

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT VISANT À FAVORISER LES PREMIERS
APPRENTISSAGES NUMÉRIQUES D'ÉLÈVES AYANT UNE INCAPACITÉ
INTELLECTUELLE SCOLARISÉS EN CLASSE SPÉCIALE

RAPPORT D'INTERVENTION
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

PAR

STÉPHANIE BACHAND

MAI 2020

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce document diplômant se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.10-2015). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier sincèrement ma directrice de recherche, Virginie Houle, qui a su si bien me conseiller et faire preuve de patience à mon égard. Merci pour les longues heures que nous avons passées à discuter ensemble et pour les rétroactions rapides que tu m'as données tout au long de ce travail de longue haleine. Tu m'as aidée dans les différentes étapes de ma recherche, que ce soit dans la préparation des activités, lors de l'expérimentation ou durant la rédaction. Tu as su m'encourager dans les moments plus difficiles, lorsque je songeais à abandonner. Merci infiniment pour ton encadrement, ton soutien et ta rigueur.

Merci à Mme Linda Latour, ancienne directrice de l'école du Jardin-Bienville, qui m'a permis de réaliser la recherche dans ma classe. Merci également à mes élèves et leurs parents qui ont accepté de participer à ma recherche. Je tiens aussi à remercier mes collègues du moment, Karine B., Christiane C. et Tamara J., qui m'ont supportée tout au long des activités et lors des différentes séances de tournage.

Sur une note plus personnelle, je tiens à exprimer ma reconnaissance envers mon conjoint, Christian, qui m'a encouragée, épaulée et réconfortée dans les moments plus difficiles. Je remercie également mes trois merveilleux adolescents, Jérémy, Cédric et Jonathan, qui ont su être compréhensifs et patients. Leur présence et leur affection m'ont donné l'énergie nécessaire pour terminer cette recherche.

Je remercie finalement du fond du cœur ma mère qui, par ses encouragements fréquents, a permis que je termine cette recherche ainsi que mon père et sa conjointe qui m'ont toujours encouragée dans mes projets.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX.....	
LISTE DES ABRÉVIATIONS	
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I.....	4
PROBLÉMATIQUE.....	4
1.1 Historique de l'adaptation scolaire au Québec.....	4
1.1.1 La démocratisation de l'enseignement des années 1960.....	5
1.1.2 L'intégration des élèves en difficulté des années 1970-1980	6
1.1.3 La politique de l'adaptation scolaire des années 1990.....	8
1.1.4 Le programme de formation des années 2000	9
1.1.5 Discussion.....	10
1.2 Phénomènes spécifiques à l'enseignement-apprentissage des mathématiques en adaptation scolaire.....	12
1.2.1 La centration sur les erreurs.....	12
1.2.2 Le ralentissement du temps didactique	14
1.2.3 La cécité didactique et l'évanouissement du savoir	15
1.3 L'enseignement-apprentissage auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle.....	17
1.3.1 Caractéristiques des personnes ayant une incapacité intellectuelle	17
1.3.2 Recherches sur l'enseignement des mathématiques auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle.....	18
1.4 Problématisation et objectif général de la recherche.....	22
CHAPITRE II.....	25
LE CADRE THÉORIQUE	25

2.1	La théorie des situations didactiques	25
2.1.1	Le milieu.....	26
2.1.2	Le contrat didactique	30
2.1.3	Théorie des situations didactiques et adaptation scolaire	32
2.2	Les premiers apprentissages numériques	36
2.2.1	Le développement des connaissances numériques selon le modèle de Fuson	36
2.2.2	Pratiques variées pour favoriser les premiers apprentissages numériques et erreurs associées 39	
2.2.3	Objectifs spécifiques de recherche.....	47
CHAPITRE III		49
MÉTHODOLOGIE		49
3.1	Les analyses préalables	50
3.2	La conception et l'analyse <i>a priori</i>	51
3.3	L'expérimentation.....	54
3.4	L'analyse <i>a posteriori</i> et l'évaluation.....	55
3.5	Démarche éthique.....	55
CHAPITRE IV		57
PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS		57
4.1	Analyse des activités de comptage.....	58
4.1.1	Ballon pour compter	59
4.1.2	Plouf, dans l'eau!	65
4.2	Analyse des situations adidactiques	76
4.2.1	Autos/garages et commande de gommettes	76
4.2.2	Petit Poucet	89
4.2.3	Lutin Taquin	103
4.2.4	Boîtes et bâtons.....	114
4.3	Analyse des tâches présentées en tant que prétest et post-test.....	122
4.3.1	Analyse de la tâche chiens/os	124
4.3.2	Analyse de la tâche lapins/carottes	129

CHAPITRE V	135
DISCUSSION	135
5.1 Retour sur le premier objectif spécifique.....	135
5.2 Retour sur le deuxième objectif spécifique	141
5.3 Retour sur le troisième objectif spécifique.....	145
CONCLUSION.....	148
6.1 Apports de la recherche	148
6.2 Limites et perspectives de recherche.....	150
APPENDICES A	153
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT	154
APPENDICE B.....	156
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT	157
BIBLIOGRAPHIE	161

LISTE DES FIGURES

Figures	Page
2.1 Le modèle de Fuson.....	37
4.1 Marelle de l'activité « Plouf, dans l'eau! » lors du travail en grand groupe.....	66
4.2 Planche de jeu de l'activité « Plouf dans l'eau! » lors du travail en équipe.....	67
4.3 Le camion.....	76
4.4 Illustration de la situation du Petit Poucet (marelle sans cases apparentes).....	90
4.5 Institutionnalisation de la correspondance terme à terme.....	102
4.6 Production de E2 à la première tâche du prétest.....	125
4.7 Production de E7 à la première tâche du prétest.....	127
4.8 Production de E5 au prétest de la tâche lapins/carottes.....	131

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Page
2.1 Les pratiques numériques.....	40
3.1 Contenus prévus de chacune des séances.....	52
4.1 Contenus effectifs de chacune des séances.....	58
4.2 Progression des situations autos/garages et commandes de gommettes	80
4.3 Stratégies utilisées lors des situations « autos/garages » et « commandes de gommettes ».....	80
4.4 Progression de la situation du Petit Poucet.....	93
4.5 Stratégies utilisées lors de la situation du Petit Poucet.....	94
4.6 Progression de la situation Lutin Taquin.....	106
4.7 Nombre de blocs et stratégies utilisées par les élèves lors de la situation du Lutin Taquin.....	108
4.8 Progression de la situation Boîtes et bâtons.....	116
4.9 Stratégies utilisées par les élèves lors de la situation Boîtes et bâtons.....	117
4.10 Stratégies des élèves aux deux tâches utilisées à titre de prétest et de post-test.....	123

LISTE DES ABRÉVIATIONS

HDAA : Handicapés ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage.

EHDAA : Élèves handicapés ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage.

COPEX : Comité Provincial sur l'Enfance Exceptionnelle

MEQ : Ministère de l'Éducation du Québec

TSD : Théorie des Situations Didactiques

PFEQ : Programme de formation de l'école québécoise

DM : Déficiences multiples

RÉSUMÉ

Cette recherche s'intéresse à l'enseignement-apprentissage des mathématiques auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle légère scolarisés en classe spéciale. L'enseignement des mathématiques dans ces classes représente un défi colossal en raison des incapacités intellectuelles des élèves, mais aussi en raison de l'hétérogénéité des connaissances des élèves qui est encore plus importante que celle dans les classes « ordinaires ». De plus, étant donné le nombre restreint de recherches en didactique des mathématiques ayant été menées auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle, les enseignants de ces classes ont peu d'outils didactiques pour susciter une activité mathématique riche chez leurs élèves. L'objectif de cette recherche consiste donc à concevoir un dispositif d'enseignement visant à favoriser les premiers apprentissages numériques d'élèves ayant une incapacité intellectuelle scolarisés en classe spéciale. Pour atteindre cet objectif, nous nous appuyons sur la théorie des situations didactiques et sur des recherches portant sur l'enseignement et l'apprentissage des premiers nombres. Ainsi, le dispositif d'enseignement que nous avons construit et mis à l'épreuve est composé d'un maillage de situations didactiques et d'activités de comptage faisant appel à des pratiques numériques variées. Les résultats de notre recherche montrent le défi que représente la dévolution des problèmes. Il est effectivement difficile de favoriser les interactions entre les élèves et le milieu pour amener les élèves à entrer dans un processus de construction de la connaissance. Si cette difficulté peut en partie s'expliquer par les caractéristiques propres aux élèves ayant une incapacité intellectuelle, elle peut aussi être le résultat de l'expérience scolaire de ces élèves.

Mots clés : enseignement des mathématiques, premiers apprentissages numériques, incapacité intellectuelle, théorie des situations didactiques.

INTRODUCTION

Je suis enseignante au primaire dans une classe spéciale composée d'élèves ayant une incapacité intellectuelle légère. L'enseignement, dans ma classe, représente un défi important non seulement en raison des incapacités intellectuelles des élèves, mais aussi en raison du niveau de connaissances qui varie considérablement d'un élève à l'autre. En français, il existe un large éventail de matériel didactique qu'il est possible de modifier pour l'adapter aux connaissances de chacun des élèves. Je possède donc plusieurs outils pour travailler le français, autant en lecture qu'en écriture. Cependant, en mathématiques, je me sens peu outillée pour intervenir. Visant à présenter des activités adaptées aux connaissances des élèves, je forme des sous-groupes d'élèves en fonction de leur niveau académique. Or, mes élèves ayant du mal à travailler de façon autonome, ce type d'enseignement est difficilement réalisable. Cela m'amène à m'interroger : sur quelles conditions peut-on s'appuyer pour penser l'enseignement des mathématiques dans une classe spéciale ? Quelles activités est-il possible de réaliser avec les élèves ayant une incapacité intellectuelle pour les amener à se questionner et à s'engager dans la recherche de solutions à des problèmes mathématiques ? C'est sur la base de ces questions que j'ai choisi d'entreprendre un projet de maîtrise.

Ce mémoire porte donc sur l'enseignement-apprentissage des mathématiques auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle. Il comporte cinq chapitres. Le premier, la problématique, expose l'historique de l'adaptation scolaire et présente les phénomènes didactiques propres à l'enseignement-apprentissage des mathématiques en adaptation scolaire. Il s'intéresse également, plus spécifiquement, aux recherches portant sur l'enseignement-apprentissage des mathématiques auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle. Le premier chapitre se boucle par la présentation de l'objectif général de la recherche, qui consiste à concevoir un dispositif d'enseignement pour favoriser les

premiers apprentissages numériques d'élèves ayant une incapacité intellectuelle légère scolarisés en classe spéciale.

Le chapitre suivant, le cadre théorique, se divise en deux grandes sections : la première présente la théorie sur laquelle s'appuie le dispositif d'enseignement, soit la théorie des situations didactiques de Brousseau, et la deuxième aborde le contenu mathématique visé par le dispositif, c'est-à-dire les premiers apprentissages numériques. Au terme de ce chapitre sont exposés les trois objectifs spécifiques de la recherche. Ces objectifs mettent en évidence les caractéristiques sur lesquelles repose le dispositif d'enseignement.

