'était, encore une fois, pour respecter son horaire. Le respect de l'horaire semble ainsi très préoccupant pour Élise et pourrait peut-être expliquer que dans le feu de l'action, sa capacité de réflexion soit réduite et qu'elle ne prenne pas le temps d'accorder toute l'attention nécessaire aux interventions pertinentes de certains élèves comme par exemple celle qui nous préoccupe présentement.

Lors du visionnement du passage précédent, Élise a fait un commentaire que l'on peut qualifier de rassurant :

> *Je trouve que je vais trop loin, un petit peu. Je pense que ça a été difficile un peu pour les élèves de trouver ça là. Je trouve que, regarde, on a déjà fait un premier numéro, ils l'ont écrit, ils l'ont illustré à côté, on aurait peut-être dû en faire un autre, peut-être deux ou trois, et après ça, «remarquez-vous, généralement, quelque chose qui prouve, qui fait que, regardez, à chaque fois que je divise, mettons 12 ÷ 4, ça donne 3, comment tu pourrais faire toi pour trouver ?». Dans le fond moi je veux les amener à ce qu'ils fassent 3 X 4. C'est ça mon but. Alors c'est ça. Je pense qu'il aurait fallu que j'en donne d'autres exemples avant (...) parce qu'il me semble que ça, ça se fait en dernier dernier. Pis moi, il me semble que c'était tellement évident que «Bon O.K. Trouvez-vous une généralité quelconque les élèves ?» !!* (Entrevue, I. 23).

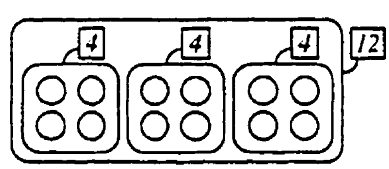
En effet, par ce commentaire on peut constater que ce qu'Élise visait était précisément d'amener les enfants à prendre conscience du lien qui existe entre la division et la multiplication. Par contre, on peut lire entre les lignes qu'elle n'est pas satisfaite de la façon dont elle s'y est prise. En effet, au lieu de laisser les enfants découvrir ce lien, elle les a un peu poussés vers cette découverte.

Élise semble donc ambivalente face au fait de favoriser ou non la découverte du lien entre la multiplication et la division. Ses commentaires nous démontrent que, d'un côté, elle veut le faire, mais de l'autre, qu'elle a peur de s'engager dans cette voie.

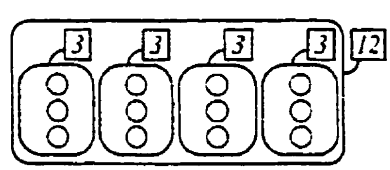
Pourtant, une des orientations pédagogiques de Tandem 3 est justement de présenter parallèlement la multiplication et la division, de façon à ce que les enfants découvrent que la division est l'opération inverse de la multiplication, et vice versa. Dans cette optique, les auteurs de la collection proposent que les enfants utilisent toujours le même type de représentation. En effet, «pour illustrer les différentes situations reliées à ce sens de la multiplication et de la division, l'élève dessinera des ensembles disjoints équipotents, c'est-à-dire des ensembles qui contiennent le même nombre d'éléments» (Tandem 3, guide pédagogique, p. 213).

Prenons en exemple les illustrations associées à deux problèmes différents. Il s'agit des problèmes 2 et 4 de la page 7 du manuel de l'élève.

Problème 2: *Trouve combien il y a de personnes en tout. Les amis forment des équipes de 4. Il y a trois équipes.*



Problème 4: *Julie et ses amis ont 12 bouts de pain. Ils déposent le même nombre de bouts de pain dans chacune des quatre mangeoires d'oiseaux. Combien y a-t-il de bouts de pain dans chaque mangeoire ?*



(Tiré de Tandem 3, guide pédagogique, p. 207)

Figure 6. Représentations associées à une multiplication et une division

Le premier problème fait référence à une multiplication tandis que le deuxième, à une division. Comme on peut le constater, les représentations proposées dans le guide pédagogique étant presque les mêmes, il devient plus facile pour l'élève de dégager les liens existant entre ces deux opérations.

Il est dommage de constater qu'Élise est complètement passée à côté de ce but. De un, dans sa planification elle a décidé que les enfants ne feraient pas les numéros se rapportant à la multiplication et de deux, elle n'a pas amené les enfants à utiliser de telles représentations. Élise a même formulé une impression négative concernant le matériel didactique utilisé. En effet *«C'est que Tandem, il y a beaucoup ... je regardais ça et il y avait des pages, pas nécessairement par rapport à la division, ça n'avait pas rapport, c'était pas complet»* (Entrevue, Q. 3).

À la lecture de ces commentaires, on peut voir qu'Élise n'a pas du tout saisi le but qui était visé en présentant des situations faisant intervenir tant des divisions que des multiplications. Ainsi, elle aurait davantage apprécié des pages entières de divisions afin que les enfants puissent s'exercer.

De plus, certaines situations incitent à penser qu'Élise a fait faire le lien entre la division et la multiplication, non pas pour travailler au plan de l'abstraction mathématique, mais plutôt pour que les enfants connaissent un truc pour aller plus rapidement. Dans ces situations, Élise ne dépasse pas la dimension technique de calcul ou de mémorisation pouvant aider à trouver le facteur manquant. Par exemple, dans le problème suivant, les enfants devaient trouver la réponse à $54 \div 6$. D'entrée de jeu, Élise a dit aux enfants : *«Est-ce que tu sais toi 6 X quelque chose va donner 54 ? Si tu veux, tu peux regarder dans ta grille de multiples aussi, ça va aller ben plus vite après pour faire tes paquets»* (L2, p. 4). Ainsi, les enfants n'avaient qu'à regarder dans leur grille et faire 6 paquets de 9 «X» par exemple. Mais, ont-ils vraiment compris que $6 \times 9 = 54$ et que $54 \div 6 = 9$?

Un autre exemple illustre également ce que nous avançons. Pour aider les enfants à trouver la réponse au partage de 24 bougies en 4 paquets, Élise a dessiné 24 bougies disposées en rangées de 6 puis, elle a demandé aux enfants de trouver toutes les multiplications dont le produit donne 24. Une fois que tous les facteurs de 24 ont été trouvés, elle a demandé la réponse au problème, sans toutefois faire de lien entre la multiplication et la division. Elle n'a fait qu'ajouter que «*C'est important la division parce que ça vous aide aussi avec vos multiples. Si vous connaissez bien les multiples, ça va bien aller*» (L2, p. 4). Lorsqu'Élise a visionné ce passage, elle s'est dite heureuse de voir qu'elle ne se limite pas à parler de la division. En entrevue, nous lui avons demandé où elle voulait en venir avec tout cela. «*Je voulais juste qu'ils comprennent que c'était l'inverse.* (...). *Je voulais qu'ils les apprennent leurs multiples s'ils veulent être bons en division, il faut qu'ils les apprennent, qu'ils les connaissent*» (Entrevue, Q. 10).

2.3 Approche didactique

2.3.1 Construction des connaissances / Acquisition de connaissances

Comme nous l'avons mentionné au début de cette analyse, Élise voit le processus d'enseignement / apprentissage comme un partage de connaissances avec les enfants. Ainsi, pour elle, il est important d'impliquer et de faire participer l'enfant à son processus d'apprentissage. Cette préoccupation transparaît tant dans la préparation de sa séquence d'enseignement que dans son enseignement proprement dit.

Prenons en exemple le début de la première leçon. Afin d'introduire la division, Élise a proposé aux enfants de faire le partage de 12 coeurs entre 3 personnes. Une élève, à qui elle a demandé d'illustrer ce partage au tableau, s'est alors trompée en faisant 4 ensembles de 3 coeurs à la place de 3 ensembles de 4 coeurs. À ce moment, au lieu de dire que cette élève n'avait pas la bonne réponse, Élise a demandé l'avis des autres enfants et c'est l'un d'eux qui a fait ressortir l'erreur.

> Élise : *Est-ce que vous pensez qu'elle a partagé en 3 ?*
> Enfants : Oui. Non.
> Élise : *Qui dit non ? Benjamin ? Dis le pourquoi.*
> Benjamin : Ben là elle l'a partagé mais c'est en 4. 4 ensembles de 3.
> Élise : *Eh ! C'est bon ça. On voit avec les coeurs ici, c'est comme si j'avais 4 amis et elle avait donné 3 coeurs à chacun. Ça c'est le premier ami, ça c'est le deuxième ami, ça c'est le troisième et ça le quatrième ami. Est-ce que tu vois Laurie que t'as donné 3 coeurs à chacun mais c'était pas la consigne que je t'ai demandée. Toi t'as fait des paquets de 3. Tu as mesuré des paquets de 3. Mais moi je t'ai demandé de partager en 3. Qui pourrait venir le faire ? Viens ici Jessie. On regarde bien.* [Jessie partage les 12 coeurs entre 3 amis]. *C'est ça ? Est-ce qu'on le partage en 3 amis ?*
> Enfants : Oui.
> Élise : *C'est très bien. Combien chaque ami va recevoir de petits coeurs ? Daisy ?*
> Daisy : 4.
> Élise : *4, parfait !* (L1, p. 1).

Élise a donc amené les enfants à s'interroger sur la situation de partage. Son intervention était excellente parce que ce sont les élèves qui ont déterminé qu'il y avait une erreur et c'est l'un d'eux qui a expliqué pourquoi l'illustration était erronée. Élise a par la suite réinvesti cette erreur en illustrant la différence entre le partage et la mesure.

Par cet exemple, on peut voir, d'une part, qu'Élise considère l'erreur comme faisant partie intégrante du processus d'apprentissage et, d'autre part, qu'elle laisse de la place aux enfants en les amenant à réfléchir sur leurs procédures. Élise démontre d'ailleurs une certaine fierté lorsqu'elle travaille dans cette direction. En effet, lors du visionnement de la troisième leçon, après s'être vue intervenir d'une façon semblable à ce que nous venons de décrire, elle a formulé le commentaire suivant : «*Je trouve ça bon, le problème on l'a fait jusqu'au bout là. On l'a expliqué et je trouve que là, j'ai été* *plus lentement aussi. On a vraiment ... C'est tout venu des élèves. Moi, je n'ai pas dit grand chose. Je trouvais ça bien*» (Entrevue, I. 57).

Ce commentaire fait ressortir qu'il est important pour Élise de guider les élèves dans leurs apprentissages et de leur donner des pistes, mais sans plus. Elle veut que les enfants s'interrogent et que les réponses viennent d'eux. Par contre, Élise est consciente que ses interventions ne respectent pas toutes cette orientation. Par exemple, à la fin de la leçon 1, elle s'est trouvée un peu trop insistante auprès d'une élève qui présentait des difficultés : «*C'est comme si je veux la partir du bon pied mais il ne faut pas que j'y fasse à sa place !*» (Entrevue, I. 29).

Ainsi, si certaines situations tendent à démontrer qu'Élise implique les enfants dans leur processus d'apprentissage et qu'elle les aide à la construction de leurs connaissances, d'autres situations révèlent aussi qu'elle n'a pas parfaitement intégré cette approche dans son enseignement. En effet, à quelques reprises, on peut voir qu'elle adopte un rôle de maître un peu autoritaire, et conséquemment, qu'elle glisse vers une transmission directe de connaissances.

À titre d'exemple, reprenons la situation dans laquelle les enfants devaient faire le partage de 25 «X» entre 5 personnes. Après qu'un enfant ait illustré la division demandée au tableau, Élise a voulu montrer une façon plus simple de procéder : «*C'est correct comme ça mais il y avait une façon moins compliquée. C'était d'encercler chaque colonne qu'on voit ici. C'était plus facile de dire chaque colonne*» (L1, p. 2). Ainsi, Élise qui avait disposé les 25 «X» en 5 colonnes, a montré aux enfants qu'il était plus simple d'encercler chacune des colonnes.

Nous pensons que cette procédure «moins compliquée» qu'utilise Élise pour faire le partage dénature l'action même du partage. En effet, si on prend le manuel, il n'y a pas une seule situation dans laquelle l'enfant doit partager des objets déjà disposés en colonnes. Dans les exercices du manuel les enfants doivent plutôt faire leurs propres représentations et démontrer qu'ils connaissent une façon efficace de faire le partage. Élise ne devraient donc pas systématiquement leur montrer un truc. Les trucs que ceux-ci utilisent devraient plutôt être des moyens qu'ils découvrent eux-mêmes, à partir d'observations ou d'expériences.

Lors du visionnement de la deuxième leçon, suite à une situation dans laquelle les enfants devaient partager 18 jetons entre 3 amis, Élise a formulé le commentaire suivant qui montre, qu'avec du recul, elle est d'accord avec nos propos :

> *C'est tout le temps de la même façon. On dirait qu'ils sont tout le temps bien bien séparés. Il aurait peut-être fallu que je continue avec euh, les disperser, pour que les élèves viennent eux autres mêmes faire les sous-ensembles.* (...). *Mais c'est parce que je veux leur montrer une bonne méthode mais dans le fond, c'était à eux autres à la trouver.* (Entrevue, I. 33).

En dépit du fait que la présente situation repose sur un événement négatif, la suite comporte des éléments plutôt intéressants que l'on se doit de souligner. Premièrement, après avoir montré une façon «moins compliquée» de partager 25 «X» entre 5 personnes, Élise a demandé aux enfants s'ils connaissaient un moyen différent d'effectuer le partage d'un ensemble. De plus, comme le partage de 25 «X» semblait difficile pour eux, elle a adapté son exemple au niveau des élèves en leur demandant de trouver une façon de partager 6 becs entre 3 personnes. Ainsi, après avoir évalué le niveau de difficulté de ce qu'elle demandait aux enfants, Élise a rapidement modifié son enseignement.

Deuxièmement, après avoir disposé les 6 «X» en 3 colonnes de 2, un enfant a repris le raisonnement d'Élise et lui a dit qu'elle n'avait qu'à regarder les colonnes pour faire ses regroupements. À la réponse de cet élève, Élise s'est rendu compte que la disposition des «X» facilitait la résolution du problème. Elle a aussitôt ajouté ce qui suit : «*O.K., sauf que si ils sont mêlés, comme ça, s'ils sont distancés comme ça, comment tu vas t'y prendre ?*» (L1, p. 3). Dans l'action, Élise a réagit au commentaire de l'enfant et a changé la représentation des «X» en conséquence et a vraiment pu amener les enfants à trouver un moyen efficace d'effectuer leur partage.

Toute cette situation met en valeur que, même si Élise a commis des erreurs d'enseignement, elle a été capable de réflexion *dans* l'action et a su modifier son enseignement en fonction de la réaction des enfants. Cela nous réjouit parce que, comme le décrit cette analyse, plusieurs autres situations ont fait ressortir des difficultés d'Élise à ce niveau.

Élise est effectivement une future enseignante qui fait généralement preuve de peu de réflexion *dans* l'action. Nous avons remarqué que cette situation se produit habituellement lorsqu'elle est confrontée à un élément qui n'était pas prévu dans sa leçon. Par exemple, lors de la correction d'un numéro du manuel, un enfant a donné la bonne réponse au problème. Or, Élise ne voulait pas la réponse, elle voulait plutôt que les enfants lui fournissent une donnée nécessaire pour répondre au problème :

> Élise : *On va regarder le numéro 3. David, lis-moi ça.*
> Enfant : «Normand a 6 paquets égaux de bobines de fil. Il a 54 bobines en tout. Combien y a-t-il de bobines dans chaque paquet ?»
> Élise : *Alexandre, combien a-t-il acheté de bobines en tout ?*
> Enfant : 9.
> Élise : *Non, je ne te demande pas la réponse. Je te demande pour voir si t'as bien compris le problème. Avant de trouver la réponse, il*

> *faut que tu comprennes bien le problème. Combien a-t-il de bobines en tout ?* (L3, p. 1).

Comme on peut le constater, Élise n'avait pas prévu que les enfants trouvent la réponse si rapidement. Elle a alors continué comme elle avait planifié dans un premier temps, en ignorant ce que les enfants savaient déjà. À toutes les fois où une situation semblable s'est produite, Élise aurait eu avantage à adapter son enseignement aux propos des enfants, ce qui aurait certainement été plus bénéfique pour eux.

Pour conclure cette partie, plusieurs exemples nous montrent qu'Élise tend vers une approche didactique qui s'apparente plus à la construction des connaissances par l'enfant que de la transmission de connaissances aux enfants. Cependant, son manque d'expérience fait qu'elle ne travaille pas toujours en ce sens. En effet, lorsqu'elle commence un enseignement, elle laisse en général beaucoup de place aux enfants, les amène à se questionner et à réfléchir sur leurs démarches, adapte ses exemples à la compréhension des élèves, réinvestit les réponses obtenues, etc. Par contre, lorsque, par exemple, elle fait face à des contraintes de temps et que son enseignement ne va pas comme elle le souhaiterait, elle devient plus rigide, impose ses façons de fonctionner, veut amener les enfants à utiliser des trucs et enfin, démontre peu de réflexion *dans* l'action.

2.3.2 Utilisation de situations d'apprentissage concrètes

L'analyse des leçons montre qu'il manque un aspect essentiel dans l'enseignement d'Élise pour que les apprentissages des enfants soient vraiment significatifs : Élise ne place jamais les enfants en situation de résolution de problèmes. Les problèmes qu'elle propose ne sont en fait que des exercices dont les enfants se lassent rapidement. De plus, comme nous l'avons mentionné précédemment, lorsqu'Élise présente un problème un peu plus difficile, elle le reformule de façon à ce que les enfants sachent exactement comment le résoudre.

Cette démarche va tout à fait à l'encontre des orientations préconisées dans une approche par résolution de problèmes. Pourtant, dans la collection à laquelle Élise se réfère, les problèmes fournis présentent toujours un contexte et on n'indique pas la façon de faire à l'élève. À l'instar des promoteurs de la résolution de problèmes, les auteurs de la collection Tandem 3 indiquent que

> la caractéristique essentielle d'un problème stimulant est qu'il doit placer l'enfant, selon les termes de Piaget, en «déséquilibre». Un bon problème c'est en quelque sorte un «conflit cognitif». (...). Pour être stimulants, les problèmes proposés à l'enfant doivent être aussi variés que possible. Premièrement, on évite la monotonie, et on maintient la curiosité et la motivation de l'enfant (Tandem 3, guide pédagogique, p. 26).

Fort heureusement, cette façon peu stimulante de travailler a fait réagir Élise lors du visionnement des leçons. En effet, «*on a fait trois leçons et ce qu'ils font c'est tout le temps des paquets et là ils dessinent les petits jetons, ils prennent des petits jetons ... Il me semble que c'est tout le temps la même affaire. Peut-être que j'aurais pu faire d'autre chose*» (Entrevue, l. 45).

Les commentaires d'Élise indiquent qu'elle s'est rendu compte qu'il n'y a pas d'évolution tout au long de ses trois leçons. À la troisième leçon, elle a fait faire sensiblement la même chose aux enfants qu'à la première leçon. Ainsi, en plus d'avoir présenté des problèmes trop faciles aux enfants, ces derniers se ressemblent tous et n'offrent pas de défi pour les enfants. Malgré les difficultés d'Élise, encore une fois, nous devons souligner la capacité de réflexion *sur* l'action dont elle fait preuve. Bien qu'il soit regrettable que *dans* l'action elle ne se soit pas rendu compte du fait qu'elle n'utilisait pas des situations d'apprentissage concrètes, elle l'a reconnu après coup.

Dans la préparation de ses leçons, Élise avait également prévu faire résoudre des problèmes qui viennent des enfants. Cette façon de faire participer les élèves est intéressante parce qu'il s'agit d'un moyen de créer des situations d'apprentissage dans lesquelles les enfants jouent un rôle actif. Par contre, Élise n'avait pas envisagé que les problèmes proposés ne seraient pas toujours à son goût. En effet, comme l'avons précédemment évoqué, Élise tenait à ce que ses divisions arrivent juste. Or, les enfants, qui ne savaient pas à l'avance le résultat de leurs divisions, proposaient des problèmes dans lesquels il y avait toujours un reste. Pour pallier cette difficulté, Élise allait voir l'élève et s'entendait avec lui sur une division, ce qui devenait non seulement un peu lourd, mais alimentait inutilement la conception selon laquelle le résultat à une division doit être sans reste.

Pour éviter tout cela, ou Élise aurait dû accepter les problèmes avec reste et travailler avec le matériel apporté par les enfants, ou elle aurait dû prévoir un dispositif pour ne pas avoir à faire face à de telles difficultés. Élise est d'ailleurs d'accord sur ce point :

> Élise : *Je trouvais ça intéressant parce que tu sais, je faisais participer les élèves, je leur demandais des petits problèmes. Sauf que, tu vas voir, j'ai eu des petits problèmes parce que les élèves demandent 13 divisé en quelque chose et tu sais, ça marche plus ou moins là.*
> Intervieweure : Si c'était à recommencer ?
> Élise : *Peut-être que je m'arrangerais avec les élèves avant. Je leur demanderais «As-tu un petit problème à me proposer ? Écris-le et je vais te dire si c'est correct».* (Entrevue, I. 35).

Faire inventer des problèmes aux enfants a apporté une autre difficulté à laquelle Élise n'avait pas pensé. En effet, comme l'exemple suivant l'illustre, les enfants proposaient parfois des divisions qui n'en étaient pas vraiment. «J'ai 5 amis et chaque ami a chacun 12 fleurs que je veux partager égal». Dans l'action, au lieu de pousser plus loin le raisonnement de l'élève, Élise a tout simplement dit que ça ne fonctionnait pas parce que ça allait dépasser le nombre 24, le nombre maximal qu'ils s'étaient donnés pour ne pas que ce soit trop long à manipuler. Au visionnement, Élise s'est aperçue qu'il s'agissait d'une multiplication et non d'une division. Ainsi, encore une fois, on voit le manque de réflexion *dans* l'action dont Élise fait preuve.

Interrogée à ce sujet en entrevue, en plus de réagir, cette fois-ci correctement, sur la formulation du problème par l'enfant, Élise a fait une réflexion intéressante sur la tâche qu'elle demandait à ses élèves. «*Même nous autres comme futures profs, comme profs, on peut avoir de la difficulté à poser des bons problèmes*» (Entrevue, Q. E). Ainsi, elle s'est rendu compte qu'il n'est pas si facile de formuler un bon problème, surtout si l'on n'est pas préparé à le faire.

Pour clore sur ce point, même si Élise avait de bonnes intentions en amenant les enfants à travailler de façon concrète, imagée et symbolique, les situations qu'elle a utilisées comportent au moins deux lacunes importantes : elles n'étaient pas ancrées dans la réalité et ne présentaient pas de défi pour les enfants. Par conséquent, en plus de ne pas être stimulantes pour les élèves, ces situations ne les ont pas rejoints.

2.3.3 Interactions avec les pairs et l'enseignante

Enfin, par le biais du journal de bord, des leçons et de l'entrevue, nous avons pu voir qu'Élise favorise largement les interactions avec les enfants de la classe. Ainsi, lorsqu'elle enseigne en grand groupe, elle laisse une place importante aux enfants en les sollicitant constamment : enfants qui travaillent au tableau, explications données par un enfant, problèmes dictés par les enfants, etc.

Élise encourage également les interactions entre les enfants. Cette préoccupation se traduit par le fait qu'elle les amène fréquemment à vérifier leurs réponses entre eux, elle les fait travailler par deux et lorsqu'un enfant est au tableau et qu'il ne comprend pas, elle demande à cet enfant d'inviter un autre enfant pour l'aider. Lors du visionnement des leçons, par ses nombreux commentaires, nous avons pu constater qu'Élise est très satisfaite de cette démarche adoptée en classe. Ainsi, pour Élise, il semble que le processus de construction des connaissances prend place lorsque l'enfant est en action et en interaction avec les autres.

Deuxième étude de cas : Julie

Lors de l'expérimentation, Julie était sur le point de terminer son stage dans une classe de cinquième année. Pour répondre aux besoins de la présente étude, elle a préparé et dispensé une séquence d'enseignement de trois leçons portant principalement sur le volume.

1. Préparation de la leçon

1.1 Objectifs visés par les séances d'enseignement

Dans le journal de bord de Julie, on ne retrouve pas de façon explicite les objectifs qu'elle vise dans le cadre de sa séquence d'enseignement. Il faut donc les déduire à travers la préparation de ses leçons. Ces objectifs étant absents, il est évidemment impossible de se prononcer sur leur caractère observable et mesurable.

Ainsi, dans la première leçon, Julie a comme but de sensibiliser les jeunes à la notion de volume en travaillant les objectifs 23.1 et 23.3 du programme d'études de mathématique du ministère de l'Éducation (MEQ). En effet, elle veut que les enfants comparent «le volume d'un objet à un solide dont le volume est de 1 dm^3, de 1 cm^3 ou de 1 m^3 » (MEQ, Programme d'études, primaire, mathématique, p. 39) et qu'ils estiment et trouvent «le volume d'un objet en utilisant des cubes-unités de 1 cm^3 ou de 1 dm^3 » (*Ibid.*). À la deuxième leçon, en plus de l'objectif 23.3, elle vise les objectifs 16.1 et 16.2 du programme d'études de mathématique. Ces objectifs consistent en «nommer, identifier et décrire des solides» et «construire des solides au moyen d'autres solides» (*Ibid.*, p. 37). Enfin, dans la troisième leçon, elle reprend l'objectif 23.1 auquel elle ajoute l'objectif 23.4 qui est de «construire des solides dont le volume est de 1 dm^3 ou de 1 m^3 » (*Ibid.*, p. 39).

Les objectifs de Julie n'étaient pas annoncés, mais nous devons dire qu'il a été assez facile de les retrouver puisque, à part la mise en situation qu'elle a créée de toutes pièces, Julie a suivi à la lettre les pages proposées dans le guide pédagogique de la collection Mathématique au primaire 5. Absolument tout a été respecté : les activités, les exercices, les remarques pédagogiques des auteurs, etc. Les leçons ainsi élaborées étaient donc très cohérentes l'une par rapport à l'autre, dans le sens où il a été possible de voir une progression d'un objectif à l'autre.

Nous pensons que le manque d'assurance de Julie fait qu'elle a préféré ne pas déroger de ce qui était déjà prescrit, et ce, même si elle trouvait que certains des éléments proposés étaient plus ou moins appropriés. Par exemple, lors de l'entrevue, en plus de revenir longuement sur la validité du matériel utilisé — voir 1.6 Instrumentation didactique —, elle s'est interrogée sur la pertinence d'une des activités présentées : «*Après, ça ne se représente pas du tout. On ne le réutilise pas. C'est comme ... c'était dans le livre ça fait que je ne suis pas passée par-dessus*» (Entrevue, Q. 1). Dans le même esprit, les examens ont également guidé l'enseignement de Julie. En effet, après avoir questionné cette dernière sur le bien-fondé d'un élément d'enseignement, elle nous a répondu qu'il s'agissait d'une question du livre et qu'elle l'a faite parce qu'elle ne savait pas si ça allait être à l'examen.

De prime abord, cette façon de procéder aurait pu nous laisser croire à une absence de regard critique de la part de Julie, mais il n'en est aucunement question. En effet, elle est consciente d'utiliser des éléments pour lesquels elle est en désaccord, mais elle le fait quand même de peur d'oublier quelque chose ou encore de passer à côté d'un élément important. Pourtant, comme il sera possible de le constater, Julie se sous-estime et a beaucoup plus de potentiel qu'elle ne veut bien le croire.

1.2 Mise en situation

Pour introduire le contenu d'enseignement défini par les objectifs d'apprentissage, Julie a élaboré une mise en situation très concrète, basée sur la manipulation et la participation des enfants. Ainsi, elle a demandé au groupe de classer six boîtes, de celle qui contient le plus petit volume à celle qui contient le plus grand volume. Pour aider les enfants dans la construction de leurs connaissances, les boîtes ont été judicieusement choisies dans le but de susciter des questionnements et de provoquer des conflits cognitifs chez eux.

Par exemple, une des boîtes était un prisme rectangulaire très long et très étroit par rapport aux autres boîtes. Un enfant s'est alors laissé prendre par l'étroitesse de cette boîte et l'a classée comme étant celle qui avait le plus petit volume. Un second enfant a corrigé cette erreur, mais en invoquant les mauvaises raisons. En effet, pour ce dernier, le fait que la boîte soit très longue signifiait qu'elle avait le plus grand volume. À l'aide d'une démonstration très animée, Julie a alors démontré pour quelle raison cette boîte avait effectivement un volume supérieur à celui d'une autre boîte, qui avait la forme d'un cube.

> *Si on coupait notre boîte* [le prisme rectangulaire] *en 2 ici, si on regarde ça comme ça* [le 1/3 du prisme rectangulaire], *ça là, elle rentre combien de fois là-dedans tu penses* [dans le cube], *sur la largeur ?* Enfants : 4, 3. Julie : *1, 2. Ça veut dire que ça nous prendrait 2 moitiés de boîte. Si je coupais ma boîte là admettons, c'est comme si j'avais 1, 2. On a dit que la largeur était 2 fois à peu près, ça veut dire que ça ici* [les 2/3 du prisme rectangulaire], *ça représente à peu près le volume de ça* [le cube] *et on a encore ça d'extra* [le reste de la boîte]. *Vous comprenez ? Donc ce que Pierre-Luc dit, c'est que celle-là* [le prisme rectangulaire], *le volume est plus grand que elle* [le cube], *c'est aussi vrai mais ce n'est pas seulement le fait qu'elle est plus longue, c'est aussi se demander combien de fois on peut la rentrer là-dedans* [le cube]. *On peut la rentrer une fois, on peut la rentrer une autre fois et il nous reste encore un petit bout, ça fait que celle-là est effectivement plus grosse que ... Le volume est plus grand que celle-là. (...). Ça veut dire qu'on serait*

> *capable de mettre ben plus de gommes balloune dans celui-ci que dans celui-là* (L1, p. 3).

En entrevue, Julie nous a dit qu'elle était fière de son intervention parce qu'elle a amené les enfants à se questionner davantage. En effet, l'enfant interrogé avait la bonne réponse, mais ce n'était pas pour les bonnes raisons. Ce qui est intéressant dans l'intervention de Julie est de voir que, malgré le fait que certains enfants savaient déjà comment calculer le volume d'un prisme, elle n'a pas utilisé de mesures dans son explication. Ça aurait pourtant été facile de dire : «Vous voyez, cette boîte est plus grande parce que le volume que nous avons calculé pour cette boîte est plus grand», mais elle a préféré viser la compréhension des enfants plutôt que le simple recours à la bonne réponse.

Lors de cette mise en situation nous avons pu apprécier la capacité de réflexion *dans* l'action dont fait preuve Julie. En effet, la démonstration qu'elle a faite n'était pas prévue, mais elle a senti que les enfants en avaient besoin et elle a pris le temps de le faire. Cette mise en situation nous a également permis de constater que Julie est très proche des enfants et qu'elle sait utiliser un vocabulaire qui les rejoint. Par exemple, si on reprend la conclusion apportée à cette démonstration : «*Le volume est plus grand que celle-là. (...). Ça veut dire qu'on serait capable de mettre ben plus de gommes balloune dans celui-ci que dans celui-là*». Juste par cette phrase, Julie a été capable de ramener le volume à quelque chose de très concret pour les enfants.

1.3 Étapes du déroulement et durée prévue

Au contraire des objectifs visés par les séances d'enseignement, Julie a très bien décrit chacune des étapes du déroulement de ses trois leçons dans son journal de bord. Toutefois, la durée de ces étapes n'est pas précisée. Même si les étapes du déroulement des leçons sont bien énoncées, Julie a fait une erreur de planification qui aurait facilement pu être évitée. En effet, au visionnement de la première leçon, nous avons constaté qu'elle a eu le temps de travailler tout ce qu'elle avait planifié pour cette période, en plus des objectifs 16.1 et 16.2 qui étaient initialement prévus pour la leçon suivante.

Cette situation s'explique non pas par le fait que Julie n'ait pas pris soin d'indiquer la durée de chacune des étapes du déroulement mais plutôt parce qu'elle n'a évalué l'état des connaissances des enfants qu'au début de la première leçon. Par cette vérification tardive, elle s'est rendu compte que les enfants en savaient pas mal plus sur le volume qu'elle ne le pensait. Julie a donc dû réajuster sa planification en conséquence. Malgré tout, comme le montre l'extrait suivant, elle ne remet pas sa façon de procéder en question.

> *Ben moi j'aime ça le faire* [la vérification des connaissances des enfants], *parce que ça nous guide un peu. Surtout quand on est en stage, on sait pas trop trop si le professeur l'a déjà abordé. S'ils se souviennent, s'ils l'ont déjà vu l'année d'avant. On ne connaît pas les programmes par coeur ça fait que moi, ça m'aide à me situer* (Entrevue, I. 1).

Nous sommes d'accord avec ce qu'elle explique, en ce sens qu'il est toujours bien important de vérifier les connaissances des enfants avant d'entreprendre un enseignement, et ce, surtout lorsque l'on est stagiaire et que l'on travaille dans une classe à raison d'un seule journée par semaine depuis le début de l'année. Par contre, nous sommes en désaccord avec le moment choisi par Julie pour effectuer cette vérification, celle-ci devant plutôt être faite avant la planification des leçons afin de savoir quels objectifs devraient être fixés. Néanmoins, nous devons souligner qu'une étudiante qui effectue cette vérification tardivement est préférable à une autre qui ne fait pas de vérification du tout.

1.4 Objectivation

Bien que, dans la préparation de ses leçons, Julie ait prévu effectuer un retour à la fin de la troisième période, le visionnement des leçons nous a démontré que Julie n'amène jamais les enfants à objectiver leurs connaissances. En effet, comme elle l'a dit lors du visionnement de la troisième leçon :

> *Je me rends compte d'une chose, c'est que je n'objective jamais. Tu sais quand on prépare nos leçons de stage, on est supposé prévoir un temps pour objectiver à la fin de chaque période. «Qu'est-ce que t'as appris ?» Moi je ne fais jamais ça. Peut-être parce que je ne sais pas comment le faire. À la fin d'une période, c'est déjà arrivé que j'en ai fait là. «Qu'est-ce que t'as appris ?». Là on répétait tout ce qu'on avait vu au cours de l'heure qui avait précédé. Je ne voyais pas, moi je trouvais ça pas intéressant. Je me disais, bon, on répète encore. J'ai pas trouvé de façon intéressante de le faire.* (...). *Objectiver après chaque leçon ou chaque cours, je ne sais pas si c'est une faiblesse, je ne le sais pas si c'est un manque, je ne sais pas si c'est vraiment nécessaire, je ne sais pas comment le faire. Ça fait que je ne le fais pas* (Entrevue, I. 24).

Ainsi, si Julie ne fait pas d'objectivation de fin de période avec les enfants, c'est par choix et non par oubli. Lors du visionnement des leçons, elle a souligné qu'elle préfère les retours faits au début des cours aux objectivations parce que, selon elle, le décalage entre les deux leçons permet mieux de voir ce qui a été assimilé par les enfants. Pour notre part, que l'objectivation se fasse à la fin de la leçon ou au début de la leçon suivante importe peu, l'essentiel est de faire le point sur les apprentissages.

Le commentaire de Julie nous permet d'apprécier sa spontanéité et son authenticité. D'une part, elle ne fait pas d'objectivation et ne se gêne pas pour l'admettre même si, sans être en situation d'évaluation, elle sait que l'expérimentatrice fera l'analyse de son enseignement. D'autre part, alors qu'on ne lui pose même pas la question, elle avoue ne pas savoir comment rendre une objectivation intéressante pour les enfants. Ainsi, Julie se remet facilement en question et n'hésite pas à demander conseil à d'autres. Cette attitude d'ouverture a des retombées positives non seulement pour elle, parce qu'elle se remet constamment en question, mais aussi pour les enfants qui peuvent apprécier une enseignante qui n'a pas peur de faire des erreurs.

1.5 Évaluation des apprentissages

Dans l'ensemble des leçons, Julie n'a fait aucune évaluation pour vérifier la compréhension des enfants concernant la notion de volume. Malgré tout, elle pense que pour la plupart d'entre eux, les objectifs de départ sont atteints. Pour faire cette affirmation, Julie se base, d'une part, sur les exercices que les enfants faisaient individuellement et qu'elle corrigeait à mesure et, d'autre part, sur les résultats obtenus aux leçons de la semaine, dans lesquelles elle a repris plusieurs éléments qui ont été vus en classe durant les trois périodes.

Évidemment, nous ne pensons pas que ces leçons, qu'elle a données à la fin de la semaine, soient suffisantes pour faire le point sur la compréhension des enfants, puisqu'elles ne sont pas nécessairement faites de façon individuelle. Les résultats obtenus peuvent être un indicateur de la compréhension des enfants, mais sans plus. Ainsi, nous aurions aimé savoir comment, au terme des trois leçons, se débrouillaient les enfants avec la notion de volume.

1.6 Instrumentation didactique

Dans l'élaboration de ses leçons, Julie a principalement utilisé le matériel pédagogique de la collection Mathématique au primaire 5. Toutefois, comme elle trouvait que cette collection n'est pas adaptée pour les élèves les plus forts — «*Avec ce volume, nous travaillons les objectifs mais aucun exercice de consolidation ou d'enrichissement n'est proposé*» (JB, p. 5) —, elle a aussi élaboré des fiches complémentaires et a utilisé des activités d'enrichissement tirées d'autres collections.

Bien que Julie n'en ait pas fait mention de façon explicite dans la préparation de ses leçons, son enseignement démontre qu'elle mise beaucoup sur la manipulation : construction de solides à l'aide de cubes emboîtables ; manipulation de cubes pour travailler les notions de sommets, d'arêtes et de faces ; fabrication de 1 dm^3 et de 1 m^3. Julie tenait à manipuler, et ce, même si elle n'avait accès qu'à très peu de matériel. En effet, elle n'avait à sa disposition que tout juste assez de cubes emboîtables pour que les enfants travaillent en équipe de quatre. Pour les autres activités, elle a donc fabriqué des cubes de papier et s'est procuré le matériel nécessaire à la fabrication de 1 dm^3 et de 1 m^3.

À plus d'une reprise, dans son journal de bord et en entrevue, Julie a souligné l'inadéquation du matériel offert aux enfants. Ses réprobations visent évidemment la disponibilité du matériel didactique en classe, mais aussi les activités offertes dans la collection Mathématique au primaire 5.

Julie trouve en effet que certains exercices proposés aux enfants manquent de réalisme. Par exemple, on leur demande d'estimer la longueur, la hauteur et la largeur d'un camion-remorque. Julie n'a pas fait faire ce problème parce que, selon elle, il s'agit d'un élément trop abstrait pour un enfant de cinquième année. À l'opposé, Julie trouve qu'il y a trop d'exercices dont les réponses dépendent du vécu des élèves. Par exemple, ces derniers devaient estimer le volume d'un aquarium. Cette question a donné lieu à plusieurs réponses parce que, du petit bol de poissons rouges au gros aquarium que l'enfant a vu dans un commerce, un aquarium peut faire référence à beaucoup de choses pour l'enfant. Elle a fait le même commentaire en ce qui concerne l'estimation du volume d'une télévision portative :

> *Ma télévision a une poignée en arrière. Elle est donc portative. Mais eux autres, une télévision portative, c'est une petite T.V. pour mettre dans la cuisine admettons. Je trouve ça important qu'on le fasse, mais avec des objets qu'ils connaissent. Des choses qu'on a dans la classe, que tout le monde a la même idée de ce que ça peut être* (Entrevue, I. 27).

Nous trouvons aussi que certaines des activités de cette collection sont plus ou moins appropriées. L'édition que Julie a utilisée n'est d'ailleurs plus approuvée par le ministère de l'Éducation. Pour appuyer nos propos et ceux de Julie, nous présentons ici une des activités dispensées par Julie.

Cette activité se veut tout d'abord un moyen de «fixer ou de préciser davantage le vocabulaire relatif aux solides : face, sommet et arête» (Mathématique au primaire 5, guide pédagogique, p. 417). De façon à approfondir ces notions, qui avaient été vues quelques modules plus tôt, on a introduit Cubix, un cube constitué de 27 petits cubes. Dans cette activité, on appelle «cubes-sommets» les cubes sur lesquels on retrouve les sommets du Cubix, «cubes-arêtes» les cubes sur lesquels reposent les arêtes et enfin, «cubes-centres», les cubes situés au milieu de chacune des faces. Ainsi, le sommet par exemple n'est plus l'intersection de trois arêtes, mais plutôt le cube en entier sur lequel est situé le sommet.

Cette façon d'aborder les notions de sommet, d'arête et de face entraîne inévitablement des erreurs importantes tant chez les enfants que chez Julie. En effet, à la question «Cubix a combien de cubes-sommets ?», des enfants ont répondu 24. Ainsi, au lieu de compter les sommets, ils ont compté les faces sur chacun des cubes-sommets. Cette erreur n'est pas étonnante en soi lorsque l'on sait que l'on a insisté sur le fait que le cube-sommet possède trois faces. Cette même erreur a été reproduite par Julie et les enfants lorsque ces derniers devaient trouver le nombre de cubes que l'on peut voir sur Cubix.

D'autres erreurs ont également été provoquées par ce matériel. Par exemple, à la question «Qu'est-ce qu'un cube-arête ?», les enfants ont répondu qu'il s'agissait du cube compris entre deux cubes-sommets. Cette sur-symbolisation a donc eu comme effet d'éloigner les enfants de la compréhension de la notion d'arête qui aurait dû être définie comme étant le segment déterminé par la rencontre de deux faces. L'objectif de l'activité qui était de préciser davantage le vocabulaire relatif aux solides est par la même occasion raté !

En entrevue, nous avons interrogé Julie à savoir si Cubix peut vraiment aider les enfants à comprendre les notions visées. Elle a répondu par la négative en disant que «*c'était juste pour donner des mots à des affaires*» (Entrevue, Q. 2.1). En fait, elle ne savait pas à quoi cela servait. Pour notre part, nous pensons que cette façon de travailler les notions de sommets, d'arêtes et de faces ne peut qu'embrouiller les enfants, d'autant plus que cette activité n'est pas réinvestie ailleurs dans le manuel.

Ainsi, Julie a critiqué des éléments qu'on pourrait qualifier de techniques, sans vraiment s'en prendre au fond. Même si elle avait des questionnements sur la validité de certaines activités, elle les a poursuivies quand même parce que, comme nous l'avons dit plus haut, son manque d'assurance a fait qu'elle a préféré suivre les activités du manuel à la lettre. Toutefois, comme il sera possible de le constater au fil de cette analyse, nous pensons que si Julie n'a pas produit d'activités de son cru, c'est sans doute la marque d'une conscience professionnelle plutôt admirable qui lui a fait craindre le tort qu'une activité — qu'elle pensait lacunaire — aurait pu causer aux enfants.

Pour sa part, Julie associe le fait qu'elle ait quand même persévéré avec les activités présentées dans Mathématique au primaire 5 au manque de temps. En effet, «*Je suis certaine que si j'étais arrivée à mon maître-guide et que je lui avais dit que je voulais bâtir mon module avec les mêmes objectifs qu'ils donnent dans FLG, il me l'aurait probablement laissé faire, mais j'ai pas juste ça à faire !*» (Entrevue, Q. 1.3). Quoi qu'il en soit, nous sommes certaine que le regard critique que cette étudiante démontre fait que, si elle avait eu sa classe et quelques années d'expérience derrière elle, elle aurait probablement utilisé un autre moyen pour atteindre ses objectifs.

1.7 Approche pédagogique privilégiée

Tout comme pour les objectifs visés, la préparation des leçons n'a pas permis de connaître de façon explicite les approches pédagogiques privilégiées par Julie dans le cadre des trois leçons. En fait, elle a inscrit les approches préconisées pour seulement quatre exercices. C'est au visionnement de ces leçons que nous avons pu constater que Julie a su diversifier les approches pédagogiques choisies : enseignement en grand groupe, travail en équipe et travail individuel. De plus, lorsque Julie travaille en grand groupe avec les enfants ou lorsqu'elle les fait travailler en équipe, c'est souvent sur une base de résolution de problèmes. En effet, elle présente un problème aux élèves et ceux-ci le résolvent collectivement ou encore, ils le résolvent en équipe, puis comparent les réponses obtenues. C'est ce qui nous a amenée à constater que Julie accorde beaucoup de place aux enfants dans son enseignement.

Nous trouvons que Julie a bien réparti le temps accordé à chacune de ces approches. C'était diversifié, ça bougeait et les enfants n'avaient pas le temps de s'en lasser. Une seule ombre au tableau : lorsque les élèves travaillaient individuellement, ils allaient se faire corriger après chacun des numéros au bureau de Julie, ce qui occasionnait une longue file et une perte de temps inutile. Lors du visionnement des leçons, Julie a réagi à cette façon de procéder :

> *Tout le long de mon stage, j'ai essayé de trouver un système pour pas avoir de ligne d'attente à mon bureau, pis ça finit toujours que j'en ai une. Des fois je corrigeais un peu tout le monde ensemble, d'autres fois, équipe par équipe, mais là il y en a qui n'ont pas fini, il y en a qui niaisent, qui attendent pareil et qui se mettent à «placotter» et qui dérangent. Je n'ai jamais arrivé à trouver de quoi.* (...). *Moi quand j'explique à un élève, tu sais mon maître de stage me l'a reproché,* «Tu perds l'ensemble du groupe». *Je sais, mais moi je ne suis pas capable de me concentrer à un élève pis en avertir un autre qui «placotte». Quand je parle à un, je parle à lui. Mais moi, je n'avais pas un groupe difficile, qu'ils fassent leurs niaiseries, ça ne me dérangeait pas, de toute façon, ils attendaient pareil* (Entrevue, I. 23).