Dans le troisième chapitre est présentée la méthodologie de la recherche, soit l'ingénierie didactique d'Artigue. Cette méthodologie comporte quatre phases : 1) les analyses préalables; 2) la conception et les analyses *a priori*; 3) l'expérimentation; 4) les analyses *a posteriori* et l'évaluation. Ce chapitre décrit ces phases et précise comment chacune d'elles s'opérationnalise dans le cadre de notre recherche.

Le quatrième chapitre consiste en la présentation et en l'analyse des résultats de la recherche. Ainsi, le déroulement des activités de comptage et des situations didactiques qui composent le dispositif est décrit et les interactions entre les élèves et les enseignantes à propos du savoir mathématique en jeu sont analysées.

Le cinquième chapitre, la discussion, fait un retour sur les trois objectifs spécifiques de notre recherche, et ce, en s'appuyant sur l'analyse de chacune des situations/activités effectuée au quatrième chapitre.

Le mémoire se clôt finalement par une conclusion, laquelle présente les apports et les limites de notre recherche et ouvre sur quelques perspectives de recherche qui pourraient être menées en prolongement à cette étude

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

Cette recherche portant sur l'enseignement des mathématiques auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle scolarisés en classe spéciale, un bref historique de l'adaptation scolaire au Québec est d'abord présenté. Nous nous intéresserons ensuite aux études en didactique des mathématiques conduites dans le champ de l'adaptation scolaire, et plus particulièrement à celles portant sur l'enseignement auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle. Les éléments présentés dans la problématique conduisent finalement à la présentation de l'objectif général de notre recherche.

1.1 Historique de l'adaptation scolaire au Québec

La façon de percevoir les difficultés scolaires varie selon les époques. Alors que dans la première moitié du 20^e siècle, les élèves qui présentent une différence vivent en marge de la société et sont vus comme des êtres inférieurs, incapables et irresponsables (Horth, 1998), il en est tout autrement aujourd'hui. Dans cette section, nous traitons de différents éléments historiques dans le domaine de l'adaptation scolaire au Québec qui ont influencé considérablement le traitement des élèves en difficulté dans les écoles d'aujourd'hui.

1.1.1 La démocratisation de l'enseignement des années 1960

Avant les années 1960, les élèves provenant de milieux défavorisés, ceux en difficulté et ceux présentant un handicap avaient peu accès à la scolarisation au Québec. Comme le soulèvent Gonçalves et Lessard (2013), bien qu'il existait, avant 1960, des classes et des écoles pour les enfants dits « exceptionnels », les années 1960 marquent une avancée importante concernant l'accessibilité du système éducatif québécois à tous les élèves, notamment les élèves HDAA (handicapé, en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage). La question de la scolarisation de ces élèves devient ainsi d'intérêt public. Au début des années 1960, il y a création d'une commission d'enquête sur l'enseignement au Québec, connue sous le nom de commission Parent, en l'honneur de son président, Alphonse-Marie Parent. Cette commission siège de 1961 à 1966. Elle épluche près de 240 mémoires et fréquente plusieurs établissements à l'extérieur du pays. La première publication est dévoilée en 1963. La commission Parent reconnaît aux enfants handicapés le droit à l'éducation et donne cette responsabilité à l'école publique (Gonçalves et Lessard, 2013). Le nouveau système éducatif devra être chapeauté par un véritable ministère de l'Éducation et il devra couvrir de la maternelle jusqu'à l'université. Ce système scolaire sera aussi appuyé par le Conseil supérieur de l'Éducation, un organisme consultatif. Ainsi naît le ministère de l'Éducation en 1964 sous la responsabilité de Paul Gérin-Lajoie. Le ministère met alors sur pied le Bureau de l'enfance inadaptée, qui changera par la suite de nom pour s'appeler le Service de l'enfance inadaptée (Horth, 1998). La formulation de nombreuses règles administratives pour l'éducation spécialisée ainsi que l'apparition de clauses pour l'éducation des enfants en situation d'adaptation et d'apprentissage apparaissent dans certaines conventions collectives (Horth, 1998).

Enfin, la commission Parent favorise la démocratisation de l'enseignement et conduit au développement du champ de l'adaptation scolaire. L'école est ouverte à tous et

accueille un nombre croissant d'élèves ayant des besoins éducatifs spéciaux. Elle fait cependant face à plusieurs problématiques dans les domaines de l'encadrement, de la scolarisation et de la formation. Le nombre important d'élèves en difficulté d'adaptation et d'apprentissage dont le parcours scolaire est marqué d'interruptions ou de réorientations témoigne des limites du système.

1.1.2 L'intégration des élèves en difficulté des années 1970-1980

Depuis la démocratisation de l'enseignement, le nombre d'élèves handicapés ou en difficulté ne cesse d'augmenter. L'effectif des élèves HDAA augmente de 250 % de 1969 à 1978 (Duval, Tardif et Gauthier, 1995). Ces élèves sont souvent mis à l'écart, dans des classes spéciales, et ils ne sont que très rarement réintégrés dans les classes ordinaires par la suite. Aussi, de plus en plus de diagnostics sont posés (ex. : diagnostic de trouble d'apprentissage tel que la dyslexie), ce qui s'explique notamment par la mise en œuvre d'un nouveau service, l'orthopédagogie. Ce service vise essentiellement, à cette époque, à dépister les élèves en difficulté et en trouble d'apprentissage (Tardif et Lessard, 1992). Or, le nombre de plus en plus important d'élèves jugés en difficulté ou en trouble d'apprentissage conduit à interroger les instruments de mesure utilisés. Enfin, les services offerts aux élèves handicapés ou en difficulté sont remis en question.

Ainsi paraît, en 1976, le rapport du Comité provincial sur l'enfance exceptionnelle (COPEX). Ce rapport est le fruit du travail du comité sur l'enfance inadaptée au ministère de l'Éducation. Le comité est composé de représentants du M.E.Q. (Ministère de l'Éducation du Québec), du Ministère des Affaires Sociales, des commissions scolaires catholiques et protestantes, ainsi que des syndicats d'enseignements francophones et anglophones (Tardif et Lessard, 1992). Son mandat est de faire un bilan objectif sur la situation de l'enfance inadaptée dans le réseau scolaire. Il a pour

mission de faire des recommandations sur l'état et la gestion des ressources ainsi que de porter un regard sur les orientations politiques qui régissent les EHDA (Tardif et Lessard, 1992). Ce rapport préconise une réforme en profondeur. Il met en évidence la relation entre la croissance de l'inadaptation et l'augmentation des catégories pour la nommer.

Comme le soulèvent Tardif et Lessard (1992), l'argumentation dans ce rapport est fondée sur l'opposition entre le « modèle médical » et le « modèle pédagogique ». Le modèle médical s'inspire du modèle médico-psychiatrique. Ce modèle identifie les difficultés et handicaps comme des maladies pour ensuite proposer des traitements dans le but de « guérir ». Il ne tient pas compte de la personne dans son ensemble et des habiletés qui lui sont propres. Il se base sur l'étiquetage des troubles et de leur classement par catégorie de handicap et il met l'accent sur les incapacités de l'enfant à s'intégrer dans le système scolaire régulier. Ce modèle favorise ainsi, selon le COPEX, la création d'un système d'enseignement parallèle. En effet, les élèves en difficulté sont souvent intégrés dans des classes spéciales et donc exclus des autres, ce qui vient renforcer les préjugés. Le COPEX propose donc de remplacer le modèle médical par un modèle pédagogique qui n'est pas centré exclusivement sur l'élève, mais qui adopte plutôt une vision systémique. L'intérêt est porté sur les besoins et les capacités de l'élève, mais aussi sur son environnement, c'est-à-dire sur les éléments à mettre en place, en classe, pour favoriser l'apprentissage des élèves. Le COPEX prône l'intégration, dans la mesure du possible, des élèves en difficulté dans les classes ordinaires. Pour assurer un cheminement scolaire dans le cadre le plus normal possible, le ministère de l'Éducation adopte, en 1979, une nouvelle politique relative à l'organisation des services aux élèves HDA. Ainsi est mis en place un système en cascade comportant huit niveaux allant de l'enseignement en classe ordinaire sans service particulier (niveau 1) à l'enseignement à l'intérieur d'un centre d'accueil ou d'un centre hospitalier (niveau 8). Par conséquent, les classes ordinaires doivent

accueillir de plus en plus d'élèves en difficulté, ce qui pose un nouveau défi pour les enseignant.es réguliers.

Gonçalves et Lessard (2013) relèvent une tension, à la fin des années 1980, entre le droit reconnu aux EHDA et le manque de ressources pour soutenir ces élèves en raison des contraintes budgétaires. Ainsi, vers la fin des années 1980, le gouvernement se penche sur les droits des élèves en difficulté. C'est dans cette optique qu'a été adoptée, en 1988, la Loi sur l'instruction publique, aussi appelée la loi 107. Celle-ci contient de nombreux articles concernant les élèves en difficulté dont l'obligation de rédiger un plan d'intervention pour tous les EHDA.

1.1.3 La politique de l'adaptation scolaire des années 1990

La politique de l'adaptation scolaire a vu le jour pour la première fois en 1992 et a été renouvelée en 1999. Cette politique précise la place que doivent prendre les élèves HDAA dans la réforme pour qu'ils en profitent au même titre que les autres élèves. Bien que l'on constate certains progrès au niveau de l'intégration scolaire des élèves HDAA - ils sont maintenant plus nombreux à être scolarisés à l'école ordinaire et en classe ordinaire, avec les jeunes de leur quartier - la réussite de ces élèves demeure néanmoins un défi de taille. Le but important qui doit guider toute intervention à effectuer dans le cadre de l'adaptation scolaire et qui doit mobiliser tous les partenaires se détermine ainsi : *aider l'élève handicapé ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage à réussir sur les plans de l'instruction, de la socialisation et de la qualification (MEQ, 1992)*. Pour y arriver, toujours selon la politique de l'adaptation scolaire, il faut accepter que la réussite éducative puisse être différente selon les forces et les besoins des élèves.

Pour concrétiser l'orientation fondamentale, six voies d'action sont définies. Elles précisent sur quoi doivent porter les efforts, c'est-à-dire les grands objectifs pour assurer la réussite des élèves handicapés ou en difficulté, et font état des attentes quant à la contribution du milieu scolaire pour l'atteinte de ceux-ci. Ainsi sont relevés les bienfaits de l'intégration des élèves en difficulté et l'importance de la coordination des interventions entre les différents partenaires. L'intérêt d'une évaluation individuelle pour cerner les besoins et les capacités des élèves en difficulté est aussi soulevé. Celle-ci serait importante pour permettre aux enseignant.es d'adapter leurs interventions en fonction de la spécificité de chacun des élèves. Il ne s'agit donc pas ici de rechercher une réponse uniforme à la problématique des difficultés, mais bien au contraire, d'offrir une intervention adaptée aux besoins de chacun et d'accepter que la réussite éducative se traduise différemment selon les capacités des élèves.

1.1.4 Le programme de formation des années 2000

En lien avec la politique de l'adaptation scolaire, en 2001, un nouveau programme de formation est mis en place au Québec. Ce programme est centré sur: 1) les apprentissages essentiels que doit réaliser l'élève, 2) une différenciation des parcours scolaires pour répondre aux besoins et aux intérêts de chacun et 3) une organisation scolaire plus souple, mieux adaptée à la psychologie de l'enfant et aux étapes de son développement. Les enseignant.es ont désormais comme mandat de développer chez leurs élèves des compétences transversales et des compétences disciplinaires à travers lesquelles se déploient les différents savoirs essentiels. En mathématiques, trois compétences sont ainsi définies : 1) résoudre une situation problème; 2) raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques; 3) communiquer à l'aide du langage mathématique. Enfin, les éléments du programme visent à favoriser le développement global de l'élève.

Plus récemment, le ministère (2014) a produit un document d'informations visant à distinguer trois niveaux de différenciation pédagogique. Le premier est la *flexibilité pédagogique*. Celle-ci vise à répondre à l'hétérogénéité des groupes d'élèves. L'enseignant.e est invité.e à ajuster ses stratégies d'enseignement, à choisir les situations en tenant compte des intérêts des élèves pour favoriser leur motivation et à leur offrir de l'aide lorsqu'ils rencontrent une difficulté. Le soutien peut prendre différentes formes : travail en sous-groupe, aide individuelle, récupération, etc. À partir du deuxième niveau, soit les *mesures d'adaptation*, un plan d'intervention est mis en œuvre pour l'élève en difficulté. L'élève doit alors répondre aux mêmes exigences que les autres par rapport au PFEQ, mais des mesures d'aide sont apportées telles qu'accorder plus de temps pour faire une tâche ou utiliser un logiciel comme WordQ. Le troisième niveau, *la modification des attentes par rapport aux exigences du programme*, permet une progression différente pour l'élève. Contrairement aux deux niveaux précédents, une mention doit être apportée au bulletin.

Enfin, l'importance accordée à la différenciation rend compte d'un certain relativisme concernant l'objectif d'intégration des élèves HDAA dans les classes « ordinaires » (Gonçalves et Lessard, 2013). D'ailleurs, alors que le nombre d'élèves en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage intégrés en classe ordinaire augmente, passant de 68 689 en 1999 à 84 232 en 2007, le nombre d'élèves handicapés, lui aussi, connaît une augmentation dans les classes spéciales, passant de 5 486 en 1999 à 10 505 en 2007 (Conseil supérieur de l'éducation, CSE, 2010).

1.1.5 Discussion

Auparavant, seule une mince couche de la population québécoise avait accès à l'enseignement et au savoir. La loi sur l'instruction obligatoire adoptée en 1943 rend

l'école accessible aux enfants des différentes classes sociales et le rapport Parent des années 1960 la rend accessible aux EHDA. L'école n'est donc plus seulement le lieu d'une élite, tous les enfants peuvent maintenant être scolarisés. Ainsi apparaît la problématique de l'échec scolaire. Des services sont alors mis en place tels que les classes spéciales pour répondre aux besoins de ces élèves. Alors que l'échec scolaire était jadis interprété comme la conséquence de la démocratisation de l'enseignement, le regard est peu à peu dirigé vers les caractéristiques des élèves en échec. On recherche alors les raisons cognitives qui seraient à la source de l'échec scolaire. Par conséquent, de plus en plus d'élèves sont étiquetés en difficulté d'apprentissage. Alors qu'en 1966 la population d'élèves en difficulté est d'environ 0,03 %, celle-ci atteint son sommet au début des années 1990 avec un taux de 10,2 % (Giroux, 2007). Bien que le COPEX dénonce déjà en 1976 l'impact négatif du modèle médical pour les élèves HDAA, ce modèle est encore bien présent de nos jours. On voit d'ailleurs l'influence de celui-ci dans les discours du ministère qui invitent les enseignant.es à adapter leurs interventions en fonction des besoins et des caractéristiques des élèves en difficulté. Cependant, la centration sur les caractéristiques de l'élève peut conduire, comme nous le verrons dans la section 1.2, à négliger l'analyse didactique des situations d'apprentissage.

Enfin, les élèves HDAA sont de plus en plus intégrés dans les classes « ordinaires », mais certains d'entre eux, en raison de l'importance de leurs difficultés, sont dirigés vers les classes spéciales. Selon le rapport « À la même école » (2006), 62 % des élèves HDAA sont intégrés en classes « ordinaires ». Mais qu'est-ce qui différencie, sur le plan didactique, les interventions réalisées dans les classes dites ordinaires de celles réalisées dans les classes spéciales ?

1.2 Phénomènes spécifiques à l'enseignement-apprentissage des mathématiques en adaptation scolaire

Le contexte d'enseignement des classes spéciales se différencie de celui des classes ordinaires. Par exemple, dans les classes spéciales, les effectifs sont réduits et les enseignant.es n'ont pas à respecter le programme de formation au même titre que ceux des classes ordinaires. Des études conduites dans le champ de l'adaptation scolaire montrent que ces différences ont un impact sur les interactions entre les élèves et l'enseignant.e à propos du savoir mathématique. Ainsi, certains phénomènes didactiques qui caractérisent l'adaptation scolaire ont été identifiés. Dans cette section sont présentés différents phénomènes didactiques propres à ce contexte d'enseignement, soit la centration sur les erreurs, le ralentissement du temps didactique, la cécité didactique et l'évanouissement du savoir.

1.2.1 La centration sur les erreurs

Le repérage et le traitement des erreurs sont considérés, par les enseignant.es des classes spéciales, comme une spécificité de leur fonction (Giroux et Ste-Marie, 2004). Dans cette perspective, l'enseignement vise à repérer les erreurs des élèves, à identifier leur source et à mettre en place un dispositif d'enseignement adapté à leurs besoins. Selon McDermott et al. (2006, dans Roiné, 2014), l'État explique les difficultés des élèves en cherchant les causes de leurs échecs chez les individus eux-mêmes. Ce sont donc les caractéristiques spécifiques aux différents individus qui expliqueraient les échecs scolaires. Cette manière de concevoir l'erreur s'inscrit dans le paradigme médical. L'erreur est interprétée comme la marque d'une faiblesse, conduisant ainsi les enseignant.es à chercher à la réduire le plus possible.

S'intéressant aux particularités de l'enseignement des mathématiques en classe spéciale, Favre (2004) a conduit une étude dans laquelle il a proposé des leçons sur la multiplication à deux enseignantes, dont l'une provenait d'une classe spéciale et l'autre, d'une classe ordinaire. Chacune des enseignantes a expérimenté les leçons proposées. Le travail d'analyse comparative entre les deux classes qui a été réalisé permet notamment de mettre en évidence des particularités concernant le rapport à l'échec dans les classes ordinaires et spéciales. Favre (2004) distingue ainsi trois composantes de l'échec dans les classes spéciales : l'échec préalable, l'échec effectif et l'échec potentiel.

L'échec préalable est celui rencontré avant la situation d'enseignement. Les classes spéciales sont pensées pour les élèves qui éprouvent des difficultés. Ainsi, l'échec préalable est spécifique à la classe spéciale et n'existe pas en classe ordinaire. L'échec préalable a des répercussions sur la manière d'enseigner. Il conduirait les enseignants des classes spéciales à rechercher des façons d'enseigner qui se distinguent de celles des classes ordinaires pour répondre aux difficultés de leurs élèves.

L'échec effectif, toujours selon Favre (2004), consiste aux erreurs qui sont réellement rencontrées par les élèves lors de la réalisation d'une tâche. On pourrait croire que l'échec effectif est beaucoup plus présent en classes spéciales qu'en classes ordinaires puisque ces classes sont composées d'élèves en difficulté. Cependant, la recherche de Favre montre que ce n'est pas le cas. Étonnamment, l'échec effectif est peu présent, et ce, autant dans les classes ordinaires que dans les classes spéciales. Ce qui différencie l'échec effectif des deux systèmes est que les erreurs sont peu traitées dans les classes ordinaires alors qu'elles sont au cœur des échanges didactiques dans les classes spéciales.

La troisième composante de l'échec en classe spéciale décrite par Favre (2004) est l'échec potentiel. Alors qu'en classes ordinaires, la réussite est anticipée, il en est tout autrement en classes spéciales, où ce sont au contraire les erreurs qui sont anticipées. L'échec potentiel conduit les enseignant.es à sous-estimer les capacités de leurs élèves et a donc des répercussions considérables sur le choix des objets d'enseignement, mais également sur la façon de les soumettre et sur les décisions prises durant la situation d'enseignement.

Enfin, les classes spéciales étant composées d'élèves dits en difficultés, une grande importance est accordée aux erreurs produites par les élèves, qui sont bien souvent interprétées comme l'indice d'un dysfonctionnement propre à l'élève (difficulté d'abstraction, manque d'attention, etc.). Par conséquent, les erreurs sont largement traitées en classe spéciale. Il faut dire que le nombre restreint d'élèves dans ces classes et l'individualisation de l'enseignement facilitent le repérage et le traitement des erreurs. L'erreur étant considérée comme la marque d'une faiblesse, les enseignant.es des classes spéciales semblent choisir et piloter les activités de manière, le plus possible, à éviter que les élèves commettent des erreurs. Cette manière de concevoir l'erreur a certainement un impact important sur les méthodes d'enseignement privilégiées. On peut par exemple penser que l'enseignement explicite permet mieux d'éviter les erreurs qu'un enseignement fondé sur une perspective constructiviste, qui favorise un apprentissage par adaptation.

1.2.2 Le ralentissement du temps didactique

Selon Giroux et René de Cotret (2001), le temps didactique consiste en la progression du savoir dans la classe. Pour en assurer la progression, l'enseignant.e « opère un certain découpage des objets de savoir à enseigner (prescrits par le programme) dans

le temps d'enseignement qui lui est imparti. » (P. 43). Les études, notamment celle de Favre (2004) et celle de Giroux et René de Cotret (2001), montrent que la progression du temps didactique diffère dans les classes spéciales et ordinaires. Selon Giroux (2007), en classe spéciale, l'enseignant.e n'a pas de cadre référentiel spécifique et choisit donc les contenus à enseigner en fonction des difficultés des élèves. Cette souplesse à l'égard du programme pourrait cependant conduire à un étirement du temps d'enseignement sur un même objet de savoir.

La recherche conduite par Favre (2004) montre bien comment le temps consacré à l'enseignement des mathématiques en classe spéciale se démarque de celui des classes ordinaires. En classe ordinaire, l'enseignant.e doit respecter un programme tandis qu'en classe spéciale, celui-ci doit construire un programme adapté aux élèves. Comme mentionné à la section 1.2.1, Favre a proposé une ingénierie sur la multiplication à une enseignante de classe ordinaire ainsi qu'à une enseignante de classe spéciale. Une fois les activités réalisées, l'enseignante en classe ordinaire a révélé qu'en temps normal, elle n'aurait pas consacré autant de temps à un même contenu, tandis que celle de la classe spéciale a réalisé 23 activités supplémentaires. Les difficultés rencontrées par les élèves provenant de la classe spéciale étaient pourtant semblables à celles rencontrées par les élèves de la classe ordinaire. Pour décrire ce phénomène, Favre (2004) parle d'une extensibilité du temps d'enseignement dans les classes spéciales.