Julie est donc consciente de cette faiblesse, qu'elle essaie de corriger tant bien que mal. Encore une fois, nous désirons souligner la capacité de rétroaction dont fait preuve Julie. Celle-ci pose sans cesse un regard critique sur ses actions et c'est sans doute une de ses plus grandes qualités d'enseignante. En effet, même si elle commet des erreurs, elle sait les reconnaître et cherche à les corriger.

2. Situations d'enseignement / apprentissage

2.1 Connaissances mathématiques

L'analyse des trois leçons a démontré que Julie a une bonne maîtrise des connaissances qu'elle avait à enseigner dans le cadre des trois leçons. Le résultat au test diagnostique laissait d'ailleurs présager une certaine aisance à ce niveau.

Il existe toutefois une notion, la profondeur, qui apparaît moins claire pour Julie. En effet, au début de la première leçon, pour désigner les différentes dimensions d'un solide, Julie a introduit les notions de longueur, de largeur et de hauteur. Par la suite, elle a ajouté la notion de profondeur, en affirmant que cette dernière est équivalente à la hauteur. Un peu plus loin, un enfant lui a demandé si la profondeur et la largeur correspondent à la même mesure. Elle a alors répondu que ça dépend de la façon dont on regarde le solide. Devant l'insistance des enfants, Julie a fait le point avec eux : *«Ce qui est important est que tu regardes 3 choses* [Julie dessine un cube]. *Admettons que je dessine une boîte. Il y a 3 choses qu'il faut regarder quand on veut mesurer un volume. Ça* [en pointant la longueur], *ça* [en pointant la hauteur], *pis ça* [en pointant la largeur ou la profondeur]. *Ça, ça se trouve à être nos 3 mesures.»* (L1, p. 6). Ainsi, elle s'en est tirée sans même identifier ce qu'elle pointait. En entrevue, Julie nous a fait part de son désarroi face à cette situation :

> *Ça là, je le sais pas si j'étais correcte là. Profondeur, hauteur ... Ça quand je l'ai fait cette leçon-là, un moment donné, ils m'ont parlé de profondeur. Là je me disais, la profondeur, est-ce que ça correspond à la largeur, est-ce que ça correspond à la hauteur, je le savais pas. Là, je me rendais compte que je m'aventurais sur un terrain glissant parce que je ne savais pas trop si j'étais correcte ou pas* (Entrevue, I. 2).

Ressentant le besoin d'éclaircir cette situation, Julie s'est tournée vers un enseignant qui lui a dit de ne considérer que la longueur, la largeur et la hauteur. Au début de la deuxième leçon, elle a donc fait un retour sur cette situation en définissant ces trois termes à l'aide d'un cube dessiné au tableau. Dans son explication, Julie n'a pas parlé de la profondeur et n'a donc pas expliqué aux enfants d'où venait la confusion de la veille.

Malgré le fait que Julie ait habilement contourné le questionnement des enfants, nous tenons à souligner qu'elle n'a pas hésité à demander de l'aide à un enseignant qui, soit dit en passant, n'était pas son maître de stage. En effet, ce dernier étant absent, elle est allée vers l'autre professeur de cinquième année. Encore une fois, nous désirons souligner que ce comportement fait la force de Julie. Elle est capable d'avouer qu'elle ne sait pas tout et sait aller chercher l'information là où elle est.

En entrevue, nous avons tout de même voulu vérifier la compréhension de Julie concernant la notion de profondeur. Nous lui avons alors demandé à quoi réfère cette notion pour elle. Ne sachant trop quoi répondre, elle a commencé par dire à la blague qu'elle préférait ne pas en parler. Par la suite, en prenant divers exemples, conformément à ce qu'elle a mentionné aux enfants, elle nous a dit que ça dépend de la façon dont est placé le solide. En effet, «*la profondeur d'une piscine, on regarde la piscine comme ça* [de haut] *ce serait la hauteur. Si on regarde admettons un gymnase de 50 mètres de profond, ce serait la largeur, la longueur. Ça dépend de comment on regarde le solide*» (Entrevue, Q. 4.1).

En somme, cette réponse fait ressortir que dans le langage courant, l'utilisation des termes longueur, largeur, hauteur et profondeur diffère selon la situation. Ainsi, il est important de se rapporter au fait que toutes ces mesures sont avant tout des mesures de longueur. En effet, pour Baruk (1993),

> Les *mots* "longueur", "largeur", "hauteur", "profondeur", "épaisseur", qui, selon les cas, expriment des dimensions d'une figure de géométrie ou d'un objet que l'on assimile à un objet de la géométrie, allient description et quantité, mais renvoient tous à une même qualité de grandeur : c'est toujours "de la longueur" (p. 340).

L'exemple de la piscine est très intéressant. Lorsqu'il s'agit d'une piscine creusée, on utilise la profondeur pour décrire la hauteur de l'eau. Par contre, si cette même piscine est hors-terre, on parle non pas de la profondeur de la piscine, mais bien de sa hauteur et ce, pour décrire la même mesure. Si on prend maintenant exemple sur une garde-robe, on parlera de la largeur, de la profondeur et de la hauteur de la garde-robe. Où se trouve la longueur ? Dans cet exemple, cette mesure n'est pas nécessaire. Pourtant, si un enfant veut calculer le volume de la garde-robe, il devra utiliser la formule L x l x h, qui elle, fait intervenir la mesure de longueur. Ainsi, toutes ces situations, qui apportent un éclairage différent de la mesure de longueur, montrent que le questionnement de Julie était fondé.

Une autre difficulté de Julie est ressortie alors qu'elle voulait que les enfants prennent conscience qu'un cube de 3 x 3 x 3 contient un cube central, que l'on ne voit pas. Malgré les explications apportées, certains enfants ne comprenaient pas ce que Julie avançait. Pour les aider, cette dernière a alors défait un cube fabriqué à partir de cubes emboîtables puis les enfants ont pu découvrir le cube du milieu.

Si l'intention de Julie de défaire un cube afin de démontrer qu'il y avait bien un cube au centre était bonne, cette démonstration n'a pas eu que des effets positifs. En effet, Julie ayant mis l'accent sur ce petit cube, les enfants ont compris qu'il y a un cube central dans *tous* les cubes. Lors du retour qui a eu lieu au début de la troisième leçon, un enfant a même dit «*Je ne pensais pas que dans le petit cube il y en avait un au centre qu'on ne voit pas*» (L3, p. 1). Le problème est que Julie elle-même pensait qu'il en était ainsi. En effet, suite à l'affirmation de l'enfant, Julie a renchéri en disant : «*Le vingt-septième au milieu, on le voit pas mais il est là*» (*Ibid.*).

Cette dernière affirmation nous a fait douter de la compréhension de Julie. Nous lui avons donc demandé à quoi sert de savoir qu'il y a un cube central dans un cube fabriqué à partir de petits cubes. Elle nous a répondu qu'il s'agissait d'une question du livre et qu'elle l'a faite parce qu'elle ne savait pas si ça allait être à l'examen. N'étant évidemment pas satisfaite de cette réponse, nous lui avons demandé si elle aurait pu amener les enfants à faire la même constatation avec un cube de 2 x 2 x 2. C'est seulement à ce moment qu'elle s'est rendu compte que ce ne sont pas tous les cubes qui comprennent un cube central. Évidemment, si Julie avait fait cette prise de conscience avant la leçon, nous ne pensons pas qu'elle aurait accordé tant d'importance à cette activité.

Comme nous l'avons mentionné au début de cette analyse, le manque d'assurance de Julie fait qu'elle suit à la lettre le manuel de l'élève et le guide pédagogique. Cette façon de fonctionner est correcte dans la mesure où elle prend le temps de réfléchir à ce qu'elle fait avant de le faire. Par contre, la présente situation montre qu'elle ne s'était pas arrêtée au problème avant de le présenter aux enfants, ce qui a occasionné les conséquences que nous connaissons. Malgré tout, nous ne voulons pas être trop sévère envers Julie puisque dans le cadre de ses trois leçons, elle a su démontrer une très grande capacité de réflexion *dans* l'action, *sur* l'action et, par le regard critique qu'elle a eu face au matériel utilisé, nous dirions même *avant* l'action.

2.2 Transposition des connaissances mathématiques en enseignement

Tout comme pour la maîtrise des connaissances mathématiques à enseigner, Julie a très bien performé en ce qui concerne la transposition de ses connaissances mathématiques en enseignement. Par exemple, à deux reprises dans l'enseignement du volume, elle a établi un lien essentiel avec ce qui avait été abordé antérieurement avec les enfants. Ainsi, lorsqu'elle a expliqué pourquoi la mesure de volume est au cube, elle a fait référence aux mesures d'aire et de longueur.

> Julie : *Quand on avait l'aire, on avait* [elle écrit au tableau] *: L x l = cm². On avait 2 mesures. Si je mesure la longueur du tableau, une longueur est-ce qu'on a des cubes, des carrés ? Ça va être quoi si je mesure la longueur du tableau, si je veux savoir comment c'est long le tableau de là à l'autre bout.*
> Enfants : Centimètres.
> Julie : *Ça va être des centimètres tout court parce que c'est seulement une mesure. (...). Tandis que lorsqu'on parle de l'aire, ça nous prend 2 mesures pour trouver l'aire et quand on parle du cube, du volume, ça nous prend 3 mesures pour venir à bout de notre volume* (L1, p. 1).

Lors du visionnement de ce passage, Julie a souligné qu'elle trouvait cela bien d'avoir établi une relation avec ce qui avait été vu précédemment en classe. Par contre, à un autre moment, elle nous a dit qu'elle n'a peut-être pas assez poussé ce lien. Effectivement, avec du recul, elle a pu constater que les enfants mélangeaient le périmètre, l'aire et le volume. Donc, si c'était à recommencer, elle exploiterait davantage cette relation et ce, en insistant sur la différence existant entre chacun d'entre eux. Nous partageons le commentaire de Julie et, comme elle, nous pensons que même s'il est déjà très bien qu'elle ait pensé à établir un lien avec l'aire et la longueur, ce lien aurait pu être exploité davantage.

Cette faiblesse nous a fait douter de la compréhension de Julie quant à la provenance des exposants dans les mesures d'aire et de volume. Nous lui avons donc posé une question à ce sujet en entrevue. En plus de constater la bonne compréhension de Julie, la réponse apportée nous a permis une fois de plus d'apprécier son authenticité. En effet, celle-ci nous a expliqué qu'avant d'enseigner l'aire, elle ne savait pas pourquoi les mesures d'aire étaient au carré. Pour se préparer à répondre adéquatement aux questions des enfants — «*Parce que veux, veux pas, les enfants* *nous la posent tout le temps cette question-là*» (Entrevue, Q. A) — elle s'est donc renseignée auprès d'un enseignant. Ainsi, pour donner un bon enseignement, Julie a mis son orgueil de côté et a demandé conseil à un enseignant d'expérience.

La démarche de Julie est impressionnante. En effet, elle est capable de prendre du recul et de reconnaître qu'elle ne maîtrise pas tout. À partir de ce moment, elle prend les moyens nécessaires pour pallier ses difficultés. Une telle démarche est très intéressante dans une étude comme la nôtre puisque nous savons que Julie ne porte pas de masque, qu'elle se montre telle qu'elle est, sans crainte de se faire juger.

Dans son enseignement, Julie a aussi établi un lien important entre le calcul du volume et la commutativité de la multiplication. En effet, comme il sera possible de le constater au point 2.3 dans lequel nous parlerons de l'approche didactique de Julie, à partir du questionnement des enfants, celle-ci a brillamment illustré la commutativité de la multiplication.

Dans l'ensemble des trois leçons, nous avons toutefois relevé une situation qui dénote une difficulté chez Julie à transposer adéquatement ses connaissances en situation d'enseignement. Cette situation concerne l'estimation. Les enfants devaient estimer le nombre de cubes nécessaires à la construction d'un robot illustré dans leur manuel. Ils avaient le choix entre 60, 70, 80, 90 et 100. En guise de réponse, les enfants ont donné les nombres suivants : 94, 85, 80, 93, 83, 75 et 76. Évidemment, ceux-ci n'ont pas fait d'estimation, mais ont plutôt procédé par comptage. Malgré tout, Julie n'est pas intervenue et a accepté les réponses telles quelles.

Nous avons d'abord pensé que si Julie n'a pas amené les enfants à estimer c'est parce qu'elle ne savait pas comment procéder. Par contre, en la questionnant à ce sujet, nous avons découvert que c'est par choix qu'elle n'a pas utilisé l'estimation. En effet, elle nous a expliqué qu'elle n'est pas convaincue de la pertinence de cette approche, surtout lorsqu'il n'est pas question d'argent. Ainsi, elle ne demande pas aux enfants de la mettre en application. De plus, comme elle pense que cette notion ne se retrouvera pas à un examen, elle a encore plus de raisons de ne pas en tenir compte. Un tel discours de la part de Julie est assez étonnant puisque dans les trois leçons de même qu'en entrevue, elle a toujours démontré qu'elle préfère suivre le manuel à la lettre, de peur d'escamoter une notion et d'en faire subir les conséquences aux enfants par la suite.

Nous sommes évidemment en désaccord avec la façon d'agir de Julie. D'une part, en n'expliquant pas son raisonnement aux enfants, elle a pu les induire en erreur. En effet, ceux-ci ont peut-être pensé que les réponses apportées à la question représentaient de bonnes estimations. D'autre part, le choix de Julie va directement à l'encontre d'un des objectifs visés par la leçon qui consiste à «estimer et trouver le volume d'un objet en utilisant des cubes-unités de 1 cm^3 ou de 1 dm^3» (MEQ, Programme d'études, primaire, mathématique, p. 39). Par surcroît, dans le programme de cinquième année, on peut compter quatre objectifs terminaux qui concernent l'estimation, de même que six objectifs intermédiaires qui s'y rapportent. Passer à côté de cet objectif sous prétexte qu'on n'en voit pas l'utilité est donc une erreur importante.

2.3 Approche didactique

2.3.1 Construction des connaissances / Acquisition de connaissances

L'étude des trois leçons nous montre que Julie ne sait pas toujours mettre en place les conditions nécessaires afin que les enfants puissent construire eux-mêmes leurs connaissances mathématiques à partir de diverses expériences. Ainsi, l'affirmation qu'elle a faite dans le test diagnostique, à l'effet que l'enseignement qu'elle fournira aux enfants ne sera pas «*entièrement celui de la découverte*» (p. 9), s'est avérée exacte.

La situation suivante illustre bien ce que nous avançons. À la deuxième leçon, les enfants devaient déterminer s'il est possible de fabriquer un gros cube à partir de quatre petits cubes. Après avoir obtenu quelques réponses incertaines, Julie a tout de suite voulu aider les enfants en leur faisant prendre conscience que les trois mesures de longueur du cube sont identiques et que, par conséquent, il est impossible de faire un cube à partir de quatre cubes.

Julie a donc essayé de transmettre un truc aux enfants. Par contre, pour intégrer ce truc, il aurait fallu que dans un premier temps, ils saisissent des aspects plus élémentaires comme, par exemple, à partir de manipulations, découvrir par eux-mêmes qu'il est impossible de construire un cube avec quatre cubes. La démonstration de Julie étant donc un peu prématurée, les enfants n'ont pas tous compris où elle voulait en venir.

De plus, le fait d'avoir insisté sur ces mesures a généré plusieurs erreurs. Par exemple, un enfant a dit qu'avec 36 cubes, il pouvait fabriquer un cube de 12 de longueur, 12 de largeur et 12 de hauteur. Ainsi, il a retenu que ça prenait trois mesures identiques, mais n'a pas pris en compte la bonne opération qu'on doit faire avec ces mesures. Au visionnement de ce passage, un peu découragée de la tournure des événements, Julie nous a dit que cette erreur s'est produite chez la moitié des enfants dans les leçons de la semaine. Il s'agit là d'une erreur intéressante de la part des élèves. Ceux-ci ont retenu une seule des variables, c'est-à-dire les trois mesures identiques. Par contre, ils ont oublié la relation multiplicative et ont plutôt appliqué la relation additive pour trouver les trois mesures.

En entrevue, nous avons demandé à Julie ce qu'elle aurait pu faire pour que les enfants trouvent eux-mêmes la solution au problème. La réponse apportée nous montre que, si elle avait la chance de se reprendre, elle ferait manipuler les enfants. Par contre, cette manipulation serait aussi dirigée vers les mesures de longueur du cube.

> *Premièrement je me suis peut-être pas assez attardée, je trouvais peut-être que ça faisait assez longtemps qu'on parlait de ça. Finalement j'ai donné le truc. Mais pour qu'ils le découvrent eux-mêmes, j'aurais pu prendre du matériel, faire un cube, je ne sais pas là. (...). J'aurais pu leur donner un nombre de petits cubes qui faisait un cube, comme 8, un autre 9. On aurait pu faire plusieurs petits cubes et le mettre dans notre formule. Comme admettons, j'ai 2 de large, 2 de long et 2 de haut. Toi ? 3 de large, 3 de long, 3 de haut. Et là on aurait pu y aller comme ça et voir qu'est-ce qu'ils ont en commun tous nos cubes ? Ils ont 3 fois le même chiffre.* (Entrevue, Q. 5).

Cette situation montre que Julie n'a pas été capable de se détacher de la procédure plus avancée — c'est-à-dire, extraire la racine cubique —, pour aider les enfants. Ce qui est intéressant est que cette procédure est tellement ancrée que, même avec du matériel, elle essaie de la reproduire. La réponse apportée à une question du test diagnostique confirme d'ailleurs cette observation :

> *Il y a encore certaines notions que je maîtrise moins bien et c'est insécurisant. De plus, tous les trucs que j'ai appris au primaire et au secondaire sont pour moi tellement machinaux que j'ai de la difficulté à expliquer pourquoi ... Cependant j'aime bien faire*

> *manipuler et je suis consciente que j'ai du chemin à faire* (Test diagnostique, p. 9).

Fort heureusement, Julie n'adopte pas toujours cette façon de procéder. En fait, lorsqu'elle comprend bien le rationnel à la base d'une notion, l'enseignement qui en découle est totalement différent : elle sait alors décortiquer cette notion afin d'en graduer les difficultés et se voit ainsi mieux outillée pour aider les enfants. Par contre, si l'enseignement qui s'ensuit est alors basé sur la *compréhension*, celui-ci s'appuie rarement sur la *construction des connaissances* par l'enfant.

Prenons en exemple ce que nous avons appelé *le processus de pensée à voix haute* auquel Julie a souvent recours lorsqu'elle se sent en pleine maîtrise de la situation. Dans ces moments, quand les enfants émettent des questionnements, elle se met à leur place et verbalise sa propre démarche de résolution de problème pour les aider. Ainsi, au lieu de les orienter dans leur démarche de résolution de problème, elle effectue le problème à leur place. L'insécurité de Julie l'amène donc à vouloir expliquer comment faire aux enfants avant de les laisser réfléchir. C'est un peu comme si elle leur faisait un résumé de ce qu'ils auraient dû penser, de façon à s'assurer qu'ils partent tous du bon pied.

Par exemple, lorsqu'une élève a demandé à Julie s'il est possible d'inverser les mesures dans le calcul du volume d'un prisme, plutôt que d'amener les élèves à résoudre ce problème, elle leur a démontré comment elle procède lorsqu'elle a une interrogation de ce genre. Puis, elle a dessiné un prisme rectangulaire de 8 cm de longueur, 4 cm de largeur et 2 cm de hauteur et a fait différents calculs pour démontrer que, malgré que les mesures soient inversées, les multiplications donnent le même résultat.

Nous reconnaissons que Julie aurait tout simplement pu répondre à l'enfant par l'affirmative et passer à autre chose. Toutefois, si la solution était venue des enfants, l'apprentissage engendré aurait été plus bénéfique pour eux. Justement, suite à la démonstration de Julie, un enfant ne comprenait toujours pas. Julie a alors été très explicite en prenant deux boîtes de papiers mouchoir et en démontrant que, peu importe la façon dont on place la boîte dans l'espace, le volume reste le même.

> *Si je te montre ces 2 boîtes de Kleenex-là et que je te les présente de même* [une à plat et l'autre debout]. *Le volume sera le même. Que je les place n'importe comment, le volume reste le même. Tu vas voir que quand tu vas prendre tes mesures, que tu fasses «ça x ça x ça» ou «ça x ça x ça» ou «ça x ça x ça», ça va être toujours les 3 mêmes mesures que tu vas prendre. Toujours, toujours. Le volume va rester le même* (L2, p. 1).

Lors du visionnement de ce passage, Julie s'est arrêtée pour nous dire qu'elle trouvait que l'intervention qu'elle venait de faire était très appropriée parce qu'elle s'est rendu compte que, pour les enfants, il s'agit d'une notion qui n'est pas évidente à comprendre. En effet, même si en cinquième année les enfants ont généralement saisi que le volume d'un solide est invariant quelle que soit son orientation spatiale, ils se laissent parfois berner par leur perception visuelle.

Bien que cette situation ne soit pas parfaite, nous tenons à souligner la capacité de réflexion *dans* l'action dont Julie a su faire preuve dans le cadre de cet enseignement. D'une part, elle a pu répondre à une question qu'elle n'avait pas prévue dans le cadre de son enseignement. D'autre part, elle a été capable d'adapter son enseignement au niveau des enfants qui ne comprenaient pas ses explications en délaissant le matériel didactique habituel pour utiliser des objets de la vie courante : des boîtes de papiers mouchoir.

Julie a souvent recours à du matériel concret pour favoriser la compréhension des enfants et l'exemple suivant illustre cette démarche qu'elle privilégie. Toujours dans l'étude du volume, pour que les enfants prennent conscience de la grosseur d'un mètre cube, Julie leur en a fait construire un. Cette idée étant déjà proposée dans le manuel de l'élève, elle ne vient pas de Julie. Par contre, celle-ci n'était pas obligée d'entamer cette construction, d'autant plus que le matériel nécessaire n'était pas disponible à l'école. Par contre, comme elle tenait à son projet, elle a fait l'achat du matériel nécessaire et a entrepris la construction avec ses élèves. Malgré une petite erreur de planification — Julie n'avait que huit baguettes —, l'activité s'est très bien déroulée et les enfants ont pu saisir à quoi fait référence un mètre cube. Par la suite, elle a construit un décimètre cube avec les enfants et ceux-ci ont pu constater la différence entre un mètre cube et un décimètre cube.

Après ces constructions, Julie a fait différentes activités dans le but d'aider les enfants à comparer des volumes qui n'ont pas la même unité de mesure. Sans parler en ces termes, Julie voulait en quelque sorte prévenir le conflit cognitif qui peut être engendré par la comparaison de nombres qui n'ont pas la même unité de mesure.

> *Ça là, tout ce qu'on avait fait là, après ça dans nos exercices pour classer des mesures en ordre croissant et en ordre décroissant, mais ils ont pas tous la même unité de mesure. Admettons que j'ai 1 m^3 avec 1 050 dm^3. C'est là que c'était important, c'était de voir que dans 1 m^3, il y a 1 000 dm^3. Eux autres ce qui arrivait c'est que ben souvent, ils se fiaient aux premiers chiffres. S'il y avait 1050, c'est ben plus grand que 28, mais là on ne parlait pas de la même affaire là. Moi je faisais tout ça pour leur démontrer que dans un m^3 il y a tant de dm^3, il y a tant de cm^3. Après ça, c'est quand on va arriver pour classer nos mesures en ordre croissant, ils vont voir l'importance de l'unité* (Entrevue, I. 30).

Ainsi, même si Julie n'est pas toujours en mesure d'offrir un enseignement de la découverte, l'utilisation de matériel semble être pour elle un moyen privilégié pour rendre les apprentissages des enfants plus significatifs.

Nous ne pourrions terminer cette partie sur l'approche didactique de Julie sans faire ressortir que cette dernière amène souvent les enfants à se remettre en question. En fait, lorsqu'elle se sent à l'aise avec ce qu'elle enseigne, les bonnes réponses ne lui suffisent pas. Elle veut savoir comment les enfants ont procédé pour arriver à tel ou tel résultat. Pour illustrer ce que nous avançons, nous n'avons qu'à rappeler la mise en situation dans laquelle les enfants devaient placer six boîtes en ordre croissant par rapport à leur volume.

Dans une autre situation, les élèves devaient trouver le nombre de cubes constituant chacune des parties d'un robot illustré dans leur manuel. Concernant la tête du robot, un enfant a dit qu'elle était faite de 27 cubes. Même si la réponse était la bonne, Julie lui a alors demandé comment elle avait fait pour arriver à ce nombre. L'enfant lui a alors longuement expliqué qu'elle avait utilisé 3 plaques de 9 cubes. Par la suite, Julie a repris l'explication de l'enfant pour en faire profiter le reste de la classe. Durant le visionnement de ce passage, Julie s'est arrêtée pour souligner qu'elle trouvait qu'elle avait fait une bonne intervention parce qu'en plus de vérifier la compréhension de l'enfant, cette intervention a pu aider les enfants dans le calcul du volume de solides décomposables.

Toutes les situations que nous avons fait ressortir dans cette dernière partie ont un point en commun : même si Julie est très explicite, qu'elle n'hésite pas à utiliser du matériel, à faire des démonstrations de toutes sortes et à questionner les enfants, ses interventions ont souvent comme but de leur fournir une méthode ou de les préparer à un exercice qu'ils devront faire ultérieurement. Ainsi, son insécurité la pousse à toujours vouloir montrer aux enfants comment procéder, comme si elle avait peur qu'ils n'arrivent pas à comprendre une notion dont elle a la charge. C'est d'ailleurs peut-être ce dernier point qui expliquerait le fait que son enseignement est si souvent dicté par les examens.

Cette façon de procéder ressort également lorsque Julie donne des exercices à faire aux enfants. Avant qu'ils ne commencent leur travail, elle explique chacune des questions en donnant des pistes de réponse. L'entrevue a démontré que Julie n'est pas prête à délaisser cette méthode qui lui évite *«d'avoir 10 élèves qui viennent me poser 2 fois la même question»* (Entrevue, l. 22). Si ce commentaire illustre combien Julie veut souvent diriger les enfants en leur fournissant LA façon de procéder, l'analyse a heureusement démontré que cette future enseignante a à coeur leur compréhension.

2.3.2 Utilisation de situations d'apprentissage concrètes

Comme nous avons pu le constater tout au long de cette analyse, Julie utilise beaucoup de situations d'apprentissage concrètes dans lesquelles l'enfant joue un rôle actif : classement de boîtes par ordre croissant de volume ; utilisation de boîtes de papier mouchoirs pour illustrer l'invariance des volumes dans l'espace ; fabrication d'un mètre cube et d'un décimètre cube, etc. Julie est donc consciente du fait que les enfants ont plus de chance de comprendre une notion s'ils peuvent appuyer cette notion sur des éléments signifiants pour eux. Ainsi, l'enseignement de Julie s'appuie souvent sur les connaissances des enfants. De plus, étant très sensible à l'importance d'utiliser des situations ancrées dans la réalité, Julie a même vivement critiqué le matériel pédagogique avec lequel elle travaillait en dénonçant le manque de réalisme des activités qu'il propose.

2.3.3 Interactions avec les pairs et l'enseignante

Lorsque Julie fait une activité, elle n'hésite pas à mettre les élèves à contribution. Elle les invite à intervenir et favorise les interactions entre eux et avec elle. Par exemple, dans la mise en situation, pendant qu'un enfant faisait le classement de boîtes en ordre croissant de volume, les autres enfants surveillaient attentivement l'exactitude du résultat ; lors de la fabrication du mètre cube, c'est une équipe d'entrepreneurs composée d'élèves qui ont élaboré la construction.

De façon plus générale, lorsque Julie fait la correction d'une activité, les enfants interviennent, donnent leur avis, viennent devant la classe. Bref, ça bouge beaucoup. Au visionnement de la troisième leçon, alors que les enfants construisaient leur mètre cube, Julie a formulé un commentaire qui laisse croire qu'elle ne pourrait concevoir son enseignement autrement :

> *Tu sais comme là ça «placotte» gros, mais moi j'aime ça quand ça «placotte», quand ça interagit, que ça fait des petits commentaires. Tant que ça reste là, c'est correct, tu sais, il y en a un qui dit* «une table», *l'autre se lève et dit* «mais non, elle est bien trop haute la table». *C'est sûr que bâtir ça, avec de la plasticine, des morceaux de bois, ils trouvaient ça ben ... le climat était comme énervé mais je voulais juste le mentionner* (Entrevue, I. 28).

Enfin, Julie voue une grande importance à l'écoute des élèves, ce qui fait qu'elle tente constamment de s'ajuster à eux : «*Les enfants sont souvent nos meilleurs guides. Nous devons maîtriser notre matière et être attentives à leurs expressions faciales, à leurs questions, etc.*» (JB, p. 5). Évidemment, la capacité de réflexion *dans* l'action dont fait preuve Julie favorise grandement cette attitude d'écoute. Toutefois, nous avons pu constater que lorsque Julie ne se sent pas en plein contrôle de la situation, son écoute est moins grande. Julie est consciente de cette difficulté et ses commentaires démontrent qu'elle essaie de s'améliorer. Pour notre part, nous sommes plus rassurée de voir une future enseignante qui est consciente du chemin qu'elle a à parcourir qu'une autre qui ne sait pas se remettre en question ou qui ne perçoit même pas les améliorations à apporter.

Troisième étude de cas : Isabelle

Au moment de l'expérimentation, Isabelle était stagiaire dans une classe d'enfants de sixième année. Pour se conformer aux exigences de notre étude, elle a abordé les notions de polygones, de polyèdres et de plan cartésien avec eux.

1. Préparation de la leçon

1.1 Objectifs visés par les séances d'enseignement

Dans la préparation de ses leçons, Isabelle a élaboré le contenu présenté selon trois parties distinctes qui représentent les trois notions qu'elle veut travailler avec les enfants. Si elle a choisi d'aborder trois notions différentes en autant de leçons, c'est parce qu'elle a suivi les activités présentées dans le manuel de l'élève de la collection Espace Mathématique 6, qui propose une structure permettant «une approche «en spirale» des objets d'apprentissage, ce qui signifie que la totalité du contenu d'un scénario se retrouve réinvesti dans plusieurs autres» (Espace Mathématique 6, guide pédagogique, p. XVII) et, par conséquent, que plus d'une notion mathématique est abordée dans un scénario d'apprentissage.

À l'intérieur de son journal de bord, Isabelle énonce clairement les objectifs d'apprentissage de la première partie, dans laquelle elle veut faire «*vivre des situations permettant de classifier des polygones selon certaines propriétés (régulier)*» de même que faire «*classifier des solides selon certaines propriétés (régulier)*» (JB, p. 1). Par ces objectifs, elle souhaite ainsi que les enfants puissent distinguer les polygones et les polyèdres réguliers des polygones et des polyèdres non réguliers. Dans le cadre de la deuxième partie, Isabelle poursuit également un objectif concernant les solides. Elle veut en effet que les enfants puissent vivre «*des situations permettant de classifier des solides selon certaines propriétés (faces, sommets et arêtes)*» (JB, p. 4). Enfin, dans la troisième partie, elle désire aborder le plan cartésien en élaborant et en appliquant des «*démarches permettant de résoudre des problèmes reliés aux relations spatiales*» (*Ibid.*).

Pour formuler les objectifs de chacune des parties, Isabelle s'est basée sur la classification des objectifs que l'on retrouve dans le guide pédagogique de la collection Espace Mathématique 6, qui ne correspond pas tout à fait à la classification des objectifs du ministère de l'Éducation (MEQ). Les objectifs ainsi formulés sont plus ou moins précis parce que, en comparaison avec les objectifs du MEQ, certains d'entre eux réfèrent à des objectifs terminaux. En effet, d'une part, l'objectif de la première partie qui consiste à faire «*vivre des situations permettant de classifier des polygones selon certaines propriétés (régulier)*» correspond à l'objectif terminal 17 du programme d'études de mathématiques du MEQ. D'autre part, l'objectif de la troisième partie qui vise à élaborer et appliquer des «*démarches permettant de résoudre des problèmes reliés aux relations spatiales*» concorde avec l'objectif terminal 15. Les objectifs étant plus larges, les résultats attendus sont donc plus ou moins observables et mesurables.

Dans le cas des deux autres objectifs visés, bien qu'ils fassent tous deux référence à un objectif intermédiaire du MEQ, ils ne sont pas assez précis par rapport à ce qu'Isabelle veut faire faire aux enfants. Par exemple, par le biais de l'objectif traitant de la classification de solides, Isabelle veut entre autres travailler la relation d'Euler. Pour être plus précise, elle aurait donc dû formuler un objectif concernant la relation qui existe entre les faces, les sommets et les arêtes d'un solide. Ainsi, comme pour les autres objectifs, les résultats attendus sont plus ou moins observables et mesurables.

Même si le visionnement des leçons nous a permis de constater que ces dernières sont tout à fait conformes à ce qui avait été annoncé, il reste que les leçons manquent de cohérence l'une par rapport à l'autre. En effet, Isabelle a choisi de travailler deux des trois parties de façon parallèle. Ainsi, à la deuxième leçon, après avoir introduit la relation d'Euler, avant même de laisser les enfants explorer la relation existant entre les faces, les arêtes et les sommets d'un solide, elle a présenté le plan cartésien. Par la suite, sans que les enfants puissent mettre en application les différentes notions reliées au plan cartésien, elle est revenue aux exercices sur la relation d'Euler, puis enfin, à ceux reliés au plan cartésien.

Bien que l'approche en spirale prévoit que plusieurs notions soient abordées dans un même scénario d'apprentissage, nous ne pensons pas que cette approche demande que l'enseignante ou l'enseignant passe d'un contenu à un autre sans même s'assurer de la compréhension des enfants.

1.2 Mise en situation

Étant donné que dans le cadre de ses leçons Isabelle a travaillé trois contenus différents, elle a prévu trois mises en situation dans lesquelles, pour suivre le thème du scénario d'apprentissage sur lequel elle travaillait, elle a intégré des personnages de l'histoire des mathématiques. En effet, le thème 6 de la collection Espace Mathématique 6 étant «Pour l'amour de la mathématique», l'auteur propose aux enseignantes et aux enseignants de faire connaître certains grands mathématiciens aux enfants. À cet effet, on peut trouver dans le guide pédagogique une dizaine de pages sur l'histoire des mathématiques à travers lesquelles différents mathématiciens sont présentés : Pythagore, Platon, Ératosthène, Archimède, Descartes, Euler, Gauss, etc. Voilà une belle occasion d'intégrer des éléments de l'histoire des mathématiques à l'enseignement, ceci permettant de jouer sur la perception ou la représentation que se font les enfants de l'évolution des mathématiques.

Conformément aux suggestions apportées, Isabelle a donc parlé de Platon et de Théétète lorsqu'elle a présenté le contenu relié aux polyèdres réguliers, elle a introduit Descartes et Euler pour présenter la relation qui porte le nom de ce dernier et enfin, elle a fait allusion à Descartes lorsqu'elle a abordé le plan cartésien. À première vue, cela annonçait des leçons fort intéressantes pour les enfants, mais la façon dont Isabelle a exploité l'histoire des mathématiques n'est pas des plus captivantes ni des plus judicieuses.

Ainsi, pour introduire les cinq polyèdres réguliers elle a mentionné aux élèves que 400 ans av. J.-C., Platon en a découvert trois, d'où l'appellation «polyèdres platoniciens» et que Théétète a découvert les deux autres. Bien que les informations qu'elle a données soient justes, la façon dont elle a communiqué ces informations nous préoccupe. En effet, elle a tout simplement fait sa note historique, sans plus. Nous ne savons pas si les enfants ont accroché et surtout, il est impossible de savoir s'ils ont compris puisqu'elle n'est pas revenue là-dessus.

En entrevue, nous avons demandé à Isabelle ce qu'elle voulait que les enfants retiennent de Platon et de Théétète. La réponse qu'elle a donnée nous en dit long sur l'intérêt réel qu'elle porte à l'histoire des mathématiques. *«Là-dessus c'était juste, des «Minutes Info» que j'appelais. Des affaires qui n'avaient pas rapport avec l'école mais que tu sais, ça pouvait être intéressant»* (Entrevue, Q. 4).

Le peu d'intérêt et de connaissances d'Isabelle face à l'histoire des mathématiques transparaît également à travers la mise en situation qu'elle a élaborée pour introduire la relation d'Euler. En effet :

> *Descartes a découvert des choses très formidables en rapport avec les faces, les sommets et les arêtes d'un polygone. (...). Lui Descartes, il a découvert ça et il a établi une sorte de relation entre le nombre de faces, le nombre d'arêtes et le nombre de sommets. Tu vas voir tantôt qu'on va trouver des formules pour trouver ça sans avoir à prendre notre cube ou quoi que ce soit et se mettre à compter. On va pouvoir compter sans utiliser les polyèdres en tant que tels. Donc je disais que c'est Descartes qui a découvert ça, mais c'est Euler qui a établi la relation entre ça* (L2, p. 1).

Ces informations, à travers lesquelles Isabelle a mentionné un certain nombre d'éléments qui restent sans réponse, ne sont sûrement pas très significatives pour les enfants. En effet, pourquoi les choses que Descartes a découvertes sont-elles *formidables* ? Que signifie «découvrir et établir» une relation ? Qu'a fait Euler par rapport à Descartes ? Si on se fie aux propos d'Isabelle, les mathématiciens ont tous les deux établi la relation entre le nombre de faces, d'arêtes et de sommets d'un polyèdre. Pour ajouter à la confusion, notons que, dans un premier temps, Isabelle a parlé du nombre de faces, d'arêtes et de sommets d'un *polygone*, ce qui n'a sûrement pas aidé les enfants dans leur compréhension.

Pour terminer au niveau des mises en situation élaborées par Isabelle, nous ne pouvons passer sous silence la manière dont celle-ci a abordé le plan cartésien. Sans même évoquer le fait que le mot *cartésien* vient de Descartes, Isabelle a parlé de ce mathématicien comme étant celui qui a découvert la façon d'indiquer un point dans un plan cartésien. Nous pensons qu'elle aurait mieux fait de ne pas en parler.

> *O.K. Notre ami Descartes a découvert aussi comment on pourrait faire, il a découvert comment on pourrait indiquer un point dans un*

> *plan cartésien. Lui, il a dit bon ben ça c'est un plan cartésien, «moi j'aimerais ça être capable de représenter un point». Bon, il s'est dit je vais inventer ça un plan cartésien pis c'est lui qui a parti ça* (L2, p. 3).

Descartes n'a évidemment pas dit «*Bon ben ça c'est un plan cartésien*». Il a plutôt inventé un système de repérage lui permettant de résoudre différents problèmes de géométrie.

Que ce soit pour l'une ou l'autre des notions abordées, la façon dont Isabelle a fait le lien entre le contenu à enseigner et l'histoire des mathématiques nous laisse croire qu'elle a établi ce lien parce qu'elle n'avait pas le choix. En effet, des images des mathématiciens célèbres ornent les pages du manuel de l'élève : il est donc difficile d'en faire abstraction. Par contre, en dépit de ce que nous pensions, Isabelle nous a dit avoir utilisé le guide pédagogique dans la préparation de ses leçons. Cependant, étant donné que les intentions pédagogiques de l'auteur ne transparaissent pas dans les leçons d'Isabelle, nous pensons qu'elle a utilisé une seule partie du guide pédagogique, c'est-à-dire la partie dans laquelle on donne de l'information sur les grands mathématiciens.

Les intentions pédagogiques du thème travaillé par Isabelle étant entre autres que les élèves prennent conscience que :

> *les découvertes mathématiques se sont réalisées sur une longue période de temps; les découvertes mathématiques ont été faites par des individus qui avaient une passion pour la recherche ; (...), la rigueur, l'ouverture d'esprit, la confiance en soi, la confiance dans les autres, la détermination et la persévérance sont des attitudes que l'on retrouve souvent chez les chercheurs en mathématique ; le plaisir de la découverte récompense les efforts fournis* (Espace Mathématique 6, guide pédagogique, p. 430).

Isabelle aurait pu combiner ces intentions pédagogiques au désir des enfants de connaître des éléments historiques et dépasser le cadre des mises en situation. Ainsi, elle aurait pu leur parler des grands mathématiciens et de leurs découvertes, à quel moment ces découvertes ont été faites, à quoi servent-elles aujourd'hui, quelles attitudes doit-on développer pour faire de la recherche, etc., de façon à parler réellement de l'histoire des mathématiques et de permettre aux élèves de réaliser les intentions pédagogiques visées.

1.3 Étapes du déroulement et durée prévue

Les étapes du déroulement de chacune des parties sont très bien décrites, voire trop bien décrites ! En effet, Isabelle détaille tout ce qu'elle dit aux enfants, ce qui laisse entrevoir une certaine insécurité chez cette future enseignante. Ainsi, elle écrit presque mot à mot ce qu'elle dira aux enfants et dans son enseignement, elle a toujours sa préparation en main. Isabelle est tellement fidèle à sa préparation que si un enfant revient en arrière ou s'il fait un lien avec un élément qui n'était pas prévu, elle n'en tient pas compte. Cette attitude démontre un manque évident de réflexion *dans* l'action chez Isabelle et probablement un manque de maîtrise du contenu à enseigner.

Ce qui est assez étonnant pour une étudiante qui démontre de l'insécurité, Isabelle n'a pas précisé la durée de chacune des étapes dans la préparation de ses leçons et cette omission lui a joué un tour. En effet, pensant qu'elle avait assez de temps, à la deuxième leçon, elle a abordé presque tout le contenu mathématique annoncé pour les parties 2 et 3. À la période suivante, elle a terminé les activités entamées et a effectué la correction des exercices demandés. Comme nous l'avons mentionné précédemment, ceci a donné lieu à des leçons assez décousues parce qu'elle a fait un va-et-vient constant entre les deux parties, et ce, sans que les enfants aient le temps de bien assimiler le contenu mathématique de l'une ou de l'autre des notions présentées. Il aurait donc été plus efficace qu'Isabelle planifie une leçon pour travailler les solides et une autre pour le plan cartésien, d'autant plus que ces notions n'ont pas de lien direct entre elles.

S'interrogeant sur la façon de procéder d'Isabelle, nous lui avons demandé ce qui a guidé son action. Elle nous a alors répondu qu'elle pensait qu'aucune des deux notions n'était assez longue pour faire une leçon complète. De plus, comme son enseignante-associée lui avait dit qu'elle avait le temps de combiner les deux notions, elle ne s'est pas posé davantage de questions et elle a fait comme son enseignante lui a suggéré. Ainsi, même avec du recul, Isabelle ne remet pas en question sa façon de procéder.

1.4 Objectivation

Que ce soit à l'une ou l'autre des leçons, Isabelle n'amène jamais les enfants à objectiver leurs apprentissages.

1.5 Évaluation des apprentissages

Il est assez étonnant de constater que dans le cadre des trois leçons, il n'y a ni objectivation, ni évaluation des apprentissages, si ce n'est qu'Isabelle a donné des exercices à faire en classe ou en devoir et que, lors de la correction en groupe, elle a pu tâter le pouls des élèves. En effet, Isabelle a prévu vérifier la compréhension des enfants en faisant la correction collective des exercices du manuel : «*en corrigeant, je vois ceux qui ne comprennent pas et, si tel est le cas, je donne toujours de la récupération le mercredi midi*» (JB, p. 4). Il faut toutefois mentionner que dans son journal de bord, Isabelle parle d'un examen qu'elle aurait donné aux enfants le vendredi, mais comme elle n'a pu nous en fournir une copie, nous ne pouvons en tenir compte.

Nous aurions pourtant aimé voir comment les enfants se débrouillaient avec la classification de polyèdres et de polygones, avec la relation d'Euler ainsi qu'avec le plan cartésien. En entrevue, Isabelle nous a dit qu'après son stage, elle est retournée en classe et a pris connaissance des résultats obtenus à une évaluation administrée par son enseignante-associée. Selon elle, la plupart des enfants ont compris les notions évaluées. Malheureusement, encore une fois, lorsque nous avons demandé une copie de ce test à Isabelle, celle-ci s'est vue dans l'impossibilité de nous en remettre une.

> *Admettons si j'avais pas fait les examens et je regarderais ça je me dirais «je ne le sais pas». Peut-être il y a des endroits polygones, polyèdres, peut-être qu'ils étaient mêlés mais par la suite, oui, j'ai vu qu'il y en avait bien réussi. C'est sûr qu'il y en a qui se sont mélangés. Il y en a qui se sont mélangés dans un test que ma maître guide a donné un peu plus tard, parce que je suis retournée en classe, au niveau des polygones et polyèdres. Il y en a qui mélangeaient. Ils savaient c'était quoi au départ sauf qu'il y en a qui les ont mélangés* (Entrevue, Q. 1).