1.2.3 La cécité didactique et l'évanouissement du savoir

Dans le PFEQ (2006), le Ministère invite les enseignant.es qui œuvrent auprès d'élèves en difficulté à différencier leur enseignement selon les besoins des élèves. Ceux-ci possèdent cependant peu d'outils pour procéder à une telle différenciation (Giroux, 2007). Ils cherchent donc, au meilleur de leurs connaissances, à répondre aux

injonctions qui leur sont adressées. Diverses pratiques sont alors mises en place pour présenter des situations adaptées aux caractéristiques des élèves. Ainsi, la place importante que prennent les sciences cognitives dans la *noosphère scolaire*¹ conduit les enseignant.es à rechercher les causes cognitives et affectives qui sont à la source des difficultés d'apprentissage de leurs élèves. Centrés sur les spécificités des élèves, les enseignant.es en oublient les conditions didactiques nécessaires à l'acquisition du savoir mathématique visé par l'enseignement. Autrement dit, cherchant à adapter les dispositifs aux caractéristiques de l'élève, ils négligent l'analyse didactique des situations proposées. Pour décrire ce phénomène, Roiné (2009) introduit l'expression *cécité didactique* qui consiste en

l'impossibilité de reconnaître en quoi la situation didactique possède ou ne possède pas de propriétés spécifiques nécessaires et suffisantes à la construction de tel ou tel savoir déterminé (p. 239).

L'étude de Marlot et Toullec-Théry (2011) montre selon nous une des conséquences de la cécité didactique. Ces chercheuses ont mené une étude sur l'action didactique de deux enseignantes en classe ordinaire lors de situations d'aide en mathématiques. Pour venir en aide aux élèves les plus faibles au sein de leur classe, ces enseignantes choisissent de former des groupes d'élèves relativement homogènes au niveau des connaissances. Les situations sont alors modifiées visant ainsi à faire de la différenciation auprès des élèves les plus faibles dans la classe. Or, les modifications apportées transforment complètement l'enjeu mathématique. La connaissance visée n'est alors plus nécessaire pour résoudre le problème. Cette étude montre comment le savoir peut changer de forme ou même s'évanouir complètement au fil de l'enseignement. Il semble ainsi important de porter un regard didactique pour réfléchir

¹ La noosphère scolaire correspond « à une partie de l'espace social dans laquelle les représentants du système d'enseignement (les membres des commissions ministérielles, les représentants de la société – parents d'élèves, spécialistes de la discipline, auteurs de manuels, des revues scientifiques ou militantes...) « pensent », négocient, débattent de ce qu'il convient de faire ou de changer dans le système d'enseignement » (Sarrazy, 2002, p. 11).

aux adaptations d'une situation en fonction des connaissances mathématiques visées par l'enseignement.

Notons, enfin, que les phénomènes didactiques relevés dans les classes spéciales peuvent être accentués lorsqu'elles sont composées d'élèves ayant des incapacités intellectuelles, et ce, en raison des caractéristiques qui leur sont attribuées. Selon Assude et coll. (2014), les enseignant.es qui travaillent auprès de ces élèves auraient tendance à sous-estimer leur capacité en mathématiques et à rejeter des situations qui sont pourtant adaptées à leurs connaissances. Le diagnostic d'incapacité intellectuelle pourrait conduire les enseignant.es qui œuvrent auprès de ces élèves à penser leurs interventions en fonction des caractéristiques cognitives et affectives de ceux-ci et à négliger la recherche de situations qui favorisent une réelle activité mathématique.

1.3 L'enseignement-apprentissage auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle

Notre recherche s'intéressant aux élèves ayant une incapacité intellectuelle, il semble pertinent de porter une attention particulière aux études qui se sont intéressées à l'enseignement-apprentissage des mathématiques auprès de ce public d'élèves. Mais avant d'examiner ces études, nous nous intéressons à ce qui caractérise les personnes ayant une incapacité intellectuelle.

1.3.1 Caractéristiques des personnes ayant une incapacité intellectuelle

En plus d'avoir une intelligence inférieure à la moyenne, les personnes ayant une incapacité intellectuelle auraient des caractéristiques cognitives et non cognitives particulières. Parmi les caractéristiques cognitives, on retrouve, selon Lavoie (2008),

la lenteur ou le retard de développement et l'arrêt prématuré du développement. Celui-ci s'arrêterait avant d'avoir atteint le stade de la pensée opératoire concrète ou opératoire formelle. Ainsi, le retard de développement s'accroît avec le temps. Chaque stade de l'enfant présentant des incapacités intellectuelles étant anormalement prolongé, l'écart entre un enfant ayant des incapacités et un sans incapacité augmenterait au fil du temps. Les élèves ayant une incapacité intellectuelle auraient aussi un déficit de l'attention sélective et un déficit de la mémoire de travail. Ils auraient de la difficulté à traiter l'information reçue en raison d'une lacune concernant le processus de traitement de l'information. De plus, les connaissances de base seraient généralement pauvres et mal organisées, le transfert ainsi que la généralisation des informations seraient difficiles et ils auraient des difficultés au niveau de l'abstraction.

Concernant les caractéristiques non cognitives (ou affectives), on retrouve, toujours selon Lavoie (2008), la faible motivation ou la motivation spécifique, qui consiste au fait de s'intéresser uniquement à une activité particulière. Les personnes ayant des incapacités intellectuelles auraient notamment une faible motivation pour les apprentissages scolaires. De plus, elles auraient souvent une faible estime d'eux-mêmes, ce qui les conduirait à anticiper l'échec avant même d'entreprendre une nouvelle activité. Elles auraient également tendance à mettre peu de temps ou d'énergie sur la tâche à accomplir et à croire que leur échec est dû à leurs incapacités plutôt qu'à un manque d'effort ou un manque d'engagement face à la tâche.

1.3.2 Recherches sur l'enseignement des mathématiques auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle

Peu de recherches sur l'enseignement des mathématiques ont été réalisées auprès d'élèves ayant des incapacités intellectuelles. Nous présentons ci-après deux

recherches portant sur l'enseignement-apprentissage des mathématiques auprès d'élèves ayant des incapacités intellectuelles légères, soit celle de Drouin (2001) et celle de Dumas (2007).

La thèse de Drouin (2001) porte sur le développement d'un prototype sur les habiletés numériques initiales (HNI) auprès d'élèves de 5 à 7 ans ayant une incapacité intellectuelle légère. Les HNI consistent en l'identification des chiffres de 0 à 9 ainsi qu'au comptage d'objets et à la formation de collections jusqu'à neuf objets. Considérant ces habiletés comme étant préalables à une variété de tâches qu'un adulte doit réaliser pour fonctionner adéquatement dans la communauté, l'objectif de la recherche de Drouin (2001) consiste à concevoir un produit pédagogique (matériel, jeux, routines, etc.) permettant à des élèves ayant des incapacités intellectuelles d'identifier les chiffres de 0 à 9 et de former des collections d'un à neuf objets. Huit conditions sont formulées pour favoriser l'apprentissage des HNI :

- 1) Augmenter la présence des chiffres dans l'environnement;
- 2) Conserver une stabilité morphologique de la graphie des chiffres (l'uniformité dans la graphie faciliterait leur identification);
- 3) Miser sur les habiletés sensorimotrices et préopératoires (les activités faisant appel à l'abstraction seraient trop exigeantes);
- 4) Former des collections d'objets identiques, manipulables et signifiants (le fait de choisir des objets que les élèves aiment tels que les fruits et les animaux augmenterait leur motivation);
- 5) Mettre à profit des activités ludiques et dynamiques (des jeux simples tels que toucher le chiffre 3 parmi différents cartons sur lesquels est écrit un nombre à un chiffre sont proposés);
- 6) Profiter de situations à caractère utile de la vie courante;
- 7) Conserver une stabilité dans la disposition des collections (la conservation d'une même configuration faciliterait la reconnaissance globale de la quantité (subitizing), évitant ainsi d'avoir à dénombrer les objets);

- 8) Consolider les apprentissages par une utilisation immédiate et répétée à l'école et à la maison.

C'est sur la base de ces huit conditions que différentes activités ont été choisies et expérimentées. L'analyse des activités conduit à la formulation de recommandations pour bonifier le produit pédagogique. Drouin (2001) soulève par ailleurs que les activités préférées des enfants sont celles où ils manipulent des objets et/ou bougent leur corps, et celles qu'ils apprécient le moins sont celles qui comportent des consignes complexes. Il est à noter que Lavoie (2008), dans son mémoire, s'appuie sur les conclusions tirées par Drouin pour améliorer le produit pédagogique développé. Elle apporte ainsi des modifications au produit pédagogique et l'expérimente à nouveau auprès d'élèves de 5 à 7 ans ayant des incapacités intellectuelles. Alors que l'amélioration des performances avant et après la mise à l'essai du produit dans la recherche de Drouin est plutôt mince, celle dans la recherche de Lavoie est plus prononcée. Après la mise à l'essai, Lavoie (2008) observe une diminution du besoin d'assistance chez les élèves. En effet, certains élèves qui étaient, avant la mise à l'essai, totalement dépendants de l'adulte réussissent désormais à faire des tâches sans aide. L'amélioration plus importante des performances des élèves dans la recherche de Lavoie (2008) s'explique, il nous semble, en grande partie par la durée de la mise à l'essai du produit pédagogique. Alors que l'expérimentation s'étend sur six semaines dans l'étude de Drouin (2001), elle s'étale sur six mois dans celle de Lavoie (2008).

L'étude de Dumas (2007) s'intéresse aux stratégies d'enseignement favorables à l'apprentissage d'habiletés de résolution de problèmes chez des élèves ayant des incapacités intellectuelles légères avec des troubles associés. Cette étude s'appuie sur l'idée que le nombre élevé d'informations à traiter en résolution de problèmes affecterait particulièrement la compréhension des élèves ayant des incapacités intellectuelles en raison de la difficulté qu'éprouvent ces élèves au niveau du traitement

de l'information. Par conséquent, il leur serait difficile d'identifier la nature même des problèmes mathématiques. L'étude de Dumas propose donc une démarche de résolution de problèmes qui se veut adaptée aux caractéristiques, aux capacités et aux besoins des élèves ayant des incapacités intellectuelles légères (avec troubles associés). Cette démarche, similaire à celles proposées pour les élèves n'ayant pas d'incapacité intellectuelle, se décline en sept étapes :

1. Comprendre l'histoire afin de pouvoir la raconter;
2. Raconter l'histoire de la situation problème;
3. Identifier le problème à partir de ce que l'histoire demande de faire;
4. Dessiner les éléments pertinents pour résoudre le problème;
5. Penser à ce qu'il faut faire pour résoudre le problème et l'écrire en langage mathématique;
6. Calculer et écrire la réponse;
7. Vérifier la démarche pour résoudre le problème et vérifier la réponse.

Pour chacune de ces étapes sont décrites les actions que devrait poser l'élève ainsi que les interventions susceptibles d'inciter l'élève à les poser. Douze situations problèmes inspirées de la vie quotidienne des élèves ont été conçues et expérimentées auprès de quatre élèves ayant une incapacité intellectuelle afin de mettre à l'épreuve la démarche de résolution de problème élaborée. Au terme de son étude, Dumas considère que l'illustration des histoires et l'utilisation de l'aide gestuelle sont des stratégies efficaces pour soutenir visuellement les élèves ayant des incapacités intellectuelles en résolution de problème. Ces stratégies permettraient de rendre plus concrètes et signifiantes les informations verbales qui seraient difficilement accessibles à ces élèves en raison de leur fonctionnement cognitif, en particulier de leurs difficultés au niveau de l'abstraction et du langage. Dumas (2007) conclut de plus que l'utilisation d'une pratique guidée basée sur l'enseignement explicite serait aidante pour les élèves ayant des incapacités intellectuelles légères avec des troubles associés lors de résolution de

problèmes. Il serait cependant important, toujours selon Dumas, que l'enseignant sélectionne les stratégies d'enseignement appropriées selon les besoins et les capacités de chaque élève.