1.6 Instrumentation didactique

Dans l'élaboration de ses leçons, Isabelle a principalement utilisé le matériel pédagogique de la collection Espace Mathématique 6. Par contre, puisqu'elle trouvait que certaines des activités proposées étaient trop longues, elle n'a pas suivi intégralement les activités présentées dans le guide pédagogique. Elle a plutôt créé quelques activités inspirées de divers manuels, puis elle a utilisé un exercice provenant de la collection Bâtimath 6.

Conformément à ce qu'Isabelle avait prévu dans la préparation de ses leçons, elle a utilisé très peu de matériel de manipulation durant ses trois leçons et lorsqu'elle en a fait usage, n'en ayant pas assez pour tous les enfants, c'est seulement elle qui a eu la chance de manipuler. Ainsi, pour l'étude des polyèdres et des polygones, elle n'a utilisé qu'un cube en bois et, pour suppléer au manque de matériel, elle a complété en faisant des dessins au tableau et en utilisant les illustrations du manuel de l'élève. Comme nous le verrons plus loin, cette dernière façon de procéder ne s'est pas faite sans heurts.

Isabelle a aussi utilisé le rétroprojecteur pour l'étude des polygones réguliers. Comme le démontre l'exemple suivant, ce moyen ne s'est pas avéré très efficace pour travailler cette notion. En effet, Isabelle a placé sur acétate un exercice dans lequel les enfants devaient identifier les polygones réguliers parmi huit figures. La difficulté est que, de cette manière, les enfants pouvaient difficilement mesurer les côtés des figures présentées, afin de vérifier si elles étaient régulières ou non. Ils devaient ainsi se fier à leur perception visuelle. Pour remédier à la situation, un enfant est allé mesurer directement sur l'écran sur lequel était projetée l'image. Isabelle n'avait pas pensé que les enfants auraient besoin de mesurer les côtés des polygones pour s'assurer de la justesse de leurs réponses.

La correction d'exercices portant sur le plan cartésien a aussi été effectuée à l'aide du rétroprojecteur. Une fois de plus, l'utilisation du rétroprojecteur ne s'est pas faite sans problèmes. En effet, les transparents n'étant pas très clairs, Isabelle s'est trompée à plus d'une reprise en plaçant des points dans le plan, ce qui a occasionné plusieurs difficultés. Par exemple, après avoir relié trois points, les enfants devaient déterminer si le triangle ainsi formé était isocèle. Les enfants ayant déjà fait cet exercice dans leur manuel, ils n'ont pas eu de mal à répondre par la négative. Toutefois, Isabelle, qui se fiait à l'image projetée, a persisté en tentant de leur démontrer pourquoi le triangle obtenu était isocèle.

Les enfants avaient tout de même raison car, Isabelle ayant mal indiqué les points dans le plan cartésien, le triangle était évidemment mal tracé. Des enfants sont alors allés la voir pour lui expliquer qu'elle n'avait pas raison. Dans l'extrait suivant, Isabelle explique au groupe ce que deux élèves sont allés lui dire :

> *Ils m'ont dit ici tu l'as mal tracé, donc c'est normal que tu penses que les côtés soient égaux, c'est vrai. Ici, si tu regardes dans ton cahier, si tu le fais bien avec une règle, parce que moi je l'ai pas faite avec une règle, tu vas voir que les carrés ne sont pas égals, donc c'est normal qu'en bas ça l'arrive pas. Mais tu fais juste voir si le I, est au centre, pis de cette façon-là tu vas voir que les côtés ne sont pas égaux. Merci de l'avoir faite. Je l'avais même pas fait* (L3, p. 5).

Le fait que ce soient des enfants qui aient fait prendre conscience à Isabelle qu'elle avait tort peut sembler maladroit, d'autant plus que ce n'était pas la première fois qu'une telle situation se produisait. Non pas que les enseignantes et les enseignants n'aient pas le droit à l'erreur, au contraire. Par contre, s'ils ont droit à l'erreur, ils doivent également être capables de se remettre en question, ce qu'Isabelle n'a pas pu faire. En effet, comme elle n'avait pas complété l'exercice avant la leçon, elle ne savait pas la réponse et, sans même mettre en doute sa démarche, elle a fait comme si sa réponse était la bonne.

Cette situation démontre un manque flagrant de réflexion *dans* l'action de la part d'Isabelle. Devant les commentaires des enfants, il aurait été simple de recommencer le problème, de vérifier si ses points étaient vraiment à la bonne place ou encore, d'amener les enfants à expliquer pourquoi ils pensaient que la réponse était erronée. À la place, elle a essayé de les convaincre que c'est elle qui avait raison.

En entrevue, nous avons demandé à Isabelle quels avantages et inconvénients elle voyait à l'utilisation du rétroprojecteur. En prenant exemple sur l'exercice portant sur les polygones, Isabelle nous a répondu que l'avantage tient au fait que c'est moins long que de *«tout remettre les figures au tableau»* (Entrevue, Q. 12). Au niveau des inconvénients, elle a souligné des contraintes techniques comme par exemple trouver un responsable du rétroprojecteur, le «placottage» des enfants lors de la préparation, etc. Ainsi, même avec du recul, elle n'a pas réalisé que cet exercice ne se prêtait pas au rétroprojecteur. Toutefois, à la lumière des difficultés occasionnées par le rétroprojecteur dans l'étude du plan cartésien, Isabelle nous a dit en entrevue que si elle avait la possibilité de recommencer, elle n'utiliserait pas ce moyen.

1.7 Approche pédagogique privilégiée

Dans la préparation des leçons d'Isabelle, nous avons pu constater que celle-ci a prévu diversifier ses approches pédagogiques : enseignement magistral, travail individuel et travail en équipe. Cependant, le visionnement des leçons a démontré que cette future enseignante accorde une place prédominante à l'enseignement magistral, dans lequel elle s'approche beaucoup plus d'un rôle de «transmetteur de connaissances» que d'un rôle de guide. Ainsi, elle met peu les enfants à contribution et lorsqu'elle le fait, elle les dirige énormément.

Prenons l'exemple suivant, dans lequel Isabelle fait un survol des notions de face, d'arête et de sommet.

> Isabelle : *Mais avant de commencer, j'aimerais ça qu'on se rappelle c'est quoi une face, un sommet, une arête. (...). Une arête. Est-ce qui en a qui se souviennent qu'est-ce que c'est une arête ? Francis ?*
> Enfant : C'est l'arête, j'sais pas comment dire ça.
> Isabelle : *C'est quoi une arête ?*
> Enfant : C'est les lignes là comme ... .
> Isabelle : *Les lignes ? Dans le fond c'est les intersections qui rejoignent 2 faces. Ici, tu vois, j'ai une face, une deuxième face, j'ai une arête* [Isabelle montre les différentes parties à l'aide d'un cube]. *Si je tourne mon cube de bord, j'ai la même chose, c'est l'intersection entre 2 faces. Un sommet maintenant, qu'est-ce que c'est un sommet ?* (L2, p. 1).

Ainsi, elle demande aux enfants s'ils savent à quoi fait référence une arête, mais dès qu'elle le peut, elle leur donne sa propre définition. En plus de ne pas permettre aux enfants de préciser leur pensée, cette façon de faire ne leur laisse donc pas la chance de faire leurs propres découvertes.

2. Situations d'enseignement / apprentissage

2.1 Connaissances mathématiques

Tant dans la préparation de ses leçons que dans son enseignement, Isabelle a commis certaines erreurs au plan de ses connaissances mathématiques, lesquelles nous ont amenée à douter de la qualité de sa compréhension. C'est ce que nous allons voir dans les exemples qui suivent. Auparavant, nous devons avouer que le résultat que cette étudiante a obtenu au test diagnostique nous a fait croire que celle-ci présenterait beaucoup plus de difficultés quant à ses connaissances mathématiques. L'analyse a cependant démontré que les erreurs d'Isabelle se situent plus au niveau de la transposition qu'elle a faite de ses connaissances mathématiques en enseignement qu'au plan des connaissances mathématiques proprement dites.

Le premier exemple illustrant les difficultés d'Isabelle relate une situation qui s'est produite à la première leçon, alors qu'elle et les enfants travaillaient sur les notions de polygones et de polyèdres réguliers. Après que les élèves aient défini ce qu'est un polyèdre régulier, Isabelle leur a demandé si ce dernier peut être concave. Devant l'incertitude démontrée par les enfants, Isabelle a alors comparé le cube qu'elle avait dans les mains au polyèdre étoilé illustré dans le manuel, puis elle leur a expliqué qu'il s'agissait, d'une part, d'un polyèdre régulier *convexe* et, d'autre part, d'un polyèdre régulier *concave*. Non convaincu, un enfant lui a alors dit de se référer au manuel dans lequel il est écrit qu'un «polyèdre est régulier lorsqu'il est convexe et que toutes ses faces sont des polygones réguliers congrus» (Espace Mathématique 6, manuel de l'élève, p. 224). À ce propos Isabelle a répliqué ce qui suit :

> Isabelle : *Tu peux en avoir aussi des polyèdres qui sont concaves pis y sont réguliers. Tu vois ici là* [pointe le polyèdre étoilé illustré], *le polyèdre concave est fait de polygones qui sont ?*
> Enfants : Carrés.
> Isabelle : *Est-ce que c'est congru ça ?*
> Enfants : Oui.
> Isabelle : *Est-ce que les angles sont congrus ?*
> Enfants : Oui.
> Isabelle : *Les côtés sont-ils congrus ?*
> Enfants : Oui.
> Isabelle : *Donc, un polyèdre non convexe, concave, peut aussi être fait de polyèdres réguliers* (L1, p. 4).

Ce commentaire témoigne bien qu'Isabelle ne maîtrise pas parfaitement la notion de polyèdre régulier parce que, dans cette dernière explication, elle a oublié qu'il n'existe que cinq polyèdres réguliers et que ces polyèdres sont tous convexes. Assez étonnamment, la définition du polyèdre régulier étant au-dessus du polyèdre étoilé auquel elle faisait alors référence, cette définition se trouvait juste sous ses yeux lorsqu'elle donnait son explication.

Outre la difficulté présentée, nous désirons mettre en évidence qu'une fois de plus, au lieu de se remettre en question devant les commentaires des enfants, Isabelle a essayé de les convaincre qu'elle avait raison. Cette situation démontre donc de nouveau la difficulté de cette future enseignante à faire des rétroactions et à s'ajuster en situation d'enseignement.

À la fin de la leçon, Isabelle est revenue sur cet incident parce que, nous a-t-elle dit, l'enfant qui est intervenu durant la leçon est allé la voir pour tenter de lui faire prendre conscience de son erreur. Avant que les enfants ne quittent l'école, elle a donc apporté les correctifs nécessaires auprès d'eux. Bien que cette correction se soit faite tardivement, nous trouvons honnête qu'elle ait avoué son erreur aux enfants. Voici l'extrait des propos qu'elle a tenus seule devant la caméra :

> *Oui j'ai fait une erreur quand j'ai expliqué à l'avant. Donc ce que j'ai fait avant que les élèves quittent ce soir, je leur ai dit oui un polygone régulier doit nécessairement être convexe. Donc, des polygones réguliers, il n'y en a pas des concaves. On peut avoir des polyèdres qui sont concaves mais on les appelle pas à ce moment-là des polyèdres réguliers. Donc j'ai fait le correctif, je voulais te donner l'information avant que tu évalues la situation d'apprentissage* (L1, p. 8).

Comme nous pouvons le constater dans cet extrait, Isabelle a fait un lapsus en parlant de polygones au lieu de polyèdres. Cette situation s'est d'ailleurs présentée assez fréquemment (L1, p. 3, 4, 5 et 8 ; L2, p. 1). Heureusement, Isabelle est consciente de cette difficulté, qui reflète un manque de maîtrise de la notion en question :

> *Mes impressions facent à mon enseignement sont généralement positives, malgré le fait que je disais des fois polygone au lieu de polyèdre et je me reprenais. Certains élèves pouvaient avoir de la difficulté à me suivre* (JB, p. 1).

Aussi, tout comme Isabelle inverse souvent les termes polyèdre et polygone, à quelques reprises dans la première leçon, elle parle des côtés plutôt des faces d'un solide (L1, p. 3, 5 et 8 ; Entrevue, l. 7). De même, dans ses explications du plan cartésien, elle a interverti quelques fois l'axe des x et l'axe des y (L2, p. 6 et 7).

C'est ce qui nous amène à parler des difficultés qu'éprouve Isabelle concernant le plan cartésien. Lors de l'enseignement de cette notion, un enfant avait de la difficulté à saisir comment placer un point dont au moins une des deux coordonnées est une fraction. En fait, il se demandait comment faire pour savoir de quelle façon les axes sont gradués : en demies, en quarts, en huitièmes, etc. Isabelle lui a alors répondu ce qui suit :

> *Ce sera pas toujours séparé en quarts. Ici en premier, quand t'as des fractions, il faut que tu saches comment le séparer. Là c'est 1/4, 2/4, 3/4, 4/4. Ici c'est ça. Mais il y a des places où ça peut être 1/8, 2/8, 3/8, 4/8, 5/8, 6/8, 7/8, 8/8* [en pointant 1/4, 2/4, 3/4, 4/4, 1 1/4, 1 2/4, 1 3/4, 2]. *Ici ça peut être le 1 là. Ça dépend comment c'est séparé. Tu te fies toujours avec les nombres qui sont inscrits dans le plan cartésien* (L2, p. 7).

Bien que nous comprenions l'intervention d'Isabelle, nous pensons qu'elle a pu induire certains élèves en erreur. En effet, lorsque l'on veut placer des huitièmes sur un axe qui est déjà gradué en quarts, l'entier reste à la même place. Par sa démonstration, Isabelle a en quelque sorte établi que 1/4 et 1/8 sont deux mesures équivalentes. Dans l'évaluation diagnostique, Isabelle n'a pas réussi à placer des nombres rationnels sur une droite séparée en huitièmes. Il n'est donc pas étonnant qu'elle ait eu des difficultés à l'enseigner aux enfants.

2.2 Transposition des connaissances mathématiques en enseignement

Isabelle présente des difficultés importantes au niveau de la transposition de ses connaissances mathématiques en situation d'enseignement, lesquelles peuvent se traduire entre autres par le choix d'exemples inadéquats ou encore par une capacité limitée à établir des liens avec d'autres notions mathématiques.

Par exemple, dans le cadre de la première leçon, Isabelle voulait faire une distinction entre polygone et polygone régulier. Dans un premier temps, elle a fait ressortir les caractéristiques d'un polygone à l'aide d'un triangle équilatéral qu'elle avait dessiné au tableau. Par la suite, pour illustrer les caractéristiques du polygone régulier, elle a dessiné un autre triangle équilatéral. Il était alors impossible pour un enfant de distinguer le polygone régulier du polygone quelconque en se basant uniquement sur les exemples au tableau. Quelques minutes plus tard, elle a répété la même erreur en illustrant le polyèdre et le polyèdre régulier à l'aide du même solide, c'est-à-dire le cube.

Fort heureusement, lors du visionnement de cette première leçon, Isabelle s'est aperçue de son erreur. Bien qu'elle n'ait pas relevé la première erreur, elle a bien vu qu'il était inadéquat d'utiliser le même solide pour illustrer la différence entre le polyèdre et le polyèdre régulier. L'explication qu'elle nous a donnée nous a fait sourire :

> Isabelle : *Je me rends compte que j'aurais peut-être dû prendre un autre exemple parce que c'est le même exemple que j'ai pris pour expliquer le polyèdre.*
> Intervieweure : Pour le polyèdre et le polyèdre régulier ?
> Isabelle : *Oui, peut-être prendre un exemple différent là. Mais aussi c'est parce que je ne suis pas capable de les dessiner les autres en trois dimensions* !
> Intervieweure : Donc tu as repris le cube parce que tu n'étais pas capable de dessiner ?
> Isabelle : *Peut-être pas parce que je n'étais pas capable mais j'ai tout simplement, d'après moi, pas pensé de changer d'exemple.*
> Intervieweure : Si c'était à recommencer ?
> Isabelle : *Je changerais d'exemple pour donner une variété. Parce que j'ai repris le même deux fois* (Entrevue, I. 3).

Ainsi, Isabelle admet ne pas avoir pensé à utiliser un autre exemple pour illustrer le polyèdre, mais elle avoue aussi avoir été freinée par son talent de dessinatrice ! D'ailleurs, au visionnement, il est possible de voir que son cube a plutôt l'allure d'un prisme rectangulaire. Voilà un bel exemple où l'utilisation d'un matériel concret aurait permis d'éviter de représenter le solide dans le plan à l'aide d'un dessin, ce qui aurait rendu l'explication beaucoup plus compréhensible pour les élèves.

Après le visionnement des leçons, nous avons profité du fait qu'Isabelle n'était pas revenue sur la première erreur — illustration du polygone et du polygone régulier par un triangle — pour lui poser une question. Elle nous a alors dit qu'elle a utilisé la même figure *«pour voir la suite, (...) pour voir peut-être un enchaînement»* (Entrevue, Q. 5). Nous avons alors confronté cette réponse avec celle qu'elle nous avait donnée concernant le polyèdre et le polyèdre régulier. Elle s'est alors rétractée et a dit qu'il est préférable de donner plus de variété aux enfants. Elle a même ajouté qu'elle aurait pu montrer toutes les figures pouvant illustrer un polygone puis un polygone régulier. Par contre, dans la préparation de ses leçons, comme elle l'a fait en classe, Isabelle avait décidé d'illustrer les deux types de polygones par un triangle et les deux polyèdres par un cube.

La situation suivante fait aussi ressortir qu'Isabelle utilise parfois des exemples inadéquats. Effectivement, dans le cadre de la deuxième leçon elle expliquait comment placer un point dont une des deux coordonnées est négative. Après avoir placé le point (-2,4), un enfant lui a dit qu'il ne comprenait pas «le négatif». Pour répondre à cet élève, Isabelle a réexpliqué comment on place un point dans le plan cartésien, en prenant exemple sur le point (2,4). La réponse d'Isabelle n'était donc pas appropriée puisqu'elle a répondu par un exemple qui fait intervenir des coordonnées positives, alors que ce sont les coordonnées négatives qui posaient problème. Elle espérait donc que cet enfant finisse par comprendre en utilisant la même explication.

Lors du visionnement de la leçon, Isabelle ne s'est pas aperçue de son erreur. Elle s'est arrêtée sur l'intervention de l'élève qui ne comprenait pas les négatifs pour nous dire que cet enfant a une déficience intellectuelle légère et qu'il est intégré dans la classe. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle elle dit ne pas avoir insisté pour lui expliquer. Que cet enfant présente une déficience ou non, la question qu'il a posée était pleine de sens et nous pensons que plusieurs enfants auraient pu avoir le même questionnement.

En entrevue nous avons demandé à Isabelle de quelle façon son explication a pu aider l'enfant à comprendre. C'est à ce moment qu'elle s'est rendu compte de son erreur :

> *Admettons que c'est un enfant normal, d'après moi, il a peut-être compris du côté positif mais du côté négatif ... je venais de lui réexpliquer ce qu'il comprenait. Du côté négatif, il ne l'a pas compris. Ça a passé à côté. ... As-tu vu, je ne m'étais pas rendu compte de ça !* (Entrevue, Q. 10).

Cette attitude de la part d'Isabelle nous fait dire, une fois de plus, que cette future enseignante a du mal à s'analyser tant *dans* l'action que *sur* l'action.

Dans son enseignement, nous avons remarqué qu'Isabelle n'établit des liens avec les autres notions mathématiques que lorsqu'elle n'a pas le choix de le faire. Par exemple, dans l'étude du plan cartésien elle a fait un petit rappel sur les fractions pour aider les enfants à placer un point dont une des coordonnées est une fraction, ou encore, avant d'aborder la relation d'Euler, elle a fait un rappel sur les faces, sommets et arêtes.

Pourtant, un lien intéressant aurait pu être établi dans l'enseignement de la relation d'Euler. En effet, lorsqu'Isabelle a abordé cette relation, les apprentissages des enfants auraient certainement été plus significatifs si elle avait relié cette notion avec les réseaux que les enfants ont travaillés en 4e et en 5e années. En effet, étant donné que la relation qui existe entre le nombre de faces, de sommets et d'arêtes se retrouve également au niveau des réseaux — le nombre de points additionné au nombre de régions est égal au nombre de chemins plus 2 —, les enfants auraient pu découvrir par eux-mêmes la relation d'Euler. De même, les apprentissages qui ont suivi auraient certainement été plus signifiants. Par contre, comme Isabelle pouvait très bien travailler cette relation sans mentionner le lien qui existe avec les réseaux, elle a passé cette relation sous silence.

Dans son enseignement, Isabelle peut aussi éprouver des difficultés à établir des liens avec une notion qu'elle vient tout juste d'enseigner. Même si cette situation ne s'est produite qu'une seule fois, nous voulons en faire état puisqu'elle dénote un manque évident de rétroaction *dans* l'action de la part d'Isabelle. Ainsi, lors de la première leçon, après avoir abordé la notion de polygones et celle de polygones réguliers, les enfants devaient définir ce qu'est un polyèdre. Un enfant a alors donné la définition suivante : «Solide dont toutes les faces sont des polygones» (L1, p. 2). En s'appuyant sur le cube qu'elle avait dessiné au tableau, Isabelle a alors demandé aux enfants si les faces du cube sont des polygones. Au lieu de simplement répondre par l'affirmative, un enfant a affirmé que les faces du cube sont constituées de polygones réguliers. À ce commentaire, qui démontre que l'enfant a vraiment compris la différence entre le polygone et le polygone régulier, Isabelle a répondu : «*Ah ! On n'est pas rendu aux polygones réguliers, on est dans polyèdres*» (L1, p. 2), puis elle a enchaîné avec la définition du polyèdre régulier.

De plus, dans cette situation, Isabelle n'a pas davantage fait preuve de rétroaction *sur* l'action que *dans* l'action puisque, lors du visionnement de la leçon, elle n'a pas remarqué sa difficulté. En entrevue, nous lui avons alors demandé si elle aurait pu exploiter le commentaire de l'enfant. C'est à ce moment qu'elle s'est rendu compte de son erreur. En effet :

> *J'aurais pu lui dire «Oui c'est vrai, ça en est un polyèdre». Pourquoi j'ai dit ça ? Ça en est un polygone régulier. Je ne comprends pas pourquoi je suis allée dire ça. Ben c'est une erreur de ma part. Je ne sais pas pourquoi. J'aurais pu lui dire «Oui le cube est constitué de polygones qui sont réguliers». C'est ça que j'aurais dû lui répondre* (Entrevue, Q. 6).

2.3 Approche didactique

2.3.1 Construction des connaissances / Acquisition de connaissances

Les difficultés d'Isabelle au plan mathématique ont aussi des répercussions dans le choix de l'approche didactique qu'elle utilise auprès des élèves. En effet, l'analyse des trois leçons démontre qu'elle favorise l'acquisition, voire l'accumulation, de connaissances par les enfants au détriment de la construction des connaissances par ceux-ci. Comme on pourra le constater dans la partie qui suit, Isabelle ne part pas des connaissances des enfants pour introduire les nouvelles notions mathématiques, elle ne les amène pas à faire des découvertes, ne met pas les éléments nécessaires en place pour favoriser leur compréhension et ne suscite pas de réflexion chez eux.

Cependant, dans son enseignement des polygones et des polyèdres réguliers, nous devons reconnaître qu'Isabelle a eu le souci de faire chercher les élèves afin qu'ils découvrent ou redécouvrent par eux-mêmes les notions à travailler. Ainsi, au lieu de donner les définitions associées au polygone, au polygone régulier, au polyèdre ainsi qu'au polyèdre régulier aux enfants, ils ont dû chercher ces définitions dans leur glossaire et leur manuel. Cette démarche est intéressante, mais pour que les apprentissages soient plus significatifs, il aurait été plus pertinent que, dans un premier temps, les enfants n'aient pas accès à leur glossaire, qu'ils élaborent leurs propres définitions et que, par la suite, ils établissent un consensus avec Isabelle et les autres enfants de la classe afin de s'entendre sur une définition. Quoiqu'il en soit, nous pensons que la démarche d'Isabelle se voulait tout de même un bel effort pour rendre l'enfant actif dans son processus d'apprentissage.

Par contre, la façon dont Isabelle a introduit la relation d'Euler montre que sa préoccupation n'était pas d'offrir un enseignement axé sur la découverte. En effet, Isabelle voulait que les enfants trouvent le nombre de faces, d'arêtes et de sommets de différents polyèdres à partir de la relation d'Euler, c'est-à-dire «S + F = A + 2». Au lieu de faire découvrir cette relation aux enfants à partir d'observations et de matériel concret, elle leur a tout simplement donné la formule.

En agissant de la sorte, nous pensons qu'Isabelle a raté une belle occasion de rejoindre les intentions pédagogiques du thème qui visent entre autres à amener les enfants à faire leurs propres découvertes. De plus, comme elle avait parlé d'Euler en début de leçon, il aurait été facile de mettre les enfants en situation pour qu'ils trouvent eux-mêmes cette relation. Par contre, un commentaire d'Isabelle lors de l'entretien que nous avons eu avec elle nous a permis de comprendre que, dans le fond, elle ne croyait pas vraiment en la nécessité de faire découvrir cette relation : «*C'est une formule dans le fond. Ils avaient juste à écrire. Il n'y a avait pas vraiment de compréhension*» (Entrevue, I. 21). De toute façon, la pratique d'Isabelle était appuyée par son enseignante-associée, laquelle lui aurait dit qu'il n'était pas nécessaire de montrer la formule aux enfants puisqu'elle serait fournie à l'examen de fin d'année.

Ainsi, Isabelle a tout simplement écrit au tableau les formules pour trouver les faces, les arêtes et les sommets. Par surcroît, en plus de ne pas faire découvrir ces formules, elle s'est trompée en transcrivant celle utilisée pour trouver le nombre de sommets. Isabelle a effectivement écrit que «S = A + 2 + F». Ce qui est un peu aberrant est qu'en prenant exemple sur le cube, elle a appliqué sa formule sans se poser de questions et a dit aux enfants que «12+ 2 + les faces» est équivalent au nombre de sommets, donc à 8. Elle n'avait pas la bonne formule et ne s'est pas rendu compte que la réponse à l'équation qu'elle a posée n'était pas 8, mais bien 20. Après consultation du journal de bord d'Isabelle, nous avons constaté que cette erreur se retrouve également dans la préparation de ses leçons et, comme elle suivait cette préparation à la lettre, il n'est pas étonnant qu'elle l'ait reproduite.

Lors de l'entrevue, nous avons demandé à Isabelle s'il aurait été possible que les enfants découvrent eux-mêmes la relation d'Euler. Elle a commencé par nous dire que c'est ce qu'elle leur avait fait faire. Par contre, l'extrait suivant, tiré de la troisième leçon, montre à l'évidence qu'elle leur avait déjà montré les formules.

> Isabelle : *On va prendre l'exemple du cube.*
> Enfant : Un cube, ça l'a 6 côtés.
> Isabelle : *Bon, ça l'a 6 côtés. 6 côtés, c'est des faces que tu me dis ?*
> Enfant : Oui.
> Isabelle : *O.K. Ça l'a 6 faces. Qu'est-ce qu'on pourrait faire après ça ?*
> Enfant : Là tu faisais + 2 pour que ça donne tes sommets.
> Isabelle : *+2 ? On va commencer avant par les sommets. Là on cherche les arêtes.*
> Enfant : Ah ben moi j'ai faite 6 + 6.
> Isabelle : *Combien qu'il y a de sommets ?*
> Enfant : 12.
> Isabelle : *O.K. Pour trouver le nombre d'arêtes, on additionne les faces plus les sommets moins 2, ça va nous donner notre nombre d'arêtes* [Isabelle écrit la formule au tableau] (L3, p. 1).

En effet, pour que l'élève réponde «Là tu faisais + 2 ...», c'est donc qu'Isabelle leur avait déjà donné les formules nécessaires. En entrevue, lorsque nous l'avons confrontée à cette situation, elle a fini par dire qu'elle ne savait plus si elle leur avait fourni les formules. Il est clair qu'Isabelle n'a certainement pas fait découvrir la relation d'Euler aux enfants.

La manière dont Isabelle a abordé le plan cartésien est tout aussi révélatrice de l'approche didactique qu'elle préconise, qui rejoint plus l'accumulation de connaissances que la construction des connaissances par les enfants. En fait, cet enseignement, dans lequel elle a suivi à la lettre les exercices du manuel de l'élève, demande si peu la collaboration des enfants que dans un premier temps, nous avons même pensé qu'Isabelle faisait une révision des notions reliées à cette notion. Cependant, une vérification nous a démontrée que ce n'était pas le cas.

Bien qu'elle ait enseigné les principales composantes du plan cartésien, à savoir l'axe des abscisses, l'axe des ordonnées, les différents quadrants et la façon de situer ou de repérer une coordonnée, l'enseignement d'Isabelle était très systématique, ne favorisait pas la compréhension des enfants et encore moins la construction de leurs connaissances. Par exemple, lorsqu'elle a enseigné la marche à suivre pour placer un point dans le plan cartésien, en aucun temps elle n'a démontré qu'il s'agit de la rencontre des deux coordonnées : «*Donc, l'axe des x est ici, je vais aller me mettre au 2 positif. Mon 2 positif, il est là. O.K ? Ensuite je dois aller monter un 4, c'est positif. Nécessairement si c'est positif, j'ai à monter en haut. Donc je mets mon crayon sur le point du 2, et je monte jusqu'au 4*» (L2, p. 5).

Dans la même leçon, après avoir vu qu'il y a des nombres positifs et des nombres négatifs tant sur l'axe des abscisses que sur l'axe des ordonnées, Isabelle a expliqué aux enfants que dans le premier quadrant on a (+,+), dans le deuxième quadrant, (-.+) et ainsi de suite.

> *Ici on a seulement des nombres positifs et des nombres positifs* [écrit (+,+) dans le premier quadrant]. *Ici, on a des nombres positifs en haut, on commence toujours par en bas pis on va y revenir tantôt, avec des nombres positifs* [écrit (-,+) dans le deuxième quadrant]. *Ici, on commence par l'axe des x, on a des négatifs, des négatifs* [écrit (-,-) dans le troisième quadrant]. *Si on commence ici par l'axe des x, on a des positifs avec des négatifs* [écrit (+,-) dans le quatrième quadrant]. *O.K. Donc ça c'est nos principaux quadrants* (L2, p. 4).

En plus d'être très succinctes, les explications données par Isabelle ont facilement pu induire les enfants en erreur. En effet, lorsqu'elle a dit qu'on commence toujours par le bas, c'est parce qu'elle fait référence au fait que dans le deuxième quadrant, l'axe des abscisses est physiquement plus bas que l'axe des ordonnées. Par contre, son explication ne tient plus dans le troisième quadrant où l'axe des abscisses est physiquement plus haut que l'axe des ordonnées.

À la leçon suivante, Isabelle a fait la correction d'un exercice dans lequel les enfants devaient justement trouver une façon rapide de déterminer dans quel quadrant se situent les coordonnées d'un point. Les enfants ont donné une réponse qui ne démontre pas s'ils ont compris. En fait, ils ont repris l'explication d'Isabelle : «Je pense qu'il fallait indiquer, mettons, le premier quadrant (+, +)» (L3, p. 4). En entrevue, nous avons confronté Isabelle à la compréhension des enfants en lui demandant si, suite à la correction de ce numéro, les enfants ont compris comment déterminer dans quel quadrant sont situées les coordonnées d'un point. Sans détour, elle nous a alors répondu par la négative :

> *Non. D'après moi ... Non parce que ils l'ont d'écrit dans leur cahier sauf que, d'après moi, (...) savoir dans quel quadrant ils vont en premier, supposons qu'ils ont une coordonnée comme ça (-2, -4), savoir que ça va dans tel quadrant, non je ne suis pas sûre qu'ils le savent de même. Il faut qu'ils se réfèrent à ce qu'on a écrit* (Entrevue, Q. 11).

Bien qu'Isabelle n'ait pas parlé de la nécessité de modifier sa façon de faire, cette réponse montre heureusement qu'elle est consciente que son enseignement n'a pas permis de favoriser la compréhension des enfants.

Pourtant, tout au long de la première leçon, les interventions d'Isabelle nous ont laissée croire que cette future enseignante portait une importance particulière à la compréhension des enfants. Au tout début du visionnement des leçons, Isabelle nous a même confié que, pour cerner la compréhension des enfants en difficulté, elle sollicitait davantage la participation de ces élèves. À ce propos, elle a ajouté que si elle ne faisait intervenir que des enfants «*qui ont du talent*» (Entrevue, I. 2), il y aurait moins d'interventions parce que ces enfants ont souvent les bonnes réponses.

Toutefois, avec du recul, nous avons l'impression qu'elle questionne les enfants, non pas parce qu'elle favorise une activité réflexive chez ces derniers, mais plutôt «parce que c'est ce qu'il faut faire». En effet, nous avons pu constater à plusieurs reprises que lorsqu'Isabelle pose des questions aux enfants, si elle a une réponse en tête, elle réfute alors les autres réponses jusqu'à ce qu'elle obtienne ce qu'elle veut entendre.

Ou encore, il arrive qu'elle accepte des réponses qui résultent davantage de la mémorisation que de la compréhension. Par exemple, avant de commencer la correction d'un exercice portant sur l'identification de polygones réguliers, elle a revu avec les enfants les caractéristiques de ce type de polygone, ce qui est très bien. Par contre, l'enfant qui a donné les caractéristiques associées au polygone régulier n'a fait que réciter la définition qu'ils avaient vue en début de leçon. Comme nous avons pu le constater, réciter une définition n'assure pas toujours la compréhension. En effet, la suite montre que, après avoir énoncé les caractéristiques du polygone régulier, l'enfant en question a désigné un triangle isocèle comme étant un polygone régulier. L'enfant a donc récité la définition sans savoir comment l'appliquer. Suite à cette affirmation, Isabelle est intervenue en reprenant chacun des éléments qui caractérisent le polygone régulier en les appliquant au triangle isocèle. Ainsi, par son intervention, elle n'a fait que répéter dans les mêmes mots ce qui avait déjà été dit. Elle n'a donc pas été en mesure d'offrir une explication adaptée à la compréhension de l'élève.

Cette façon d'intervenir semble être assez ancrée chez Isabelle. C'est comme si dans la préparation de ses leçons elle prévoyait un type d'explication et, *dans* l'action, indépendamment des difficultés des enfants, elle reprend cette même explication jusqu'à ce qu'elle soit retenue. Le passage suivant, dans lequel Isabelle aide une élève qui a de la difficulté à répondre à l'énoncé suivant : «Dans un polyèdre régulier, les faces sont constituées de polygones réguliers non congrus» est garant de ce que nous avançons.

> Isabelle : *Karine. Regarde ici là, on a dit tantôt, un polygone régulier, ça fait trois fois que je le répète, il faut que les angles soient congrus et les côtés congrus. Je répète ma question, dans un polyèdre régulier, les faces sont constituées de polygones réguliers. Est-ce que c'est vrai ça ? ... O.K. Je répète. Regarde moi, Karine. Un polygone, c'est une figure géométrique. Tu peux avoir un carré, tu peux avoir un rectangle, plein de figures. Quand tu dis que c'est régulier, c'est que tous ses côtés doivent être congrus et tous ses angles doivent être congrus. Ça, ça s'appelle un polygone régulier. Donc ce que je te demande c'est dans un polyèdre régulier, par exemple le cube, est-ce que les faces sont constituées de polyèdres réguliers ?*

Enfant : Oui.
Isabelle : *Oui. Non congrus ?*
Enfant : *Non.*
Isabelle : *C'est faux. Donc, la réponse est fausse. Si tu comprends pas le début là, reprends tous tes termes pis tu vas finir par le comprendre* (L1, p. 5).

Encore une fois, Isabelle avait de bonnes intentions, mais nous pensons que ce n'est pas en répétant une définition dans les mêmes termes que cette dernière sera automatiquement comprise. De plus, selon nous, l'énoncé est tellement mal construit que nous pouvons comprendre le désarroi de la fillette.

En plus de viser davantage l'accumulation de connaissances que la compréhension des enfants, Isabelle présente donc beaucoup de difficultés à adapter son enseignement au niveau des enfants. Par exemple, de façon à préparer les élèves à travailler la relation d'Euler, elle leur a demandé de trouver le nombre de faces, de sommets et d'arêtes de divers solides illustrés dans le manuel de l'élève. Pour aider les enfants, elle a fait le cube avec eux, en prenant exemple sur celui qu'elle avait dans les mains. Malgré le fait que cette tâche ait été bien réussie par la plupart des élèves, un d'entre eux, Francis, avait de la difficulté à percevoir le nombre d'arêtes compris dans le cube. Isabelle lui a alors suggéré de s'aider du cube illustré dans le manuel. Ainsi, après avoir compté les arêtes à partir de l'illustration, Francis a déterminé que le cube en possède huit. Voyant qu'il n'avait considéré que les lignes pleines du solide illustré, Isabelle lui a alors dit qu'il devait aussi considérer les lignes pointillées comme des arêtes, puis elle a demandé la réponse à un autre élève, sans même revenir à Francis.

Sceptique face à la compréhension de cet élève, nous avons demandé à Isabelle si elle pense que le dessin présenté dans le manuel permet aux enfants de découvrir avec précision le nombre d'arêtes, à quoi elle a répondu «*Ben oui parce que moi je le vois. Il* *me semble que oui. C'est évident»* (Entrevue, Q. 7). Ce commentaire démontre qu'Isabelle ne comprend pas que Francis est peut-être incapable de percevoir un objet dessiné en trois dimensions. Elle semble ainsi avoir du mal à se mettre à la place des enfants et de graduer les difficultés en conséquence.

Suite à ce commentaire, nous avons demandé à Isabelle si elle pensait que Francis avait compris. Sa réponse nous laisse un peu perplexe :

> *Je n'ai aucune idée si il a compris. Je te le dis bien franchement là ... Je ne suis pas allée le voir. Je ne me souviens même plus. [...]. Mais ça c'est un acquis de 5e année de savoir les arêtes, ils savent ça. Ben Francis aussi, ça en est un ... C'est un doubleur. O.K. J'aurais peut-être pu aller le voir aussi là* (*Ibid.*).

La réponse apportée amenuise de beaucoup les intentions que nous prêtions à Isabelle face à la compréhension des enfants lors de la première leçon. En effet, malgré ce qu'elle ait pu nous dire au tout début du visionnement des leçons concernant les questions qu'elle pose aux élèves en difficulté, nous trouvons qu'elle laisse facilement ces élèves pour compte lorsqu'ils ne comprennent pas assez vite.

Nous avons aussi remarqué que, lorsque les enfants posent des questions à Isabelle, celle-ci n'est pas toujours très explicite quant à la réponse apportée. Par exemple, à la troisième leçon, les enfants devaient placer le point (1/2, -1) dans le plan cartésien. Après qu'Isabelle ait donné la réponse, une élève a demandé si le contraire est acceptable, c'est-à-dire placer 1/2 sur l'axe des y et -1 sur l'axe des x, à quoi Isabelle a tout simplement répondu «*C'est mal si t'as fait le contraire*» (L3, p. 4). Puisqu'il s'agit là d'une erreur fréquemment commise par les enfants qui commencent à travailler avec le plan cartésien, nous pensons que ce questionnement méritait une attention particulière. Ainsi, Isabelle aurait dû prendre le temps d'expliquer pourquoi cette réponse n'était pas bonne en montrant la différence qui existe entre (1/2, -1) et (-1, 1/2). Selon nous, la réaction d'Isabelle n'est peut-être pas tant due à une incompréhension de sa part qu'au fait qu'elle a du mal à faire des rétroactions didactiques *dans* l'action. En effet, elle n'avait sûrement pas pensé au fait que les enfants lui poseraient cette question et, ne s'y étant pas préparée, elle n'a pas pu y répondre.

2.3.2 Utilisation de situations d'apprentissage concrètes

Dans la réalisation de ses activités, Isabelle n'utilise pas de situations d'apprentissage concrètes pour faciliter l'apprentissage des enfants. Même si elle suit le manuel de l'élève à la lettre, elle aurait pu à tout le moins tenir compte des intentions pédagogiques de l'auteur de la collection qu'elle utilise et qui fournit des indications pédagogiques pertinentes. Ainsi, elle ne place pas les élèves en situation de résolution de problèmes et les enfants ne jouent pas un rôle actif dans leurs apprentissages. Par cette façon de travailler, elle met donc en veilleuse la démarche pédagogique proposée, qui prend son point d'ancrage dans la présentation de «mises en situation significatives, issues de l'environnement, et tenant compte du bagage des apprenants» (Espace Mathématique 6, guide pédagogique, p. XIV).

Ces mises en situation, qui se veulent le point de départ d'une situation problématique suscitant la réflexion et les interrogations chez les enfants, sont justement ce qui ne fonctionne pas dans les leçons d'Isabelle. En effet, bien que les mises en situation soient inspirées du thème travaillé, elles manquent de réalisme et n'ont pas vraiment de lien avec le reste des leçons. Pour revenir à la dernière leçon par exemple, si Isabelle avait parlé d'Euler aux enfants et si elle les avait amenés à devenir des petits chercheurs, afin qu'ils redécouvrent eux-mêmes la relation qui porte le nom du célèbre mathématicien, elle aurait piqué leur curiosité et les aurait ainsi vraiment placés en situation de résolution de problème. À la place, Isabelle a parlé d'Euler, elle a donné la formule aux enfants, puis ces derniers ont appliqué cette formule.

La réponse à une question d'entrevue portant sur ce qui a amené Isabelle à aborder les polygones et les polyèdres comme elle l'a fait montre qu'elle se sent parfois démunie pour mettre en place une activité dans laquelle les enfants sont actifs et peuvent participer. En effet,

> (...) *j'ai pris cette méthode-là. Et je voyais pas, tu sais, j'en ai fait des enseignements en math qui étaient plus ... je trouve que c'est moyen comme dynamisme mais je ne voyais pas, je ne pouvais pas amener rien de concret. À part d'emmener des figures de bois, ils les ont déjà vues. Pour expliquer ... c'était théorique, c'était magistral. Je ne vois pas où j'aurais pu mettre un jeu là-dedans* (Entrevue, Q. 2).

Ainsi, comme plusieurs futurs maîtres, Isabelle pense que, pour faire une activité intéressante et pour que les élèves participent, elle doit absolument présenter quelque chose qui sorte de l'ordinaire. Pourtant, ce dont les enfants ont besoin, ce sont des situations concrètes, qui piquent leur curiosité, qui les rendent actifs et qui les amènent à vouloir aller plus loin.

Pour terminer cette partie, nous devons aussi mentionner qu'Isabelle n'a pas utilisé de matériel de manipulation pour concrétiser les apprentissages des enfants. Comme nous l'avons déjà mentionné, elle n'avait qu'un seul cube de bois pour faire ses démonstrations. Ainsi, nous ne pouvons pas dire que, pour Isabelle, l'utilisation de matériel concret s'avère un moyen important pour amener les élèves à construire leurs connaissances. Encore là, en se basant sur l'extrait précédent, si Isabelle n'a pas utilisé plus de matériel, c'est parce que les enfants avaient déjà vu les autres solides de bois. Elle a donc conclu qu'ils n'en avaient plus besoin.

2.3.3 Interactions avec les pairs et l'enseignante

Les nombreuses questions adressées aux enfants au cours des leçons pourraient nous laisser croire qu'Isabelle est une future enseignante qui favorise grandement les interactions avec les enfants de la classe. Par contre, l'analyse nous a permis de mettre un bémol sur la qualité de ces interactions. D'une part, Isabelle pose des questions aux enfants, mais comme nous avons pu le constater antérieurement, souvent, lorsqu'un élève n'a pas la bonne réponse, elle passe à un autre. Aussi, il lui arrive d'ignorer certains commentaires ou encore, de s'arranger pour que les enfants disent ce qu'elle veut entendre. D'autre part, nous avons remarqué que les questions posées par Isabelle sont souvent à sens unique. En effet, elle part rarement des interrogations des enfants et ne les fait pas vraiment participer. Il aurait pourtant été facile d'intégrer un peu plus les enfants dans son enseignement. Par exemple, lorsqu'elle corrigeait les exercices sur le plan cartésien, au lieu de placer elle-même les points, elle aurait pu inviter les élèves à l'avant pour qu'ils le fassent.

Néanmoins, si les interactions des enfants avec Isabelle sont limitées, nous devons dire que l'enseignement de cette dernière laisse place à un certain nombre d'interactions entre les enfants puisqu'à quelques reprises, ceux-ci sont invités à travailler en équipe.

Quatrième étude de cas : Sophie

Lors de l'expérimentation, Sophie se trouvait en stage dans une classe d'enfants de troisième année. De façon à répondre aux besoins reliés à la présente étude, cette étudiante a choisi de faire vivre aux enfants une séquence d'enseignement portant sur les solides.

1. Préparation de la leçon

1.1 Objectifs visés par les séances d'enseignement

Lors de la préparation de ses leçons, Sophie a élaboré des objectifs d'apprentissage, non sous forme d'objectifs du ministère de l'Éducation (MEQ), mais plutôt sous forme de contenu mathématique.