Dans le cas de ces deux études, tant celle de Drouin (2001) que celle de Dumas (2007), une perspective essentiellement cognitive est adoptée, c'est-à-dire que des propositions d'enseignement sont apportées afin de répondre aux caractéristiques cognitives et affectives des élèves ayant une incapacité intellectuelle, et ce, en prenant peu en compte l'analyse des situations d'enseignement-apprentissage au regard du savoir mathématique visé et l'activité mathématique qu'elles sont susceptibles de provoquer chez les élèves.

1.4 Problématisation et objectif général de la recherche

Les contraintes spécifiques à l'enseignement en adaptation scolaire conduisent les enseignants à traiter largement les erreurs des élèves, ce qui ralentit la progression du savoir. De plus, les modifications visant à faciliter les tâches ou à répondre aux besoins et aux caractéristiques des élèves conduisent souvent à des réussites locales au détriment de l'appropriation des savoirs. C'est, il nous semble, le cas de l'enseignement d'une démarche de résolution de problème, tel que proposé par Dumas (2007) pour soutenir les élèves ayant une incapacité intellectuelle. Cette méthode d'enseignement peut conduire à morceler la tâche et ainsi favoriser une réussite sans qu'il y ait pour autant apprentissage. De plus, la centration sur les caractéristiques cognitives et affectives des élèves (notamment ceux présentant une incapacité intellectuelle) conduit à formuler des recommandations telles que choisir des objets à dénombrer que les élèves aiment pour favoriser leur motivation (Drouin, 2001), plutôt que de penser à des situations qui favorisent réellement l'engagement cognitif des élèves.

L'enseignement des mathématiques ne vise pas uniquement à transmettre des connaissances qui seront utiles dans les activités quotidiennes. Il vise aussi à permettre aux élèves de développer leur culture mathématique, à stimuler les élèves et à développer leur capacité de raisonnement. En amenant les élèves à rechercher par leurs propres moyens des stratégies pour résoudre des problèmes mathématiques et en les amenant à confronter leurs stratégies avec celles des autres, l'apprentissage des mathématiques se fait en articulation avec le développement de l'autonomie et des habiletés sociales des élèves (écouter le point de vue des autres, attendre son tour pour parler, etc.). De plus, il paraît important que l'enseignement dispensé amène les élèves à prendre plaisir à faire des mathématiques. Dans cette perspective, il ne s'agit pas simplement de motiver les élèves à réaliser l'activité proposée, mais de véritablement les faire entrer dans une activité mathématique où ils se questionnent et construisent leurs connaissances.

L'enseignement aux élèves ayant une incapacité intellectuelle représente par ailleurs un défi particulier. Comme ces élèves apprennent plus lentement que les autres, l'utilisation de manuels scolaires conçus pour les classes ordinaires est presque impossible, car le nombre restreint d'activités sur une même notion est insuffisant pour permettre leur apprentissage. Utiliser différents manuels conduirait à faire, à répétition, le même type d'activités. Le surinvestissement d'un même type de tâches s'accompagne cependant d'un désinvestissement des élèves (Conne, 1992). Un défi de taille consiste donc à trouver des activités variées et sur un même objet de savoir. Il est effectivement important de développer des situations variées qui représentent un véritable enjeu mathématique pour les élèves. Pour ce faire, il convient de prendre en compte le contenu sur lequel portera l'intervention et de procéder à une analyse didactique de celui-ci afin de proposer des situations qui rendent utile le savoir visé par l'enseignement et qui favorisent une activité mathématique riche et authentique de la part des élèves.

De plus, la prise en compte des contraintes spécifiques aux classes spéciales nous semble fondamentale. L'une d'elles est l'hétérogénéité des connaissances des élèves. Par conséquent, un enseignement individualisé est souvent privilégié visant ainsi à présenter, à chacun des élèves, des activités adaptées à ses connaissances. Cependant, en plus de limiter les interactions entre les élèves à propos du savoir, pour que chaque élève puisse travailler de façon autonome, des exercices d'application sont souvent présentés plutôt que des problèmes qui amènent les élèves à se questionner et à entrer dans une véritable activité mathématique. Ainsi, d'une part, il est difficile de présenter des problèmes qui offrent de réels enjeux lorsque les élèves doivent travailler individuellement et de façon autonome et, d'autre part, la présentation d'une activité commune pour tous les élèves représente un défi important puisque les connaissances mathématiques varient considérablement d'un élève à l'autre.

Enfin, les difficultés propres à l'enseignement-apprentissage des mathématiques dans une classe spéciale composée d'élèves ayant des incapacités intellectuelles nous conduisent à formuler l'objectif de recherche suivant : **Concevoir un dispositif d'enseignement visant à favoriser les premiers apprentissages numériques d'élèves ayant une incapacité intellectuelle scolarisés en classe spéciale.** Nous avons ciblé comme contenu les premiers apprentissages numériques en raison du niveau de connaissances des élèves dans la classe où se déroulera l'expérimentation.

CHAPITRE II

LE CADRE THÉORIQUE

Pour répondre à notre objectif de recherche, nous nous appuyons sur la Théorie des situations didactiques (TSD) de Brousseau (1998), car celle-ci permet de créer des situations qui favorisent l'engagement mathématique des élèves tout en tenant compte de la spécificité du savoir visé par l'enseignement. Elle apparaît ainsi pertinente pour contrer certains phénomènes didactiques relevés en adaptation scolaire qui sont considérés comme nuisibles à l'apprentissage. Par ailleurs, considérant qu'il est fondamental de prendre en compte la spécificité du savoir en jeu pour penser l'enseignement, nous nous intéressons aux études portant sur l'enseignement et l'apprentissage des premiers nombres. Le cadre théorique se divise donc en deux grandes parties : la première porte sur la TSD et la seconde, sur les premiers apprentissages numériques.

2.1 La théorie des situations didactiques

Les études en psychologie montrent que l'apprentissage ne se réduit pas à une communication d'informations. Selon les études piagésiennes, le sujet peut apprendre de façon autonome en interagissant avec son milieu, son environnement. Le milieu produit des déséquilibres et amène le sujet à modifier ses schèmes, par les processus

d'assimilation et d'accommodation. L'apprentissage se fait alors de façon autonome grâce au va-et-vient entre les actions du sujet et la rétroaction non intentionnelle du milieu. Enfin, les théories constructivistes de l'apprentissage ont conduit à l'émergence de théories constructivistes de l'enseignement. La théorie des situations didactiques (TSD), apparue dans les années 1970, s'inscrit essentiellement dans une perspective constructiviste. Cependant, elle ne renie pas l'importance de la transmission des savoirs. Elle considère ainsi important que les savoirs socialement reconnus soient transmis aux élèves. Cette théorie spécifie les conditions sous lesquelles les élèves engendrent, communiquent et réalisent leurs apprentissages mathématiques (Brousseau, 2011). Dans cette section, nous aborderons deux concepts centraux de la TSD : le milieu et le contrat didactique.

2.1.1 Le milieu

Dans une perspective constructiviste, le mandat de l'enseignant.e n'est pas de communiquer les savoirs mathématiques aux élèves, mais plutôt de mettre en place un milieu qui permet aux élèves de construire eux-mêmes les connaissances visées par l'enseignement. Si le milieu n'est pas organisé intentionnellement pour enseigner les mathématiques, l'élève ne pourra pas acquérir les connaissances que la société veut qu'il développe. Ainsi, l'enseignant.e doit choisir judicieusement le milieu qu'il met en place pour que celui-ci favorise la construction des connaissances mathématiques visées. Brousseau (1998) s'est intéressé aux caractéristiques que doit posséder le milieu pour que l'élève puisse, de façon autonome, développer les connaissances mathématiques visées, sans que l'enseignant.e lui présente directement ces savoirs. L'apprentissage se fait alors par adaptation.

Brousseau introduit le concept de situation adidactique. Une situation est un ensemble d'événements dans lesquels l'élève se trouve qui inclut les relations unissant l'élève et le milieu (Salin, 2002). Une situation adidactique est une forme de situation didactique, car elle est organisée par l'enseignant.e avec une intention didactique, mais celle-ci est implicite au regard de l'élève. Certaines règles sont présentées aux élèves pour leur indiquer le but poursuivi, mais l'enseignant.e ne donne pas d'indication sur la stratégie à utiliser. Pour réussir la tâche, les élèves doivent donc mettre en place une stratégie de leur propre mouvement.

Selon Salin (2002), le milieu dans une situation adidactique doit être facteur de contradictions, de difficultés, de déséquilibres et donc d'adaptation pour l'élève. Pour que les interactions entre l'élève et le milieu conduisent à la construction de connaissances, l'élève doit pouvoir agir sur le milieu, mettre en place une stratégie et recevoir une rétroaction du milieu l'informant de la réussite ou de l'échec de son action. Le milieu doit donc être source de déséquilibres pour que l'élève tente de contrôler le milieu à partir de ses connaissances, mais qu'il rencontre la limite de celles-ci et soit amené à modifier ses stratégies et donc à développer de nouvelles connaissances. L'apprentissage se fait alors par adaptation au milieu. Une autre caractéristique du milieu, toujours selon Salin (2002), est que celui-ci doit permettre le fonctionnement autonome de l'élève. Pour que l'élève puisse réinvestir, à l'extérieur de la classe, les connaissances investies dans la classe, les stratégies de l'élève doivent être le résultat d'une production libre, donc non imposées ni même suggérées par l'enseignant.e. L'élève est ainsi responsable de ses apprentissages.

Pour favoriser l'apprentissage par adaptation au milieu, l'enseignant.e joue sur les valeurs des variables didactiques. Les variables didactiques sont des éléments de la situation qui ont été choisis par l'enseignant. Le jeu sur les valeurs des variables vise à modifier les stratégies de solution des élèves, rendant ainsi certaines stratégies plus

coûteuses par exemple sur le plan du temps ou tout simplement les rendant impossibles à mettre en œuvre. L'enseignant.e peut, par exemple, rendre indisponible le recours au matériel ou encore augmenter la valeur des nombres. Le choix des valeurs des variables permet généralement aux élèves, au début d'une situation, de résoudre le problème à partir de leurs connaissances, leur permettant ainsi de s'approprier la situation. La modification des valeurs des variables rend cependant peu à peu inefficaces les stratégies *a priori* accessibles aux élèves. Cela amène les élèves à rencontrer les limites de leurs stratégies. Ils sont alors contraints à se questionner et à mettre en place de nouvelles stratégies, ce qui favorise le développement des connaissances. Le jeu sur les valeurs des variables apporte des comportements différents, des adaptations, des régulations et donc, des apprentissages (Brousseau, 1982). Enfin, la modification des variables est pensée de manière qu'au terme de la situation, la stratégie optimale pour résoudre le problème soit celle qui fait appel à la connaissance visée par l'enseignement, rendant ainsi le savoir mathématique utile.