Ainsi, dans le cadre de la première leçon, Sophie a comme but que les enfants trouvent «des solides dans une illustration» (JB, p. 1). Ce contenu rejoint l'objectif 10.4 du programme d'études de mathématique du MEQ, qui est d' «associer des solides à des objets du milieu» (MEQ, Programme d'études, primaire, mathématique, p. 24). Ensuite, elle veut faire «découvrir les solides et les observer», puis «trouver les caractéristiques des solides» (JB, p. 1). Ce contenu est lié à l'objectif 10.5 du programme d'études et vise à ce que les enfants puissent «décrire des solides d'après leurs faces, leurs sommets et leurs arêtes» (MEQ, Programme d'études, primaire, mathématique, p. 24).

Après avoir parcouru la première leçon de Sophie, nous avons remarqué que celle-ci a omis deux éléments de contenu mathématique dans la préparation de cette leçon. Il s'agit des objectifs 10.2 «décrire la forme d'un objet» (*Ibid.*) et 10.3 «classifier un ensemble d'objets selon leurs formes» (*Ibid.*). Il est assez étonnant que Sophie n'ait pas inclus ces objectifs puisqu'elle passe une bonne partie de cette leçon à la manipulation et la classification de solides.

Dans le cadre de la deuxième leçon, Sophie veut amener les enfants à «trouver des caractéristiques aux solides», «trouver le nom des solides», «décrire les solides», en plus de «trouver le bon solide en tenant compte des caractéristiques nommées» (JB, p. 3). Ces éléments de contenu sont tous reliés à l'objectif 10.5 du programme d'études, qui est de «décrire des solides d'après leurs faces, leurs sommets et leurs arêtes» (MEQ, Programme d'études, primaire, mathématique, p. 24).

Enfin, dans la dernière leçon, Sophie vise à ce que les enfants soient capables de «dégager des caractéristiques des solides (arêtes, sommets)» (JB, p. 5). Pour terminer la séquence d'enseignement, elle désire de plus «faire un retour sur les caractéristiques des solides (nom, le nombre de faces, le nombre d'arêtes, le nombre de sommets» (*Ibid.*). Ceci rejoint, pour la troisième leçon consécutive, l'objectif 10.5 du programme d'études du MEQ.

Bien que Sophie ait élaboré une foule d'activités, la majorité d'entre elles sont liées au même objectif. Il n'y a donc pas de progression d'une leçon à l'autre. De plus, comme il a été possible de le constater, les objectifs — ou le contenu mathématique — décrits par Sophie manquent parfois de précision et ne représentent pas bien tout ce qu'elle veut faire faire aux enfants. Les résultats attendus sont par le fait même plus ou moins observables et mesurables.

1.2 Mise en situation

Pour introduire le contenu d'enseignement visé par les objectifs d'apprentissage, Sophie a élaboré une mise en situation en deux temps. Elle a premièrement présenté une affiche dans laquelle les enfants devaient identifier différents solides : cônes, pyramides à base carrée, cylindres, prismes, sphères, etc. Pour piquer l'intérêt des enfants, Sophie a misé sur le fait que cette affiche représentait un Village olympique. Les Jeux olympiques étant connus des tous, elle a pensé que ce thème serait attrayant pour les jeunes. De fait, les enfants semblent avoir apprécié cette première activité à laquelle ils ont participé activement.

Dans un deuxième temps, Sophie a délaissé l'image pour se rapprocher de l'univers des enfants, c'est-à-dire la classe. Elle a ainsi proposé à ces derniers d'identifier les solides qui se trouvent à l'intérieur même de la classe : brosse à tableau, classeur, globe terrestre, etc. Par la même occasion, elle a demandé aux enfants de préciser leur définition du solide. Pour Sophie, il était important de revenir au concret après avoir travaillé les solides de façon imagée : «*Là, je suis partie d'une image, et après ça, je suis revenue au concret dans la classe. Je pense que c'est important parce que des solides, on en a dans tout notre entourage*» (Entrevue, I. 7). Par cette façon de faire, Sophie a trouvé une façon intéressante de mettre en valeur le lien qui existe entre les mathématiques et la réalité, ce qui s'avère primordial pour permettre aux enfants de concrétiser leurs apprentissages.

En plus d'avoir comme but d'introduire les objectifs d'apprentissage décrits plus haut, Sophie a mentionné dans la préparation de ses leçons que cette mise en situation lui permettrait de vérifier les acquis des enfants par rapport à leurs apprentissages des solides. La mise en situation ayant démontré que les enfants savaient le nom de plusieurs solides, Sophie aurait dû en tenir compte dans le reste de ses leçons. Par contre, comme nous pourrons le constater plus loin, elle a plutôt fait fi des connaissances des enfants et a continué son enseignement tel qu'il était prévu.

1.3 Étapes du déroulement et durée prévue

Les étapes du déroulement de chacune des leçons de même que la durée de chacune de ces étapes sont très bien décrites à l'intérieur du journal de bord de Sophie. En classe, celle-ci a bien respecté son horaire et, avec quelques aménagements, elle a pu faire tout ce qu'elle avait prévu. En effet, à la fin de la première leçon, les enfants n'ont pas eu le temps de terminer la dernière activité, mais ils ont pu se reprendre à la leçon suivante. De même, à la deuxième leçon, Sophie a pris un peu plus de temps que prévu pour corriger une activité. Ainsi, pour se rattraper, elle a donné un peu moins de temps aux enfants pour faire un jeu portant sur le nom des solides.

Dans son journal de bord, Sophie a fait une réflexion sur le fait qu'elle ait passé plus de temps que prévu sur la correction : «*Je crois que cela était nécessaire, car mes élèves en avaient besoin*» (JB, p. 3). Ainsi, elle n'a pas hésité à déroger de son horaire pour le bien des enfants. Cette attitude démontre donc une certaine aptitude à la réflexion *dans* l'action de la part de Sophie. En effet, lors de la correction, elle a évalué qu'il serait plus bénéfique pour les enfants de passer plus de temps sur la correction de l'activité que sur le jeu qui était prévu.

1.4 Objectivation

Que ce soit à l'une ou l'autre des leçons, Sophie ne fait jamais objectiver les enfants sur le contenu de leurs apprentissages.

1.5 Évaluation des apprentissages

Si Sophie n'a pas fait faire d'objectivation aux enfants, il en est autrement pour l'évaluation de leurs apprentissages. En fait, bien que Sophie n'ait pas parlé d'évaluation formelle, elle s'est donné des moyens pour vérifier la compréhension des enfants.

Ainsi, à la fin de la troisième leçon, Sophie a évalué la compréhension des enfants en leur faisant compléter un exercice du manuel de l'élève de la collection Défi mathématique 3. Pour que cet exercice soit plus complet et qu'il rejoigne davantage les objectifs des trois leçons, elle a ajouté une consigne. Dans son journal de bord, Sophie nous a fait part que la correction de cette page, qui se voulait une révision des trois leçons, lui a permis de constater que les notions travaillées pendant la séquence d'enseignement étaient comprises par la majorité des enfants. Elle a de plus ajouté que la compréhension de ces derniers a été grandement favorisée par la manipulation des solides.

Nous pensons que ce moyen d'évaluation était plus ou moins approprié parce que les enfants avaient accès à tout ce qu'ils ont utilisé durant les trois leçons : des pancartes identifiant les solides, une description détaillée de chacun des solides ainsi que des solides de bois. On ne peut donc pas parler d'un moyen pour évaluer la compréhension des enfants puisque ces derniers avaient toutes les réponses sous leurs yeux. L'impact de cet exercice aurait évidemment été différent si les enfants n'avaient eu que les solides de bois comme élément de référence. De cette façon, Sophie aurait vraiment été en mesure de vérifier s'ils pouvaient nommer ces solides, parler de leurs faces, leurs sommets et leurs arêtes. Ainsi, malgré que Sophie ait fait un bel effort en présentant un exercice vérifiant les objectifs d'apprentissage des trois leçons, comme les enfants ne se sont pas retrouvés seuls face à eux-mêmes, nous ne pensons pas que la réussite de cet exercice reflète nécessairement leur compréhension.

1.6 Instrumentation didactique

Dans la préparation de ses leçons, Sophie s'est inspirée du même matériel pédagogique que celui utilisé par son enseignante-associée, c'est-à-dire Défi mathématique 3. Cependant, étant donné qu'elle n'aimait pas les activités présentées dans cette collection, elle n'a tenu compte que des objectifs visés par le guide pédagogique. Pour compléter, elle a utilisé certaines activités de la collection Mathémathèque 3, puis elle a fabriqué son propre matériel : jeux, affiche, etc. Concernant ce matériel, dans le cadre des réflexions que Sophie a faites sur ses leçons, elle a affirmé à plus d'une reprise que son matériel est à la base du succès de ses leçons. Par exemple, en parlant de la deuxième leçon, elle a écrit : «*Il y a plusieurs enfants qui m'ont dit que le jeu que j'avais préparé les a beaucoup aidés et il était intéressant. J'étais contente*» (JB, p. 3).

Malgré tout, Sophie a quand même beaucoup utilisé le matériel de manipulation de la collection Défi mathématique, c'est-à-dire, les géoblocs. Cette trousse de solides comprend quatre cubes identiques, quatre prismes à base carrée, deux prismes à base triangulaire, quatre prismes tronqués, deux cylindres, un pont et un demi-cylindre. Comme on peut le constater, certains de ces solides ne font pas partie intégrante du matériel didactique que l'on retrouve habituellement. En effet, en faisant le tour de quelques collections destinées aux enfants de troisième année, on constate que les solides les plus fréquemment utilisés sont les suivants : le cube, le prisme à base carrée, le prisme rectangulaire, le prisme à base triangulaire, la pyramide à base carrée, la pyramide à base triangulaire, la sphère, le cylindre et le cône. Le prisme tronqué, le pont et le demi-cylindre sont donc des solides peu communs, mais pour les enfants qui utilisent la collection Défi mathématique depuis la première année, c'est ce qu'ils voient depuis le début. Ainsi, ils n'ont pas de problèmes avec ces figures.

C'est Sophie qui a éprouvé le plus de difficultés avec ces solides. En effet, pour elle, un pont, c'est fait pour jouer et non pour faire des apprentissages mathématiques. L'extrait qui suit illustre bien ce que nous avançons. Il s'agit d'une intervention qu'elle a faite lors du visionnement de la première leçon alors qu'elle essayait d'expliquer aux enfants quelles faces se trouvent sur le pont.

> Sophie : *Là, j'étais mélangée. J'étais vraiment mélangée. Je ne savais pas comment leur expliquer chaque face du pont parce que pour moi ce n'était pas évident. On dirait que quand on ne croit pas en ça, on dirait qu'on ne sait pas trop comment l'expliquer. Ben moi je trouvais ... Dans le fond j'aurais pu leur dire une face courbe, ça aurait été simple mais pour moi ce n'était pas clair.*
> Intervieweure : Donc, si c'était à recommencer ?
> Sophie : *Je l'enlèverais carrément.*
> Intervieweure : Tu l'enlèverais ?
> Sophie : *Oui. Je n'en parlerais même pas. Je l'enlèverais des géoblocs. C'est sûr que je dis que je l'enlèverais mais c'est dans leur programme et ils ont des examens et ils en ont. Ça fait que je ne peux pas vraiment les enlever. Mais je leur dirais qu'il y a des faces rectangulaires, des faces carrées et des faces qui sont planes et courbes. Parce que les faces qui sont ici dans le fond n'ont pas vraiment de nom, ben d'après moi, elles n'ont pas vraiment de nom. Je leur dirais que dans le fond il y a deux faces planes et ici il y a une face courbe et en-dessous c'est des faces qu'ils connaissent* (Entrevue, I. 24).

Ainsi, Sophie ne voyait pas la pertinence de certains des solides de l'ensemble de géoblocs. Pourtant, si on reprend le pont par exemple, sans être plus complexe qu'un autre, ce solide est tout aussi approprié pour travailler les arêtes, les sommets et les faces. En fait, la face courbe que Sophie ne peut nommer dans l'extrait précédent n'est qu'un simple rectangle.

Si Sophie avait fait les activités prévues dans le guide pédagogique, dans lequel on défend avec intérêt une didactique de la découverte, elle aurait peut-être constaté la pertinence de ces solides. Par ses activités, Sophie est centrée sur la découverte, mais surtout sur la bonne réponse. Ainsi, à part la première activité dans laquelle les enfants doivent classifier les géoblocs, elle fait faire des activités où il n'y a qu'une seule réponse possible. Ses activités de découverte étant limitées, elle n'exploite pas toutes les possibilités liées à l'utilisation des géoblocs. En fait, elle utilise ces blocs de façon tout à fait traditionnelle, pour identifier les faces, les arêtes et les sommets des solides qui en font partie.

1.7 Approche pédagogique privilégiée

La préparation de la séquence d'enseignement de Sophie nous a permis de découvrir que celle-ci souhaitait diversifier ses approches pédagogiques : enseignement en grand groupe, travail en équipe et travail individuel, tout en accordant une place prédominante à l'enseignement en grand groupe de même qu'au travail en équipe.

Au visionnement des leçons, en plus de constater que Sophie a bien respecté ce qu'elle avait annoncé, nous avons remarqué que son approche pédagogique en grand groupe est fort intéressante. En effet, lorsqu'elle enseigne au groupe, il ne s'agit pas d'un enseignement magistral, mais bien d'un enseignement collectif dans lequel les enfants ont leur place. Ainsi, Sophie leur pose des questions, les invite à l'avant de la classe et les amène à intervenir. On ne peut vraiment pas parler d'un enseignement statique dans lequel les enfants ne font que recevoir des informations, mais plutôt d'un enseignement interactif où ils sont appelés à participer activement, ce qu'ils semblent grandement apprécier.

2. Situations d'enseignement / apprentissage

2.1 Connaissances mathématiques

Comme les résultats au test diagnostique le laissaient entrevoir, Sophie présente certaines difficultés quant à la maîtrise du contenu à enseigner aux enfants. Une de ces difficultés se situe au niveau de la conception qu'elle se fait d'un solide, ce qui n'est pas très aidant en soi lorsque l'on amorce trois leçons sur ce sujet. Ceci vient appuyer une observation faite dans le cours de *Didactique de la géométrie au primaire*, à l'effet qu'il s'agit d'une partie de la matière pour laquelle les étudiantes et étudiants présentent beaucoup de difficultés.

Ainsi, à la première leçon, Sophie a demandé aux enfants ce qu'est un solide, à quoi une élève a répondu qu'il s'agit d'un objet en trois dimensions. Sophie a alors confirmé et appuyé cette affirmation en ajoutant qu'on peut le prendre, qu'il a une longueur, une largeur et une hauteur. Sophie avait tout à fait raison de confirmer qu'un solide est en trois dimensions, mais ce qu'elle a ajouté est faux puisque ça ne s'applique pas à tous les solides. Assez étonnamment, pour illustrer ce qu'elle a avancé, elle a choisi un contre-exemple : «*Ici ma sphère, mon globe terrestre, je peux le prendre*» (L1, p. 2).

Étant donné que Sophie n'a pas remarqué son erreur pendant le visionnement de la leçon, en entrevue, nous lui avons demandé de définir ce qu'est un solide. Elle nous a alors répété mot pour mot ce qu'elle avait déjà dit aux enfants. Nous lui avons alors demandé ce qu'elle pouvait dire de la sphère, à quoi elle a répondu «*Une chance que je ne leur ai pas dit ça, la largeur et la hauteur. Mais moi j'ai dans le principe que, un solide c'est en trois dimensions et que tu peux le prendre*» (Entrevue, Q. 5). Ainsi, ce n'est qu'en étant confrontée au contre-exemple qu'elle a elle-même présenté aux enfants qu'elle s'est rendu compte qu'il est erroné de généraliser et de définir un solide en mentionnant qu'il a une largeur, une longueur et une hauteur.

Au cours de la leçon suivante, Sophie a eu beaucoup de mal à définir ce qu'est un prisme. En fait, nous pouvons affirmer qu'il s'agit là de la plus grande difficulté démontrée par Sophie dans le cadre de ses trois leçons. Ainsi, après avoir identifié un prisme à base triangulaire qui reposait sur une face latérale, une élève a dit qu'il s'agissait plutôt d'un prisme à base rectangulaire. À ce commentaire, Sophie a tout simplement répliqué qu'on devait se fier aux deux faces qui sont sur le côté. Jusque-là, malgré le fait qu'elle n'ait pas été très explicite, nous pouvons dire qu'elle n'a pas commis d'erreur. Par contre, un peu plus loin dans la même leçon, un enfant lui a demandé ce qu'est un prisme, à quoi elle a répondu ce qui suit : «*La définition du prisme est que tu regardes ça ici, tu vois que c'est des côtés parallèles l'un et l'autre. Parallèle ça veut dire qu'ils s'en vont en ligne droite et ne se rejoignent jamais. Deux lignes, mais ne se rejoignent jamais, la même chose ici, la même chose ici* [en pointant les faces latérales du prisme]» (L2, p. 5). Ainsi, comme cet extrait en témoigne, Sophie définit le prisme, non pas à partir du parallélisme des bases, mais plutôt à partir du parallélisme des faces latérales.

Lors du visionnement de cette leçon, Sophie a douté de l'exactitude de son explication. Par contre, contrairement à ce que nous pensions, elle ne s'en faisait pas outre mesure parce qu'il ne s'agissait pas du but de la leçon, celui-ci étant plutôt d'identifier des solides. À ce sujet, Sophie nous a confié qu'avant la leçon, elle s'est interrogée à savoir si elle devait expliquer à des enfants de troisième année ce qu'est un prisme. Pour elle, c'était important parce que «*quand tu sais de où ça vient, il me semble que tu le gardes plus dans ta tête, dans ta mémoire*» (Entrevue, I. 37).

Cependant, les autres professeurs lui ont dit qu'il n'était pas nécessaire d'expliquer le pourquoi de tel ou tel nom. Elle n'est donc pas allée plus loin et, si c'était à recommencer, elle ferait la même chose pour ne pas mélanger les enfants.

Cette décision nous a étonnée parce qu'il nous semble que, pour être en mesure d'identifier correctement un prisme à base triangulaire par exemple, il est nécessaire de comprendre pourquoi on l'appelle ainsi, sans quoi il ne s'agit que d'un exercice de mémorisation. Ainsi, nous pensons que Sophie aurait mieux fait de suivre sa première idée.

Étant donné que l'explication qu'elle a fournie du prisme était un peu confuse, en entrevue, nous lui avons demandé de définir ce solide. C'est alors qu'elle nous a dit qu'elle ne s'était pas préparée à enseigner cela. Pour répondre à l'enfant, elle s'est donc appuyée sur ce qu'elle se rappelait de ses cours à l'université : «*un prisme c'est fait de faces qui étaient parallèles l'une entre l'autre*» (Entrevue, Q. 6). Ne sachant pas trop si par *faces parallèles* elle faisait référence aux bases du prisme, nous lui avons demandé de préciser ce qu'elle entend par la base d'un prisme. Sa réponse nous a laissée un peu perplexe. En effet :

> *Ben je sais qu'on l'a appris, mais sincèrement, je ne le sais pas. La base, c'est les deux extrémités qui alentour d'eux il y a des parallèles, je ne me souviens plus, il me semble que c'était alentour, ils doivent être tous euh ... parallélogramme ? Je ne me souviens plus si c'est ça. Je ne le sais pas là* (Entrevue, Q. 6).

Cette réponse permet clairement de voir que Sophie ne sait pas définir ce qu'est un prisme, pas plus que la base d'un prisme. Certes, elle peut reconnaître différents prismes, mais ne saurait dire pourquoi on les désigne ainsi. Le test diagnostique, dans lequel elle a été incapable d'identifier le prisme à base pentagonale ainsi que le prisme à base trapézoïdale, laissait déjà entrevoir ces difficultés.

Nous trouvons inacceptable que dans la préparation de leçons portant exclusivement sur les solides, Sophie ne se soit pas préparée davantage. Même si elle ne prévoyait pas expliquer le pourquoi de tel ou tel nom, c'est quelque chose qu'elle aurait dû savoir. De même, elle aurait dû prévoir que les enfants auraient du mal à concevoir que la base d'un prisme n'est pas nécessairement la face sur laquelle il repose. Cette dernière affirmation peut facilement provoquer un conflit cognitif chez l'enfant, pour qui la notion de base a toujours fait référence à la partie sur laquelle est posé un objet.

Une autre difficulté de Sophie s'est manifestée lorsqu'elle faisait la description de solides. C'est alors que l'on a pu voir que, pour elle, les faces courbes ne sont pas des faces. En effet, elle demandait aux enfants quelles sont les faces de chacun des solides qu'elle leur présentait. Tant qu'il s'agissait de polyèdres, donc de solides à faces planes, ça allait. Par contre, lorsque le solide était un corps rond, elle ignorait les faces courbes en allant aussi loin que de dire «*une sphère ça a aucune face, c'est courbe*» (L2, p. 3).

Fidèle à ses conceptions, lorsque Sophie a travaillé les arêtes et les sommets, elle a dit aux enfants que le cône possède un cercle, 0 arête et 0 sommet. En effet, selon ce qu'elle avançait, le cône n'a pas d'arête, puisque l'arête est la rencontre entre deux faces, et comme ce solide compte seulement une face, il ne peut comprendre d'arête. De plus, étant donné que le sommet se veut la rencontre de trois arêtes, elle a affirmé que le cône ne possède pas de sommet. Mathématiquement, ce dernier énoncé est vrai. Toutefois, nous pensons que dans son explication, Sophie aurait dû à tout le moins mentionner le sommet physique du cône, qui n'est pas celui dont on parle lorsqu'on définit le sommet en géométrie.

Cette difficulté est à l'origine d'erreurs importantes qui se sont produites dans un jeu de devinettes que Sophie a présenté aux enfants à la troisième leçon. Dans ce jeu, à partir de cartons préparés à l'avance, Sophie posait des questions intégrant les notions vues aux trois leçons : les solides, les faces les sommets et les arêtes. Conséquemment aux conceptions pour le moins erronées de Sophie, les questions posées étaient incorrectes. Par exemple : *«Qui suis-je ?J'ai 0 face, 0 arête, 0 sommet»* (L3, p. 5), à quoi les enfants ont répondu : *«La sphère»*. Par son enseignement, Sophie a donc amené les enfants à reproduire les mêmes erreurs qu'elle.

Fort heureusement, lors du visionnement des leçons, Sophie s'est corrigée en disant que la sphère a une face, mais une face courbe. De la même façon, le cône contient un cercle et une face courbe et non seulement une face. Elle nous a dit avoir rectifié son enseignement auprès des enfants à la quatrième leçon, c'est-à-dire dès qu'elle s'est aperçue de ses erreurs qui, à ses dires, n'ont pas semé de confusion chez les enfants. Sophie s'est également rétractée en ce qui concerne l'arête du cône :

> *Bon là ici, j'ai réalisé que je m'étais trompée. Parce que je leur ai dit qu'il n'y avait ... ça, je l'ai réalisé après aussi que j'avais dit qu'il n'y avait pas d'arête, mais dans le fond, il y en a une arête. Ça, je leur ai précisé que je m'étais trompée, que le cercle, la face courbe, dans le fond ... non non c'est correct, voyons c'est quoi que je voulais dire ? Oui, c'est ça l'arête, il y avait l'arête, mais il n'y avait pas de sommet. Ça fait que ça je leur ai précisé* (Entrevue, I. 62).

Cette intervention confirme que Sophie est encore mêlée.

Les situations qui précèdent démontrent malheureusement que Sophie ne maîtrise pas suffisamment plusieurs des notions qu'elle devait enseigner aux enfants. Par contre, nous tenons à souligner que lors du visionnement des leçons, elle s'est elle-même aperçue de deux des trois difficultés présentées. Cette prise de conscience est l'indice que Sophie est une future enseignante qui est capable de s'analyser et de poser un regard critique sur son enseignement. Il s'agit là d'une qualité non négligeable parce que, même si elle n'a pas réussi à corriger toutes ses erreurs, elle sait où elles se trouvent. Ce qui importe, c'est d'en prendre conscience et de pouvoir poser un regard critique pour l'avenir. C'est d'ailleurs un des aspects sur lesquels nous insistons dans nos cours de didactique, c'est-à-dire, apprendre soi-même dans l'action et sur l'action.

2.2 Transposition des connaissances mathématiques en enseignement

Les difficultés présentées par Sophie au plan de ses connaissances mathématiques ne sont évidemment pas sans conséquences quant à l'enseignement qu'elle prodigue aux enfants. Comme nous pourrons le constater, Sophie démontre en effet certains problèmes au niveau de la transposition de ses connaissances mathématiques en enseignement.

Par exemple, au tout début de la première leçon, alors que Sophie désirait que les enfants effectuent une classification de leurs géoblocs, Sophie a formulé différents exemples à partir des enfants de la classe : les garçons avec les garçons et les filles avec les filles. L'idée de faire un rapprochement avec la classe peut être intéressante, mais comme la trousse de géoblocs comprend plusieurs solides identiques, certains enfants ont fait leur classification en rassemblant les figures semblables : *«On les a tous classés les mêmes ensembles»* (L1, p. 6).

Lors du visionnement des leçons, Sophie a mentionné que *«c'est sûr qu'il y en avait qui, des fois, qui n'avaient pas rapport, mais je les écoutais quand même»* (Entrevue, l. 16). Il est au contraire très pertinent de placer les cylindres avec les cylindres, les cubes avec les cubes, etc. Ce n'est pas la réponse que Sophie recherchait, mais il s'agit d'une réponse très logique par rapport à l'exemple qu'elle avait donné aux enfants. N'atteignant donc pas l'objectif de classification qu'elle s'était fixé, Sophie a passé en revue les différentes faces que l'on trouve sur chacun des solides. L'activité s'est terminée sans qu'il y ait de consensus sur une classification en particulier. Interrogée sur le fait que les enfants ne soient pas arrivés aux résultats qu'elle attendait, Sophie reconnaît qu'elle aurait pu être plus précise : *«Peut-être que j'aurais pu dire :"Vos solides, vous devez les classer en regardant les faces", sans dire quelle sorte de faces qu'ils ont, dire "observer bien bien vos faces que vous avez"»* (Entrevue, Q. 7).

En entrevue, nous avons demandé à Sophie quelle serait la meilleure classification de solides. Assez étonnamment, selon elle, il n'y a pas de classification qui soit meilleure qu'une autre. Nous sommes évidemment en désaccord avec elle. Toutefois, nous pensons que pour faire une bonne classification de solides, il faut avoir le matériel adéquat. En effet, les géoblocs utilisés ne permettent pas vraiment de classification. Outre le fait qu'il contient des solides en double, cet ensemble de blocs compte un seul corps rond. Il est donc difficile pour les enfants de classifier les solides qui roulent et ceux qui glissent. De plus, comme il n'y a pas de pyramides, les enfants ne peuvent séparer les prismes des pyramides. Les géoblocs ne sont donc pas destinés à faire une activité de classement. De toute façon, comme nous l'avons précédemment indiqué, ce n'était pas l'usage qui devait en être fait.

Les difficultés de Sophie au plan mathématique ont aussi comme conséquence que les explications qu'elle fournit aux enfants manquent parfois de précision. Prenons en exemple une situation qui s'est présentée à la première leçon et qui concerne l'appellation donnée à un des géoblocs : le demi-cylindre. Malgré le fait que ce solide ne soit pas plus difficile à définir qu'un autre — il s'agit d'un demi-cylindre d'à peu près 2 cm de hauteur et 3 cm de rayon — Sophie n'a jamais pu le nommer ainsi.

Elle appelait ce solide la demi-sphère. Sachant qu'il n'y a pas de demi-sphère dans la trousse de géoblocs, en entrevue, nous lui avons demandé de quel solide elle parlait. Elle nous a alors dit que c'était comme un demi-cercle, mais en trois dimensions. «*Eux autres appellent ça une demi-sphère*» (Entrevue, I. 20). Pourtant, dans le guide pédagogique, il est bel et bien question d'un demi-cylindre et non d'une demi-sphère. Ce qui est surprenant est que, pendant la leçon, juste après son explication, un enfant lui a dit qu'une demi-sphère correspond à un globe terrestre coupé en deux. Cet enfant voulait ainsi lui faire prendre conscience que le demi-cylindre qu'elle avait dans les mains ne pouvait s'appeler une demi-sphère. Elle a alors dit à l'enfant qu'il avait tout compris et, même en présence de ce contre-exemple, elle ne s'est pas rétractée.

Pourtant, les remarques de Sophie en entrevue montrent qu'elle savait qu'il n'est pas logique d'appeler ce solide une demi-sphère, mais elle persistait parce qu'elle croyait que c'est le nom qu'on lui donne. Nous pensons que le commentaire de l'enfant aurait dû sonner l'alarme et déclencher une réflexion à partir de laquelle elle aurait pu mettre ses connaissances mathématiques à contribution et déduire qu'il s'agissait bien d'un demi-cylindre. Cette situation montre donc que Sophie a manqué non seulement de réflexion *dans* l'action, mais aussi *sur* l'action. En effet, il est bien de s'apercevoir qu'il y a quelque chose qui ne fonctionne pas, mais encore faut-il que cette constatation serve à se réajuster.

Plusieurs autres exemples témoignent également du fait que les explications de Sophie manquent souvent de limpidité. Nous n'avons qu'à penser au moment où elle a expliqué ce qu'est un sommet : *«Il y a 3 arêtes qui se rencontrent, ça fait un sommet, ça fait comme un petit coin. C'est un sommet. C'est le sommet de 3 arêtes»* (L3, p. 2). Comme nous pouvons le constater, le début de son explication est correct. Par contre, c'est en voulant être plus explicite que ça se gâte. Ou encore, prenons en exemple la façon dont Sophie s'y est prise pour expliquer aux enfants pourquoi tel solide porte tel nom : *«On a dit un moment donné c'est une sphère, un autre moment donné on a dit c'est comme un cylindre, alors on va l'appeler le cylindre. C'est comme ça pour chaque solide»* (L1, p. 3). Évidemment, le cylindre ne s'appelle pas comme tel parce qu'il ressemble à un cylindre. Le nom *cylindre* vient du grec *kylindros*, qui veut tout simplement dire rouleau. Si Sophie tenait à s'arrêter à la provenance de certains noms, elle aurait dû se préparer en conséquence. Donc, en plus de manquer de clarté, les explications de Sophie sont parfois même incorrectes.

Enfin, pour terminer sur ce point, nous désirons soulever le fait que le manque de clarté dont fait preuve Sophie a évidemment des répercussions au niveau de la compréhension des enfants à qui elle enseigne. Ainsi, lorsqu'elle donne des directives pour une activité par exemple, elle doit fréquemment recommencer ses explications parce qu'il y a toujours des enfants qui ne comprennent pas ce qu'elle attend d'eux.

L'étude des situations d'enseignement de Sophie nous a permis de constater que, dans la transposition de ses connaissances mathématiques en enseignement, celle-ci voue une grande importance à l'établissement de liens entre les notions enseignées et les autres notions mathématiques. Dans le test diagnostique, Sophie a d'ailleurs fait ressortir que les cours en didactique des mathématiques qu'elle a suivis à l'université lui ont fait réaliser que les notions mathématiques ne sont pas des unités isolées, mais qu'elles sont plutôt liées entre elles. C'est ce qui lui a permis de découvrir une logique jusque-là inexistante pour elle en mathématiques. Cette vision des mathématiques lui ayant manqué lorsqu'elle était jeune, il est très important pour Sophie d'amener les enfants à qui elle enseigne à établir des liens entre les différentes notions mathématiques.

Par exemple, à la première leçon, alors que Sophie étudiait le cylindre avec les enfants, elle a établi un lien avec ce qu'ils ont vu en deuxième année en faisant ressortir que le cylindre est un solide qui roule, comme il y a des solides qui glissent. Au visionnement de cette séquence, satisfaite de son intervention, Sophie nous a fait part qu'il est important pour elle de bien connaître les objectifs du programme de tous les niveaux afin d'être en mesure d'établir des rapports avec ce que les enfants ont vu ou verront. Dans le même esprit, toujours à la première leçon, Sophie a fait un retour sur la différence qui existe entre un carré et un rectangle parce que certains enfants confondaient les deux. Concernant cette précision donnée aux enfants, elle a affirmé qu'il *«est très pédagogique de reprendre des notions oubliées ou mélangées»* (JB, p. 2).

Cependant, même si Sophie est très sensibilisée à l'importance d'établir des liens avec ce que les enfants ont vu, l'exemple suivant montre qu'elle ne le fait pas toujours. En effet, à la première leçon, un des objectifs visés par Sophie était que les enfants observent et manipulent des solides. Toutefois, elle ne voulait pas s'attarder au nom de ces solides avant la deuxième leçon. Or, en deuxième année, les enfants ont travaillé les solides avec la même trousse de géoblocs. Ils ont donc vu le cube, le cylindre, le demi-cylindre, le prisme à base triangulaire, le pont et le prisme tronqué. Outre ces formes, le livre d'exercices de ce niveau montre que les enfants ont également vu le cône, la sphère, la demi-sphère et la pyramide à base carrée. Sophie n'a donc pas tenu compte de ce que les enfants connaissaient déjà lors de la planification de ses leçons et cette négligence a donné lieu à des situations un peu incongrues.

Effectivement, lorsque Sophie a présenté le Village olympique à la classe, un enfant a immédiatement déclaré que l'illustration contenait des solides. D'autres enfants ont renchéri en nommant certains de ces solides. Les enfants pouvant déjà nommer certains solides, la planification de Sophie s'est vue un peu chamboulée. Malgré tout, elle ne s'est pas réajustée et a respecté le reste de sa planification en ne s'attardant au nom des solides qu'à la deuxième leçon. Dans la présente situation, Sophie a donc fait preuve de très peu de rétroaction *dans* l'action. En effet, elle aurait pu s'ajuster facilement en adaptant ses exercices, mais elle ne l'a pas fait. Ce qui est assez étonnant est que cette mise en situation avait précisément comme but de vérifier les acquis des enfants concernant les solides. En énonçant un tel but, nous pensions qu'elle avait prévu un deuxième scénario, mais la suite de la leçon montre que ce n'était pas le cas. Nous devons dire que nous trouvons que Sophie n'a pas choisi le bon moment pour vérifier les acquis des enfants. En effet, pour éviter qu'une telle situation se produise, il aurait fallu que cette vérification ait lieu non pas au début de la première leçon, mais plutôt avant la planification de ses leçons.

Tous les efforts que Sophie a mis pour n'enseigner le nom des solides qu'à la deuxième leçon ont rendu la situation un peu absurde. Sophie donnait ainsi l'impression de vouloir épargner aux élèves quelque chose de très difficile. L'extrait qui suit illustre bien ce que nous avançons.

> *Ça l'a des noms hein, ça les solides que vous me nommez, mais Sophie ne veut pas arriver tout de suite à vous donner les noms, parce que si Sophie a vous dit les noms tout de suite de ces solides-là, je suis certaine que vous allez pas retenir rien rien rien. Mais tout à l'heure, ou peut-être demain jeudi, on va apprendre que chaque solide a un nom. C'est comme vous autres dans la classe, vous avez tous un nom pour vous différencier. C'est la même chose pour les solides. On a donné un moment donné, on s'est dit c'est une sphère, un autre moment donné on a dit c'est comme un cylindre alors on va l'appeler le cylindre. C'est comme ça pour chaque solide. Mais avant, on va arriver à faire d'autre chose avec les solides* (L1, p. 3).

En entrevue, nous avons demandé à Sophie pour quelle raison elle n'a pas voulu aborder le nom des solides à la première leçon. Elle nous a alors répondu que c'était pour ne pas mélanger les enfants. Elle tenait à ce qu'ils observent et manipulent les solides puis qu'ils en fassent ressortir les principales caractéristiques avant de s'attarder à leur nom. Par contre, le visionnement de la leçon lui a fait prendre conscience que nommer les solides aurait pu s'avérer, non pas mélangeant, mais plutôt aidant pour certains.

Dans d'autres situations, Sophie cherche à établir des liens avec des notions que les enfants verront plus tard et ce, sans que ce soit vraiment nécessaire. Par exemple, elle commence une explication puis elle dit «*vous l'apprendrez au deuxième cycle*» (L1, p. 6) ou encore, «*plus tard, vous allez savoir tout tout qu'est-ce que ça veut dire*» (L2, p. 4). Cette attitude n'est pas la meilleure à adopter, surtout lorsqu'il s'agit de notions que les enfants sont en mesure de comprendre. À la première leçon par exemple, les enfants avaient dans leur ensemble de géoblocs un prisme tronqué. Elle leur a dit que la base était un trapèze et qu'ils apprendraient ça au deuxième cycle. Elle est ensuite passée à une autre figure.

Sachant que les enfants ont cette figure dans leur trousse de géoblocs depuis la deuxième année, elle aurait dû la considérer comme les autres. De toute façon, en mettant le prisme rectangulaire en relation avec le prisme tronqué, ce dernier solide n'est pas plus difficile à comprendre qu'un autre. De plus, par son explication écourtée, Sophie n'a pu faire autrement qu'induire les enfants en erreur. En effet, il est faux de dire que la base d'un prisme rectangulaire tronqué est un trapèze. Si c'est un prisme tronqué, ce n'est pas un prisme à base trapézoïdale. Par cette affirmation, elle confirme à nouveau sa difficulté à définir ce qu'est un prisme.

Enfin, voici une situation dans laquelle Sophie aurait pu établir un lien intéressant en associant la théorie et une application concrète de cette théorie. Cette situation a eu lieu à la deuxième leçon, alors que les enfants et Sophie corrigeaient un exercice dans lequel ils devaient identifier les faces de différents solides. Après avoir identifié les faces de la pyramide à base carrée, un enfant a demandé comment les Égyptiens s'y prenaient pour construire leurs pyramides et, plus précisément, comment ils érigeaient la hauteur de ces pyramides. Assez évasive, Sophie a répondu que c'était «*Comme quand on bâtit une maison, un bâtiment comme l'école. Par rapport à une pyramide, ils ont tout réuni ça dans un même sommet*» (L2, p. 4). Un enfant a complété l'explication de Sophie en relatant ce qu'il avait déjà vu dans une bande dessinée. Suite à ce commentaire pourtant très imprécis, Sophie a dit que cette explication avait du bon sens, puis elle est passée à autre chose. Pendant le visionnement de cet extrait, Sophie a affirmé que le questionnement de l'enfant était hors contexte.

Lors de l'entrevue, nous sommes revenue sur cette situation en demandant à Sophie si elle aurait pu exploiter davantage le commentaire de l'enfant. Sa réponse laisse voir qu'il aurait effectivement été possible de revenir sur les pyramides d'Égypte, mais comme elle le dit, dans un autre contexte :

> *J'aurais pu exploiter, continuer à parler, c'est vrai que ça a rapport un peu les pyramides en Égypte, mais là, un moment donné, déjà je trouve en me regardant que je leur laisse beaucoup de liberté, tu sais, ils parlent beaucoup, j'écoute tout le monde et tout ça. Là, je me dis un moment donné, on peut revenir, mais dans une autre matière. Sinon ça ne finit plus* (Entrevue, Q. 13).

Bien que nous comprenions le choix de Sophie, nous trouvons dommage qu'elle n'ait pas saisi l'occasion pour exploiter cette situation. Cependant, cette exploitation supposant certains savoirs historiques que Sophie ne possède sans doute pas, il faut tenir compte du fait qu'elle n'était pas préparée pour réagir comme il aurait été souhaitable qu'elle le fasse.

Ces situations démontrent que, si Sophie a à coeur d'amener les enfants à établir des liens avec d'autres notions mathématiques, elle ne saisit pas toutes les occasions pour le faire. Nous pensons que sa façon d'agir résulte non seulement d'un manque de réflexion *dans* l'action, mais aussi d'une volonté de respecter la planification établie lors de la préparation de ses leçons. Cependant, puisque l'intention y est, nous sommes d'avis qu'avec l'expérience, Sophie sera de plus en plus à l'aise pour faire place à l'imprévu.

2.3 Approche didactique

2.3.1 Construction des connaissances / Acquisition de connaissances

Malgré le fait que Sophie présente, d'une part, certaines difficultés dans la maîtrise des connaissances à enseigner aux enfants et que, d'autre part, elle ait commis plusieurs erreurs au niveau la transposition de ses connaissances mathématiques en enseignement, nous avons relevé des éléments intéressants au plan didactique.

Par exemple, la première activité présentée aux enfants permet de constater que Sophie essaie de mettre en place les conditions nécessaires afin que les enfants puissent construire leurs connaissances. Cette activité de classification de solides avait en effet comme but que les enfants manipulent, observent et découvrent les solides. «*C'est pour ça que moi je ne voulais pas leur dire de quelle façon les classer, sinon tout le monde les aurait su et ils n'auraient pas observé nécessairement. Là, je voulais qu'ils observent, qu'ils manipulent. Et là, il y en a qui ont pas nécessairement dit ce que je voulais ... mais c'est correct comme ça*» (Entrevue, Q. 7). Comme nous avons pu l'observer précédemment, cette activité n'a pas été des plus réussies. Toutefois, nous retenons qu'à la base, Sophie voulait partir des découvertes des enfants.

L'analyse des trois leçons laisse voir que Sophie se soucie énormément de la compréhension des enfants. Par exemple, toujours dans l'activité de classement de solides, une élève a affirmé qu'elle avait mis les rectangles ensemble. Elle voulait évidemment parler des solides qui présentent des faces rectangulaires. Sophie a alors repris l'enfant en disant que les figures planes du solide s'appellent des faces. Elle a ensuite repris le commentaire de l'enfant en disant qu'elle avait rassemblé tous les solides qui ont des faces rectangulaires ensemble. En agissant de la sorte, Sophie voulait s'assurer que les enfants emploient les termes exacts pour décrire leurs solides. Lors du visionnement, Sophie s'est arrêtée sur ce passage pour relever l'importance d'une telle intervention. Nous trouvons aussi l'intervention de Sophie très appropriée puisqu'il n'est pas plus difficile pour les enfants d'employer les termes justes.

Toujours dans le même esprit, en regardant l'illustration d'un cube, un enfant a mentionné à Sophie qu'il s'agissait d'un carré. À ce moment, au lieu de donner la bonne réponse à l'enfant, Sophie a établi la différence entre un cube et un carré. «*Un carré, est-ce que c'est en 3 dimensions ? C'est le cube qui est en 3 dimensions. Le cube est formé de faces carrées, mais il est en 3 dimensions. C'est pour ça qu'on l'appelle le cube. C'est un solide*» (L3, p. 2). Évidemment, l'intervention de Sophie est un peu maladroite puisqu'elle a donné la réponse à l'enfant dans la question qu'elle lui a posée. Par contre, l'intention y était. À partir de la distinction entre le carré et le cube, Sophie voulait que l'enfant trouve lui-même son erreur.

Après avoir fait ressortir que les explications de Sophie manquent souvent de limpidité, il nous a paru contradictoire que celle-ci insiste pour que les enfants s'expriment de façon claire. Nous devons même avouer que nous avons été surprise la première fois que nous l'avons entendu dire aux élèves qu' «*il faut être précis quand on parle*» (L1, p. 6), comme si elle n'avait pas le droit de demander aux enfants de parler clairement, sous prétexte qu'elle ne le fait pas toujours. Toutefois, nous pensons que ce n'est pas parce que Sophie présente certaines lacunes qu'elle doit en demander moins aux enfants. L'important est qu'elle soit consciente de ses difficultés afin de pouvoir les corriger. À ce sujet, bien que Sophie n'ait pas repéré toutes ses erreurs lors du visionnement des leçons, elle sait qu'elle a un bout de chemin à faire.

En plus de favoriser la compréhension des enfants, Sophie amène souvent ces derniers à se questionner. Par exemple, au début de la première leçon, lorsque les enfants ont dit qu'ils voyaient des solides dans le Village olympique, Sophie leur a demandé pourquoi ils pensaient qu'il s'agissait de solides. Les enfants ayant travaillé les solides en deuxième année, ils avaient une idée de ce que c'était. De plus, comme ils venaient tout juste de voir la notion de volume, dans laquelle ils ont évidemment été en contact avec les solides, cette dernière notion n'était donc pas si loin. Ainsi, au lieu de dire tout de suite aux enfants de quoi il s'agissait, elle les a fait chercher. Sophie est convaincue que cette façon de travailler est la bonne.

> *Ben je trouve ça bon parce que je leur faisais se poser des questions. Ils s'interrogeaient. Ce n'était pas si facile que ça pour eux autres de savoir c'était quoi un solide dans le fond. Mais en prenant des objets, des solides concrets, je pense qu'ils sont arrivés à savoir c'était quoi, sans avoir une définition. Pour troisième année, c'est pas évident, avoir une définition intégrale de c'est quoi un solide. Mais de savoir pourquoi qu'une sphère ils disent c'est un solide, pourquoi qu'un cube ils disent que c'est un solide, ben je pense qu'ils sont arrivés à comprendre c'était quoi un solide* (Entrevue, I. 7).

On retrouve également cette façon d'enseigner à la troisième leçon, dans laquelle l'objectif était l'étude des sommets et des arêtes. En prenant exemple sur un cube, Sophie a interrogé les enfants pour savoir ce qu'ils connaissaient de ces deux termes. En plus de faire valoir que cette future enseignante amène les enfants à se questionner, cette situation montre qu'elle tente de partir des connaissances des enfants pour bâtir son enseignement.