Le jeu sur les valeurs des variables didactiques du milieu permet par ailleurs de faire fonctionner le savoir sous différentes formes. On distingue trois types de situations didactiques : les situations d'action, de formulation et de validation. Selon Bouazzaoui (1982), dans la situation d'action, l'enfant doit pouvoir trouver par lui-même les solutions en les expérimentant, sans que l'enseignant.e puisse l'influencer. La rétroaction fournie par le milieu doit permettre à l'élève d'évaluer les résultats de ses actions et de les modifier, si nécessaire. La situation de formulation nécessite non seulement d'agir, mais aussi de formuler les actions, ce qui exige plus de contrôle sur les connaissances. Des situations de communication, où des élèves émetteurs doivent échanger des informations avec des élèves récepteurs qui ne possèdent pas les mêmes informations qu'eux, sont souvent présentées pour favoriser la dialectique de la formulation. Quant à la situation de validation, il s'agit non seulement de formuler son action, mais aussi d'expliquer pourquoi la stratégie choisie permet d'arriver résultat

attendu. L'élève doit ainsi prouver pourquoi le modèle qu'il vient de créer est valable. Il doit convaincre d'autres élèves que ses actions ou son message mathématique est exact et pertinent.

Comme le soulève Salin (2002), « l'apprentissage doit conduire à la maîtrise de savoirs mathématiques identifiés comme tels, et pas seulement de connaissances » (p. 5). Les connaissances ont un caractère individuel et sont attachées au contexte alors que les savoirs ont un caractère social, universel, et ils existent en dehors de tout contexte. Les interactions de l'élève avec le milieu conduisent au développement de connaissances. Celles-ci permettent d'exercer un contrôle sur le milieu, mais ces connaissances ont un caractère local, individuel. L'enseignement a comme objectif non seulement la construction de connaissances, mais aussi la transmission de savoirs développés dans l'histoire des mathématiques. Le savoir a ainsi un caractère collectif, il est le produit culturel d'une institution. Les connaissances développées au cours de l'interaction avec le milieu doivent donc, au fil de l'enseignement, se transformer en savoir culturel.

Brousseau (1988) attribue ainsi deux rôles à l'enseignant.e. D'une part, il doit dévoluer la situation adidactique, c'est-à-dire qu'il doit faire accepter à l'élève la responsabilité de trouver des solutions aux problèmes qui lui sont présentés. D'autre part, il a comme rôle d'institutionnaliser le savoir afin de donner aux connaissances produites en situation le statut de savoir. L'enseignant.e doit donc prendre acte de ce que les élèves ont fait et donner un statut aux événements de la classe. Autrement dit, il doit dégager, dans ce que les élèves ont fait en situation, ce qui relève du savoir mathématique. L'institutionnalisation vise ainsi la dépersonnalisation et la décontextualisation des connaissances, et vise également à ce que les élèves puissent utiliser, à nouveau, les connaissances acquises pour résoudre d'autres problèmes.

2.1.2 Le contrat didactique

Le concept de *contrat didactique* est fondamental dans la théorie des situations didactiques. Il désigne « l'ensemble des comportements (spécifiques) du maître qui sont attendus de l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus du maître. » (Brousseau et Warfield, 2001, p. 33). Ainsi, lorsque les élèves résolvent un problème, ils ne répondent pas uniquement aux exigences de ce problème, mais cherchent à la fois à répondre à ce qu'ils croient être les exigences du maître.

Le *contrat didactique* a été introduit par Brousseau, dans les années 1980, à la suite d'une séquence d'enseignement auprès de Gaël, un élève de 8 ½ ans en échec électif en mathématiques, c'est-à-dire qu'il éprouve des difficultés uniquement en mathématiques (Brousseau, 1986). Lors de la première séance, plutôt que de s'engager dans la recherche d'une solution au problème proposé, Gaël justifie ses choix en mentionnant qu'il a fait « comme sa maîtresse lui a montré ». Quand ses affirmations sont mises en doute, il ne veut pas créer de conflit; il est dans une position de soumission, de dépendance. Tout se passe comme si, pour Gaël, la connaissance est celle d'un autre et que son rôle, en tant qu'élève, consiste à mettre celle-ci en application telle qu'elle lui a été transmise. En effet, Gaël ne semble pas chercher à s'approprier les connaissances enseignées, à leur donner un sens. Comment expliquer l'attitude de Gaël ? Comment intervenir auprès d'un tel élève ? Plutôt que de chercher ce qui fait défaut chez cet élève, Brousseau choisit d'adopter une approche didactique, c'est-à-dire qu'il s'interroge sur les caractéristiques que doivent posséder les situations d'enseignement-apprentissage pour provoquer un changement d'attitude chez Gaël. Il choisit ainsi de proposer des situations qui exigent des prises de décision et qui renvoient une rétroaction à l'élève. Ce changement au niveau des situations provoque progressivement un changement d'attitude chez Gaël, qui prend de plus en plus plaisir

à chercher la vérité et à construire ses connaissances plutôt qu'à chercher à faire ce qu'on attend de lui.

Comme le soulève Sarrazy (1995), le contrat didactique est utile, au début des années 1970, pour mettre en évidence la spécificité et la pertinence de la didactique des mathématiques au regard d'autres disciplines. Ce concept permet effectivement à la didactique de se différencier des sciences cognitives, qui étudient le système de traitement de l'information et expliquent par conséquent les échecs scolaires en portant un regard sur le sujet-apprenant. Il permet également de se distinguer des modèles explicatifs dominants à cette époque, apportés par la sociologie de l'éducation (en particulier, la théorie de la reproduction de Bourdieu), qui s'intéressent à l'échec global. En effet, la didactique, contrairement aux sciences cognitives, tient compte du contexte d'enseignement, et contrairement à la (macro)sociologie, s'intéresse aux interactions au sein de la classe, et ce, en tenant compte des caractéristiques du savoir mathématique en jeu et des situations d'enseignement proposées.

Au moment de son apparition,

le contrat didactique apparaît comme le produit d'un mode spécifique de communication didactique (lié à l'épistémologie du professeur) instaurant un rapport singulier de l'élève au savoir mathématique et à la situation didactique. (Sarrazy, 1995, p. 93)

Des chercheurs identifient alors différents types de contrat et tentent d'identifier ceux qui seraient les plus efficaces pour favoriser l'apprentissage des élèves. Dans cette perspective, il serait possible de modifier le type de contrat didactique pour diminuer les échecs en mathématiques. Selon Sarrazy (1995), cette conception s'explique par le fait que la didactique, cherchant à s'imposer comme un champ scientifique, devait à

cette époque produire des moyens permettant de surmonter les difficultés d'enseignement-apprentissage en mathématiques.

Aujourd'hui, le concept de contrat didactique est rarement utilisé dans le but d'identifier les bons et/ou les mauvais contrats. Il est plutôt utilisé comme outil théorique pour analyser les interactions entre les élèves et l'enseignant.e à propos du savoir en jeu. D'ailleurs, comme le soulève Sarrazy (1995), l'apprentissage n'est pas le résultat de la satisfaction des exigences du contrat didactique, mais bien au contraire, d'une rupture de celles-ci. En effet, l'enseignant.e a la responsabilité d'enseigner à l'élève. Cependant, s'il enseigne à l'élève la stratégie qu'il souhaite voir apparaître, l'élève s'exécutera pour obéir aux exigences de l'enseignant.e et non pas parce qu'il reconnaît la pertinence de cette stratégie pour résoudre le problème proposé. Il s'agit du paradoxe de la dévolution : « Plus le professeur (...) dévoile ce qu'il désire, plus il dit précisément à l'élève ce que celui-ci doit faire, plus il risque de perdre ses chances d'obtenir et de constater objectivement l'apprentissage qu'il doit viser en réalité. » (Brousseau, 1986a, 315, in Sarrazy, 1995).

2.1.3 Théorie des situations didactiques et adaptation scolaire

Des études ont mis à l'épreuve des situations basées sur la Théorie des situations didactiques (TSD) en adaptation scolaire et, à la suite des difficultés rencontrées, formulent quelques propositions pour les surmonter. Nous présentons, dans cette section, quelques propositions relevées dans les écrits scientifiques pour penser l'enseignement-apprentissage des mathématiques dans le champ de l'adaptation scolaire.

- Présenter des situations qui offrent une rétroaction rapide

Pour favoriser l'activité mathématique des élèves, s'appuyant sur la TSD, Giroux (2013) propose de mettre en place un milieu qui offre une rétroaction rapide aux élèves sur la justesse des connaissances qu'ils ont mises en œuvre. La rapidité des rétroactions vise à aider les élèves à se souvenir de ce qui a motivé leur choix. Ils peuvent ainsi plus facilement interpréter la rétroaction du milieu et modifier leur stratégie au besoin. La recherche de Houle (2016) montre que les rétroactions rapides modifient le lien de dépendance des élèves envers l'enseignant.e. Au lieu d'attendre le soutien de l'enseignant.e, les élèves font des prévisions et attendent avec intérêt la rétroaction du milieu. Les rétroactions rapides favorisent ainsi l'engagement mathématique des élèves.

- Favoriser des anticipations réalisées de façon individuelle et collective

Dans la TSD, les situations adidactiques amènent les élèves à anticiper la réponse du milieu. Cette anticipation peut être réalisée seule ou collectivement. Houle (2016) montre l'intérêt et les limites de chacun des types d'anticipation. Lorsqu'un travail en équipe exige la production d'une seule réponse, les élèves doivent non seulement agir sur le milieu, mais aussi formuler leur stratégie et parfois aussi la justifier pour convaincre les autres élèves. Les anticipations effectuées collectivement favorisent ainsi les dialectiques de formulation et de validation. Cependant, il arrive, lors d'anticipations réalisées collectivement, que certains élèves se prononcent peu. Le travail individuel a quant à lui l'avantage d'obliger chaque élève à faire des choix. Il permet ainsi aux élèves de recevoir une rétroaction sur la stratégie qu'ils ont mise en œuvre. Il peut donc être intéressant de varier les moments de travail individuel et collectif.

- Soutenir les élèves

Selon la TSD, dans une situation adidactique, les élèves doivent agir sur le milieu à partir de leurs propres moyens, et ce, dans le but de favoriser l'apprentissage par adaptation. Le rôle de l'enseignant.e consiste alors à dévoluer la situation à l'élève et c'est à l'élève que revient l'entière responsabilité de trouver une solution au problème. Comme le soulève Giroux (2013), il arrive cependant, particulièrement lorsqu'on travaille auprès d'élèves en difficulté, qu'un élève ne puisse mettre en œuvre une stratégie de façon autonome. Dans ce cas, Giroux suggère de soutenir l'élève dans la mise en œuvre d'une stratégie finalisée. Il semble effectivement plus important d'amener l'élève à mettre en œuvre une stratégie que de favoriser l'autonomie complète de l'élève. Dans cette perspective, l'enseignant.e peut aider l'élève pour qu'il puisse mettre en œuvre une stratégie ou encore l'aider à finaliser une stratégie qu'il a du mal à contrôler, afin que celui-ci puisse recevoir une rétroaction du milieu. Le soutien de l'enseignant.e peut en effet s'avérer nécessaire, particulièrement en contexte d'adaptation scolaire, pour que l'élève puisse entrer en interaction avec le milieu.

Selon l'étude de Houle (2016), il serait pertinent non seulement de soutenir les élèves dans la mise en œuvre d'une stratégie, mais également, si nécessaire, dans la formulation et la validation de stratégies. Il arrive, en effet, que les élèves utilisent une stratégie efficacement, mais qu'ils soient incapables de la formuler ou encore qu'ils la formulent de façon inadéquate. Houle propose alors de reformuler correctement la stratégie dans le but de « rendre explicite le modèle implicite mis en œuvre par l'élève » (Houle, 2016, p. 266). Cette manière de procéder est particulièrement utile lorsque le milieu n'offre pas aux élèves une rétroaction leur permettant de valider ou d'invalidier leur formulation. Dans un tel cas, la reformulation réalisée par l'enseignant.e permet, d'une part, d'amener l'élève qui a utilisé la stratégie à avoir plus de contrôle sur celle-ci et, d'autre part, de favoriser la compréhension des autres élèves.

Le soutien peut aussi être fait, toujours selon Houle (2016), lors de la validation des stratégies. Lorsqu'un élève utilise une stratégie adéquate mais qu'il n'arrive pas à convaincre les autres élèves, l'enseignant.e peut participer aux échanges, notamment en posant des questions, pour favoriser la réflexion et ainsi soutenir l'élève dans la validation de sa stratégie. Ce type d'intervention, toujours selon Houle (2016), favoriserait l'avancée du temps didactique.

- Présenter des situations mathématiques variées

Les connaissances des élèves, et particulièrement celles des élèves en difficulté, ont souvent un caractère local. Giroux et Ste-Marie (2004), Giroux (2013) et Houle (2016) proposent de présenter des situations mathématiques variées autour d'un même contenu mathématique afin de favoriser la décontextualisation des connaissances. Les connaissances des élèves étant souvent associées au contexte qui a été utilisé pour introduire une notion, il apparaît important de varier les accès possibles pour amener les élèves à se détacher des contextes et à identifier ce qui appartient au savoir mathématique. Giroux et Ste-Marie (2004) proposent, dans cette perspective, de favoriser un maillage de situations. L'expression maillage est utilisée en opposition à la notion de préalable. Autrement dit, il ne s'agit pas de proposer des situations de plus en plus complexes, mais plutôt de présenter différentes entrées sur un même objet mathématique.

- Mettre au centre l'enjeu mathématique de la situation

Toujours dans le but de favoriser la décontextualisation des connaissances, Giroux (2013) propose de présenter des situations simples de manière à ce que l'enjeu

mathématique ne soit pas écrasé par la lourdeur de la consigne, du matériel ou du contexte. Un milieu trop chargé pourrait effectivement nuire à l'abstraction des savoirs. Dans cette même perspective, Houle (2016) souligne l'importance de mettre en évidence l'enjeu mathématique que sous-tendent les stratégies utilisées par les élèves lors du pilotage des situations, et ce, tout au long de la situation. Le langage utilisé par l'enseignant.e, tant à l'oral qu'à l'écrit, doit être centré sur le savoir mathématique en jeu et non centré sur le contexte. Le contexte permet de soutenir les relations numériques. Cependant, il ne doit pas être une source de distraction pour les élèves.

2.2 Les premiers apprentissages numériques

Pour construire/choisir des situations qui favorisent l'apprentissage des mathématiques, il est important de cibler le contenu sur lequel porteront les interventions afin de proposer aux élèves des situations adidactiques qui sont adéquates avec le savoir visé. Dans le cadre de ce projet, nous avons choisi comme contenu disciplinaire les premiers apprentissages numériques. Dans cette section, nous présentons d'abord le développement des connaissances numériques selon le modèle de Fuson (1991). Ensuite sont abordées diverses pratiques favorisant les premiers apprentissages numériques ainsi que les erreurs qui leur sont associées.

2.2.1 Le développement des connaissances numériques selon le modèle de Fuson

Le modèle de Fuson (1991) porte sur le développement des connaissances sur la suite numérique, sur les opérations additives (additions et soustractions) et sur la manière dont celles-ci se coordonnent. Selon Fuson, la construction de la suite numérique débiterait vers l'âge de deux ans et elle serait complétée vers huit ans. Comme le

montre la figure suivante, Fuson dégage cinq grandes étapes dans le développement de la suite numérique.

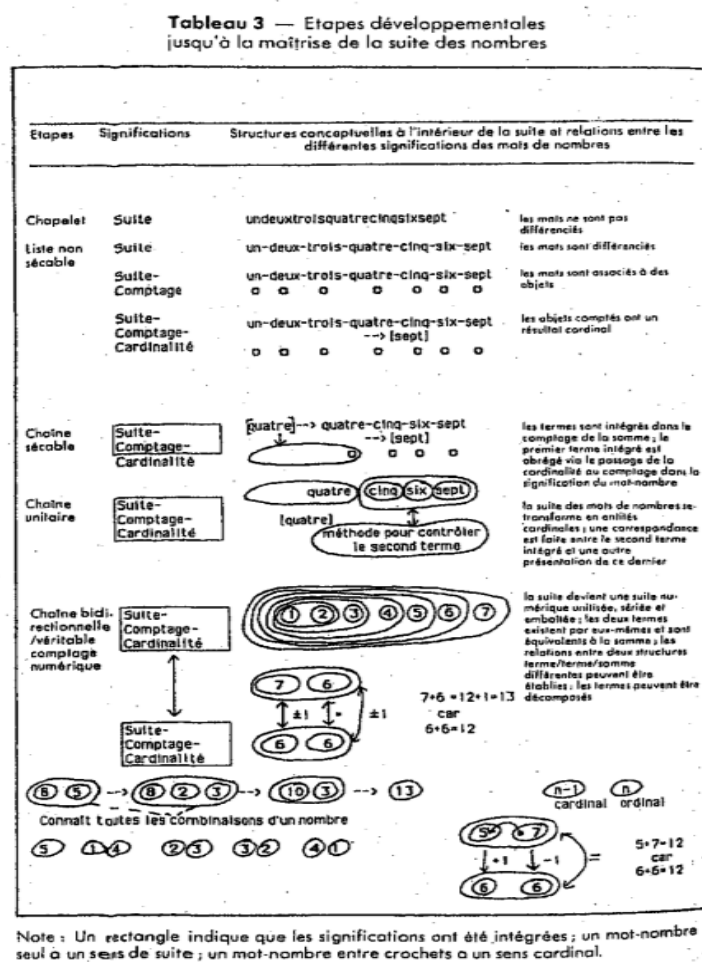


Figure 2.1 : Modèle de Fuson (tiré de Fuson, 1991, p. 174)

La première étape, *le chapelet*, consiste à réciter la suite comme une enfilade de sons, c'est-à-dire sans réaliser que cette suite est composée de différents mots-nombres. La suite n'a donc pas encore véritablement de signification. Ainsi, à cette étape, les enfants peuvent uniquement réciter la suite en ordre croissant à partir de 1, et ils ne peuvent pas opérer sur les nombres.

La deuxième étape, soit *la liste non sécable*, se caractérise par la différenciation des mots-nombres dans la suite. Cette étape comporte trois phases. À la première phase, que Fuson nomme *la suite*, les mots-nombres sont différenciés et l'enfant comprend que la suite va du plus petit au plus grand. Il y a ainsi construction des premières relations ordinales entre les nombres. Les enfants comprennent alors que plus un nombre est loin dans la suite, plus il est grand, et ils sont en mesure de nommer le prédécesseur et le successeur d'un nombre. Lors de la deuxième phase, *la suite-comptage*, la suite devient opératoire, c'est-à-dire qu'elle peut être utilisée pour des tâches de dénombrement où l'enfant associe un nombre à chaque objet. À la troisième phase, *la suite-comptage-cardinalité*, l'enfant comprend que le dernier nombre nommé au moment de dénombrer une collection d'objets correspond à la cardinalité (la quantité) de cette collection. Le développement de ces connaissances permet de mettre en place des procédures de dénombrement pour faire des additions et des soustractions simples.

La troisième étape, qui consiste en *la chaîne sécable*, permet aux enfants de réciter la suite à partir d'un autre nombre que 1 et ils commencent à établir des relations entre le rappel du successeur et +1 et entre le rappel du prédécesseur et -1. Cela permet la mise en place de procédures de comptage pour additionner et soustraire des nombres, c'est-à-dire que l'enfant peut partir d'un nombre et se déplacer dans la suite pour ajouter ou retrancher un nombre du premier. Cependant, à cette étape, l'enfant n'utilise pas encore de compteur pour contrôler l'ajout ou le retrait. Enfin, comme le soulève Fuson (1991), à cette étape du développement, la signification de la suite et celle du comptage commencent à fusionner.

La quatrième étape est celle de *la chaîne unitaire (ou dénombrable)*. Fuson (1991) décrit cette étape ainsi :

Au niveau suivant qui est celui de la « chaîne dénombrable » (Numerable Chain), les significations de la suite du comptage et de la cardinalité fusionnent. Et les mots de la séquence deviennent eux-mêmes les objets qui représentent les termes, et la somme dans les situations d'additions et de soustractions (p.175).

L'enfant peut alors utiliser un compteur, par exemple ses doigts, pour contrôler l'ajout ou le retrait du deuxième nombre de l'opération, ce qui nécessite de coordonner deux réseaux : le rappel de la suite et le déplacement à effectuer dans la suite. Par exemple, pour faire $7 + 5$, l'enfant peut compter en ordre croissant à partir de 7 en contrôlant à la fois l'ajout de 5 à l'aide de ses doigts : 7 (1), 8 (2), 9 (3), 10 (4), 11 (5).

Finalement, la cinquième étape consiste en la *chaîne bidirectionnelle*. Les enfants peuvent alors traiter la suite numérique, de manière fluide, dans les deux sens, soit en ordre croissant et décroissant, et ce, à partir de n'importe quel nombre. La séquence des mots-nombres devient, à cette étape, « une suite *unitisée*, *sériée*, *emboîtée*, *bidirectionnelle* et *cardinalisée* » (Fuson, 1991, p. 176). Cela permet le recours à des stratégies de composition, c'est-à-dire que les enfants peuvent diviser (décomposer) les quantités ajoutées ou retranchées à un nombre pour faciliter les additions et les soustractions. Par exemple, pour faire $7 + 5$, le nombre 5 peut être divisé en $3 + 2$, permettant ainsi de faire d'abord $7 + 3$ et d'ajouter ensuite 2 à cette somme : $7 + 5 = 7 + 3 + 2 = 10 + 2 = 12$.

2.2.2 Pratiques variées pour favoriser les premiers apprentissages numériques et erreurs associées

Nous appuyant sur les travaux de Ste-Marie (2013), de Baroody (1991) et de Giroux et Lemoyne (1993), nous distinguons six pratiques pour travailler les premiers apprentissages numériques. Ste-Marie en distingue quatre alors que Baroody en

distingue trois. Giroux et Lemoyne (1993) précisent quant à elles l'importance de la coordination entre les codes oraux et écrits dans l'apprentissage des nombres. Étant donné que certaines pratiques définies par Ste-Marie (2013) et Baroody (1991) se recoupent, nous mettons en évidence, dans le tableau ci-dessous, les relations entre les pratiques identifiées par chacun des chercheurs.