Un peu plus loin dans cette partie de la leçon, voyant que les enfants avaient de la difficulté à calculer le nombre d'arêtes dans un solide, Sophie leur a montré comment compter les arêtes de façon méthodique, en prenant exemple sur le prisme rectangulaire.

« On compte ensemble 1, 2, 3, ... 12. Il y en avait 4 du côté de la base carrée, 4 autres ici [en pointant l'autre base], *puis il y en avait 4 autres ici qui formaient le rectangle, alors ça faisait 12»* (L3, p. 2). Malgré les explications de Sophie, un élève avait toujours peur d'oublier des arêtes en comptant. Elle a alors pris cet enfant en individuel et, de façon encore plus explicite, elle lui a montré de nouveau comment faire : *« Tu prends un côté, 1, 2, 3, 4. Ça fait 4 arêtes de ce côté-ci. Tu gardes ton doigt, tu tournes, ça fait ... »* (L3, p. 7).

Le comptage des arêtes peut effectivement être fastidieux lorsque l'on ne s'y prend pas de la bonne façon. Ainsi, nous trouvons que la démarche de Sophie est très intéressante puisqu'elle a su prendre le temps de montrer une façon de procéder aux enfants afin que ceux-ci soient vraiment en mesure de compter le nombre d'arêtes sans se tromper. De plus, puisque cette démarche n'était pas prévue, nous désirons souligner que Sophie a su faire preuve d'une bonne rétroaction *dans* l'action. En effet, pour répondre à un besoin manifesté par les enfants, elle a fait cette démonstration sans hésiter. Elle a donc su adapter son enseignement à la compréhension des élèves.

C'est ce qui nous amène à parler du fait que, pour favoriser la compréhension des élèves, Sophie n'hésite pas à faire des démonstrations. Par exemple, à la première leçon, alors que les enfants étudiaient les faces de chacun des solides, un enfant avait alors du mal à saisir que la face courbe du cylindre était un rectangle. Pour lui démontrer, Sophie a fabriqué un cylindre en papier. Ainsi, l'enfant a pu constater que la face courbe est un rectangle. Lors du visionnement de la leçon, Sophie nous a confiée qu'elle n'avait pas prévu faire cette démonstration, mais suite au questionnement de l'élève, elle a pensé que les enfants étaient prêts à recevoir cette information, d'autant plus qu'il s'agissait d'une démonstration assez concrète.

Suite à cette démonstration, un enfant pensait que la face courbe du cône était également formée d'un rectangle. Au lieu de répondre par la négative, Sophie a demandé à l'enfant de former un cône avec une feuille rectangulaire. Lors du visionnement, Sophie s'est dit particulièrement fière de cette intervention par laquelle l'enfant a vraiment pu constater de lui-même qu'il n'y avait pas de rectangle dans le cône. De par cette intervention, elle était certaine de la compréhension des enfants :

> *Ben là, je trouve ça bien parce que là, Sandra ne me croyait pas. Ça fait que je me suis dit, elle va le voir par elle-même en le faisant que dans le fond, le cône ... il n'a pas de rectangle dans le cône. Elle ne me croyait pas, ça fait que je me suis dit, je vais la mettre au défi, elle va le faire et elle va le voir. Elle va le constater par elle-même. Il y en a plusieurs qui disaient qu'il y avait un rectangle. Je suis certaine que les autres, en voyant faire Sandra, eux autres aussi vont constater qu'il n'y a pas de rectangle. Mais ce n'était pas prévu là* (Entrevue, I. 39).

Enfin, pour favoriser la compréhension des enfants, Sophie se fait un point d'honneur de toujours présenter les notions à travailler tant de façon concrète qu'imagée. Suite à la deuxième leçon, Sophie a d'ailleurs fait une réflexion à l'effet que si sa leçon a bien fonctionné, c'était en partie parce qu'elle était adaptée au niveau des élèves. Ainsi, elle a débuté sa première leçon en présentant les solides de façon imagée. Par la suite, en ayant recours à la manipulation, elle a travaillé concrètement et, un peu plus loin, de façon imagée à l'aide de jeux. Ce qui est important pour elle était que les enfants aient toujours accès à ces modes de représentation.

> *Ça, je trouve ça excellent parce qu'on est arrivé à dire les noms aussi. En identifiant les faces, en même temps on est arrivé à donner les noms. Je les écrivais au tableau et les enfants les écrivaient là, pis ils étaient écrit aussi sur la pancarte. Ça fait que là, ils les voyaient des trois façons, ça fait que ça entrait dans leur petite tête* (Entrevue, I. 35).

Concernant les jeux, nous avons pu remarquer que Sophie travaille beaucoup à partir de ce moyen qu'elle considère comme privilégié pour apprendre. Un commentaire qu'elle a fait suite aux trois leçons témoigne d'ailleurs de l'intérêt qu'elle y porte : «*Je m'aperçois que les enfants comprennent davantage lorsqu'ils manipulent et jouent*» (JB, p. 5).

Par exemple, à la deuxième leçon, elle a présenté un jeu qui avait comme but d'identifier des solides à partir de la description de ces solides. Bien que les enfants aient eu de la difficulté à comprendre comment jouer, lorsqu'ils ont compris, ça a bien été. Pour se guider, ils utilisaient les réponses de l'exercice précédent. Dans son journal de bord, Sophie mentionne que ce jeu lui a permis de constater que les enfants ont bien compris le contenu mathématique enseigné.

Sophie est très fière de ce jeu. Le commentaire qu'elle a fait pendant le visionnement de la deuxième leçon en fait foi.

> *Moi, ce jeu-là, j'ai vraiment ... les enfants ont continué après en atelier et ils adoraient ça jouer à ce jeu-là, pis ça leur a permis là, vraiment, ils les savaient comme ça* [en claquant des doigts]. *Ils savaient comment identifier les faces, les noms, ils savaient ... ils étaient vraiment très très habiles et ce jeu-là, je le referais et pas nécessairement avec juste les solides, avec d'autre chose. C'était vraiment intéressant et les enfants ont adoré ça. On pourrait refaire le jeu avec plein de notions mathématiques et les enfants embarquent beaucoup et adorent ça* (Entrevue, I. 54).

2.3.2 Utilisation de situations d'apprentissage concrètes

Bien que, dans son enseignement, Sophie mise beaucoup sur la manipulation de solides et qu'elle travaille toujours au niveau concret, imagé et symbolique, on ne peut pas vraiment affirmer qu'elle ait mis sur pied des situations d'apprentissage dans lesquelles l'enfant est placé en situation de résolution de problèmes et joue un rôle actif.

En fait, Sophie tend vers des activités dans lesquelles les enfants ont une démarche à effectuer, mais cette démarche s'apparente souvent plus à un exercice qu'à un problème à résoudre. Selon nous, une seule des activités que Sophie a présentées aux enfants était véritablement une situation de résolution de problèmes. Il s'agit de l'activité de classification de solides. Malgré le fait que cette activité ait connu quelques ratées, nous pouvons dire qu'elle en est une dans laquelle les enfants étaient vraiment en situation.

Nous pensons que la nature des objectifs visés par Sophie a pu restreindre celle-ci dans le choix de ses activités. En effet, selon nous, elle a passé beaucoup trop de temps sur l'objectif 10.5 — qui, rappelons le, a comme but de «décrire des solides d'après leurs faces, leurs sommets et leurs arêtes» (MEQ, Programme d'études, primaire, mathématique, p. 24) — au détriment de l'objectif 10.6 qui a comme but que l'enfant puisse «décomposer un solide et (...) le reconstituer» (*Ibid.*). Même si les solides font aussi partie des objectifs de première et de deuxième année, on peut dire qu'en troisième année, les enfants en sont encore à leurs débuts avec ce concept. Ils ont encore besoin de découvrir, d'observer et de manipuler. C'est pourtant ce que Sophie pense avoir fait. En effet, dans son journal de bord, elle disait de la première leçon : *«Je crois que la force de cette leçon est que j'ai utilisé une pédagogie qui a permis aux enfants de faire des découvertes, des observations, partager des idées, de la manipulation et surtout laisser les enfants s'aider mutuellement»* (JB, p. 1).

Nous pensons plutôt que Sophie était trop axée sur les connaissances théoriques — ou les connaissances déclaratives (Tardif, 1992) —, et qu'elle n'a malheureusement pas amené les enfants à appliquer ces connaissances dans différentes situations. En effet, le but ultime des trois leçons étant que les enfants sachent nommer les solides, leurs faces, leur nombre d'arêtes et de sommets, elle n'a pas fait d'activités de décomposition et de recomposition de solides, qui sont pourtant essentielles au développement de ce concept. Certes, elle a fait manipuler des solides, mais jamais les enfants n'ont eu, par exemple, à reconstruire un solide à partir de la représentation de ses faces ou encore, à dessiner le plan d'une construction élaborée à partir de solides, ce qui aurait donné lieu à des activités d'apprentissage plus concrètes, basées sur l'utilisation des connaissances en jeu.

2.3.3 Interactions avec les pairs et l'enseignante

Tout au long des trois leçons, Sophie favorise grandement les interactions avec les enfants de la classe. Ainsi, lorsqu'elle fait de l'enseignement en grand groupe, elle leur laisse beaucoup de place et les amène à participer activement. Cette interaction se fait surtout à partir de questionnements que Sophie émet et à partir desquels les enfants réagissent : de la simple réponse, Sophie peut inviter les enfants à venir à l'avant de la classe pour identifier un solide par exemple, ou encore, dans des cas plus rares, pour faire une démonstration.

De même, Sophie est une future enseignante qui est très attentive aux enfants et qui sait les écouter, même si elle trouve qu'il n'est pas toujours facile de préserver cette façon de faire.

> *Ce que j'ai trouvé difficile, c'est d'écouter les élèves qui posaient des questions qui n'avaient pas de lien avec le sujet ou quand Sandra est venue en avant, car je savais que le temps s'écoulait et que les enfants auraient moins de temps pour faire le jeu. Par contre, j'ai pris le temps de les écouter et de leur répondre, car c'est aussi important* (JB, p. 3).

Comme en témoigne cet extrait, Sophie démontre une bonne capacité de rétroaction *sur* l'action. En effet, elle sait s'analyser et poser un regard objectif sur ce qui s'est passé en classe avec les élèves. Ainsi, elle aurait pu nous dire qu'il est tout à fait normal d'écouter les commentaires de tous les élèves et qu'elle le fait sans problèmes. À la place, elle nous avoue avoir de la difficulté à être à l'écoute de tous.

Enfin, Sophie encourage beaucoup les interactions entre les enfants. En effet, en les invitant fréquemment à travailler en équipe, ce mode de fonctionnement fait place à beaucoup d'interactions entre eux. Le jeu, que Sophie utilise abondamment pour faire progresser les enfants, favorise également les interactions entre les enfants, mais aussi entre elle et les élèves.

CHAPITRE V : CONCLUSIONS

Avant de présenter les conclusions de cette étude, portant sur l'intégration des connaissances mathématiques et didactiques chez les futurs maîtres du primaire, nous croyons important d'en rappeler les grandes lignes : la problématique, les questions de recherche et la méthode utilisée. Ce faisant, nous serons plus en mesure de situer les conclusions qui s'en dégagent et les implications qui en découlent.

Pour ce dernier chapitre, nous retrouvons donc les parties suivantes :

— un résumé de la problématique, des questions de recherche ainsi que de la méthode utilisée ;

— la synthèse des quatre études de cas ;

— les conclusions générales de la recherche ;

— une critique des outils d'investigation ;

— les implications de la présente recherche tant au plan de la formation des maîtres qu'au plan de la recherche.

1. Résumé

1.1 Problématique

L'apprentissage de la didactique des mathématiques dans le cadre de la formation des futurs enseignants et enseignantes du primaire soulève certaines questions auxquelles plusieurs chercheures et chercheurs se sont intéressés. À ce sujet, des études ont tenté de mettre en évidence les nombreuses lacunes présentées par les futurs maîtres. Ces lacunes, qui sont assez diversifiées, proviennent tantôt des conceptions erronées de ces étudiantes et étudiants et tantôt de leur formation mathématique de base souvent déficiente. Par conséquent, le rapport qu'entretiennent les futurs maîtres face aux mathématiques est souvent ambigu et génère des attitudes négatives. Ces lacunes et ces attitudes ont des retombées importantes dans l'apprentissage de la didactique des mathématiques et dans l'enseignement de cette matière aux enfants. Ces retombées nous ont amenée à nous interroger sur l'utilisation des connaissances mathématiques et didactiques par les futurs enseignants et enseignantes de même que sur le niveau de réflexion de ces derniers face à leur pratique. De ces interrogations, sont clairement ressorties les deux questions de recherche suivantes :

1.2 Questions de recherche

1. — Comment sont utilisées les connaissances mathématiques et didactiques dans le cadre d'une séquence d'enseignement dispensée au terme du baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire ?

2. — Les futurs maîtres ont-ils manifesté une réflexion critique face à leur pratique d'enseignement ?

1.3 Méthode utilisée

Pour répondre à ces questions de recherche, il fallait recourir à une méthode qui permet d'observer et d'analyser de façon approfondie la pratique de futurs maîtres. Pour ce faire, nous avons réalisé l'étude de cas de quatre futures enseignantes en fin de formation.

De façon à obtenir une meilleure représentativité de la population-cible, c'est-à-dire la clientèle des futurs enseignants et enseignantes inscrits à la formation des maîtres, nous nous sommes assurée d'avoir une représentante des quatre profils suivants : une personne qui réussit bien en mathématiques et qui se sent prête à les enseigner aux enfants ; une personne qui réussit bien en mathématiques, mais qui se sent plus ou moins prête à enseigner cette matière ; une personne qui réussit moins bien en mathématiques, mais qui se sent tout de même prête à les enseigner et enfin, une dernière qui réussit moins bien en mathématiques et qui se sent plus ou moins prête à enseigner cette matière.

Outre la passation du test diagnostique, la collecte des données a été réalisée en trois temps. Premièrement, comme la façon la plus efficace de répondre à nos questions de recherche était d'observer nos sujets dans l'action, c'est-à-dire pendant leur enseignement, nous leur avons demandé de préparer une séquence d'enseignement de trois leçons, couvrant l'étude d'un thème particulier en mathématiques. Ces leçons ont été dispensées dans la classe de stage de chacune des futures enseignantes faisant partie de notre étude et ont été captées sur bandes vidéoscopiques. Deuxièmement, nous avons demandé aux sujets de rédiger un journal de bord dans lequel, pour chacune des leçons, ils devaient y consigner la préparation de la leçon, un retour sur l'intervention en classe et une réflexion sur l'action en classe. Enfin, une entrevue individuelle a été réalisée avec chacun des sujets. Cette entrevue était divisée en deux parties : le visionnement des leçons et une entrevue semi-structurée élaborée à partir des observations faites dans le journal de bord et les enregistrements vidéoscopiques.

2. Synthèse des études de cas

Pour répondre à nos questions de recherche, les nombreuses données recueillies ont été traitées en fonction d'objets d'observation. Dans cette partie, pour chaque sujet, nous faisons le point sur chacun des objets d'observation faisant partie du processus d'enseignement / apprentissage, à savoir les connaissances mathématiques, les connaissances didactiques de même que la réflexion *dans* et *sur* l'action.

Première étude de cas : Élise

Pour cette future enseignante, l'expérience s'est avérée globalement positive et si elle comporte certaines faiblesses, notre analyse révèle que c'est davantage au niveau de l'enseignement qu'au niveau de la maîtrise des connaissances mathématiques proprement dites.

En effet, concernant d'abord l'utilisation des connaissances mathématiques, l'analyse de la séquence d'enseignement dispensée par Élise nous a permis de constater que celle-ci a très bien intégré ses connaissances mathématiques relatives à la notion de division.

Si Élise n'a pas manifesté de faiblesses au plan de la maîtrise des habiletés mathématiques reliées à la division, on ne peut pas en dire autant de la transposition qu'elle a faite de ses connaissances mathématiques en enseignement, où nous avons relevé les difficultés suivantes.

Premièrement, il aurait été pertinent qu'Élise tire davantage parti du lien de réversibilité existant entre la division et la multiplication pour transposer de façon appropriée ses connaissances mathématiques en enseignement. L'analyse des leçons montre pourtant que cette étudiante comptait exploiter ce lien, mais elle n'a pas utilisé les bons moyens pour le faire.

Deuxièmement, nous avons noté qu'Élise, qui a retenu qu'il est important de placer les enfants en présence de divisions / partage et de divisions / mesure, n'a pas fait le travail nécessaire pour intégrer ce savoir didactique en enseignement. Ainsi, dans l'action, plutôt que de laisser les enfants découvrir les deux sens de la division, elle leur a enseigné directement ce savoir : *«tu vas me partager en 4 amis»* ; *«tu vas me mesurer des paquets de 3»*. L'entrevue a démontré que cette étudiante est très satisfaite de la façon dont elle a travaillé la division parce qu'elle dit avoir pris le temps d'aborder la mesure, ce qui montre qu'elle ne s'est pas rendu compte que par son enseignement, elle a dénaturé l'action même du partage et de la mesure.

Troisièmement, l'analyse a montré qu'Élise se sent démunie lorsqu'elle doit enseigner aux enfants ce qu'il faut faire du reste dans la division de deux nombres naturels. Pour éviter cette difficulté, elle essaie de ne présenter que des divisions sans reste. Cependant, s'il lui arrive de devoir considérer le reste, plutôt que de s'en tenir aux nombres naturels, elle introduit les nombres à virgule. Ainsi, la procédure plus avancée de division faisant intervenir des nombres rationnels est tellement ancrée chez Élise, qu'elle a du mal à adapter son enseignement à des enfants de troisième année qui n'ont pas encore été initiés à cette notion.

Une autre situation démontre également qu'Élise éprouve certains problèmes à se détacher des procédures plus formelles pour s'adapter au niveau des enfants. En effet, elle a enseigné à ces derniers à utiliser la symbolisation associée à l'algorithme de division pour illustrer mathématiquement des petites divisions pour lesquelles cette représentation symbolique n'est pas nécessaire. Les exemples précédents montrent donc que, même si Élise a une bonne maîtrise de la division, l'application qu'elle en fait en classe n'est pas toujours des plus heureuses.

Au plan didactique, Élise voit le processus d'enseignement / apprentissage comme un «partage de connaissances» avec l'enfant, ce qui dénote que, pour elle, ce dernier joue un rôle important dans son processus d'apprentissage. Cette vision a des retombées positives sur l'enseignement d'Élise, dans lequel on peut voir qu'elle accorde beaucoup de place aux enfants en les sollicitant continuellement et en les amenant à réfléchir sur leurs démarches. Le visionnement des leçons permet ainsi de voir plusieurs situations dans lesquelles Élise tend vers une approche didactique qui s'apparente à la construction des connaissances par l'enfant et ce, même si elle ne va pas toujours dans cette direction. En effet, lorsque des impondérables surviennent et que son enseignement n'est pas comme elle le voudrait, elle devient du coup plus rigide, dirige davantage les enfants et glisse peu à peu vers un rôle de transmetteur de connaissances. Comme en témoigne le commentaire suivant, Élise est heureusement consciente de cette difficulté : *«C'est comme si je veux la partir du bon pied, mais il ne faut pas que j'y fasse à sa place !»* (Entrevue, I. 29).

Même si Élise essaie tant bien que mal d'impliquer les enfants dans leur processus d'apprentissage, il manque tout de même un aspect essentiel pour que les situations qu'elle leur offre soient vraiment significatives pour eux. En effet, elle ne présente jamais de véritables situations de résolution de problème dans lesquelles les enfants ont une démarche à effectuer ou un défi à relever ; les problèmes proposés sont des exercices répétitifs dans lesquels les enfants savent exactement quoi faire pour les résoudre. De toute évidence, cette façon de fonctionner ne s'inscrit pas dans une approche dans laquelle on veut amener l'enfant à construire ses connaissances ou à faire appel à un processus de résolution de problèmes.

Quant à la réflexion critique développée par Élise, nous avons remarqué que cette étudiante éprouve beaucoup de difficulté à faire des rétroactions dans le feu de l'action. Cette faiblesse s'explique par le fait qu'elle est très fidèle à la préparation de ses leçons auxquelles elle déroge difficilement. Par conséquent, elle a du mal à adapter son enseignement à la compréhension des élèves.

Concernant le niveau de réflexion *sur* l'action de cette étudiante, bien qu'Élise éprouve moins de difficulté à effectuer ce type de réflexion, il reste qu'elle ne le fait pas toujours d'elle-même. En effet, l'analyse a démontré qu'elle doit souvent être guidée pour réagir à une situation. Par exemple, ne s'apercevant pas d'une erreur lors du visionnement des leçons, nous devons lui poser une question à ce sujet en entrevue pour qu'elle en prenne conscience et réagisse.

En contrepartie, il a fallu être prudente dans l'interprétation des rétroactions sur l'action effectuées par Élise. En effet, en plus de ne pas toujours porter sur des éléments didactiques, les réflexions de cette étudiante manquaient souvent de pertinence. Par exemple, à quelques reprises, plutôt que de dénoncer une situation dans laquelle elle avait fait une erreur, elle a montré son appréciation de la situation.

Deuxième étude de cas : Julie

À la lumière de l'analyse des leçons de Julie, nous pouvons conclure que, bien que cette future enseignante ait démontré quelques difficultés, dans l'ensemble, l'expérience s'est révélée extrêmement positive.

Concernant d'abord l'utilisation des connaissances mathématiques, l'analyse de la séquence d'enseignement dispensée par Julie a démontré que celle-ci a une très bonne maîtrise des notions qu'elle avait à enseigner à savoir les solides et le volume. Cette future enseignante n'a effectivement pas commis d'erreurs mathématiques comme telles. Cependant, elle a éprouvé certains problèmes au niveau de la conception qu'elle se fait de la profondeur d'un solide et a véhiculé l'idée qu'un cube constitué de petits cubes cache toujours un cube central, ce qui n'est évidemment pas le cas.

Si Julie n'a éprouvé que peu de difficultés dans son enseignement, c'est parce qu'elle s'y était préparée en conséquence. En effet, même si elle a très bien performé au test diagnostique et, de façon plus générale, dans les cours de didactique des mathématiques suivis à l'université, cette future enseignante avoue spontanément qu'elle ne maîtrise pas toutes les notions mathématiques qu'elle aura à enseigner puisque sa compréhension repose souvent sur des trucs et des procédures bien ancrés qu'elle a appris à l'école primaire et secondaire. Elle éprouve ainsi certaines difficultés à se détacher des procédures plus avancées pour les expliquer aux enfants. Julie est consciente de cette situation, ce qui la rend très insécure face à son enseignement.

Ainsi, pour pallier ses difficultés, cette future enseignante consulte fréquemment des enseignantes et des enseignants expérimentés pour s'assurer de bien comprendre une notion avant de l'aborder avec les élèves. C'est d'ailleurs cette démarche qui lui a permis d'établir des liens importants avec ce que les enfants avaient déjà vu avec leur titulaire de classe.

C'est ce qui nous amène à parler de la transposition didactique que Julie a faite de ses connaissances mathématiques en enseignement. Mis à part une petite faiblesse concernant l'estimation, cette future enseignante a très bien performé à ce niveau. En effet, de façon à favoriser la compréhension des enfants, elle a pris le soin d'établir des relations avec ce qui avait déjà été abordé et ce, même si au départ elle n'était pas à l'aise avec ces notions. Par exemple, pour expliquer la raison pour laquelle la mesure de volume est élevée au cube, elle a fait un rapprochement avec les mesures d'aire et de longueur. De façon semblable, elle a établi un lien essentiel entre le calcul du volume et la commutativité de la multiplication.

Quant à l'utilisation de ses connaissances didactiques, comme Julie se sent plus ou moins à l'aise avec l'ensemble des notions mathématiques qu'elle aura à enseigner, d'emblée, celle-ci a annoncé que l'enseignement qu'elle offrirait aux enfants ne serait pas celui de la découverte. Conformément à ce qu'elle a déclaré, l'analyse a démontré que cette étudiante ne met pas toujours en place les conditions nécessaires afin que les enfants puissent construire eux-mêmes leurs connaissances mathématiques à partir de diverses expériences. Bien souvent, l'enseignement qu'elle offre aux enfants est conforme à celui qu'elle a reçu antérieurement, ce qui veut dire qu'il s'appuie beaucoup sur des trucs et sur un enseignement essentiellement procédural.

Par ailleurs, si cette étudiante ne privilégie pas un enseignement basé sur la découverte, plusieurs exemples ont montré qu'elle est tout de même sensibilisée à l'importance de la compréhension. Ainsi, l'approche didactique de Julie repose beaucoup sur l'utilisation de situations d'apprentissage concrètes dans lesquelles l'enfant est impliqué et joue un rôle actif : classement de boîtes par ordre croissant de volume ; utilisation de boîtes de papier mouchoirs pour illustrer l'invariance des volumes dans l'espace ; fabrication d'un mètre cube, etc. Pour Julie, il est donc important d'offrir des contextes signifiants aux enfants afin de favoriser leurs apprentissages et, par le fait même, leur compréhension.

L'importance apportée à la compréhension des enfants se traduit également par le fait que Julie amène souvent ces derniers à se remettre en question. Ainsi, lorsqu'elle se sent à l'aise avec une notion mathématique, les bonnes réponses ne lui suffisent pas et elle cherche à pousser plus loin le raisonnement des enfants afin de savoir comment ils ont procédé pour arriver à tel ou tel résultat.

Quant à la réflexion critique développée par Julie, dans l'action, elle a su démontrer qu'elle n'éprouve aucune difficulté à déroger de ce qui était initialement prévu pour s'ajuster à la compréhension des enfants. Nous pouvons même affirmer que cette étudiante est celle qui possède le sens de réflexion *dans* l'action le plus aiguisé parmi nos quatre sujets.

Julie démontre également une bonne capacité de réflexion *sur* l'action. En effet, mis à part deux situations sur lesquelles nous avons dû revenir dans l'entrevue, lorsque Julie s'est vu enseigner, elle a su relever de façon pertinente non seulement les erreurs et les difficultés auxquelles elle a été confrontée durant son enseignement, mais aussi ses belles réussites. Toutefois, nous devons reconnaître que les réflexions qu'elle a consignées dans son journal de bord n'étaient pas à la hauteur de ce qu'elle a démontré lors de l'entrevue.

Une grande force de Julie tient au fait que cette future enseignante sait prendre du recul et se remettre en question en tout temps. Par exemple, à plus d'une reprise en entrevue, alors qu'elle réfléchissait sur son action en classe, elle nous a avoué s'être sentie démunie face à telle situation ou encore, elle nous a confié avoir eu besoin d'aide pour élaborer une partie de leçon et ce, même si la situation ne l'exigeait pas. Ainsi, avec beaucoup d'humilité, elle accepte ses difficultés.

Troisième étude de cas : Isabelle

L'analyse des leçons d'Isabelle montre que l'expérience vécue par celle-ci s'est avérée plutôt négative et les principales faiblesses de cette étudiante se situent davantage au plan didactique qu'au plan mathématique.

En effet, concernant d'abord l'utilisation de ses connaissances mathématiques, Isabelle a démontré une bien meilleure maîtrise des notions qu'elle avait à enseigner que ne le laissait présager le test diagnostique. Cette différence est, selon nous, attribuable au fait qu'elle a pu réviser les notions à l'étude avant de les enseigner, ce qui n'est pas le cas pour le test diagnostique.

Ainsi, dans l'ensemble des leçons, mis à part les nombreuses inversions de termes qui dénotent un manque évident de maîtrise des objets d'enseignement, nous avons répertorié deux difficultés. La première s'est produite alors qu'Isabelle a soutenu auprès des enfants qu'un polyèdre régulier peut être convexe ou concave, tandis que la deuxième s'est présentée lorsqu'elle a expliqué, en prenant exemple sur un axe gradué en quarts, qu'une même graduation peut aussi bien représenter 1/4, 2/4, 3/4, ... que 1/8, 2/8, 3/8, ... Par son explication, Isabelle a ainsi établi que 1/4 est équivalent à 1/8. Cette erreur n'est pas étonnante lorsque l'on considère que dans le test diagnostique, cette future enseignante s'est vue incapable de placer des nombres rationnels sur une droite numérique séparée en huitièmes.

Si Isabelle n'a commis que relativement peu d'erreurs au plan des connaissances mathématiques, il en est tout autrement au niveau de la transposition qu'elle a faite de ses connaissances mathématiques en situation d'enseignement. En effet, Isabelle a présenté des difficultés importantes qui se sont traduites entre autres par le choix d'exemples inadéquats.

Par exemple, Isabelle voulait amener les enfants à différencier le polygone du polygone régulier. Pour ce faire, plutôt que d'utiliser des figures distinctes pour bien marquer la différence existant entre les deux, dans un cas comme dans l'autre, elle a utilisé un triangle équilatéral. Ainsi illustrés, les enfants n'avaient donc plus aucune façon de distinguer un polygone d'un polygone régulier. Par la suite, cette étudiante a réitéré son erreur en utilisant le même solide pour établir une distinction entre le polyèdre et le polyèdre régulier.

Isabelle a aussi utilisé un exemple inadéquat quand, dans l'enseignement du plan cartésien, un enfant lui a signifié qu'il ne comprenait pas comment placer un point dont une des coordonnées est négative. En guise de réponse, plutôt que d'utiliser le point qui causait problème à l'enfant, c'est-à-dire (-2, 4), elle est complètement passée à côté de son questionnement en expliquant à nouveau comment placer un point dont les deux coordonnées sont positives.

Pour transposer adéquatement ses connaissances mathématiques en enseignement, il importe d'établir les liens nécessaires entre les notions à enseigner et les autres notions mathématiques, ce qu'Isabelle a fait à plusieurs reprises. Cependant, nous avons l'impression que lorsque cette future enseignante crée des liens, c'est parce qu'elle n'a pas le choix de le faire. Par exemple, avant de travailler la relation d'Euler, elle a fait un rappel sur les faces, les arêtes et les sommets. Toutefois, pour rendre les apprentissages des enfants plus signifiants, il aurait également été pertinent qu'elle établisse un lien avec les réseaux, que les enfants ont eu l'occasion de travailler en quatrième et en cinquième année. Par contre, comme Isabelle pouvait poursuivre son enseignement sans en parler, elle ne l'a pas fait.

Quant à l'utilisation de ses connaissances didactiques, Isabelle est une étudiante qui privilégie une approche résolument basée sur l'acquisition de connaissances par l'enfant au détriment de la construction des connaissances par celui-ci. Ainsi, dans l'élaboration de ses leçons, elle ne met pas en place les conditions nécessaires pour créer des situations d'apprentissage dans lesquelles, à partir d'observations et de découvertes, l'enfant serait actif dans la construction de ses connaissances.

Un tel enseignement ne favorise évidemment pas la compréhension des enfants, qui se retrouvent devant un grand nombre de connaissances à assimiler. L'enseignement que cette étudiante a fait du plan cartésien en est un bon exemple. Isabelle a abordé cette notion de façon systématique en demandant si peu la collaboration des enfants que, dans un premier temps, nous avons cru qu'il s'agissait d'une révision des différents éléments reliés à cette notion.

Dans une optique semblable, si Isabelle prend le temps de questionner les enfants, l'analyse a montré que c'est non pas pour favoriser une activité réflexive chez eux, mais plutôt parce qu'elle a appris que c'est ce qu'il faut faire en situation d'enseignement. Par conséquent, elle accepte souvent les réponses qui résultent davantage de la mémorisation que de la compréhension ou encore, lorsqu'elle a une réponse en tête, elle réfute celles qui ne correspondent pas à ce qu'elle attend. Ainsi, en n'approfondissant pas la compréhension des enfants, son questionnement est de moindre valeur.

Concernant le niveau de réflexion critique manifesté par Isabelle, l'analyse des leçons a illustré de façon indéniable que cette étudiante n'a pas une grande capacité de réflexion *dans* l'action. En effet, différentes situations ont su mettre en valeur le fait que cette future enseignante se voit incapable de déroger de la préparation de ses leçons pour s'adapter à la compréhension des enfants. Par exemple, si Isabelle avait prévu expliquer une notion d'une telle façon et que les enfants ne saisissent pas cette explication, indépendamment de la compréhension des élèves, elle reprend son explication jusqu'à ce qu'elle soit comprise ou du moins, jusqu'à ce qu'elle croit qu'elle est comprise.

D'un autre côté, Isabelle présente tout autant de difficulté à faire des rétroactions sur son enseignement. En effet, que ce soit dans le cadre des réflexions formulées dans le journal de bord ou encore lors du visionnement des leçons, rares sont les fois où elle s'est aperçue de ses difficultés. À l'entrevue, nous avons même dû reprendre une multitude de situations afin de comprendre son raisonnement et malgré ce questionnement, Isabelle n'a pas manifesté beaucoup plus de réflexion sur son enseignement.

Quatrième étude de cas : Sophie

Nous pouvons conclure que dans l'ensemble, l'expérience vécue par Sophie s'est avérée moyennement positive et nous faisons ressortir ici les différents aspects de notre analyse sur lesquels est fondée notre évaluation.

Concernant l'utilisation des connaissances mathématiques, l'analyse de la séquence d'enseignement de Sophie nous a amenée à constater que celle-ci démontre des faiblesses importantes quant à la maîtrise des notions à enseigner. En effet, d'entrée de jeu, elle a eu du mal à définir correctement le solide, ce qui est un peu gênant lorsqu'on amorce une séquence de trois leçons sur le sujet. De plus, cette étudiante a été incapable de préciser ce qu'est un prisme et sa conception d'une face courbe l'a amenée à soutenir auprès des enfants qu' *«une sphère n'a aucune face, c'est courbe»* (L2, p. 2).

Les difficultés qu'éprouve Sophie au niveau de la maîtrise des connaissances mathématiques à enseigner ne sont évidemment pas sans conséquence au plan de la transposition qu'elle a faite de ses connaissances mathématiques en enseignement. Une de ses difficultés réside dans la première activité qu'elle a présentée aux enfants, dans laquelle elle leur a proposé d'effectuer une classification de solides à partir d'un ensemble de géoblocs. L'idée était des plus heureuses sauf que le matériel n'étant pas idéal pour une telle activité, il n'a pas permis à Sophie d'atteindre les buts fixés. En effet, d'une part, comme cet ensemble ne comporte qu'un seul corps rond, il devient difficile pour les enfants de distinguer les solides qui glissent de ceux qui roulent et, d'autre part, comme il ne comprend aucune pyramide, il ne permet pas aux enfants de séparer les prismes des pyramides.

Même si Sophie veut accorder une grande importance à l'établissement de liens entre les notions enseignées et celles étudiées antérieurement, en voulant bien faire, elle pousse parfois ces liens à l'extrême en établissant trop de relations avec ce que les enfants verront éventuellement au primaire. Nous trouvons que cette pratique est déstabilisante puisqu'elle donne toujours l'impression que des choses plus importantes seront vues dans le futur. En contrepartie, certaines situations ont démontré que Sophie ne saisit pas toujours les possibilités qui s'offrent à elle. Comme par exemple, elle a raté une belle occasion d'associer le volet historique de la théorie à une de ses applications concrètes, en ne donnant pas de suite au questionnement d'un enfant portant sur les pyramides d'Égypte.

Par ailleurs, au plan de l'approche didactique de Sophie, on voit que celle-ci tente de mettre en place les conditions nécessaires afin que les enfants puissent construire leurs connaissances à partir d'observations et de découvertes. De même, elle se soucie beaucoup de la compréhension des élèves qu'elle favorise lorsqu'elle amène ces derniers à se questionner ou encore, par le biais des nombreuses démonstrations qu'elle n'hésite pas à faire. Par exemple, lors de l'étude des faces de chacun des solides, un enfant ne saisissait pas que la face latérale du cylindre correspond à un rectangle. Pour l'aider, Sophie a alors fabriqué un cylindre en papier de façon à ce que l'enfant puisse constater que la face courbe de ce solide, une fois déroulée, représente un rectangle.

Cependant, l'enseignement de Sophie étant trop souvent axé sur l'acquisition de connaissances théoriques, elle privilégie des activités dans lesquelles les enfants doivent montrer qu'ils connaissent des définitions, au détriment d'activités où ils seraient amenés à mettre en application ces mêmes connaissances. Les activités de découvertes sont donc limitées et les situations d'apprentissage présentées placent rarement l'enfant dans une situation faisant appel à un processus de résolution de problèmes.

Quant au niveau de réflexion critique développé par Sophie, notre analyse révèle que cette future enseignante a une assez bonne capacité de réflexion *dans* l'action. En effet, tout au long des trois leçons, nous avons pu constater qu'elle est capable de s'ajuster à la compréhension des enfants en adaptant son enseignement en conséquence. Par contre, elle s'empêche trop souvent de le faire, sous prétexte de respecter la préparation de ses leçons.

Concernant maintenant l'aptitude de Sophie à effectuer des rétroactions sur l'action, l'entrevue de même que le journal de bord ont démontré que, bien que cette future enseignante soit sur la bonne voie, elle a encore du chemin à parcourir à ce niveau. À ce sujet, nous devons dire que ses faiblesses en mathématiques ne l'ont pas aidée et à certaines occasions, si elle ne s'est pas aperçue de ses erreurs, c'est parce qu'elle était convaincue que sa façon de fonctionner était la bonne.

3. Conclusions générales de la recherche

L'analyse des cas à l'étude a montré que certains éléments sont récurrents d'un sujet à l'autre et ce, malgré le fait qu'ils représentent des profils différents. Dans la partie qui suit, nous mettons en valeur ces éléments convergents.

Nous avons premièrement remarqué que l'enseignement des futures enseignantes prenant part à l'étude est souvent centré sur les examens au programme. En effet, ces étudiantes ont toutes, à un moment ou un autre, évoqué les évaluations. Elles se fient donc grandement sur les examens à venir et on pourrait même dire que ce sont ces examens qui guident leurs préparations de classe.

Cette façon d'agir est répréhensible parce qu'elle peut venir biaiser l'objet d'étude. Toutefois, ce comportement ne nous surprend pas puisqu'il s'agit souvent de la conduite que les futurs enseignants et enseignantes adoptent pour eux-mêmes. En effet, dans les cours à la formation des maîtres, il n'est pas rare de se faire demander si telle ou telle notion est importante ou encore, si elle sera soumise à une évaluation. Ce qui nous étonne est bien plus de voir que, malgré l'importance accordée aux examens, une seule des quatre étudiantes a prévu évaluer de façon systématique les apprentissages des enfants au terme de la séquence d'enseignement.

L'analyse nous a également permis de constater que les sujets sont souvent centrés sur une approche ludique où la gestion et l'organisation des activités prévalent sur la démarche et le contenu. Ainsi, ils ont tendance à vouloir créer des leçons qui sortent de l'ordinaire en inventant des jeux et en utilisant les activités les plus accrocheuses de plusieurs manuels. Bien que le tout donne souvent lieu à des leçons qui suscitent l'intérêt des enfants, celles-ci comportent des lacunes importantes au plan didactique. En effet, une activité amusante pour les enfants n'est pas automatiquement valable au plan didactique et ce, surtout si elle est utilisée sans égard aux intentions pédagogiques et didactiques du guide pédagogique.

C'est ce qui nous amène à penser que, lorsque le futur maître aborde une notion pour la première fois, il devrait s'appuyer sur un matériel qui a fait ses preuves, ce qui lui donnerait l'occasion d'expérimenter l'enseignement de la notion en question. Cette façon de procéder lui permettrait par la suite de choisir, à la lumière de ce qui a fonctionné ou non et au fur et à mesure que son savoir d'expérience se construit, sa propre manière d'aborder telle ou telle notion.

Cependant, il ne faudrait pas penser que nous encourageons les futurs maîtres à utiliser un matériel sans poser de regard critique sur ce qui est proposé. Prenons comme exemple Julie, l'étudiante qui a connu l'expérience la plus positive parmi nos quatre sujets. Cette dernière est la seule à avoir suivi à la lettre le matériel pédagogique de la collection utilisée par son enseignant-associé, ce qui ne l'a pas empêchée de se questionner sur la validité des activités présentées. Qui plus est, en passant moins de temps à créer du matériel, cette pratique lui a peut-être permis de consacrer plus d'énergie au plan didactique.

À l'instar de Kagan (1992), qui a présenté une recension d'écrits mettant en valeur le fait que les programmes de formation ont peu d'impact sur les représentations que les futurs maîtres se sont construites antérieurement, nous avons remarqué que trois des quatre sujets ont des procédures mathématiques tellement ancrées qu'ils ont de la difficulté à prendre une distance par rapport à ces procédures pour adapter leur enseignement au niveau des enfants. À titre d'exemples, notre deuxième sujet n'a pu se détacher de la procédure qui consiste à extraire la racine cubique pour expliquer aux enfants que les trois mesures de longueur du cube sont identiques. De même, notre premier sujet a utilisé la symbolisation associée à l'algorithme de division pour illustrer mathématiquement des divisions de petits nombres. À la lumière des résultats de cette étude, nous sommes donc aussi portée à conclure que les représentations construites antérieurement ont beaucoup d'influence sur l'apprentissage et l'enseignement des futurs maîtres.

Les quatre études de cas nous ont permis de confirmer ce qui nous semble être un truisme, à savoir que le niveau mathématique des sujets transparaît dans leur enseignement. Ainsi, les deux futures enseignantes qui réussissent bien en mathématiques n'ont pas connu de problèmes importants au niveau de l'objet d'enseignement tandis que celles qui présentent des difficultés quant à la maîtrise des connaissances mathématiques ont aussi commis des erreurs mathématiques dans l'enseignement de la ou des notions visées.

Par ailleurs, il a été intéressant de constater que, indépendamment du degré de réussite en mathématiques, les quatre futures enseignantes ont éprouvé des difficultés au plan des connaissances didactiques. Notons cependant que, pour trois d'entre elles, ces difficultés sont beaucoup plus marquées. À titre indicatif, rappelons que les connaissances didactiques ont été examinées en fonction de la capacité des sujets à transposer leur savoir mathématique en objet d'enseignement et de leur habileté à établir des liens entre les différentes notions mathématiques. Puis, elles ont été étudiées sous l'angle de l'approche didactique privilégiée par la future enseignante, à savoir si celle-ci visait la construction et le développement des connaissances mathématiques chez l'enfant.

L'analyse a aussi démontré que les deux étudiantes ayant affirmé ne pas se sentir tout à fait prêtes à enseigner les mathématiques aux enfants sont celles qui ont le mieux réussi au niveau de la réflexion *dans* l'action. Ainsi, peut-être que le fait qu'elles aient moins confiance en leur capacité d'enseignante les a amenées à se remettre plus facilement en question et à prendre plus de temps pour s'ajuster aux besoins des élèves. Cette variable du temps occupe d'ailleurs une dimension très importante lorsqu'on examine de plus près ce type de réflexion. En effet, les étudiantes ayant montré une moins grande capacité de réflexion *dans* l'action ont souvent évoqué le manque de temps ou la volonté «d'entrer dans son horaire» pour expliquer leur lacune.

Enfin, quant à la réflexion *sur* l'action, peu importe le profil représenté, les quatre sujets ont éprouvé des difficultés à ce niveau. Soulignons toutefois que, pour le deuxième sujet, ces difficultés se limitant presqu'essentiellement aux rétroactions faites par le biais du journal de bord, elles sont nettement moins importantes que pour les autres. Comme ces étudiantes n'ont pas été formées de façon formelle à l'approche réflexive durant leur baccalauréat, il faut avouer que nous nous attendions un peu à ce résultat, qui confirme d'ailleurs les propos de Paquay (1990) et de Jonnaert (1995).

Deux lignes directrices se dégagent clairement de l'application de ce type de réflexion. D'une part, il y a les situations sur lesquelles, de façon assez spontanée, le sujet pose un regard critique. Cette rétroaction, qui a surtout lieu lorsqu'un sujet veut souligner une bonne intervention ou dénoncer une erreur manifeste, se fait généralement par le biais du journal de bord ou encore lors du visionnement des leçons. D'autre part, il y a les situations pour lesquelles le sujet a besoin d'un élément déclencheur, comme une question d'entrevue, pour démarrer sa réflexion.

Quoiqu'il en soit, nous avons constaté que pour effectuer une réflexion, qu'elle soit guidée ou non, le sujet doit posséder les outils nécessaires. Ainsi, pour réagir à une situation mathématique, cela exige une bonne maîtrise des connaissances disciplinaires à enseigner : si une étudiante a fait une erreur mathématique, mais qu'elle ne sait pas qu'il s'agit d'une erreur, on ne peut pas dire qu'elle a manqué de regard critique face à cette situation qu'elle ignore.

Par ailleurs, pour qu'une étudiante puisse poser un regard critique au plan didactique, nous pensons qu'elle doit non seulement démontrer de bonnes connaissances au plan didactique, mais comme ces dernières supposent entre autres la transposition du savoir mathématique en objet d'enseignement, elle doit aussi avoir une bonne maîtrise des connaissances disciplinaires impliquées.

Ce constat nous oblige donc à voir d'un autre oeil les lacunes démontrées quant à la réflexion *sur* l'action. En effet, comme la moitié des futures enseignantes éprouve des difficultés en mathématiques et que l'ensemble présente des problèmes au plan didactique, il n'est pas étonnant de constater qu'elles aient toutes connu des difficultés à effectuer des rétroactions tant au plan mathématique que didactique.

4. Critique des outils d'investigation

Dans cette partie, nous posons un regard critique sur les instruments qui nous ont permis de réaliser notre expérimentation à savoir, le test diagnostique, le journal de bord, l'enregistrement vidéoscopique et l'entrevue.

4.1 Le test diagnostique

Les futures enseignantes ayant été choisies à partir des résultats obtenus au test diagnostique, cet instrument s'est révélé indispensable dans la sélection des quatre sujets.

Bien qu'il n'ait pas été validé auprès d'un grand nombre de personnes, nous pensons que les résultats à ce test sont représentatifs, d'une part, de la maîtrise qu'ont les sujets des cinq grands thèmes mathématiques abordés au primaire — les nombres naturels, les nombres entiers relatifs, les fractions, la géométrie et les mesures — et, d'autre part, du sentiment qu'ils véhiculent quant à leur préparation à l'enseignement.

En effet, dans la partie mathématique, les questions posées couvraient 16 des 27 objectifs terminaux présentés dans le programme d'études de mathématiques du deuxième cycle du primaire, lesquels étaient répartis sur l'ensemble des thèmes ci-haut mentionnés, ce qui permettait d'évaluer la maîtrise concernant chacun de ces objectifs et thèmes. Quant à la partie sur les attitudes, cinq questions visaient à déterminer le sentiment véhiculé par les sujets vis-à-vis de leur préparation à l'enseignement : par le biais de la troisième question, nous demandions directement aux sujets s'ils se sentaient prêts à enseigner les mathématiques aux enfants et les quatre autres questions avaient comme but de vérifier si les réponses convergeaient dans la même direction. Concernant ces questions, nous devons dire que la dernière, qui portait sur les cours suivis dans le cadre du baccalauréat, s'est finalement avérée peu utile.

Bien évidemment, nous n'avons pas la prétention d'affirmer que les résultats obtenus à cette deuxième partie nous ont permis de dresser un portrait détaillé de chacun des sujets quant à leurs attitudes devant les mathématiques. Un test sur les attitudes nous aurait certainement permis de le faire, mais là n'était pas le but visé.

Le test diagnostique nous a toutefois permis de confirmer certains faits rapportés dans la problématique. Premièrement, conformément aux résultats de l'étude de Graeber, Tirosh et Glover (1989), les étudiantes qui ont complété ce test véhiculent toutes au moins une des conceptions erronées suivantes : «le diviseur doit être un nombre entier», «la multiplication de deux nombres donne toujours un nombre plus grand» et «la division de deux nombres donne toujours un nombre plus petit».

Deuxièmement, à l'instar de Ball (1988a, 1990), pour qui la majorité des futures maîtres sont incapables de rattacher une représentation concrète à l'équation 1 3/4 ÷ 1/2, sept des huit étudiantes à qui on a administré le test diagnostique n'ont pu inventer une histoire à partir de l'équation 2 1/4 ÷ 1/2.

Troisièmement, comme Thipkong et Davis (1991), nous avons constaté la difficulté des futurs maîtres à travailler avec des nombres décimaux et, conformément aux travaux de ces auteurs, la catégorie la plus difficile semble être l'interprétation de nombres décimaux sur une droite numérique. En effet, seulement deux des huit étudiantes ont pu placer, sans erreur, trois nombres décimaux sur une droite numérique divisée en huitièmes.

Enfin, comme Lester (1984) l'a fait valoir, nous avons aussi remarqué que certains sujets préféreraient enseigner au premier cycle parce que les notions à enseigner sont plus simples : «c'est beaucoup moins poussé» (Test diagnostique, sujet 8). Par contre, au contraire de cet auteur, nous avons noté que cette façon de penser n'est pas uniquement réservée aux futurs maîtres qui n'aiment pas les mathématiques.

4.2 Le journal de bord

Dans un premier temps, le journal de bord nous a donné l'occasion de connaître et de suivre la préparation des leçons de chacun des sujets. Cette préparation devait couvrir le contenu mathématique visé, l'élaboration détaillée des séances d'enseignement ainsi que l'approche pédagogique privilégiée. De manière à respecter les exigences de stage et pour ne pas influencer les sujets dans leur préparation de classe, nous avions choisi de ne pas être plus précise quant aux consignes demandées.

Cette façon de faire a permis d'apprécier les caractéristiques propres à chaque étudiante. En effet, si nous avons pu remarquer que certaines prennent le soin de détailler chacune des parties de leurs leçons, d'autres sont plus concises et s'en tiennent au strict minimum. L'analyse a cependant démontré qu'une préparation exhaustive n'est pas nécessairement un indicateur de réussite de la leçon.

Dans un deuxième temps, le journal de bord, dans lequel on a demandé aux futures enseignantes d'effectuer des retours sur l'intervention en classe et des réflexions sur l'action en classe, a fourni des indications quant à la qualité de réflexion *sur* l'action de chacun des sujets. Toutefois, contrairement à ce que nous avions pensé, les retours sur l'intervention en classe, où les sujets devaient établir le parallèle entre les activités planifiées et celles réalisées, n'ont pas été très significatifs : malgré leur justesse, ils tenaient en quelques lignes et étaient souvent repris dans les réflexions sur l'action en classe.

Concernant ces dernières réflexions, quoiqu'elles aient été plus révélatrices au plan de l'analyse, les consignes demandées n'ont pas été respectées. En effet, cette rétroaction devait être guidée par différents thèmes : ce que j'ai aimé et bien réussi ; les difficultés rencontrées ; les impressions positives et négatives concernant les aspects mathématiques, pédagogiques ou didactiques de l'activité ; une réflexion sur la compréhension globale des enfants et une réflexion sur la préparation de classe. Dans les faits, une seule des étudiantes a vraiment considéré tous les thèmes demandés. Les autres ont plutôt formulé des réflexions globales à partir desquelles nous avons dû extraire les éléments pertinents. Toutefois, comme nous pourrons le voir au point 4.1.4, nous nous sommes rendu compte que la qualité de réflexion démontrée dans le journal de bord n'est pas nécessairement garant de la qualité de réflexion *sur* l'action en général.

4.3 L'enregistrement vidéoscopique

Pour recueillir des informations sur la façon dont sont utilisées les connaissances mathématiques et didactiques dans le cadre d'une séquence d'enseignement, il était nécessaire, voire indispensable, d'observer chacun des sujets dans le feu de l'action, pendant leur enseignement. Pour réaliser ces observations tout en dérangeant le moins possible le fonctionnement de la classe, l'enregistrement vidéoscopique s'est avéré l'outil par excellence.

Pour éviter que la présence d'une personne étrangère ne perturbe inutilement les enfants, nous avons demandé à chacun des sujets de placer une caméra fixe dans la classe et de démarrer l'enregistrement au début des leçons. Malgré les avantages que nous avons retirés de ces enregistrements, nous devons dire que ce procédé limitait tout de même les sujets dans leurs déplacements puisque ceux-ci devaient rester dans le champ de la caméra.

De façon à accéder facilement aux situations d'enseignement, nous avons fait la transcription intégrale de l'enregistrement de chacune des leçons. Même s'il s'agissait là d'une étape essentielle, nous avons trouvé le procédé long et fastidieux. Pour éviter un tel travail, nous aurions pu faire une analyse préliminaire des leçons en ne transcrivant que les événements les plus pertinents aux plans mathématique et didactique. Toutefois, cette façon de procéder a été écartée parce qu'elle ne permettait pas d'avoir une vue globale de chacune des leçons. Ainsi, bien que notre démarche n'ait pas été des plus faciles, nous sommes satisfaite de l'analyse qu'elle nous a permis de réaliser.

4.4 L'entrevue individuelle

Si l'enregistrement vidéoscopique s'est avéré être un outil indispensable pour nous permettre de voir comment sont utilisées les connaissances mathématiques et didactiques par nos sujets, l'entrevue individuelle s'est montrée tout aussi importante pour apprécier leur niveau de réflexion *sur* l'action.

Ainsi, la première partie de l'entrevue, qui consistait au visionnement des leçons avec le sujet, était essentielle pour saisir la capacité de rétroaction de chacune des futures enseignantes. En effet, durant le visionnement, ces dernières étaient invitées à arrêter l'enregistrement au moment où elles le désiraient pour souligner les éléments qu'elles trouvaient intéressants au plan didactique. Le fait que les sujets puissent arrêter eux-mêmes les enregistrements a une grande valeur méthodologique parce que, en ne les orientant pas sur les éléments que nous avions ciblés, nous pouvions vraiment apprécier l'habileté de chacun à réfléchir sur ses actions.

Comme ce moyen permettait aux futures enseignantes de réagir non seulement sur ce qu'elles se souvenaient mais aussi sur ce qu'elles voyaient, les réflexions alors formulées se sont révélées plus riches que celles obtenues par le biais du journal de bord. Cependant, nous avons dû être prudente dans l'interprétation de ces réflexions. En effet, il ne suffit pas de réagir à une situation, encore faut-il que le commentaire émis soit juste et pertinent. Ainsi, bien que le premier sujet ait fait 69 interventions sur l'ensemble des 3 leçons, la qualité de la réflexion *sur* l'action du deuxième sujet, qui a fait moins de la moitié des interventions du premier, a été bien meilleure. Les rétroactions ont donc dû être considérées, non pas de façon quantitative, mais plutôt de façon qualitative.

Par exemple, les commentaires formulés par les futures enseignantes étaient souvent à saveur pédagogique, ce qui nous a permis de constater que la distinction entre *pédagogie* et *didactique* n'est pas toujours claire pour elles. Toutefois, nous avons laissé libre cours à ces commentaires, de peur de censurer les sujets. Cette réaction ne nous a pas étonnée parce que, comme l'a rapporté Jonnaert et Vander Borght (1999), «si les universitaires établissent une distinction claire entre didactique et pédagogie, les enseignants du primaire semblent confondre les deux concepts» (p. 67).

En plus de nous permettre d'apprécier le niveau de réflexion *sur* l'action de chacun des sujets, le questionnement semi-structuré qui a suivi le visionnement des leçons nous a permis de comprendre le raisonnement de ces derniers quant à des aspects des leçons que nous voulions éclaircir. Cette deuxième partie de l'entrevue nous a toutefois demandé une certaine capacité de réflexion *dans* l'action puisque des situations ont exigé que nous ajustions notre questionnement sur-le-champ. En effet, suite aux commentaires formulés par les sujets dans la première partie de l'entrevue, certaines questions ont été modifiées, ajoutées ou même enlevées.

Pour terminer ce retour sur l'entrevue individuelle, soulignons que, pour ne pas biaiser nos données, que ce soit pour l'une ou l'autre des parties de l'entrevue, il était primordial de ne pas influencer les futures enseignantes dans la formulation de leurs commentaires. Ainsi, lors du visionnement d'une situation problématique par exemple, nous devions faire attention à notre communication non verbale, qui ne devait pas trahir notre point de vue. De même, nous devions faire preuve d'objectivité face aux commentaires et questionnements qui nous étaient adressés.

Malgré les quelques difficultés signalées dans l'utilisation de nos quatre instruments expérimentaux, dans l'ensemble, il ressort que nous sommes pleinement satisfaite du rendement de ces instruments, lesquels nous ont permis de recueillir des données d'une grande pertinence pour la conduite de notre étude.

5. Les implications de la recherche

5.1 Au plan de la formation des maîtres

Il est assez étonnant de voir que des étudiantes qui sont sur le point de détenir un baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire démontrent tant de lacunes aux plans mathématique et didactique. Même si le problème peut prendre son origine dans une formation déficiente en mathématiques, il est tout de même alarmant de constater qu'on ne vienne pas à bout de ces difficultés à la formation des maîtres.

À la lumière des résultats de cette étude, un des aspects fondamentaux de la formation didactique serait donc d'amener les étudiantes et étudiants à intégrer leurs connaissances mathématiques et didactiques en enseignement. Ces résultats viennent donc renforcer les pratiques déjà en place à la formation des maîtres. En effet, que ce soit par le biais des cours de didactique, où l'on tente d'intégrer les savoirs et les savoirs-faire de façon à établir le transfert des connaissances à la classe d'enseignement, ou par le biais des stages de formation pratique, où l'on tente de trouver des moyens de développer des habiletés pédagogiques tout en transférant les connaissances didactiques disciplinaires apprises dans les cours, des efforts considérables sont réalisés. Toutefois, les résultats obtenus confirment l'importance de développer de nouvelles avenues en ce sens.

S'il est essentiel d'amener le futur maître à intégrer ses connaissances mathématiques et didactiques en enseignement, un autre aspect qui ne doit pas être négligé dans la formation didactique des futurs enseignants et enseignantes est celui de la réflexion critique que ceux-ci doivent développer face à leurs apprentissages et à leur pratique.

Encore une fois, il ne faudrait pas négliger les efforts déjà entrepris par les formatrices et formateurs d'enseignants pour amener les étudiantes et étudiants à développer cette compétence critique, qui devient indispensable dans l'optique d'une formation professionnelle où le futur maître joue un rôle dynamique et contribue activement au développement de ses connaissances nécessaires pour enseigner. Toutefois, les résultats à cette étude montrent que ces efforts devraient être déployés de façon encore plus systématique.

5.2 Au plan de la recherche

La présente recherche a engendré des résultats intéressants qui ont permis, d'une part, de mieux comprendre comment sont utilisées les connaissances mathématiques et didactiques chez les futurs maîtres du primaire et, d'autre part, de juger du niveau de réflexion critique manifesté par ces derniers face à leur enseignement.

Cependant, nous devons souligner une limite importante de notre étude quant aux résultats obtenus concernant l'utilisation des connaissances mathématiques. En effet, comme chaque séquence d'enseignement ne portait que sur une seule notion mathématique, cela ne permettait nullement de généraliser nos conclusions à l'ensemble du contenu mathématique. Par exemple, un sujet qui a fait plusieurs erreurs dans l'enseignement des solides aurait pu faire une toute impression dans l'enseignement des multiples.

Par contre, si nous émettons des réserves quant à l'interprétation des résultats reliés aux connaissances mathématiques, il en va tout autrement au plan didactique. En effet, que l'enseignement touche le volume des solides ou la division, si la future enseignante favorise une approche didactique dans laquelle l'enfant construit ses connaissances, il y a de fortes chances que cette approche prévale, peu importe ce qu'elle enseigne. Ainsi, les résultats relatifs aux connaissances didactiques sont, selon nous, pleinement représentatifs de ce que le sujet est capable, d'autant plus que les données relatives au volet didactique ont pu être observées par le biais de plusieurs instruments.

C'est ce qui nous amène à souligner la multiplicité et l'adéquation de nos instruments expérimentaux, qui nous ont permis de recueillir des informations d'une richesse incontestable pour effectuer nos études de cas. En effet, en mettant en relation les nombreux éléments qui sont ressortis tant du test diagnostique, du journal de bord, des enregistrements vidéoscopiques que des entrevues individuelles, nous avons pu dresser un portrait fidèle des quatre sujets quant à leur utilisation des connaissances mathématiques et didactiques. Il en ressort donc une retombée importante de notre étude au plan méthodologique, à savoir que nos instruments expérimentaux pourraient facilement être réutilisés pour effectuer d'autres recherches dont le but est de suivre pas à pas le cheminement de sujets dans l'action.

Au plan des prolongements, une étude comparable à la nôtre pourrait être conduite sur une période plus longue, ce qui permettrait de toucher plusieurs notions au niveau de l'enseignement, éliminant ainsi la limite précédemment soulevée.

Dans le chapitre de la méthodologie nous avons évoqué une limite, à savoir que l'expérimentation s'est déroulée au cours du stage de formation des participantes, ce qui ne correspond pas au contexte réel de la pratique d'enseignement. Il s'agit là d'une particularité non négligeable car la pratique d'une stagiaire qui se trouve en situation d'évaluation est sûrement différente de celle d'une enseignante et ce, même si celle-ci débute. Ainsi, toujours au plan des prolongements, une étude semblable pourrait être menée avec des enseignantes et des enseignants en exercice, de façon à explorer jusqu'à quel point ces pratiques sont effectivement différentes. Il serait alors intéressant de comparer les résultats des futurs maîtres à ceux des enseignantes et enseignants quant à la maîtrise des connaissances mathématiques et didactiques de même qu'au plan de la réflexion développée sur leur pratique d'enseignement.

Enfin, les nombreuses données recueillies dans le cadre de notre étude dépassant largement la dimension des connaissances mathématiques et didactiques des sujets, nous pensons qu'il serait tout indiqué de les reprendre et de les traiter sous un autre angle comme par exemple, aborder des aspects pédagogiques tels que les interactions entre l'enseignante et les élèves ou encore la gestion de la classe, ce qui ouvrirait la voie à de nouvelles recherches.

BIBLIOGRAPHIE

BACHELARD, G. (1993). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin. (Ouvrage original publié en 1938).

BALL, D.L. (1988a). *The subject matter preparation of prospective mathematics teachers : Challenging the myths*. East Lansing [MI] : National Center for Research on Teacher Education (ERIC n° ED 301468).

BALL, D.L. (1988b). Unlearning to teach mathematics. *For the Learning of Mathematics, 8*(1), 40-48.

BALL, D.L. (1990). Breaking with the experience in learning to teach mathematics : The role of a preservice methods course. *For the Learning of Mathematics, 10*(2), 10-16.

BARBIER, J.-M. (1994). *L'évaluation en formation*. Paris : Presses universitaires de France.

BARUK, S. (1995). *Dictionnaire de mathématiques élémentaires*. Paris : Éditions du Seuil.

BAUERSFELD, H. (1994). Réflexions sur la formation des maîtres et sur l'enseignement des mathématiques au primaire. *Revue des sciences de l'éducation, XX*(1), 175-198.

BEDNARZ, N. (1988). Conceptions inappropriées développées dans l'apprentissage de la numération : un exemple où l'enseignement est fortement en cause. *In* Université de Sherbrooke (dir.), *Rôle de l'erreur dans l'apprentissage et l'enseignement de la mathématique* (p. 214-220). Compte rendu de la 39e rencontre internationale de la CIEAEM tenue à Sherbrooke en 1987. Sherbrooke : Les Éditions de l'Université de Sherbrooke.

BROUSSEAU, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques, 4*(2), 165-198.

BROWN, C.A. et BORKO, H. (1992). Becoming a mathematics teacher. *In* D.A. Grouws (dir.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (p. 209-242). New York [NY] : The National Council of Teachers of Mathematics.

BROWN, S.I., COONEY, T.J. et JONES, D. (1990). Mathematics teacher education. *In* W.R. Houston, M. Haberman et J. Sikula (dir.), *Handbook of Research on Teacher Education. A Project of the Association of Teacher Educators* (p. 639-656). New York [NY] : Macmillan.

BRUN, J. (1994). Évolution des rapports entre la psychologie du développement cognitif et la didactique des mathématiques. *In* M. Artigue, R. Gras, C. Laborde et P. Tavignot (dir.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France. Hommage à Guy Brousseau et Gérard Vergnaud* (p. 67-83). Grenoble : La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

CIVIL, M. (1992). *Prospective elementary teachers' thinking about teaching mathematics*. San Francisco [CA] : Annual Meeting of the American Educational Research Association (ERIC n° ED 353135).

FAINGOLD, N. (1996). Du stagiaire à l'expert : Construire les compétences professionnelles. *In* L. Paquay, M. Altet, E. Charlier et Ph. Perrenoud (dir.), *Former des enseignants professionnels. Quelles stratégies ? Quelles compétences ?* (p. 137-152). Bruxelles : De Boeck.

FENNEMA, E. et FRANKE, M.L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. *In* D.A. Grouws (dir.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (p. 147-164). New York [NY] : The National Council of Teachers of Mathematics.

FISCHBEIN, E., DERI, M., NELLO, M.S. et MARINO, M.S. (1985). The role of implicit models in solving problems in multiplication and division. *Journal for Research in Mathematics Education*, *16*(1), 3-17.

FRANK, M.L. (1990). What myths about mathematics are held and conveyed by teachers ? *Arithmetic Teacher*, *37*(5), 10-12.

FREEMAN, D.J. et KALAIAN, H.A. (1989). *Profiles of students completing teacher education programs at M.S.U.: Fall, 1986 through Spring, 1988. Program evaluation series no. 25*. East Lansing [MI] : Michigan State University.

GATTUSO, L. et MAILLOUX, N. (1994). Conceptions about mathematics teaching of preservice elementary and high-school teachers. *In* J.P. da Ponte et J.F. Matos (dir.), *Proceedings of the 18th International Conference for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. II, p. 392-399). Lisbonne, Portugal : Université de Lisbonne.

GAUTHIER, C. (1993). La raison du pédagogue. *In* C. Gauthier, M. Mellouki et M. Tardif (dir.), *Le savoir des enseignants : Unité et diversité* (p. 187-206). Montréal : Les Éditions Logiques.

GRAEBER, A.O., TIROSH, D. et GLOVER, R. (1989). Brief reports : Preservice teachers' misconceptions in solving verbal problems in multiplication and division. *Journal for Research in Mathematics Education*, *20*(1), 95-102.

GROSSMAN, P., WILSON, S.M. et SHULMAN, L.S. (1989). Teachers of substance : Subject matter knowledge for teaching. *In* M.C. Reynolds (dir.), *Knowledge base for the beginning teacher* (p. 23-36). New York [NY] : Pergamon Press.

HUBERMAN, A.M. et MILES, M.B. (1991). *Analyse des données qualitatives. Recueil de nouvelles méthodes*. Bruxelles : De Boeck.

JOHSUA, S. et DUPIN, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : Presses universitaires de France.

JONNAERT, Ph. (1995). Quels référents pour une formation didactique des enseignants ? Réflexions et questions. *Cahiers du CIRID*. France : Université de Strasbourg.

JONNAERT, Ph. et VANDER BORGHT, C. (1999). *Créer des situations d'apprentissage. Un cadre de référence socioconstructiviste pour une formation didactique des enseignants*. Bruxelles : De Boeck.

KAGAN, D. (1992). Professional growth among preservice and beginning teachers. *Review of Educational Research, 62*(2), 129-169.

KRYGOWSKA, A. (1988). Comprendre l'erreur en mathématiques. *In* Université de Sherbrooke (dir.), *Rôle de l'erreur dans l'apprentissage et l'enseignement de la mathématique* (p. 12-16). Compte rendu de la 39e rencontre internationale de la CIEAEM tenue à Sherbrooke en 1987. Sherbrooke : Les Éditions de l'Université de Sherbrooke.

LAPPAN, G. et EVEN, R. (1989). *Learning to teach : Constructing meaningful understanding of mathematical content*. East Lansing [MI] : The National Center for Research on Teacher Education (ERIC n° ED 325452).

LESTER, F.K. (1984). Preparing teachers to teach rational numbers. *Arithmetic Teacher, 31*(6), 54-56.

MARTIN, D. (1996). Les ressources structurantes de la classe et le développement des pratiques de stagiaires : une étude à l'aide de rétroactions vidéoscopiques. *Revue des sciences de l'éducation, XXII*(3), 551-598.

MCDIARMID, G.W. (1990). *Tilting at webs of beliefs : Field experiences as a means of breaking with experience*. East Lansing [MI] : The National Center for Research on Teacher Education (ERIC n° ED 318694).

MUCCHIELLI, A. (1996). *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales*. Paris : Armand Colin.

NANTAIS, N. *La mini-entrevue : un nouvel outil d'évaluation de la compréhension mathématique au primaire*. Montréal : Université de Montréal. Les publications de la Faculté des sciences de l'éducation, coll. Prix Jeanne-Grégoire.

NESHER, P. (1987). Toward instructional theory : The role of student's misconceptions. *For the Learning of Mathematics, 7*(3), 33-40.

OUELLET, A. (1994). *Processus de recherche. Une introduction à la méthodologie de la recherche*. Montréal : Presses de l'Université du Québec.

PAILLÉ, P. (1994). L'analyse par théorisation ancrée. *Cahiers de recherche sociologique, 23*, 147-181.

PAQUAY, L. (1990). La formation méthodologique des futurs enseignants. Quelques conditions pour un transfert des «savoirs méthodologiques» à leur pratique professionnelle. *In* Ph. Jonnaert (dir.), *Les didactiques, similitudes et spécificités* (p. 283-320). Bruxelles : Plantyn.

PAQUAY, L. (1993). Quelle priorité pour une formation initiale des enseignants ? *Pédagogies, 6*, 113-151.

PAQUAY, L. (1994). Vers un référentiel des compétences professionnelles de l'enseignant. *Recherches et formation, 16*, 7-33.

PAQUAY, L. et WAGNER, M.-C. (1996). Compétences professionnelles privilégiées dans les stages et en vidéo-formation. *In* L. Paquay, M. Altet, E. Charlier et Ph. Perrenoud (dir.), *Former des enseignants professionnels. Quelles stratégies ? Quelles compétences ?* (p. 153-179). Bruxelles : De Boeck.

PARADIS, P.-Y. (1993). L'art d'enseigner. *In* C. Gauthier, M. Mellouki et M. Tardif (dir.). *Le savoir des enseignants : Unité et diversité* (p. 169-185). Montréal : Les Éditions Logiques.

PECK, D.M. et CONNELL, M.L. (1991). *Developing a pedagogically useful content knowledge in elementary mathematics.* Paper presented to the annual meeting of American Educational Research Association. Chicago [IL] (ERIC n° ED 332875).

PERRENOUD, Ph. (1994). *La formation des enseignants entre théorie et pratique.* Paris : L'Harmattan.

PERSO, T. (1992). Making the most of errors. *Australian Mathematics Teacher, 48*(2), 12-14.

PHILIPPOU, G. et CHRISTOU, C. (1994). Prospective elementary teachers' conceptual and procedural knowledge of fractions. *In* J.P. da Ponte et J.F. Matos (dir.), *Proceedings of the 18th International Conference for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. IV, p. 33-40). Lisbonne, Portugal : Université de Lisbonne.

PORTUGAIS, J. (1995). *Didactique des mathématiques et formation des enseignants.* Berne : Peter Lang.

POSTIC, M. et DE KETELE, J.-M. (1988). *Observer les situations éducatives.* Paris : Presses universitaires de France.

PUTT, I.J. (1995). Preservice teachers ordering of decimal numbers : When more is smaller and less is larger ! *Focus on learning problems in mathematics, 17*(3), 1-15.

ROBERT, P. (1995). *Le nouveau Petit Robert.* Paris : Dictionnaires Le Robert.

SAINT-ARNAUD, Y. (1992). *Connaître par l'action.* Montréal : Presses de l'Université de Montréal.

SCHÖN, D. A. (1983). *The reflective practitioner.* New York [NY] : Basic Books.

SCHÖN, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner, towards a new design for teaching and learning in the profession.* San Francisco [CA] : Jossey Bass.

TARDIF, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique — L'apport de la psychologie cognitive.* Montréal : Les Éditions Logiques.

TARDIF, M., LESSARD, C. et LAHAYE, L. (1991). Les enseignants des ordres d'enseignement primaire et secondaire face aux savoirs. Esquisse d'une problématique du savoir enseignant. *Sociologie et sociétés, 23*(1), 55-69.

THIPKONG, S. et DAVIS, E.J. (1991). Preservice elementary teachers' misconceptions in interpreting and applying decimals. *School, Science and Mathematics, 91*(3), 93-99.

WILCOX, S. K., SCHRAM, P., LAPPAN, G. et LANIER, P. (1991). The role of a learning community in changing preservice teachers' knowledge and beliefs about mathematics education. *For the Learning of Mathematics, 11*(3), 31-39.

Programmes, collections mathématiques et guides de stage :

CHAMPAGNE, G. et BARDIER, J.-C. (1986). *Mathématique au primaire. FLG 5.* Montréal : Éditions HRW.

CHAMPAGNE, G., MALLETTE, D. et GINGRAS-PELLERIN, C. (1993). *Tandem 3.* Montréal : Graficor.

HUARD, C. (1991). *Espace mathématique 6.* Ottawa : Éditions du Renouveau pédagogique inc.

LACROIX-ROY, F., GARANT, C., LESSARD, M. et LAVOIE, M. (1994). *Guide pédagogique de stage — BEPP I.* Sherbrooke : Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation.

LACROIX-ROY, F., GARANT, C., LESSARD, M. et LAVOIE, M. (1995). *Guide pédagogique de stage SSP 601 — Stage III.* Sherbrooke : Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation.

LYONS, M. et LYONS, R. (1989). *Défi mathématique 3.* Laval : Mondia Éditeurs.

MAINVILLE, C. (1992). *Mathémathèque 3.* Montréal : Lidec.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC. (1980). *Programme d'études, primaire, mathématique.* Québec : Gouvernement du Québec.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC. (1993). *Programme d'études, secondaire, mathématique 116.* Québec : Gouvernement du Québec.

MORENCY, R., GAGNON, M., GOBEIL, R. et CIMON, J.-L. (1991). *Bâtimath 6.* Montréal : Beauchemin.

APPENDICE A

PLANS DE COURS

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

FACULTÉ D'ÉDUCATION

DÉPARTEMENT D'ENSEIGNEMENT AU PRÉSCOLAIRE ET AU PRIMAIRE

MAP 104 - DIDACTIQUE DE L'ARITHMÉTIQUE AU PRIMAIRE I

Professeures:	**Diane Biron** **Annie Presseau**	**Session : Automne 1993**
Programme :	**B.E.P.P.**	

PLAN DE COURS

1. DESCRIPTION DE L'ANNUAIRE

OBJECTIFS

- Connaître le contexte général de l'enseignement de la mathématique au primaire.
- Acquérir des connaissances et développer des habiletés nécessaires à l'enseignement de l'arithmétique au primaire.

CONTENU

Étude de l'apprentissage et de l'enseignement de notions relatives aux nombres naturels: construction du nombre; numération orale et écrite; opérations de base : sens, algorithmes, propriétés; calcul mental.

Ces notions sont abordées en mettant en évidence les principes de résolution de problèmes, en utilisant les outils mathématiques de base (représentations graphiques, langage ensembliste, ...) et en tenant compte du contexte pédagogique (programmes, évaluation des apprentissages, manuels, matériels de manipulation, ...).

2. OBJECTIF GÉNÉRAL DU COURS

Aider l'étudiante et l'étudiant à approfondir certaines notions du programme d'arithmétique au primaire et les amener à mieux connaître le développement de la pensée chez l'enfant pour leur permettre d'intervenir avec compétence et habileté dans leur enseignement.

3. OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

- Se familiariser avec le programme et avec les manuels en usage dans les écoles du Québec.
- Connaître l'évolution des notions abordées dans le développement de la pensée de l'enfant et à chacun des niveaux du primaire.
- Se conscientiser aux habiletés propres à la mathématique : structurer, mathématiser, opérer, analyser et synthétiser.
- Se sensibiliser à diverses approches de l'enseignement des mathématiques (apprentissage à partir d'activités, résolution de problèmes, ...) en faisant une étude comparée de situations d'apprentissage visant les mêmes notions.
- Réaliser, dans son milieu de stage, des activités basées sur les connaissances didactiques acquises et en faire l'analyse.
- Expérimenter du matériel permettant de réaliser certains apprentissages.
- Situer l'erreur dans le processus d'apprentissage.

4. CONTENU

Le cours est divisé en deux grandes parties. La première est consacrée au développement du nombre et de la numération chez l'enfant. La seconde partie porte sur les opérations arithmétiques (propriétés, sens des opérations et procédures de calcul) et sur le calcul mental.

Une attention particulière est portée à l'approche préconisée par le ministère de l'Éducation ainsi qu'aux grands courants modernes en didactique des mathématiques.

5. MÉTHODOLOGIE

- Lecture d'articles, de divers documents présentés en classe.
- Ateliers de manipulation et de réflexion suivis de mises au point.
- Visionnement de vidéos.
- Échanges sur le vécu en stage et auprès d'enfants.
- Rapports d'atelier.
- Entrevue clinique.

6. CALENDRIER *

Rencontres	Contenu	Travaux
1	- Présentation du cours - Questionnaire - Présentation du programme d'études	- Lecture de documents
2	- Vidéo : Les mathématiques et l'enfant - Notes théoriques sur la notion de nombre	- Lecture de documents
3	- Mise en commun sur les lectures - Présentation d'un protocole d'entrevue - Présentation de différentes collections de manuels scolaires	- Lecture de documents - Préparation de l'entrevue (pour la 6^e rencontre)
4	- Atelier sur la numération - Notes théoriques sur la numération	- Lecture de documents - Exercices sur la numération - Préparation de l'entrevue (pour la 6^e rencontre)
5	- Mise en commun sur les lectures et sur les exercices - Analyse critique d'activités présentées dans certains manuels	- Lecture de documents - Préparation de l'entrevue (pour la 6^e rencontre)
6	- Exploration de matériel didactique - Analyse d'erreurs d'enfants	- Lecture de documents - Remise de l'entrevue
7	- Bilan - Atelier sur le calcul mental	- Préparation du premier examen.
8	EXAMEN	

9	- Notes théoriques sur le calcul mental - Résolution de problèmes : présentation du fascicule K	- Lecture de documents - Rapport d'atelier sur le calcul mental (pour la 10^e rencontre)
10	- Mise en commun sur les lectures - Retour sur l'examen - Atelier sur la résolution de problèmes	- Remise du rapport d'atelier sur le calcul mental - Rapport d'atelier sur la résolution de problèmes (pour la 12^e rencontre)
11	- Retour sur l'atelier portant sur la résolution de problèmes - Atelier sur l'addition et sur la soustraction - Sens et propriétés des opérations additives	- Rapport d'atelier sur la résolution de problèmes (pour la 12^e rencontre) - Lecture de documents - Remise du rapport sur le calcul mental
12	- Atelier sur les procédures de calcul - Vidéo : Il était une fois ... - Atelier sur la multiplication et sur la division	- Remise du rapport d'atelier sur la résolution de problèmes - Lecture de documents
13	- Mise en commun sur les lectures - Sens et propriétés des opérations multiplicatives - Vidéo : Approche en résolution de problèmes auprès de jeunes enfants	- Lecture de documents
14	- Analyse critique de manuels scolaires - Analyse de quelques ereurs d'enfants	- Préparation de l'examen final
15	EXAMEN FINAL	

* N.B. Sujet à changement

7. ÉVALUATION

Travaux (30%)

- Entrevue clinique (travail individuel) — 10 points
- Rapport d'atelier sur le calcul mental (travail d'équipe) — 10 points
- Rapport d'atelier sur la résolution de problèmes (travail d'équipe) — 10 points

Examens (70%)

- Le premier porte sur la première partie du cours (documentation permise) — 30 points
- Le deuxième porte sur la seconde partie du cours (documentation permise) — 40 points

Conformément aux règlements du Département d'enseignement au préscolaire et au primaire, l'évaluation de l'orthographe pourra pénaliser les étudiantes et les étudiants de BEPP I de 10% pour les travaux et de 5% pour les examens.

Rappel concernant les notes attribuées aux différents travaux et tests :

$A \geq 90\%$	travail exceptionnel
$80 \leq B < 90\%$	très bon travail
$70 \leq C < 80\%$	bon travail
$60 \leq D < 70\%$	travail acceptable
$E < 60\%$	échec

N.B. - À moins d'une entente préalable avec la professeure, tout travail remis en retard sans raison jugée valable est sujet à une pénalité de 5% par jour de retard.

- Les étudiantes et les étudiants ont la responsabilité de conserver une copie des travaux remis.

BIBLIOGRAPHIE

A. Ouvrages obligatoires

Gouvernement du Québec. (1980). ***Programme d'études de mathématiques au primaire.*** Québec : Ministère de l'Éducation.

Gouvernement du Québec. (1981). ***Guide pédagogique : Fascicule A.*** Québec : Ministère de l'Éducation.

Gouvernement du Québec. (1988). ***Guide pédagogique : Fascicule K.*** Québec : Ministère de l'Éducation.

B. Ouvrages de référence

a) Volumes

ASHLOCK, R.B. (1982). ***Error patterns in computation : a semi-programmed approach.*** Ohio: C.E. Merrill.

BARUK, S. (1973). ***Échec et maths.*** Paris : Seuil.

BARUK, S. (1977). ***Fabrice ou l'école des mathématiques.*** Paris : Seuil.

BARUK, S. (1985). ***L'âge du capitaine.*** Paris : Seuil.

COMITI, C., BESSOT, A. et PARISELLE, C. (1980). ***Analyse de comportements d'élèves du cours préparatoire confrontés à une tâche de construction d'un ensemble équipotent à un ensemble donné. Recherches en didactique des mathématiques.*** 1, 2, 171-217.

GINSBURG, H. (1977). ***Children's Arithmetic : How to learn it and how you teach it.*** Texas: Pro-ed, Austin.

Gouvernement du Québec. (1982). ***Guide pédagogique : Fascicule C.*** Québec : Ministère de l'Éducation.

GRIGNON, J. (1979). ***Lexique mathématique.*** Montréal : F.I.C.

KAMII, C. (1990). ***Les jeunes enfants réinventent l'arithmétique.*** New York : Peter Lang.

MATHIEU, P. (1989). ***Lexique mathématique pour tous***. Tome 1, Québec : Éd. du Triangle d'Or Inc.

PALACIO-QUINTIN, E. (1987). ***Apprendre les mathématiques, un jeu d'enfant***. Québec : P.U.Q.

PATENAUDE, P. (1981). ***Guide des termes et symboles utilisés en mathématique au primaire et au secondaire***. Publication du G.R.M.S.

PERRET, J.-F. (1985). ***Comprendre l'écriture des nombres***. New York : Peter Lang.

PIAGET, J., SZEMINSKA, A. (1967). ***La genèse du nombre chez l'enfant***. Neuchatel : Delachaux et Niestlé.

b) Revues

Arithmetic Teacher. USA, NCTM.

Instantanés mathématiques. Terrebonne, APAME.

Vivre le primaire. Montréal, CPIQ.

c) Thèse (non éditée)

LABRIE, J.M. (1987). ***Le comptage et Piaget***. Québec : Université Laval.

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

FACULTÉ D'ÉDUCATION

Département d'enseignement au préscolaire et au primaire

MAP104 - Didactique de l'arithmétique I, (3 crédits).

PLAN DE COURS

Professeur : Jean PORTUGAIS tél. 821-8086 **Session : Automne 1993**

Programme : B.E.P.P. **Horaire : Gr 01 Mardi 13h00-16h00**
Gr 02 Mardi 16h00-19h00
Local A2-224

A. DESCRIPTION DU COURS

Le cours Didactique de l'arithmétique au primaire I est un cours obligatoire du programme BEPP. Il s'agit du premier cours en didactique des mathématiques de ce programme. Ses objectifs généraux sont de faire connaître à l'étudiante et l'étudiant le contexte général de l'enseignement de la mathématique au primaire d'une part; et de leur permettre d'acquérir des connaissances et de développer des habiletés nécessaires à l'enseignement de l'arithmétique au primaire (Annuaire, 3-36).

Son contenu porte sur l'apprentissage et l'enseignement des premières notions d'arithmétique : nombre, comptage, numération orale et écrite, opérations arithmétiques (+, -, x, :) et algorithmes de calcul. Puisqu'il s'agit d'un cours de didactique, il s'intéresse tant à la construction des concepts par l'élève qu'aux situations construites dans le cadre de l'enseignement pour provoquer l'apprentissage. C'est ainsi que la logique du cours fera dépendre l'étude des moyens d'enseignement (aspects didactiques) de considérations préalables sur la genèse des concepts chez les élèves (aspects génétiques).

B. OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

- Connaissance de base du développement opératoire de la notion de nombre chez l'enfant
- Introduction aux contraintes didactiques d'une application de la théorie opératoire du nombre
- Connaissance de base des contraintes didactiques et génétiques à propos de la numération orale et écrite
- Connaissance des structures additives (+,-) et multiplicatives (x, :) dans un contexte de résolution de problème
- Connaissance du programme du ministère pour le premier cycle en arithmétique
- Analyser des protocoles d'observation de situations cliniques et didactiques
- Se sensibiliser aux particularités de l'enseignement des notions arithmétiques élémentaires.

C. CONTENU

Première partie : le nombre et la numération

Le nombre

Conservation des quantités continues
Conservation des quantités discontinues (discrètes)
Correspondance terme à terme
Valeur cardinale des ensembles
Valeur ordinale des ensembles
La sériation, l'ordination, la cardination
La construction du nombre comme synthèse de l'ordre et de l'inclusion hiérarchique

La numération

Numération orale, comptage et difficultés
Numération écrite : lecture et écriture
La numération de position

Seconde partie : les opérations arithmétiques élémentaires

L'addition et la soustraction : analyse épistémologique et didactique
Problèmes additifs : classification des énoncés de problèmes
Problèmes multiplicatifs : classification des énoncés de problèmes
La multiplication et la division écrites : obstacles et contraintes
Introduction à l'analyse des erreurs aux algorithmes de calcul

D. MÉTHODOLOGIE

MAP 104 prend la forme d'un ***cours***, ce qui implique des exposés magistraux réguliers. Cependant, les étudiantes seront sollicitées à travailler par elles-mêmes lors des périodes *d'exercice* qui occuperont en général la dernière partie des rencontres hebdomadaires. Les ***exercices*** seront dans le prolongement du cours et sont conçus pour que chacune et chacun puisse mieux intégrer les contenus du cours. Leur fonctionnement variera selon les conditions du contenu à traiter : individuellement, par petites équipes, en plénière, etc; mais dans tous les cas, leur fonction ne sera jamais que formative (cf. infra). Les étudiantes devront approfondir leurs connaissances par la lecture et l'étude de ***textes de base***.

E. ÉVALUATION

1. Éléments d'évaluation

Examen périodique	1	(30 points)
Examen périodique	2	(30 points)
Examen Final		(40 points)

2. Modalités et critères d'évaluation

Les examens sont des travaux personnels. L'examen final portera sur le contenu cumulatif du cours. L'évaluation sera fondée sur les objectifs généraux et spécifiques du cours. Elle s'applique en conformité avec la politique d'évaluation des apprentissages du Département EPP.

Conformément au règlement, un maximum de 10% de pénalité s'appliquera en cas de mauvaise qualité de la langue écrite, notamment en ce qui concerne le vocabulaire spécialisé utilisé dans le cours et la documentation.
Enfin, les normes de présentation des travaux devront être appliquées en conformité avec la politique de la Faculté (Il est recommandé de prendre connaissance du document en question).

3. Notation

Rappel de la Politique d'évaluation de la Faculté (mai 1989).

		A	≥	90%
80%	≤	B	<	90%
70%	≤	C	<	80%
60%	≤	D	<	70%
		E	<	60%

F. RÉFÉRENCES

BERGERON, J.C., HERSCOVICS, N., 1992, Contribution à la genèse du nombre, Archives de Psychologie, 60, 147-170.

BIDEAUD, J., MELJAC, Cl., FISCHER, J.P., EDs, 1991, Les chemins du nombre, Presses universitaires de Lille, 491 pages.

BROUSSEAU, Guy, 1988, Représentations et didactique du sens de la division, Actes du colloque de Sèvres, mai 1987, in "Didactique et acquisition des connaissances scientifiques", pp.47-64, Éditions La Pensée sauvage, RDM, Grenoble, 1988.

CARPENTER, T.P., MOSER, J.M., ROMBERG, T.A., Eds, 1982, Addition and substraction : a cognitive perspective, Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 245 pages.

CONNE, F., 1985, Calculs numériques et calculs relationnels dans la résolution de problèmes d'arithmétique, Recherches en didactique des mathématiques, vol.5.3, pp.269-332.

FAYOL, Michel, 1990, L'enfant et le nombre, Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, 233 pages.

KAMII, Constance, 1990, Les jeunes enfants réinventent l'arithmétique, Peter Lang, Berne, 171 pages.

PERRET, Jean-François, 1985, Comprendre l'écriture des nombres, Peter Lang, Berne, 299 pages.

PIAGET, Jean, SZEMINSKA, Alina, 1941, La genèse du nombre chez l'enfant, Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, 317 pages.

PIAGET, Jean, INHELDER, Bärbel, 1941, Le développement des quantités physiques chez l'enfant, Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, 344 pages.

VERGNAUD, Gérard, 1981a, L'enfant, la mathématique et la réalité, Berne, Ed. Peter Lang, 218 pages.

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

FACULTÉ D'ÉDUCATION

PLAN DE COURS

MAP 105 DIDACTIQUE DE L'ARITHMÉTIQUE AU PRIMAIRE II

SESSION : Automne 1994

Programme: B.E.P.P.

PROFESSEURES: Nicole Nantais
Bureau: A7-115
Tél: 821-7465
Marie Francavilla
Bureau A2-228
Tél: 821-7873

A. DESCRIPTION DU COURS

Objectifs: acquérir des connaissances et développer des habiletés nécessaires à l'enseignement de l'arithmétique au Primaire.

Contenu: étude de l'apprentissage et de l'enseignement des notions relatives aux nombres rationnels, décimaux et relatifs. Éléments de la théorie des nombres: diviseurs, multiples, nombres premiers, plus petit commun multiple, plus grand commun diviseur, régularités... Ces notions sont transmises en mettant en évidence les principes de résolution de problèmes, en utilisant les outils mathématiques de base (représentation graphique, langage ensembliste...) et en tenant compte du contexte pédagogique (programme, évaluation des apprentissages, manuels, exploitation de la calculatrice, matériels de manipulation...).

Préalable: MAP 104.

B. OBJECTIFS TERMINAUX

- Amener l'étudiante ou l'étudiant à utiliser ou à approfondir ses connaissances acquises au cours MAP 104 dans lequel on touche principalement les nombres naturels et les quatre opérations sur cet ensemble de nombres.

- Amener l'étudiante ou l'étudiant à une meilleure compréhension de certaines notions arithmétiques (cf. contenu).

- Amener l'étudiante ou l'étudiant à percevoir le nombre non seulement comme une abstraction mathématique mais aussi comme une nouvelle entité concrète avec laquelle on peut «jongler».

- Engager l'étudiante ou l'étudiant dans une réflexion pédagogique sur l'apprentissage par une découverte progressive et concrète des notions impliquées dans le cours.

- Développer chez l'étudiante ou l'étudiant l'habileté à construire une situation d'apprentissage en respectant les diverses étapes d'apprentissage de même que certains principes didactiques et pédagogiques mis de l'avant dans le programme et les fascicules.

- Développer chez l'étudiante ou l'étudiant l'habileté à déterminer les critères permettant d'évaluer la compréhension des élèves face aux différentes notions arithmétiques qui seront traitées dans le cours (cf. contenu)

- Permettre à l'étudiante ou l'étudiant de prendre connaissance des divers outils didactiques utilisés ou utilisables au primaire (programme, fascicules, manuels scolaires, matériels de manipulation...).

- Engager l'étudiante ou l'étudiant dans une démarche critique face à ces différents outils.

C. CONTENU

Les éléments de contenu mathématique seront présentés dans un contexte didactique et dans une approche par résolution de problèmes tout en utilisant des outils mathématiques de base (représentations graphiques, langage ensembliste, représentations géométriques,...). Différents ensembles de nombres seront abordés en étudiant des aspects propres à chacun. De plus, des liens seront établis entre ces différents ensembles tels les propriétés, l'écriture, etc. Les thèmes abordés seront les suivants:

<u>LES NOMBRES RATIONNELS (Q)</u>

Les nombres naturels (N) (ex: 0, 1, 2, 3,...)

- Diviseurs et multiples;
- PPCM, PGCD;
- nombres premiers, nombres composés;
- recherche de régularités (suites de nombres, règles de divisibilité...).

Les entiers relatifs (Z) (ex:... 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3,...)

- Le concept;
- les opérations (addition, soustraction).

Les fractions (Q) (ex: 1/2, 5/5, 6/3, 2 1/7, ...)

- Le concept;
- les fractions équivalentes;
- les différentes écritures;
- les opérations (addition, soustraction, multiplication, division).

Les nombres décimaux (Q) (ex: 0,25, 0,333..., 3, 14, 2,5, 5,...)

- Le concept (notation décimale);
- lien avec les fractions;
- les opérations (addition, soustraction, multiplication, division).

Le pourcentage (ex: 13%, 1,4%, 5 1/2%,...)

- Le concept;
- lien avec les fractions et les nombres décimaux.

D. MÉTHODOLOGIE

Le contenu du cours sera principalement présenté à l'aide d'ateliers. Ces ateliers sont constitués d'activités d'exploration et de réflexion sur des thèmes importants liés au programme du primaire. Afin de susciter la confrontation des opinions, ces ateliers se déroulent généralement en équipe de 3 ou 4 personnes.

Il est de toute première importance pour l'étudiante et l'étudiant de participer *activement* à ces ateliers. Ils permettent d'une part, d'intégrer de manière concrète le contenu mathématique relié au primaire, d'autre part, de vivre une démarche d'apprentissage semblable à celle que les élèves du primaire devraient suivre. Les éléments théoriques feront l'objet de synthèses suite aux ateliers vécus dans le cours.

E. ÉVALUATION

1. Éléments d'évaluation

Examen intra — 35%

- aucune documentation
- cet examen portera sur les notions vues dans les 7 premiers cours
- semaine du 17 octobre 1994

Examen final — 35%

- aucune documentation
- cet examen portera sur toute la matière
- au 15e cours

Travaux

TRAVAIL DIDACTIQUE 1
Analyse d'un problème mathématique touchant une ou des notions arithmétiques vues au cours MAP 105 — 10%
- description en annexe
- remise du travail: semaine du 3 octobre 1994

TRAVAIL DIDACTIQUE 2
Expérimentation d'un problème mathématique avec deux élèves du primaire — 20%
- description en annexe
- remise du travail: semaine du 5 décembre 1994

2. Modalités et critères d'évaluation

- En vertu de la règle 2.3 de la politique départementale d'évaluation des apprentissages, 0,5 point sera enlevé pour chaque groupe de deux fautes d'orthographe (grammaticale et lexicale) jusqu'à un maximum de 10% dans les examens (3,5 points pour l'intra et 3,5 points pour le final) et 15% dans les travaux (1,5 point pour le travail didactique 1 et 3 points pour le travail didactique 2).

- Dans chaque examen, le barême se rapportant à chaque question sera précisé sur le questionnaire. Les réponses aux questions d'examens seront évaluées en fonction de leur justesse, de leur précision et de leur pertinence.

- Pour les travaux, les critères d'évaluation se retrouvent dans l'annexe intitulée «Travaux didactiques» du cours MAP 105..

- La présentation des travaux didactiques doit être conforme au document «Les normes de présentation des travaux des étudiantes et des étudiants» de la Faculté d'éducation en vente au CRP.

- En conformité avec la règle 2.6.3 du règlement des études, toute personne qui s'absente à un examen ou ne remet pas un travail à la date spécifiée dans le plan de cours se voit attribuer la note zéro pour cet examen ou ce travail, à moins qu'elle puisse, dans un délai maximun de 15 jours, justifier par écrit son absence auprès du responsable du BEPP, auquel cas des procédures appropriées s'appliquent.

- Les travaux didactiques seront conservés jusqu'à la fin du trimestre suivant.

- Les examens pourront être consultés mais non remis aux étudiantes et étudiants.

3. Notation

A+	B+	C+	D+	E
A	B	C	D	
A-	B-	C-		

Les cotes correspondent au barême qui sera établi par la faculté d'Éducation et le département d'enseignement au préscolaire et au primaire.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages du Ministère de l'Éducation du Québec

Programme d'études de mathématique au primaire. (1980). Gouvernement du Québec, Québec.

Les nombres naturels. (1982). Fascicule C, Gouvernement du Québec, Québec.

Les entiers relatifs. (1981). Fascicule D, Gouvernement du Québec, Québec.

Les fractions. (1980). Fascicule E, Gouvernement du Québec, Québec.

Utilisation de la calculatrice. (1982) Fascicule H, Gouvernement du Québec, Québec.

Résolution de problèmes. (1988). Fascicule K, Gouvernement du Québec, Québec.

Situations d'apprentissage. (1988). Fascicule L, Gouvernement du Québec, Québec.

Ouvrages de référence

APAME. Revues Instantanés mathématiques.

- BÉLANGER, G. (novembre-décembre 1988). *Réflexions pour un enseignant qui veut faire de la résolution de problèmes un objectif à atteindre.* Volume XXV, numéro 2.
- BÉLANGER, G. (novembre 1984). *Une approche intuitive pour l'enseignement des entiers relatifs.* Volume XXI, numéro 2.
- BOULET, G., FRANCAVILLA, M., ENGLEBRETSEN, G. (février-mars 1994). *L'utilisation de modèles linéaires dans l'enseignement des entiers relatifs.* Volume XXX, numéro 3.
- CARON,R. (mai 1978). *Une démarche de recherche collective.* Volume XIV, numéro 5.
- CARON, R. (mars-avril 1992). *Les régularités dans les suites de Fibonacci.* Volume XXVIII, numéro 4.
- CARON, R. (mai-juin-juillet). *La calculatrice et les merveilles du nombre neuf.* Volume XXX, numéro 4.
- FORTIER, M. (septembre-octobre 1988). *La fraction «décimale» avant la fraction «ordinaire» pourquoi pas?*
- GRIGNON, J., (février 1976) *Nombres polygonaux.* Volume XII, numéro 3.
- GRIGNON, J. (mars 1986). *La multiplication des fractions...à l'aide d'un modèle simple.* Volume XXII, numéro 4.
- GRIGNON, J. (septembre-octobre 1988). *La résolution de problèmes! Sommes-nous prêts?* Volume XXV, numéro 1.

- GROUPE D'AUTEURS. (mai 1982) *La calculatrice à l'école.*

- GROUPE D'AUTEURS. (1985). *Le point sur la résolution de problèmes.* Vo. XXI, numéro spécial D.

  *LAFOREST, J.C. *L'évaluation des apprentissages en résolution de problèmes une pratique essentielle et enrichissante.*
  *LAPLANTE, H. *L'enseignant dans la démarche de résolution de problèmes.*
  *RENAUD, D. Discuter la solution des élèves? C'est important.
  *ROY, A.-J. *La résolution de problèmes plus qu'un moyen d'apprendre.*

- Groupe d'auteurs. (1992-1993). *Les fractions.* Volume XXIX, numéro spécial F.

- HODGSON, B. R. (mars 1986). *Un crible au pouvoir révélateur.* Volume XXII, numéro 4.

- JULIEN, L. (mars 1987). *la mise en commun en résolution de problèmes.* Volume XXIII, numéro 4.

- JULIEN, L. (février-mars-avril 1993). *Les facteurs ou diviseurs.* Volume XXIX, numéro 3.

-NANTAIS, N. (septembre 1979). *Elle* était *une fois...un nombre.* Activité IV, Volume XVI, numéro 1.

-NANTIAS, N. (mai 1980). *Elle était une fois...un nombre., 8 comme diviseur! Comment se comporte-t-il?* Volume XVI, numéro 5.

- SIRARD, F. (mai 1985). *C'est quoi notre problème.* Volume XXI, numéro 5.

- TESSIER, H. (janvier 1981). *Pair ou impair.* Volume XVII, numéro 3.

Association mathématique du Québec, Bulletin AMQ.

FORTIER, M., HÉRAUD, B., THÉRIEN, L. (1984). Séquence d'enseignement sur les concepts de diviseurs et de multiples et autres notions connexes. Université de Sherbrooke, Shebrooke.

MASSE M.-P., GRIGNON, J. (1983). Carnet mathématique Maxi-Multi. Archimède et Pythagore, Lidec, Québec.

MATHIEU, P., DE CHAMPLAIN, D., TESSIER, H. (1990). Petit lexique mathématique, Éd. du Triangle d'OR, Montréal.

McLEISH, J. (1991). NUMBER: The history of numbers and how they shape our lives. Fawcett Columbine Book, New York.

PATENAUDE, P., (1981). Guide des termes et symboles utilisés en mathématique au primaire et au secondaire. GRMS, Laval.

TAURISSON, A. (1988). Les gestes de la réussite en mathématiques à l'élémentaire. Agence d'ARC inc., Ottawa.

VAN HOUT, G. (1994). Et que le nombre soit!.... De Boeck-Wesmael, Bruxelles.

Collections mathématiques courantes dans les classes du primaire

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
FACULTÉ D'ÉDUCATION
DÉPARTEMENT D'ENSEIGNEMENT AU PRÉSCOLAIRE ET AU PRIMAIRE

PLAN DE COURS

MAP 106
DIDACTIQUE DE LA GÉOMÉTRIE AU PRIMAIRE

Session: Hiver 1994
Programme: B.E.P.P.

Professeure: Marie Francavilla, A2-228
téléphone: 821-7873
Professeurs: Bernard Héraud, A7-147
téléphone: 821-7864
Luc Bachand

A. Description du cours

Objectif général: Acquérir les connaissances et développer les habiletés nécessaires à l'enseignement de la géométrie au primaire.

Contenu: Étude de l'apprentissage et de l'enseignement des propriétés qualitatives et quantitatives, de structuration et de mesure: surfaces, solides, polyèdres, figures planes, polygones, longueurs, aires, volumes, angles, système international de mesures.

B. Objectifs spécifiques

- Acquérir ou réviser les connaissances sur le plan du contenu notionnel (géométrie et mesure) en lien avec le programme du primaire.

- Acquérir une intuition spatiale adéquate et prendre conscience de l'importance de son développement chez les enfants.

- Connaître les différents outils disponibles pour l'enseignement de la géométrie au primaire (programme d'études, fascicules du Ministère, collections, matériel pédagogique) et développer un esprit critique face à ces outils.

- Développer une démarche d'apprentissage s'inscrivant dans une perspective constructiviste du savoir et prendre conscience de l'importance de sa propre attitude vis-à-vis la matière enseignée.

- S'initier à la réalisation d'activités d'enseignement s'adressant aux élèves du primaire axées sur la démarche abordée dans le cours.

C. Contenu

Thèmes abordés:

- Propriétés qualitatives et structuration des formes géométriques
  - Notions de base en topologie: lignes, régions, frontières.
  - Réseaux topologiques: classification et relation d'Euler.
  - Formes géométriques planes et polygones: caractéristiques et classification.
  - Solides et polyèdres: caractéristiques et classification.

- Propriétés quantitatives des formes géométriques
  - Mesures d'angles.
  - Mesures de segments: les longueurs
  - Mesures de surfaces: les aires.
  - Mesures de solides: les volumes
  - Liens entre les unités SI

- Transformations euclidiennes: symétrie - translation - rotation

Calendrier provisoire des activités:

Cours	Période		Description
1	5-11	janvier	Construction du cube et activités topologiques de base.
2	12-18	janvier	Les réseaux topologiques et vidéo: "Scénario d'apprentissage".
3	19-25	janvier	Les polygones: propriétés générales et classification.
4	26-1er	février	Les polygones (fin) et vidéo "Les triangles cocos".
5	2-8	février	Polyèdres: propriétés générales, pyramides, prismes.
6	9-15	février	Polyèdres: classification des polyèdres semi-réguliers et réguliers.
7	16-18	février	Transformations: rotations et symétrie pour une même figure.
8	22-25	février	**EXAMEN INTRA.**
*	28-4	mars	*Semaine de relâche.*
9	9-15	mars	Transformations: image d'une figure obtenue par symétrie, rotation ou translation.
10	16-22	mars	Dallages et angles.
11	23-29	mars	Mesures: longueur et périmètre.
12	30-5	avril	Mesures: aires.
13	6-12	avril	Mesures: volumes.
14	13-19	avril	Liens entre les unités SI et révision.
15	20-26	avril	**EXAMEN FINAL.**

NOTES: Ces notions seront mises en évidence en utilisant les habiletés et outils mathématiques de base (classifications, diagrammes,...)

D. Méthodologie

La présentation générale du cours est basée sur une alternance entre cours théoriques et ateliers dans le but d'intégrer le plus étroitement possible la théorie à la pratique. Habituellement, les ateliers précèdent les cours théoriques de façon à ce que l'abstraction provienne d'un concret tangible.

Les cours théoriques prennent deux formes (souvent concourantes):

- Présentation de la théorie (contenus mathématique et didactique).
- Mise au point (principalement réponses aux difficultés rencontrées lors des ateliers ou exercices).

Les ateliers sont constitués d'activités d'exploration et de réflexion sur des thèmes importants liés au programme du primaire. Afin de susciter la confrontation des opinions, ces ateliers se déroulent généralement en équipes de 3 ou 4 personnes.

NOTE: Il est de toute première importance pour l'étudiante ou l'étudiant de participer *activement* à ces ateliers. Ils permettent, d'une part, d'intégrer de manière concrète le contenu mathématique relié au primaire, d'autre part, de vivre une démarche d'apprentissage semblable à celle que les élèves du primaire devraient suivre.

E. Évaluation

L'évaluation sera faite en conformité avec la politique d'évaluation des apprentissages en vigueur au DEPP.

1. Les éléments d'évaluation:
Pour tenir compte à la fois du travail fourni par chaque personne dans le cours et de sa compréhension des notions, le modèle suivant est proposé:

- **Trois travaux didactiques (10% par travail)** — **30%**
  - maximum 4 personnes par équipe
  - remise des travaux: premier travail : au 4[e] cours
    deuxième travail : au 7[e] cours
    troisième travail: au 11[e] cours

- **Examen intra** — **30%**
  - aucune documentation
  - cet examen portera sur les notions suivantes: topologie, polygones, polyèdres
  - période du 22 au 25 février

- **Examen final** — **40%**
  - aucune documentation
  - cet examen portera sur la matière abordée après
  - l'intra (voir calendrier)
  - période du 20 au 26 avril

2. Modalités et critères d'évaluation:

- La présentation du travail didactique doit être conforme au document "Les normes de présentation des travaux des étudiantes et des étudiants" de la Faculté d'éducation en vente au CRP.
- Les travaux didactiques seront conservés jusqu'à la fin du trimestre suivant.
- Les examens pourront être consultés mais non remis aux étudiantes et étudiants.
- En vertu de la règle 2.3 de la politique départementale d'évaluation des apprentissages, 0,2 point sera enlevé pour chaque faute d'orthographe (grammaticale et lexicale) jusqu'à un maximum de 5% dans les examens (1,5 point pour l'intra et 2 points pour le final) et 10% dans les travaux de session (1 point par travail).
- Dans chaque examen, il y aura plusieurs questions indépendantes. Le barême se rapportant à chaque question sera précisé sur le questionnaire. Les réponses aux questions d'examens seront évaluées en fonction de leur justesse, de leur précision et de leur pertinence.
- Pour les travaux de session, les critères d'évaluation se retrouvent dans le document intitulé "Travaux didactiques". Globalement, les points accordés par travail se répartissent ainsi:
    - critique d'une fiche **4 points**
    - élaboration d'une mini-activité **6 points**
- En conformité avec la règle 2.6.3 du règlement des études, toute personne qui s'absente à un examen ou ne remet pas un travail à la date spécifiée dans le plan de cours se voit attribuer la note zéro pour cet examen ou ce travail, à moins qu'elle puisse dans un délai maximum de 15 jours, justifier par écrit son absence auprès du responsable du BEPP, auquel cas des procédures appropriées s'appliquent.

F. Notation

En conformité avec la politique d'évaluation des apprentissages (règle 2.4.2 DEPP), la cote "A" correspond à une atteinte excellente des objectifs et, de ce fait, ne peut ordinairement être attribuée qu'à un petit nombre de personnes inscrites.

90%	≤ A	Excellent
80%	≤ B < 90%	Très bien
70%	≤ C < 80%	Bien
60%	≤ D < 70%	Passable
	E < 60%	Échec

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages obligatoires

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION (1980). *Guide pédagogique, Primaire, Mathématique, Fascicule F - Activités géométriques.* Gouvernement du Québec.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION (1980). *Guide pédagogique, Primaire, Mathématique, Fascicule G - Mesures.* Gouvernement du Québec.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION (1980). *Programme d'études, Primaire, Mathématique.* Gouvernement du Québec.

RECUEIL DE TEXTES POUR LE COURS MAP 106 (1994). Université de Sherbrooke.

RECUEIL DE FICHES D'ÉLÈVES POUR LE COURS MAP 106 (1994). Université de Sherbrooke.

Ouvrage conseillé

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION (1987). *Guide pédagogique, Primaire, Mathématique, Fascicule L - Situations d'apprentissage.* Gouvernement du Québec.

Lexiques recommandés

MATHIEU, P., DE CHAMPLAIN, D., TESSIER, H. (1990). *Petit lexique mathématique.* Beauport, Qc, Éditions du Triangle d'Or.

PATENAUDE, P., (1981). *Guide des termes et symboles utilisés en mathématique au primaire et au secondaire.* Laval, Qc., GRMS.

Ouvrages de référence

Collections mathématiques courantes dans les classes du primaire.

APAME. Revue *Instantanés mathématiques* et particulièrement la rubrique «J'ai choisi l'espace» (septembre 1978 - novembre 1978 - janvier 1979 - mars 1979 et mai 1979).

CERQUETTI-ABERKANE, F., THÉVENIN, A. (1990). *Transforme des formes*. Paris, Éditions Épigones.

DIENES, Z.P. (1966). *Les premiers pas en mathématique*, vol. III, «Exploration de l'espace et pratique de la mesure». Montréal, H.M.H.

GOMEZ, R.P. (1990). *Je vis l'Alhambra.* Grenade, Proyecto Sur de Ediciones, S.A.L.

HOLDEN, A. (1977). *Formes, espace et symétries.* Collection les distracts, n°2, CEDIC.

MASSE, M.P., GRIGNON, J. (1983). *Carnets Maxi-Multi.* Montréal, Lidec.

PEARCE. PEARCE, S. (1978). *Polyhedra Primer.* Palo alto, C.A., Dale Seymour Pu: .ations.

SAUVY, J. ET S. (1972). *L'enfant à la découverte de l'espace.* Collection E3, Casterman.

WHEELER, D. (1970). *Mathématique dans l'enseignement élémentaire.* Montréal, H.M.H.

Ouvrages récréatifs

ERNST, B. (1986). *Le miroir magique de M.C. Escher.* Berlin, Taco.

PETIT, J.P. (1985). *Les aventures d'Anselme Lanturlu: le topologicon.* Paris, Editions Belin.

SCHATTSCHNEIDER, D., WALKER, W. (1988). *M.C. Escher kaléidocycles.* Berlin, Taco.

VAN DELFT, P., BOTERMANS, J. (1977). *1000 casse-tête du monde entier.* Éditions du Chêne.

ZÜLAL AYTÜRE-SCHEELE (1989). *Origami.* Paris, Éditions Fleurus.

<u>**N.B.**</u> Les guides et le programme du ministère ainsi que les diverses collections sont disponibles au C.R.P.

Les autres ouvrages sont disponibles au C.R.P., à la bibliothèque générale ou au laboratoire de mathématiques

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
FACULTÉ D'ÉDUCATION
DÉPARTEMENT D'ENSEIGNEMENT AU PRÉSCOLAIRE ET AU PRIMAIRE

MAP 106 - DIDACTIQUE DE LA GÉOMÉTRIE
AU PRIMAIRE

TROIS TRAVAUX DIDACTIQUES
TOTAL: 30%

Professeurs : Luc Bachand **Session: Hiver 1994**
Marie Francavilla
Bernard Héraud

A. Objectifs

Fournir l'occasion à l'étudiante ou l'étudiant de développer son sens critique à l'égard du matériel disponible pour l'enseignement de la géométrie au primaire.

Permettre à l'étudiante ou l'étudiant d'intégrer les notions théoriques vues en cours et de s'initier à la réalisation d'activités d'enseignement de la géométrie au primaire.

B. Type de travaux

Les travaux peuvent être réalisés individuellement ou en équipe (maximum 4 personnes).

Chaque travail vaut 10% pour un total de 30%.

C. Présentation des travaux

Vous devez respecter les normes de présentation des travaux du département (document disponible au CRP).

Les travaux doivent être signés par chaque membre de l'équipe.

Ne pas oublier de vous faire une photocopie de vos travaux avant de les remettre.

D. Fautes

En vertu de la règle 2.3 de la politique départementale d'évaluation des apprentissages, 0,2 point sera enlevé pour chaque faute d'orthographe (grammaticale et lexicale) jusqu'à un maximum de 10% dans les travaux de session (1 point par travail).

E. Remise des travaux

Le premier travail (thème: topologie) sera présenté aux étudiantes et étudiants au 2ᵉ cours et devra être remis au professeur au 4ᵉ cours.

Le deuxième travail (thème: polygones) sera présenté aux étudiantes et étudiants au 4ᵉ cours et devra être remis au professeur au 7ᵉ cours.

Le troisième travail (thème: polyèdres) sera présenté aux étudiantes et étudiants au 9ᵉ cours et devra être remis au professeur au 11ᵉ cours.

F. Retard

En conformité avec la règle 2.6.3 du règlement des études, toute personne qui s'absente à un examen ou ne remet pas un travail à la date spécifiée dans le plan de cours se voit attribuer la note zéro pour ce travail, à moins qu'elle puisse dans un délai maximum de 15 jours justifier par écrit son absence auprès du responsable du BEPP, auquel cas des procédures appropriées s'appliquent.

G. Contenu des travaux

Chaque travail comporte deux parties:

1- Critique d'une fiche préalablement choisie par le professeur tirée d'une collection du primaire traitant d'une notion en géométrie.

   Pour chacun des travaux, les étudiantes et étudiants auront le choix entre deux fiches, l'une touchant le premier cycle du primaire, l'autre le deuxième cycle.

2- Élaboration d'une mini-activité d'enseignement (d'une durée d'environ 1/2 heure) basée sur l'utilisation et l'amélioration de la fiche analysée.

H. Rédaction des travaux
Partie 1: Critique d'une fiche.

Vous devez ici proposer votre propre regard vis-à-vis: (voir tableau en annexe)
- la présentation matérielle de la fiche (attrayante, claire, soignée, ...)
- l'exactitude du contenu (définitions, termes, dessins, ...)
- la pertinence du vocabulaire (adaptée ou non)
- le choix du matériel proposé (suffisant, pertinent, ...)
- la démarche préconisée (structuration, motivation, participation de l'enfant, progression, ...)
- autres aspects pertinents (niveau de difficulté, apprentissages réalisés, insuffisances, incohérences, originalité en regard des objectifs, ...).

MAP 106
CRITIQUE D'UNE FICHE
TRAITANT D'UNE NOTION GÉOMÉTRIQUE

Fiche choisie:____

PRÉSENTATION MATÉRIELLE
EXACTITUDE DU CONTENU
PERTINENCE DU VOCABULAIRE
CHOIX DU MATÉRIEL
DÉMARCHE PRÉCONISÉE
AUTRES ASPECTS

(Note: les étudiantes et étudiants doivent fournir une justification des propos avancés.)

Partie 2: Élaboration d'une mini-activité (maximum 5 pages)

a) À partir de la critique, vous devez refaire la fiche en gardant les points positifs et en améliorant les points négatifs.

b) Vous devez inclure dans votre mini-activité les points suivants:

•Objectifs
•Déroulement de la mini-activité (voir Fascicule L)
*préparation
*réalisation (basée sur la fiche modifiée)
*intégration

I. Critères d'évaluation

Partie 1: Critique de la fiche — 4 points

- Respect des points mentionnés
- Clarté
- Validité du rationnel

Partie 2: Élaboration d'une mini-activité — 6 points

- Respect des points mentionnés
- Clarté
- Originalité
- Pertinence pour le niveau visé
- Cohérence entre les différentes parties de l'activité
- Respect des principes didactiques véhiculés dans le programme
- Justesse et précision du contenu mathématique

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
FACULTÉ D'ÉDUCATION
Baccalauréat en enseignement au Préscolaire et au Primaire

MAP 407 - DIFFICULTÉS D'APPRENTISSAGE EN MATHÉMATIQUE (3 CRÉDITS)

Session: Automne 1995
Programme: B.E.P.P.

Professeures: Marie Francavilla
Marie-Pier Morin
Téléphone: 821-7873
Local : A2-228

PLAN DE COURS

A. DESCRIPTION DU COURS

Objectifs: Connaître la nature et les causes des difficultés d'apprentissage de la mathématique au primaire ainsi que les solutions à y apporter.

Contenu: Identification et classification de difficultés d'apprentissage de la mathématique au primaire. Étude de modèles didactiques explicatifs touchant la compréhension, la construction et les obstacles d'apprentissage (épistémologiques, cognitifs, didactiques, socio-affectifs...) de notions mathématiques. Étude de stratégies d'intervention fondées sur ces modèles, incluant la démarche de résolution de problèmes. Utilisation didactique de l'erreur.

B. OBJECTIFS TERMINAUX

Le cours a pour but d'amener l'étudiante ou l'étudiant à:

a- étudier le rôle et les différentes conceptions de l'erreur dans l'apprentissage des mathématiques;
b- identifier la nature et les causes d'erreurs en mathématiques;
c- rationaliser et utiliser divers outils (mini-entrevue, test,...) pour évaluer la compréhension de l'élève en mathématiques;
d- élaborer des stratégies d'intervention pour la correction des difficultés d'apprentissage en mathématiques.

C. CONTENU

1- Analyse conceptuelle de diverses notions mathématiques:

- le concept de nombre
- la numération positionnelle
- le concept de l'addition des petits nombres
- le concept de fraction
- le concept de nombre à virgule
- les concepts de longueur et d'aire
- la construction des algorithmes (nombres naturels et nombres rationnels)

2- Compréhension de l'élève en mathématiques:

- Que veut dire "comprendre" en mathématiques
- L'importance de la compréhension
- Le rôle de l'erreur dans la compréhension

3- Évaluation de la compréhension de l'élève:

- Outils d'évaluation de la compréhension
- Analyse d'erreurs reliées principalement aux algorithmes arithmétiques
- La mini-entrevue pour évaluer la compréhension des concepts mathématiques

4- Intervention corrective:

- Utilisation pédagogique de l'erreur de l'élève dans un processus correctif
- Principes à respecter dans l'application d'un plan correctif
- Élaboration de stratégies correctives en fonction des difficultés de l'élève

D. MÉTHODOLOGIE

Au début de la session, un recueil de textes sera remis aux étudiantes et étudiants comme lecture obligatoire. Ces lectures ont pour but de soutenir le contenu présenté à l'intérieur du cours. De plus, **ces textes serviront d'éléments de base pour les contenus des examens.**

Les cours prendront la forme, selon le cas, d'ateliers, de séminaires ou de présentations magistrales par la professeure. Un accent particulier sera mis sur le travail en atelier.

E. ÉVALUATION

1. Éléments d'évaluation

Examen intra:	Semaine du 16 octobre 1995	35 points
(7e cours)	(Sans les notes de cours)	
Examen final:	Semaine du 18 décembre 1995	35 points
(15e cours)	(Sans les notes de cours)	
Travail de session :	Remise: semaine du 27 novembre 1995	30 points
(12e cours)	(Aucun retard ne sera accepté)	

2. Modalités et critères d'évaluation

- L'examen intra portera sur la matière couverte dans les cours précédents.

- L'examen final portera sur la matière vue après l'intra.

- Dans l'examen, le barème se rapportant à chaque question sera précisé sur le questionnaire. Les réponses aux questions de l'examen seront évaluées en fonction de leur justesse, de leur précision, de leur pertinence et de leur clarté.

- Le travail de session ainsi que ses critères d'évaluation seront décrits en annexe.

- Le travail et les examens doivent être rédigés sans fautes, dans un français compréhensible. Ainsi 0,5 point sera enlevé pour chaque groupe de 2 fautes, jusqu'à un maximum de 6 points dans le travail et de 5 points pour chacun des examens.

- La présentation du travail doit être conforme au document "Les normes de présentation des travaux des étudiantes et des étudiants" de la Faculté d'éducation, en vente au CRP.

- Les examens pourront être consultés mais non remis aux étudiantes et étudiants.

- Les travaux seront conservés jusqu'à la fin du trimestre suivant.

- Dans le présent cours, les règles du "Règlement des études", Annuaire 1995-1996, Université de Sherbrooke, seront appliquées.

- En conformité avec la règle 2.6.3 du règlement des études, toute personne qui s'absente à un examen ou ne remet pas son travail à la date spécifiée dans le plan de cours se voit attribuer la note zéro (0) pour cet examen ou ce travail, à moins qu'elle puisse, dans un délai maximum de 15 jours, justifier son absence par écrit à la ou au responsable de programme, après vérification, avise alors officiellement la ou le professeur concerné.

3. Notation

A+: 91% et +	B+: 82 à 84 %	C+: 73 à 75 %	D+: 64 à 66 %
A : 88 à 90 %	B : 79 à 81 %	C : 70 à 72 %	D : 60 à 63 %
A-: 85 à 87 %	B-: 76 à 78 %	C-: 67 à 69 %	D-: 59 % et -

F. RÉFÉRENCES

ASHLOCK, R.B. (1990). *Errors Patterns in Computation: A Semi-programmed Approach.* Columbus, Ohio: Charles Merrill Publishing Co.

BARUK, S. (1973). *Échecs et maths*. Paris: Éditions du Seuil.

BARUK, S. (1985). *L'âge du capitaine*. Paris: Éditions du Seuil.

BEDNARZ, N. (1987). Trouver l'obstacle derrière l'erreur. *Prospectives, 23*(3), 121-122.

BEDNARZ, N., BÉLANGER, M., BOILEAU, A et JANVIER, C. (1981). Un exemple de "sur-symbolisation" dans l'enseignement des mathématiques. *Instantanés mathématiques, 18*(2), 25-32.

BEDNARZ, N. et GARNIER, C. (1989). *Construction des savoirs, obstacles et conflits.* Montréal: Agence d'Arc inc.

GATTUSO, L., et LACASSE, R. (1987). Vaincre la peur des mathématiques. *Prospectives, 23*(3), 118-119.

GINSBURG, H. (1977). *Children's Arithmetic: The learning process*. New York: Van Nostrand.

GOUPILLE, C. et THÉRIEN, L. (1988). Le rôle de l'erreur dans l'apprentissage et l'enseignement de la mathématique. *Actes de la 39e rencontre de la CIEAEM*. Sherbrooke: Éditions de l'Université de Sherbrooke.

KRYGOWSKA, A.Z. (1987). Comprendre l'erreur en mathématiques. *Prospectives, 23*(3), 117.

NANTAIS, N. (1990). L'analyse d'erreurs appliquée aux algorithmes arithmétiques. *Instantanés mathématiques, 27*(5).

NANTAIS, N. (1991). L'analyse d'erreurs appliquée à l'algorithme de multiplication. *Bulletin de l'A.M.Q., 5*(3).

NANTAIS, N. (1992). La mathématique: un geste de construction. *Instantanés mathématiques, 28*(5), 3-9.

NANTAIS, N. (1993). La mini-entrevue: Pour connaître le pourquoi et le comment de la compréhension de l'élève en mathématiques. *Actes de la 45e rencontre internationale de la CIEAEM*. Italie: Cagliari.

NANTAIS, N. (1993). La mini-entrevue: Pour une évaluation formative de la compréhension mathématique des élèves du primaire. *Séminaire R$_2$I*, IUFM, (2), 10-22.

PELLEREY, M. (1987). Pour un cadre de référence du thème. *Prospectives, 23*(3), 115-116.

RAVENSTEIN, J. et SENSEVY, G. (1993). Statuts de l'erreur dans la relation didactique. *N, 54*, 83-90.

APPENDICE B

FORMULAIRES D'AUTORISATION

FORMULAIRE D'AUTORISATION

Autorisation individuelle des étudiantes et étudiants de la formation des maîtres participant au projet de recherche de Marie-Pier Morin.

Titre du projet: Intégration des connaissances didactiques chez les futurs maîtres du primaire.

J'accepte de participer volontairement au projet de recherche ci-haut mentionné dirigé par Madame Nicole Nantais, didacticienne en enseignement des mathématiques.

J'ai pris connaissance dc toutes les modalités de l'expérimentation et j'accepte de remplir toutes les exigences qui y sont décrites.

Signature:______________________________________ Date: ________________

Sherbrooke, le 10 avril 1996

Chers parents,

Je suis professeure à l'Université de Sherbrooke et je travaille depuis de nombreuses années pour la formation des futurs enseignants et enseignantes au primaire.

Je dirige un projet de recherche portant sur les connaissances mathématiques et didactiques des futurs enseignants et enseignantes. Dans le cadre de ce projet, nous devons étudier les futurs maîtres dans leur stage pratique d'enseignement afin de pouvoir améliorer la formation que nous leur dispensons.

Nous avons besoin de votre collaboration afin que nous puissions enregistrer sur bande vidéoscopique trois séances d'enseignement de la stagiaire. Par conséquent, votre enfant apparaîtra probablement à l'occasion sur le vidéo. Ceci se fera dans le cadre de la poursuite des activités régulières de la classe et sera fait avec le consentement et la collaboration de l'enseignante de votre enfant. Bien entendu, la confidentialité la plus stricte sera respectée et les documents recueillis ne seront utilisés qu'à des fins de recherche pour procéder aux analyses de notre projet de recherche.

Si vous n'avez pas d'objection à ce que votre enfant soit présent durant ces périodes, nous vous demandons, s'il vous plaît, de signer le billet ci-joint.

Espérant que nous pourrons coopérer pour le plus grand bien des futurs maîtres et des enfants, je vous prie de croire, chers parents, en nos sentiments les plus distingués.

Nicole Nantais
Professeure titulaire
Faculté d'éducation
Université de Sherbrooke

Titre du projet de recherche:
Intégration des connaissances didactiques chez les futurs maîtres du primaire.

Autorisation des parents

Je consens à ce que mon enfant puisse apparaître sur l'enregistrement vidéo à l'intérieur de sa classe. Les séances d'une durée d'environ 45 minutes chacune porteront sur des activités mathématiques. Il est entendu que l'anonymat sera conservé.

Nom de l'enfant: ______________________________

Prénom: ______________________________

Date de naissance: ______________________________

Nom de l'école: ______________________________

Nom et adresse d'un ou des parent(s):

____

____

____

Signature d'un ou des parent(s):

____

Date: ____________________

Je vous remercie de votre collaboration,

Nicole Nantais
Professeure titulaire
Faculté d'éducation
Université de Sherbrooke

APPENDICE C

TEST DIAGNOSTIQUE

Intégration des connaissances didactiques chez
les futurs maîtres du primaire

Test diagnostique

Nom: ______________________________ Février 1996

Note: L'usage de la calculatrice est interdit

Première partie

1. Entoure les propositions qui sont vraies:

a) $-6 \leq -3$ **c)** $-3 > -8$

b) $0 > -9$ **d)** $-4 < -5$

2. Parmi les nombres suivants:

26		6	2	
	9		1	
39		0		13
	72	49	32	

a) Trouve deux nombres premiers: ______________________

b) Trouve le ou les multiples de 6: ______________________

c) Trouve le ou les facteurs de 39: ______________________

3. a) Combien y a-t-il de centièmes dans le nombre 34,05? __________

b) Combien y a-t-il de millièmes dans le nombre 34,05? __________

4. Quelle est la valeur du groupe de chiffres souligné dans le nombre suivant?

4$\underline{308}$9 ______________________

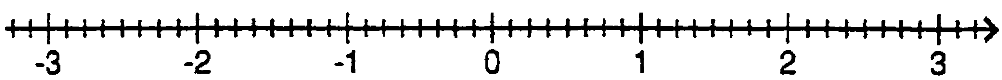
5. Place les nombres suivants en ordre croissant:

0,606 0,0666 0,6 0,66 0,060

________ ________ ________ ________ ________

6. Place les nombres suivants sur la droite numérique:

1,4 $\frac{2}{11}$ - 2,1



7. Effectue la soustraction suivante. S'il y a lieu, réduis la réponse à sa plus simple expression. (Laisse les traces de ton calcul)

$$4\frac{6}{8} - \frac{7}{12} =$$

8. Marie a invité 48 personnes à une fête. Si 36 de ses invités mangent chacun les $\frac{2}{3}$ d'un sandwich et que les 12 autres invités mangent chacun les $\frac{3}{4}$ d'un sandwich, combien de sanwiches Marie devra-t-elle préparer en tout?

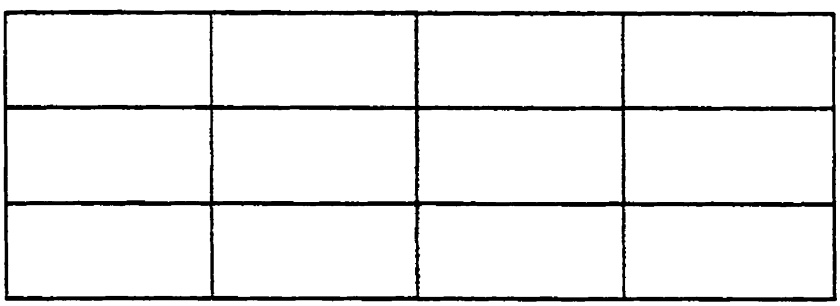
9. L'illustration ci-dessous représente le potager de Georges.

a) En te servant de la légende, identifie l'espace occupé par les tomates et les carottes.

Légende:

Concombres $\frac{1}{6}$ Carottes $\frac{6}{18}$

Tomates $\frac{3}{8}$ Pommes de terre $\frac{1}{8}$



b) Quelle fraction du potager représente l'espace total occupé par les tomates et les carottes?

10. Invente une histoire à partir de l'équation $2\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}$. Illustre ta solution à l'aide d'un dessin.

11. Entoure les expressions qui ne sont pas équivalentes à $1\frac{3}{4}$.

175 $\quad 1\frac{21}{28} \quad \frac{26}{16}$ $\quad$ 1,75%

1,750 $\quad \frac{17{,}5}{100}$ $\quad$ 175 centièmes

12. Effectue la division suivante. (Laisse les traces de ton calcul)

$45{,}312 \div 6{,}4$

13. Un litre de concentré est nécessaire pour faire 15,4 litres de jus. Combien de litres de jus est-il possible de faire avec 0,75 litre de concentré? (Laisse les traces de ta démarche)

14. a) Écris le symbole **<**, **>**, ou **=** qui convient.

4 cm ____ 39 mm

7 dm et 1 cm ____ 8 dm

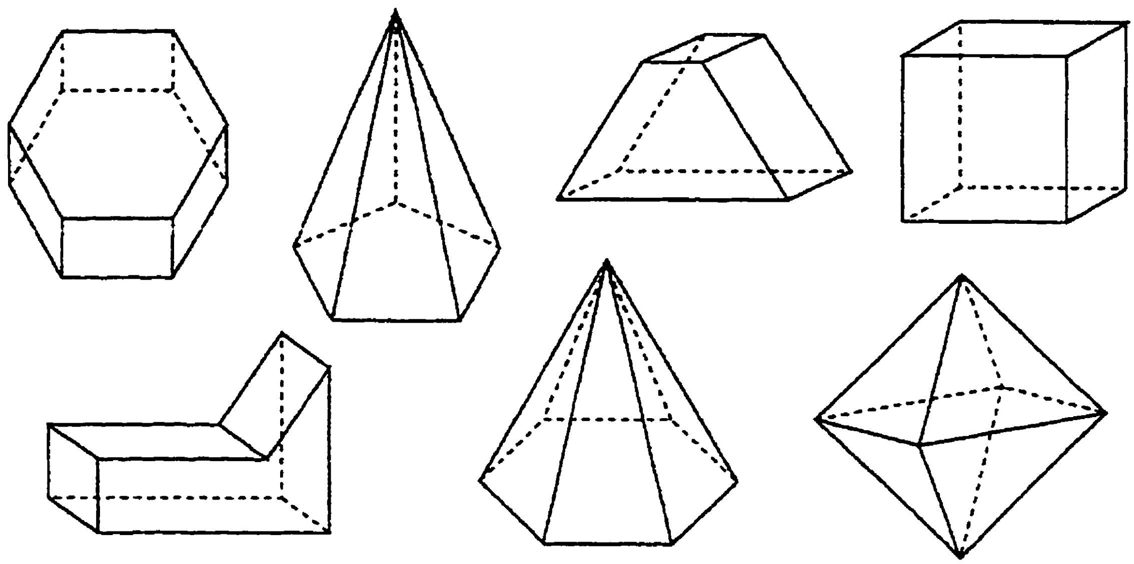
3 km ____ 300 m

b) 75 cm + 8 m + 3 dm = ________mm

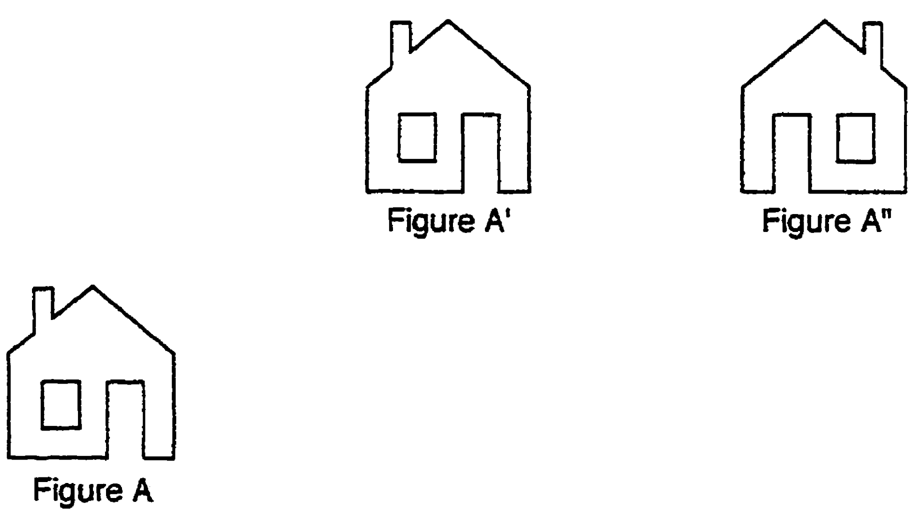
c) 8 cm + 77 dm + 22 cm = __________hm

15. Tu auras besoin de combien de tuiles de 6 cm par 8 cm (complètes) pour recouvrir la plus petite surface **carrée** possible ? (Laisse les traces de ta démarche)

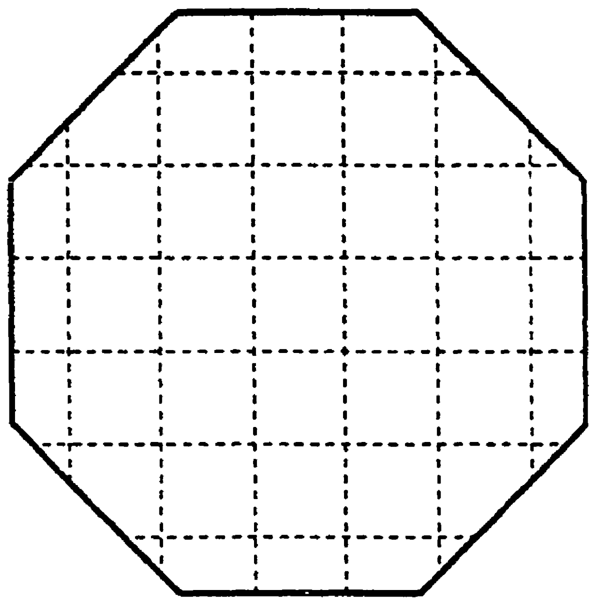
16. Fais un **X** sur les figures qui sont des prismes.



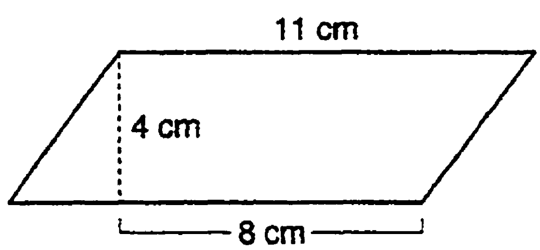
17. Décris les transformations géométriques qui ont été nécessaires pour passer de la figure A à la figure A'', en passant par la figure A'. Illustre ces transformations avec le plus de précision possible.



18. Dans le quadrillé ci-dessous, trace un quadrilatère possédant toutes les propriétés suivantes: 2 côtés parallèles, 2 côtés perpendiculaires, 1 angle aigu et 1 angle obtus.



19. Trouve l'aire et le périmètre de la figure suivante:



Aire:

Périmètre:

Deuxième partie

Réponds brièvement à chaque question.

1. a) Lorsque tu fréquentais l'école primaire, aimais-tu les mathématiques? Pourquoi?

b) Lorsque tu fréquentais l'école secondaire, aimais-tu les mathématiques? Pourquoi?

2. Maintenant que tu as terminé ta formation en didactique des mathématiques, est-ce que tu entretiens les mêmes rapports face aux mathématiques? Justifie ta réponse.

3. Te sens-tu prête pour enseigner les mathématiques aux enfants du primaire? Justifie ta réponse.

4. Si tu avais le choix, à quel degré aimerais-tu le mieux enseigner les mathématiques pour commencer ta carrière d'enseignante au primaire? Pourquoi?

5. Dans l'ensemble des cours en didactique des mathématiques que tu as suivis durant ta formation au B.E.P.P.:

a) qu'est-ce que tu crois qui te sera le plus utile pour ton enseignement futur?

b) y a-t-il des éléments qui, selon toi, ne seraient pas nécessaires?

J'accepte que les données de cette évaluation puissent servir à des fins de recherche en didactique des mathématiques. Les informations seront traitées de façon confidentielle.

Oui ☐

Non ☐

Signature: ______________________________

APPENDICE D

CONSIGNES JOURNAL DE BORD

Journal de bord

Avant et après chaque leçon, vous aurez à consigner certaines informations dans un journal de bord. La rédaction de ce journal se fera en deux temps.

Partie 1

Avant chacune des séances d'enseignement, vous devrez décrire avec le plus de précision possible la préparation de la leçon. Cette préparation devra comprendre les éléments suivants:

- contenu mathématique visé
- élaboration détaillée de la séance d'enseignement
- approche pédagogique privilégiée

Il est à noter que vous devrez remettre cette première partie avant chaque leçon.

Partie 2

Après chacune des séances d'enseignement, vous devrez remplir les deux sections suivantes:

A- Retour sur l'intervention en classe. Dans ce retour, vous devrez établir le parallèle entre l'activité planifiée et celle réalisée en classe.

B- Réflexion sur l'action en classe. Cette réflexion devra comprendre les éléments suivants:

- ce que j'ai aimé et bien réussi
- les difficultés rencontrées
- les impressions positives ou négatives concernant les aspects mathématiques, pédagogiques ou didactiques de l'activité
- réflexion sur la compréhension globale des enfants
- réflexion sur la préparation de classe

APPENDICE E

CONSIGNES ENTREVUE INDIVIDUELLE

Entrevue individuelle

Partie A

Durant le visionnement des leçons, quand tu le jugeras nécessaire, tu m'arrêteras pour souligner un élément qui revêt un certain intérêt au plan didactique. Ces éléments peuvent être autant positifs que négatifs.

Par exemple, en te regardant enseigner tu remarques que tu as fait une intervention qui, selon toi, a vraiment aidé les enfants à comprendre la notion enseignée. Alors tu m'arrêtes pour m'en faire part et m'expliquer pourquoi tu penses cela.

À l'inverse, tu te rends compte que tu as fait ou dit quelque chose que tu devrais modifier si tu avais à refaire ton enseignement. Encore une fois, tu m'arrêtes pour m'en faire part et tu m'expliques pourquoi tu penses cela.

Partie B

Quelques questions dans le but de clarifier et de préciser certains éléments afin que je sois en mesure de bien comprendre ce que t'as fait et évidemment, pour que mes analyses correspondent le plus à la réalité.

APPENDICE F

JOURNAUX DE BORD

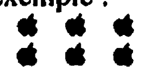
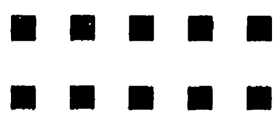
Premier sujet : Élise

F-3

Journal de bord

Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
Leçons 1 et 2	***Leçon 1***	***Leçon 1***
Objectifs visés : J'aimerais sensibiliser davantage les enfants au principe de division (mesurer des paquets de X ..., partager) Contenu mathématique visé: - Reconnaître les symboles qui représentent la division - comprendre la notion de partage (séparer également entre X amis ou faire des paquets égaux) - petites divisions (manipulation) Approche pédagogique privilégiée : - En grand groupe (collectivement) - 2 par 2		
(Leçon 1) Étapes : Mise en situation : - Raconter ce qui s'est passé en fin de semaine avec mes deux petites nièces - Demander ce qu'ils connaissent sur la division - Proposer aux élèves d'expliquer un problème concernant la division	Premièrement, j'ai oublié un peu ma vraie mise en situation. Je l'ai plutôt faite au fur et à mesure. Ha ! Ha !	Je trouve que ma première leçon sur la division s'est très bien déroulée. La caméra les a un peu calmés ... Non ! Sans blague, j'ai aimé faire cette activité car les enfants n'étaient pas démotivés et prenaient du plaisir à manipuler. De plus, juste à remarquer l'air des élèves venant au tableau, je sais s'ils aiment et comprennent. La plupart comprenaient le sens de la division car ce qu'ils m'exécutaient ou réalisaient étaient bons.

Journal de bord

Préparation de la leçon	Retour sur l'intervention en classe	Réflexion sur l'action en classe
<u>Déroulement</u> : 1. Piger des élèves pour venir faire des petits exercices amusants au tableau Exemple :  Partage en 2 amis 2. Distribuer le cahier de mathématique ainsi que des petits cubes 3. Donner des petits problèmes à tous sur la division. Chacun doit manipuler les cubes pour former ce que je demande. Ensuite, ils doivent l'illustrer dans leur cahier et écrire l'opération. Exemple : Prends 10 petits cubes. Sépare-les bien. Partage-les en cinq amis. Combien chaque ami recevra-t-il de cubes ?  $10 \div 5 = 2$ $\Rightarrow$ 2 cubes	Mais dans l'ensemble, j'ai assez bien suivi mon activité que j'avais planifiée. Une chose cependant, je pensais que les petits problèmes avec les petits cubes auraient été terminés dès le premier cours. Mais les enfants semblaient en avoir encore de besoin, et même, commençaient à bien s'y habituer.	Je ne crois pas avoir rencontré de graves difficultés, car j'avais bien préparé mes choses. Aussi, si un élève avait un problème, son compagnon l'aidait ou toute la classe. On s'est bien débrouillé ! En ce qui concerne les mathématiques, j'ai beaucoup plus d'impressions positives que négatives. J'aime les mathématiques sur tous ses angles, mais j'avoue que parfois il est difficile de faire réaliser à l'élève un concept mathématiques. Cependant la division est pour moi bien acquis et je n'ai eu aucun problème à le démontrer envers mes élèves. Surtout qu'ils y avaient déjà touchée (juste un peu). Aussi, j'ai trouvé évident de faire comprendre à un élève qui n'a pas respecté ma consigne de lui faire réaliser son erreur. Exemple : Partage 12 en 3. La fille me fait des paquets de 3 au lieu de 4.

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
(Leçon 2) 4. Faire en équipe de 2 dans Tandem B p. 7 # 1 - 3 - 4 - 5 Objectivation : Est-ce que tu te sens bien avec la division ? Qu'est-ce que tu as appris ? As-tu des trucs à partager ? Matériel utilisé : - Contenants avec des petits cubes - Cahier - Livre Tandem B	***Leçon 2*** Tout d'abord, j'ai recommencé avec mes élèves là où on s'étaient laissés. Ensuite, j'ai demandé à des élèves de dicter quelques problèmes aux autres. Demain, on en fera d'autres. Par la suite, je me suis rendue compte qu'ils avaient déjà fait la page dans Tandem que j'avais planifiée (Carmen l'avait fait avec eux en début d'année. Ce fut à ce moment, et le seul, qu'ils ont vu la division). Cependant, je n'ai point été dépourvue, car j'avais dans ma banque d'autres pages concernant la division (une chance!). J'ai donc sauté à nouveau dans "le bateau" et on a travaillés ensemble, deux par deux, etc. L'objectivation a été réalisée, et en gros, je pense que ce fut une belle période.	***Leçon 2*** J'ai moins aimé le fait que la page était déjà faite, mais j'ai apprécié mon côté débrouillard et souple. Car il y a toujours moyen de s'arranger. J'ai constaté que quelques élèves comprenaient un peu moins les exercices du livre. C'est certain, car c'était des plus grosses divisions (exemple : $54 \div 6 = 9$), et je n'avais pas prévu ça. Mais demain, nous reviendrons avec de plus petites. De plus, j'ai constaté que ceux et celles qui éprouvaient un peu de difficulté avaient aussi certaines lacunes dans les multiplications (ou multiples). Je vois l'importance de bien comprendre l'étape précédente d'une chose avant d'aborder la nouvelle (suivante). J'ai une impression négative à dire au sujet du matériel didactique : il n'est pas toujours adéquat ! On doit s'en servir comme outil de travail, référence et guide. C'est tout !

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
Leçon 3 Objectifs visés : - Notion de partage, mesure (manipulation) - Division orales, écrites - Illustrations à faire Approche pédagogique privilégiée : - Enseignement par les pairs - En grand groupe - En petit groupe (2 par 2) Étapes : Mise en situation : Poser des questions sur ce qu'ils ont retenu sur la division, mais en m'attardant davantage aux élèves à tendance plus faible. Déroulement : 1. Refaire des divisions en manipulant des petits cubes. Les problèmes viennent des enfants. 2. Faire la correction dans Tandem. L'illustrer au tableau. 3. Demander si c'est compris de tous. 4. Poser des questions oralement et les faire répondre dans le cahier.	***Leçon 3*** J'ai sensiblement suivi mon plan de mon activité. Je constate maintenant, ayant un bagage de 3 stages, que je suis de plus en plus habile à entrer dans mon temps. Donc ce que je planifie de faire entre dans la période prévue. Cependant, je ne les ai pas fait travaillés en équipe beaucoup, mais c'était une journée où les élèves étaient excités ! Donc, j'étais plus sévère !	***Leçon 3*** Ma période s'est bien passée, c'est pourquoi je suis contente ! J'ai réussi à leur faire faire de la correction sans qu'ils grognent .. en mathématique ! C'est super. Ce que j'ai un peu moins aimé c'est, sans aucun doute, les élèves qui jouaient avec les petits cubes plutôt que de faire la tâche demandée, mais ça je m'en doutais déjà ... je savais que certain(e)s étaient pour réaliser ça.

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
<u>Conclusion</u> : Faire écrire sur un petit papier à chacun 2 éléments qu'ils ont retenu sur la division.	La conclusion ne s'est pas déroulée de cette manière car je ne voyais plus l'importance de leur faire répéter ce qu'ils avaient retenu. Mais peut-être aurais-je dû le faire ?	Alors, en résumé, même si j'ai dû faire quelques interventions auprès de certains élèves, je pense que la majorité de la classe comprend ce qu'est une division. Une chose pour finir, je crois qu'il est bon de mentionner que j'aime moins faire des corrections collectives en maths, pourtant j'adore corriger moi-même ...

Deuxième sujet : Julie

Journal de bord

Préparation de la leçon	Retour sur l'intervention en classe	Réflexion sur l'action en classe
Leçon 1 <u>Mise en situation</u> : * J'apporte en classe diverses boîtes de différentes grosseurs. - Pourrais-tu classer ces boîtes de la plus petite à la plus grande ? - Comment as-tu fait ton classement ? *5 min.* - Estimer le nombre de fois que la + < est contenue dans la + >. - Quel serait le moyen le plus efficace à utiliser pour mesurer le volume de ces boîtes. → ☆ INTRODUIRE LE CHAPITRE <u>Développement</u> 1ère partie : * p. 160 dans le volume → Estime le nombre de cubes nécessaires pour construire le robot. → Tu disposes de 5 minutes pour construire le robot de la p. 160. → Fais le # 3 p. 160 → Combien de cubes as-tu utilisés ? (p. 160 # 4) → Faire le # 5 p. 160.	***Leçon 1*** Premièrement, j'ai fait un "deux dans un". Je pensais prendre 45 minutes pour faire la première partie ... J'ai pris une heure pour faire les deux parties ... ! Ça va plus vite que je pensais !	***Leçon 1*** J'ai débuté le module en demandant aux enfants de me dire ce <u>qu'ils connaissaient du volume</u>. Ils en savaient plus que je le croyais. Ils savent la formule, ils savent que le volume c'est ce qu'il y a en dedans, etc. Ensuite, <u>la mise en situation</u> a été agréable. Classer des boîtes selon leur volume n'est pas toujours très facile puisque la forme de la boîte peut confondre l'enfant. L'exercice du robot à la page 160 n'a pas été aussi agréable puisque le matériel n'était pas facile à manipuler. Le robot tombait en morceaux et parfois nous étions incapables de rattacher des morceaux ensemble. Par contre, je crois que les enfants ont saisi l'objectif poursuivi lors de cette manipulation. De plus, ils ont bien répondu aux exercices mais le niveau de difficulté n'était pas très élevé.

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
2ième partie : p. 161 * Chaque élève possède un Rubik en papier Nous observons : - les cubes-sommets - les cubes-centres } Qu'est-ce ... ? - les cubes-arêtes p. 161 # 4 - 5 - 6 Attention # 7, le démontrer		J'ai dû amorcer la deuxième partie de ma planification (p. 161). J'aurais dû prévoir un cube en papier pour chaque élève ... Même en cinquième année, ça ne partage pas beaucoup... De plus, ils auraient tous pu le manipuler, le toucher pour mieux comprendre !!! En ce qui concerne les exercices à effectuer, malgré le fait que nous venions d'en parler en classe, certains ont éprouvé de la difficulté à répondre aux questions de la p. 161. Au # 4, les enfants pouvaient répondre par exemple en A) 24 cubes sommets ... Ils n'avaient pas compter les cubes mais les faces ... De plus, je n'ai pas terminé la correction de cette page. Je tiens à démontrer le # 7 afin qu'ils saisissent mieux. Je crois que dans l'ensemble la période a été bien réussie. Demain, je ferai un bref retour sur les notions vues aujourd'hui en classe, ça fait toujours du bien.

F-10

<table>
<tr><th colspan="3">Journal de bord</th></tr>
<tr><th>Préparation de la leçon</th><th>Retour sur l'intervention en classe</th><th>Réflexion sur l'action en classe</th></tr>
<tr>
<td>Leçon 2

<u>2ième partie</u> (suite) : p. 162

1 et # 2 à faire seuls + correction collective
3 collectivement

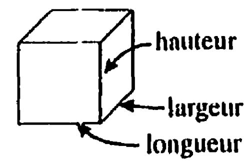
* Quelle est la façon la plus rapide pour trouver le volume d'un solide ?

Aire = L X L
Volume = ?
Volume = L X l X h

4 seul</td>
<td>Leçon 2

Aujourd'hui nous nous sommes exercés. J'ai fait un bref retour sur les notions vues hier et j'ai précisé ce qu'était la longueur, la largeur et la hauteur. Tout s'est déroulé comme prévu.</td>
<td>Leçon 2

J'aime faire des retours sur les notions vues la veille. Je questionne des enfants qui éprouvaient de la difficulté la période présente.

J'ai aussi fait le point sur


afin qu'on parle tous de la même chose.

J'ai expliqué les exercices que nous avions faits la veille. Le numéro 7 n'était pas très évident. Nous sommes venus à nommer la propriété principale du cube :
Longueur, largeur, hauteur → doivent avoir la même mesure ...

Quelques élèves ont pu trouver d'autres façons de former un cube pourtant ...</td>
</tr>
</table>

Journal de bord

Préparation de la leçon	Retour sur l'intervention en classe	Réflexion sur l'action en classe
		Les exercices de la page 162 étaient relativement faciles sauf le no 4 b) ... Malgré les explications données précédemment, peu d'élèves ont pu m'expliquer pourquoi il était impossible de faire un cube avec 24 dés ... Nous allons en reparler de cela ... Je crois que tout se déroule bien. Il est certain que mon enseignement n'est pas excellent mais l'expérience saura m'instruire !!! Je fais de mon mieux et je crois que c'est déjà bien
Leçon 3 <u>3ième partie</u> : Je construis un cube de 1 m^3 * Il est important de démontrer aux enfants comment c'est <u>gros 1 m^3</u> → Qu'est-ce qu'un m^3 ? → Peux-tu me le décrire ? ↳ Combien d'arêtes ? de sommets ? Et si on en faisait un !!	***Leçon 3*** Tout ce que j'avais planifié s'est bien déroulé ... sauf l'histoire de mon m^3 !!! Quelle enseignante incompétente suis-je !?! Imagine-toi donc que mon cube n'avait que 8 arêtes !!! Le plancher a compensé !	***Leçon 3*** Montrer aux enfants à quoi ressemblait 1 m^3 et 1dm^3 a été très intéressant. Cette étape est importante puisqu'ensuite il est plus facile de comparer les volumes et de répondre à la question "combien de dm^3 dans ... ?". Nous sommes aussi revenus sur les propriétés du cube en corrigeant ensemble la p. 162 no. 4b. On ne répète jamais trop souvent !

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
p. 163 # 2 * Comparer des objets de la classe avec le cube. Ex.: bureau de l'enfant l'armoire etc. * Je vais aussi monter un cube de 1 dm^3 p. 163 # 3 * Combien de dm^3 dans 1 m^3 ? 1 000 dm^3 Combien de cm^3 dans 1 dm^3 ? 1 000 cm^3 Combien de cm^3 dans 1 m^3 ? 1 000 000 cm^3 ↳ Ça ne sera pas facile à comprendre. * p. 163 # 4 <u>4 ième partie</u> : Exerçons-nous ! <u>RETOUR SUR LE VOLUME</u> → Quels mots as-tu appris hier pour décrire le cube ? cube-sommet cube-arête } ≠ faces cube-centre Combien de ... → Peux-tu les situer au tableau ? → Retour aux exercices		Ensuite, les enfants ont complété leurs exercices. Il m'arrivait de répéter et expliquer une consigne pour qu'ils la comprennent mieux. Je crois que les enfants sont maintenant prêts à faire un bout de chemin seuls. Encore une fois, certains iront à la vitesse de l'éclair et d'autres traîneront de la patte. Mes préparations étaient complètes et suffisamment détaillées. Les enfants sont souvent les meilleurs guide. Nous devons maîtriser notre matière et être attentives à leurs expressions faciales, à leurs questions, etc. J'aimerais critiquer le volume utilisé, soit FLG 5. Je trouve dommage que ce volume ne propose aucune activité d'enrichissement pour nos élèves doués. C'est un volume désuet qui n'est même plus approuvé par le ministère. Avec ce volume, nous travaillons les objectifs mais aucun exercice de consolidation ou d'enrichissement n'est proposé.

Troisième sujet : Isabelle

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
Leçon 1 Contenu mathématique visé : 1) Vivre des situations permettant de classifier des polygones selon certaines propriétés (régulier) 2) Vivre des situations permettant de classifier des solides selon certaines propriétés (régulier) Élaboration détaillée de la séance d'enseignement : Mise en situation : 1) Ce qui nous allons voir → polygones réguliers et les polyèdres réguliers (tableau). Ceux-ci ont été découvert par Platon (philosophe grec) et Théétète (400 av. J.-C.). 2) Il existe seulement 5 polyèdres réguliers → polyèdres platoniciens (Platon).	***Leçon 1*** L'activité que j'avais planifiée s'est déroulée comme je l'avais prévue. J'ai suivi mon plan à la lettre !	***Leçon 1*** Je crois que j'ai bien expliqué ce qu'est un polygone régulier et un polyèdre régulier. La preuve est que les réponses données par les élèves (même ceux qui habituellement ont de la difficulté) étaient tous bonnes. Avec la correction du devoir, je pourrai voir si les notions ont été bien comprises. Ma principale difficulté est que je me suis mêlée lorsque je suis venue à expliquer un polyèdre régulier qui est TOUJOURS convexe. (Je l'ai dit à la fin du scénario sur l'enregistrement). Mes impressions facent à mon enseignement sont généralement positives, malgré le fait que je disais des fois polygone au lieu de polyèdre et je me reprenais. Certains élèves pouvaient avoir de la difficulté à me suivre. D'après moi, les élèves ont bien compris la matière et ma préparation de classe était adéquate.

<table>
<tr><th colspan="3">Journal de bord</th></tr>
<tr><th>Préparation de la leçon</th><th>Retour sur l'intervention en classe</th><th>Réflexion sur l'action en classe</th></tr>
<tr><td>Déroulement :

1) Je vais distribuer un papier (aux équipes) sur lequel les principaux termes de mathématique de la leçon seront inscrits, car il seront utiles pour comprendre la suite de l'activité. les élèves peuvent trouver les réponses à l'aide de leur «Glossaire mathématique».

Les élèves écrivent la réponse.

Polygone : figure géométrique fermée faite de segment de droite (p. 25) △ □

Polygone régulier : polygone dont tous les côtés et tous les angles sont congrus (égaux) (p. 26) △

Polyèdre : solide dont toutes les faces sont des polygones (p. 25)

Polyèdre régulier : il est convexe et toutes ses faces sont des polygones réguliers congrus (livre).

2) Je vais choisir 4 équipes qui vont expliquer ce qu'ils ont trouvé.

a) Faire les dessins en même temps au tableau

- polygone = △ • fermée
• segments de droite</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
- polygone régulier = △ côtés et angles congrus - polyèdre =  faces = polygones - polyèdre régulier =  = convexe, faces = polygones réguliers congrus (p. 224) b) Dire qu'il existe aussi des polyèdres non convexes 3) Faire un résumé avant les exercices du livre. Je vais mettre les phrases suivantes au tableau et les élèves répondent par vrai ou faux : 1. Une sphère est un polyèdre régulier. Faux 2. Dans un polyèdre régulier, les faces sont constituées de polygones réguliers non-congrus. Faux 3. Un polygone régulier a des côtés et des angles congrus. Vrai 4. Ceci est un polygone régulier  . Faux 4) Faire les exercices du manuel et les corriger (Espace p. 225)		

F-17

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
Retour 5) En corrigeant, je vois ceux qui ne comprennent pas et si tel est le cas, je donne toujours de la récupération le mercredi midi. Approche pédagogique privilégiée : Enseignement magistral (peu) et en équipe de travail.		
Leçons 2 et 3 Contenu mathématique visé : Polyèdre : Vivre des situations permettant de classifier des solides selon certaines propriétés (faces, sommets, arêtes). Plan cartésien : Élaborer et appliquer des démarches permettant de résoudre des problèmes reliés aux relations spatiales (plan cartésien).	***Leçons 2 et 3*** L'activité réalisée en classe est la même que celle de ma planification.	***Leçons 2 et 3*** J'ai bien aimé enseigner le plan cartésien; les élèves avaient l'air de bien comprendre. D'après moi, j'ai bien enseigné ma matière ... Lorsque j'ai fait la correction, j'ai eu quelques difficultés au niveau de la discipline, mais rien de vraiment grave ! Mon impression face à mon enseignement est positif. Ma préparation en classe était adéquate et d'après ma correction faite en classe, les élèves ont très bien compris. De plus, vendredi j'ai fait un examen et les notes étaient très belles.

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
Élaboration détaillée de la séance d'enseignement : a) Polyèdre : 1 - Mise en situation : 1a) Notre ami Descartes (mathématicien) a découvert quelque chose de formidable au sujet des polyèdres : établit une relation entre le nombre de faces, de sommets et d'arêtes d'un polyèdre. Par contre, Euler a démontré cette relation au 18e siècle. 2a) Avant de parler de cette relation; revoir ce qu'est une face, un sommet et une arête. face : surface plane ayant la forme d'une figure géométrique fermée. arête : segment déterminé par l'intersection de deux faces. sommet : Point de rencontre de trois arêtes ou plus. Déroulement a) : 1a) Prendre le manuel p. 227. Il te demande de reproduire le tableau dans ton cahier Canada et de remplir les cases blanches. Je vais faire la lettre A et ensuite tu pourras faire B - C - D.		

Journal de bord

Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
2a) Polyèdre A = Cube → faces = 6 sommets = 8 arêtes = 12 tirets sont des arêtes Les élèves feront le travail demandé après les explications du plan cartésien. b) Plan cartésien 2 - Mise en situation b) 1b) Descartes n'a pas seulement découvert une relation entre les faces, les sommets et les arêtes d'un polyèdre, mais il a aussi inventé une façon de représenter un point dans un plan → plan cartésien. Déroulement b) Tableau 1b) Voici un plan cartésien (p. 228, aucun quadrillé). a) Expliquer les différentes parties du plan cartésien : 2 droites numériques → perpendiculaires b) • Axe des abscisses (horizontale) x Axe des ordonnées (verticale) y • Quadrant • Coordonnées du point (x,y)		

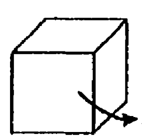
Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
2b) Expliquer comment on repère un point dans un plan cartésien. p. 229a) A (2,4) Acétate • Nommer <u>d'abord</u> la coordonnée sur l'axe des x et ensuite sur l'axe des y • Indiquer dans quel quadrant est le point Travail ... lorsque le numéro des polyèdres sera terminé, j'explique la relation d'Euler. <u>Retour</u> Déroulement Polyèdres : * 3a) Comment pourrait-on faire pour trouver le nombre d'arêtes d'un polyèdre si tu connais le nombre de faces et de sommets ? ex.: cube 6 + 8 - 2 = 12 arêtes Donc, f + s - 2 = nombre d'arêtes glossaire { a + 2 - s = nombre de faces a + 2 + f = nombre de sommets Les élèves vont vérifier leur réponse et se corriger avec les formules. Faire le rhombo-cosidodécahèdre.		

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
Retours des deux activités combinées : Les corrections se feront en groupe à l'aide du rétroprojecteur, pour les plans cartésiens. <u>Approches pédagogique privilégiée</u> Enseignement magistral et travail individuel.		

Quatrième sujet : Sophie

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
Leçon 1 Contenu mathématique visé : - Essayer de trouver des solides dans une illustration - Découvrir les solides et les observer - Trouver les caractéristiques des solides (figures planes : faces) Démarche de la séance d'enseignement : Mise en situation : Montrer aux enfants une illustration montrant un Village Olympique (annexe 1) contenant des solides. Demander à des enfants de venir identifier les solides qu'ils connaissent et si ils sont en mesure de les nommer. Par la suite, leur demander dans identifier dans la classe (ceci va me permettre de voir où ils sont rendus au niveau de leurs apprentissages par rapport au solide). Par le fait même, leur faire prendre conscience de la signification d'un solide. (Temps prévu : 5 minutes) Développement : 1. Ensuite, je leur dis que j'ai trouvé dans le fond du garde-robe des solides (géo-blocs), mais ils sont tous mélangés et j'aimerais les classer.	***Leçon 1*** Je suis contente du résultat, car je crois que j'ai réalisé les objectifs que je mettais fixé au départ pour cette première leçon.	***Leçon 1*** Ce que j'ai aimé de cette activité, c'est de voir la motivation que les enfants avaient à manipuler les solides et à les découvrir. J'ai été impressionné par leurs connaissances à ce sujet. Comme je disais auparavant, j'ai trouvé cela difficile d'avoir le silence, car les enfants avaient hâte d'utiliser les solides. D'après moi, mon contenu mathématique était clair et pas trop compliqué (adapté à mes élèves). Je crois que la force de cette leçon est que j'ai utilisé une pédagogie qui a permis aux enfants de faire des découvertes, des observations, partager des idées, de la manipulation et surtout laisser les enfants s'aider mutuellement. En fait, le fait que chaque équipe avait ses solides étaient beaucoup plus stimulant pour chacun. À vrai dire, la feuille que je leur a fait faire était un bon résumé de la première leçon.

Journal de bord

Préparation de la leçon	Retour sur l'intervention en classe	Réflexion sur l'action en classe
Alors, en équipe de deux, ils doivent classer les solides qu'ils possèdent. Pour les aider, je leur donne comme exemple le classement que je peux faire dans la classe. Par exemple, les filles ensemble, les garçons ensemble ou les enfants possédant les cheveux blonds et les enfants possédant les cheveux bruns, ... (Temps prévu : 10 minutes)	Je m'aperçois que mes élèves ont aimé manipuler les solides et que mon activité a bien fonctionné. Par contre, je pense que c'est normal que les enfants manipulaient les solides, mais il reste que je trouvais cela dérangeant.	Au cours de mon activité, j'ai cru bon de réexpliquer ce qu'est un carré et un rectangle, car je me suis aperçue qu'il avait des enfants qui confondaient les deux. Ceci est très pédagogique de reprendre des notions oubliées ou mélangées.
2. Tout le monde ensemble, on voit ce que les enfants (les équipes) ont fait comme classement. Chaque équipe, nous explique ce qu'ils ont fait. Alors, je fais des ajustements s'il y a lieu. Je précise que chaque solide possède des faces (rectangle, carré, triangle, cercle). Leur montrer la définition d'une face. (Temps prévu : 15 minutes) 		Après un recul et une réflexion, je m'aperçois que les enfants ont compris la notion que je leur ai transmis, car en circulant j'ai pu voir leurs résultats et leur compréhension. En conclusion, je pense que la réussite de cette leçon est certainement due au fait que j'étais préparée et que mon matériel motivait mes élèves. Je suis fière de moi ...
4. Alors, j'aimerais que les enfants regardent attentivement les figures planes (les faces) sur chacun des solides. Par la suite, les enfants font une feuille retrouvant les solides et les figures planes (les faces) (annexe 2). Travaille qui se fait deux par deux. <u>Matériel</u> : - Solides (en équipe de deux par deux) : Géo-blocs - Illustration (le village Olympique) (annexe 1) - Feuille avec les faces (figures planes) (annexe 2)	J'ai manqué un peu de temps pour finir la feuille (annexe 2), mais je l'ai fait terminer plus tard.	

<table>
<tr><th colspan="3">Journal de bord</th></tr>
<tr><th>Préparation de la leçon</th><th>Retour sur l'intervention en classe</th><th>Réflexion sur l'action en classe</th></tr>
<tr><td>Leçon 2

<u>Contenu mathématique visé</u> :

- Trouver des caractéristiques aux solides
- Trouver le nom des solides
- Être capable de décrire les solides
- Être capable de trouver le bon solide en tenant compte des caractéristiques nommées

<u>Démarche de la séance d'enseignement</u> :

1. Faire la correction de la feuille (annexe 3). Par le fait même, commencer à les sensibiliser aux noms de chaque solide. (Temps prévu : 10 minutes)

2. Donner le nom des solides. Je donne à chaque équipe un étiquette identifiant le nom des solides. Les enfants essaient de placer aux bons endroits sur le carton géant. Expliquer des notions sur les solides. Les noms expriment souvent les figures planes qu'ils contiennent.
(Temps prévu : 10 minutes)

3. En équipe de 2, faire le jeu des solides. Un enfant doit décrire, en donnant des caractéristiques, un solide et l'autre doit le retrouver et donner son nom. Ils peuvent toujours s'aider de l'affiche fait au tableau (voir vidéo). (Temps prévu : 20 minutes).</td><td>Leçon 2

J'ai pris plus de temps pour corriger la feuille et pour expliquer le nom des solides que de faire le jeu. Par contre, je crois que cela était nécessaire, car mes élèves en avaient besoin.</td><td>Leçon 2

J'ai adoré cette leçon, j'ai senti mes élèves intéressés. Je pense que j'ai bien répondu aux questions que les élèves m'ont posé. Je suis restée patiente et calme même s'il y a des enfants qui demandaient des explications supplémentaires. Il y a plusieurs enfants qui m'ont dit que le jeu que j'avais préparé pour eux les a beaucoup aidé et il était intéressant (j'étais contente).

Ce que j'ai trouvé difficile c'est d'écouter les élèves qui posaient des questions qui n'avaient pas de lien avec le sujet ou quand Sandra est venue à l'avant, car je savais que le temps s'écoulait et que les enfants auraient moins de temps pour faire le jeu. Par contre, j'ai pris le temps des écouter et de leur répondre, car c'est aussi important ...</td></tr>
</table>

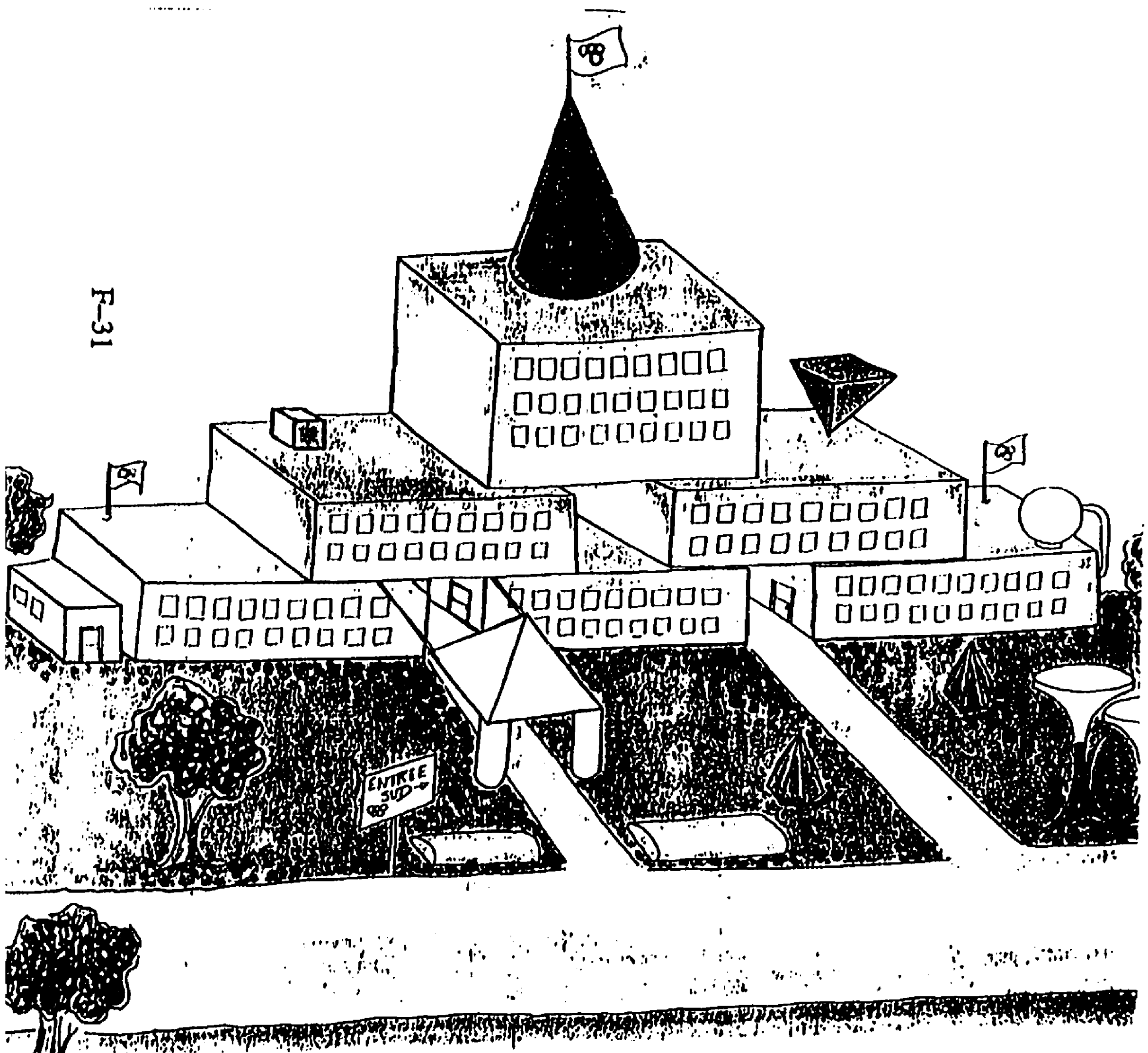
Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
Matériel : - Grand carton qui représente les solides avec leurs noms - Étiquette des noms des solides - Passer la feuille du jeu des solides (annexe 3)		J'ai été vraiment impressionné de constater que c'était facile pour eux de retenir le nom des solides et de voir qu'ils voyaient les faces que comprenait chaque solide. C'est certain qu'il y a des noms qui sont plus difficiles à retenir, mais pour une première fois, je trouve cela génial. Je pense que j'ai encore garder la même pédagogie que pour la leçon 1 et elle a eu autant d'impact. En fait, d'avoir les solides en bois, les solides dessinés sur carton, les étiquettes-mots et le jeu 2 X 2 qui a permis de faire un tour d'horizon sur ce que nous avons vu jusqu'à maintenant a eu beaucoup de succès. Pour ce qui concerne la compréhension des enfants, je crois qu'elle est bonne. J'ai pu le constater tout au long de la leçon et surtout lorsque j'ai circulé lors du jeu. En conclusion, je suis heureuse de voir que la préparation de cette leçon était adéquate et adaptée à mes élèves.

Journal de bord		
Leçon 3	***Leçon 3***	***Leçon 3***
<u>Contenu mathématique visé</u> : **- Dégager des caractéristiques des solides (arêtes, sommets)** **- Faire un retour sur les caractéristiques des solides (nom, le nombre de faces (figures planes), le nombre d'arêtes, le nombre de sommets).** **<u>Démarche de la séance d'enseignement</u> :** **1. Leur montrer que dans chaque solide, il y a une arête et que celle-ci est un segment déterminé par la rencontre de deux faces. Et qu'un sommet est le point de rencontre de trois arêtes. Je leur montre le dessin au tableau. Marquer la définition d'arête et de sommet au tableau. (Temps prévu : 15 minutes).** **2. Je leur demande de me dire le nombre d'arêtes et de sommets qu'ils retrouvent dans leurs solides. (Temps prévu : 10 minutes).** **3. Le jeu des devinettes; Je donne des caractéristiques des solides (nom, nombre de faces ou sortes des faces, le nombre d'arêtes, le nombre de sommets). Ce jeu est oralement et tout le monde ensemble. J'ai des petits cartons.** **(Temps prévu : 10 minutes).**	**Dans l'ensemble l'activité a bien fonctionné. Ce que j'avais préparé et ce qui a été fait était bien.**	**Ce que j'ai aimé de ma leçon, c'est la partie du jeu de devinette. Les enfants aimaient y participer. Cette notion était relativement facile pour eux.** **Par contre, la difficulté que j'ai rencontré c'est lorsque je suis arrivé de parler du cône. J'avais l'impression que mes idées étaient confues.** **Je crois que le contenu mathématique, c'est-à-dire les arêtes et les sommets sont compris en grande partie. Je m'aperçois que les enfants comprennent davantage lorsqu'ils manipulent et jouent. En effet, il était bien de faire une sorte de révision (p. 158) avec eux pour voir leur compréhension.** **En conclusion, je trouve que j'étais prête à enseigner cette leçon et que mon matériel était adéquat. Sauf que je constate que j'avais commis une petite erreure dans ma fiche sur le cube.**

Journal de bord		
Préparation de la leçon	**Retour sur l'intervention en classe**	**Réflexion sur l'action en classe**
4. Faire la page 158 dans le Défi mathématiques numéro 1 pour que les enfants trouvent le nombre de face et la sorte (carré, rectangle, triangle, cercle), le nombre d'arêtes et le nombre de sommets. (Temps prévu : 10 minutes). <u>Matériel</u> : - Solides : Géo-blocs - Petits cartons contenant les devinettes sur les caractéristiques des solides. - Livre Défi mathématiques, p. 158 (annexe 4) - Cahier Canada géométrie		

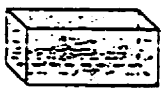
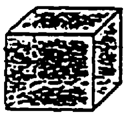
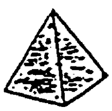
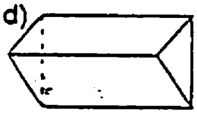
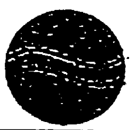
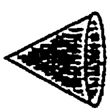
Annexes

Le Village
Olympique (pour
mise en
situation)



Nom : ____________________

Vous devez indiquer le nombre de figures planes (faces) par chaque solide.

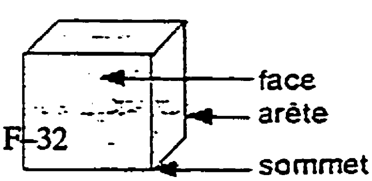
Solide	Carré	Rectangle	Triangle	Cercle	Noms
a) 					
b) 					
c) 					
d) 					
e) 					
f) 					
g) 					
h) 					

Un rappel

Un **solide** est un objet à trois dimensions, limité par des figures planes qui constituent ses **faces**.

Une **arête** est un segment déterminé par la rencontre de deux faces.

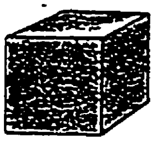
Un **sommet** est le point de rencontre de trois arêtes.



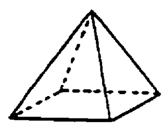
F-32

2

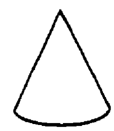
1.



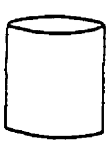
2.



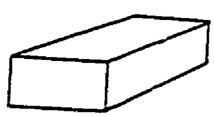
3.



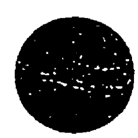
4.



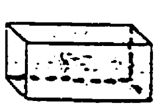
5.



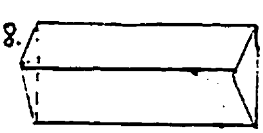
6.



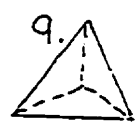
7.



8.



9.



GÉOMÉTRIE D-26

1. Combien les solides suivants ont-ils:

— de faces? → leurs noms aussi.

— de sommets?

— d'arêtes?

a) Le cube.

b) Le prisme à base triangulaire.

~~c) Le prisme tronqué.~~

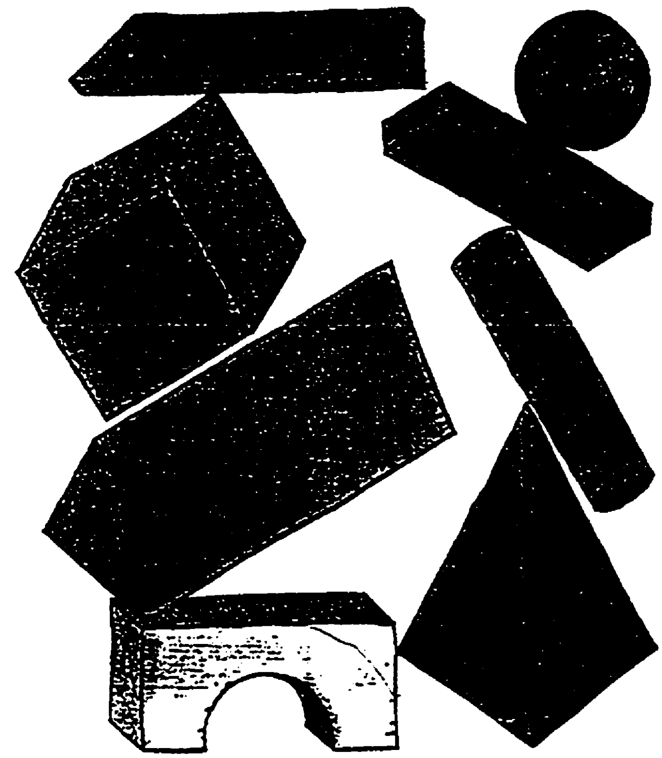
d) Le prisme rectangulaire.

e) Le cylindre.

f) Le pont.

g) Une sphère.

h) Une pyramide à base carrée.



2. Si tu devais peinturer toutes les faces des blocs de ta trousse, certains blocs recevraient plus de peinture que d'autres. Dresse une liste, en ordonnant tes blocs à partir de celui qui prendrait le moins de peinture jusqu'à celui qui en prendrait le plus.

3. Dresse une liste qui mentionne tous les blocs de ta trousse en partant de celui qui contient le moins de bois jusqu'à celui qui en a le plus.