Tableau 2.1 : Les pratiques numériques

	Ste-Marie (2013)	Baroody (1991)	Giroux et Lemoyne (1993)
1)		Comptage oral	
2)			Coordination des codes oraux et écrits des nombres
3)	Dénombrer et former une collection	Compter les objets	
4)	Comparaison de collections	Relations numériques	
5)	Former une collection équipotente		
6)	Résoudre des problèmes additifs		

Cette section présente six pratiques associées aux premiers apprentissages numériques ainsi que les principales difficultés rencontrées pour chacune d'elles.

- Première pratique

La première pratique, décrite par Baroody (1991), correspond au comptage oral. Comme expliqué dans le modèle de Fuson, les enfants apprennent d'abord la suite numérique en ordre croissant comme une série de sons indissociés et ils apprennent ensuite à différencier les mots-nombres. Puis, la suite devient sécable, c'est-à-dire qu'ils peuvent commencer à compter à partir d'un autre nombre que 1. Ce n'est que plus tard qu'ils peuvent réciter la suite numérique non seulement en ordre croissant, mais aussi en ordre décroissant.

Les difficultés concernant le comptage oral varient selon les langues. Comme le mentionnent Giroux et Lemoyne (1993), en français, les codes oraux des nombres sont composés de neuf noms d'unités, de six noms particuliers dans la seconde décade (de 11 à 16), de décades simples (20, 30, 40, 50, 60) et de décades complexes (70, 80, 90). Les enfants mémorisent d'abord les dix premiers nombres automatiquement, et ils apprennent ensuite la suite jusqu'à 100 (Baroody, 1991).

Il est possible de jouer sur différentes variantes pour faire compter les élèves. Par exemple, l'enseignant.e peut demander de compter à partir de 1 ou à partir d'un autre nombre que 1. Dans ce dernier cas, le choix du nombre a un impact important sur le niveau de difficulté de la tâche (compter à partir de 6, de 13, de 32, de 39, de 78 ne représente pas le même niveau de difficulté). Une autre variante consiste à faire compter en ordre croissant ou en ordre décroissant. Le choix des nombres est important. Par exemple, comme le relèvent Giroux et Lemoyne (1993), compter à rebours de 20 et 11 s'avère plus difficile que de compter à rebours à partir de 10 en raison des particuliers de la seconde décade.

Une autre tâche associée au comptage oral consiste à demander aux élèves de nommer le successeur ou le prédécesseur d'un nombre. Selon Baroody (1991), la difficulté à nommer directement le successeur d'un nombre conduit les élèves à compter à partir de « un » pour répondre. Plus l'élève a de contrôle sur la suite, plus il devient facile de nommer directement le successeur à partir d'un point arbitraire de la suite. Toujours selon Baroody (1991), la tâche consistant à nommer le prédécesseur est particulièrement complexe. Si l'enfant ne peut compter en ordre décroissant, il doit alors compter en ordre croissant à partir de 1 ou d'un autre nombre et retenir le prédécesseur du nombre demandé.

- Deuxième pratique

Si le comptage oral permet une première entrée sur les nombres, l'apprentissage des mathématiques nécessite également d'acquérir des connaissances sur les codes écrits des nombres. Comme le soulèvent Giroux et Lemoyne (1993), l'enfant construit d'abord des connaissances factuelles (savoir que) sur la séquence de nombres de 1 à 19, et développe ensuite des connaissances procédurales (savoir comment). L'enfant dégage alors certaines régularités phonétiques dans la suite orale, lui permettant de faire le rappel d'une séquence de nombres à l'intérieur d'une même décade, de 30 à 39 par exemple.

Les codes écrits et oraux des nombres, toujours selon Giroux et Lemoyne (1993), sont considérés comme outils pouvant aider à la structuration de la suite numérique et de ses éléments. La construction des premières régularités des codes oraux assure une représentation structurée des nombres sur laquelle vient se structurer la signification des codes écrits. Toutefois, les irrégularités de certaines séquences de mots de nombres (les nombres entre 10 et 20 et ceux entre 69 et 100) brisent cet équilibre et obligent

l'enfant à une coordination des connaissances sur les codes écrits et oraux. Les codes écrits sont en quelque sorte moins complexes que les codes oraux dans la mesure où ils ne comportent pas d'irrégularités. Ainsi, les connaissances sur les codes écrits peuvent être utiles pour soutenir le comptage à l'oral. Par exemple, selon Giroux et Lemoyne (1993), nommer le prédécesseur d'un nombre sans passer par le comptage en ordre croissant nécessite de coordonner les codes oraux et écrits des nombres. Pour nommer le prédécesseur de « trente », il convient de transformer « trente » en « 30 », ce qui permet de s'appuyer sur les règles de l'écrit pour trouver « 29 », puis de dire à l'oral « vingt-neuf ». La coordination des codes oraux et écrits des nombres représente un certain niveau de complexité.

Enfin, au moment des premiers apprentissages numériques, il semble important d'amener les élèves à établir des liens entre les codes oraux et écrits des nombres. Le fait de s'appuyer sur la suite écrite des nombres, au moment d'activité de comptage oral, pourrait aider les élèves à dégager les régularités dans la suite numérique et participer au développement des connaissances en ce qui a trait au transcodage des codes oraux aux codes écrits des nombres et vice versa.

- Troisième pratique

La troisième pratique consiste à compter des objets, soit pour identifier le nombre d'objets dans une collection, soit pour former une collection de x objets (Baroody, 1991; Ste-Marie, 2013). Il ne s'agit donc pas simplement de réciter la suite numérique à l'oral, mais bien de réciter la suite en coordonnant celle-ci avec l'énumération d'une collection d'objets. Gelman et Gallistel (1978) présentent cinq principes qui sont à la base du dénombrement. Le premier principe est celui de correspondance terme à terme, aussi appelé le principe de bijection. Il consiste à associer un seul mot-nombre

à chaque objet, ce qui implique que l'élève doit bien organiser sa collection et avoir une bonne coordination entre la désignation des éléments et la récitation de la comptine. Le deuxième principe est celui de l'ordre stable, c'est-à-dire que les mots-nombres sont toujours les mêmes et toujours répétés dans le même ordre. Le troisième principe, la cardinalité, consiste à reconnaître que le dernier nombre nommé dans la suite représente la quantité de l'ensemble. Le quatrième principe est celui d'abstraction. Il permet de dénombrer des objets de différentes natures. Le dernier des cinq principes est celui de la non-pertinence de l'ordre. Peu importe par quel élément on commence à compter, la collection aura toujours le même nombre d'items, car l'ordre dans lequel on compte les éléments ne modifie pas le résultat.

Pour bien dénombrer une collection, c'est-à-dire donner une étiquette numérique à une collection donnée (Baroody, 1991), l'enfant doit être capable de réciter la comptine sans erreurs et avec facilité. Il doit également garder une trace mentale de son parcours et distinguer les objets dénombrés de ceux non dénombrés. Gelman et Gallistel (1978) dénotent trois types d'erreurs : commettre une erreur dans la récitation de la suite, commettre une erreur dans la coordination de la récitation et de la désignation des objets et commettre une erreur de marquage (oublier de compter des objets ou, au contraire, en compter un plus d'une fois).

Une autre tâche consiste non pas à identifier le nombre d'objets dans une collection, mais plutôt à former une collection de x objets. Baroody (1991) affirme que la formation d'une collection est plus complexe que le dénombrement d'une collection, car l'enfant doit se rappeler combien d'objets il doit compter et savoir arrêter quand le nombre d'objets a été atteint. Une erreur fréquente est donc de continuer à compter une fois que la quantité demandée a été atteinte (Resnick et Ford, 1981, in Baroody, 1991).

Enfin, pour dénombrer tout comme pour former une collection, plus le nombre est élevé, plus le risque d'erreur est important.

- Quatrième pratique

Ste-Marie (2013) nomme cette quatrième pratique « la comparaison de collections » tandis que Baroody (1991) l'intitule « les relations numériques ». Ste-Marie (2013) donne trois grandes stratégies pour permettre la comparaison de collections. La première est le jugement perceptif. Cette stratégie consiste à considérer que la taille de la collection repose sur la place qu'elle occupe dans l'espace. Ainsi, plus elle occupe d'espace, plus elle a de chance d'être considérée par l'enfant comme étant la plus grande. Dans la même perspective, Baroody (1991) mentionne que si deux rangées ont la même longueur, même si elles n'ont pas la même quantité d'objets, l'enfant aura tout de même tendance à dire qu'elles sont égales en quantité d'objets. La deuxième stratégie de Ste-Marie (2013) et Baroody (1991) est la correspondance terme à terme, qui consiste à établir une correspondance entre les éléments de la première et de la deuxième collection. La troisième stratégie que relève Ste-Marie (2013) est la comparaison numérique. Celle-ci s'appuie sur l'articulation des caractères cardinaux et ordinaux du nombre. Elle consiste à identifier le nombre d'éléments des deux collections par dénombrement (aspect cardinal) et ensuite à comparer les nombres obtenus (aspect ordinal). L'enfant doit savoir que plus un nombre est loin dans la suite, plus il est grand. Par exemple, il doit savoir que 12 vient après 10 dans la suite numérique pour pouvoir comprendre que la collection de 12 est plus grande que celle composée de 10 éléments.

- Cinquième pratique

La cinquième pratique numérique consiste à former une collection équipotente (Ste-Marie, 2013). Il s'agit ici de présenter une collection d'objets à l'élève et de lui demander de former une collection ayant le même nombre d'objets que celle qui lui est présentée. Pour former une telle collection, la stratégie de correspondance terme à terme peut être utilisée. Une autre stratégie s'appuie sur le contrôle numérique. Il s'agit de dénombrer une collection et de constituer, par dénombrement, une collection ayant la même cardinalité. Pour que deux collections soient équivalentes, chacune des collections doit posséder autant d'items, qu'ils soient de même nature ou de nature différente. L'enfant doit savoir que la nature des objets n'affecte en rien la quantité de chaque collection.

- Sixième pratique

La dernière pratique est la résolution de problèmes additifs (problèmes pouvant se résoudre par une addition ou une soustraction). Vergnaud (1994) propose six catégories de problèmes additifs, lesquelles varient selon les relations entre les données du problème. La catégorie du problème influence les stratégies utilisées par les élèves pour le résoudre. Nous intéressant aux premiers apprentissages numériques, nous présentons ici les trois catégories qui sont, selon Ste-Marie (2013), les plus élémentaires. La première est la composition de mesures, c'est-à-dire celle où deux mesures se composent pour en former une nouvelle. Par exemple : Dans un panier, il y a 3 pommes et 4 oranges, il y a en tout 7 fruits. L'énoncé peut être présenté de manière que soit recherchée la mesure composée (7 fruits) ou l'une des mesures (3 pommes ou 4 oranges). La deuxième catégorie est la transformation d'états. Il y a alors un état initial qui subit une transformation (positive ou négative), pour obtenir un état final. Par

exemple : J'ai 9 billes, j'en gagne (ou perds) 3, j'ai maintenant 12 (ou 6) billes. Le problème peut être formulé dans le but que l'état initial (9 billes), la transformation (3 billes) ou l'état final (12 ou 6 billes) soit recherché. La troisième catégorie concerne les problèmes de comparaison entre deux mesures. La relation entre les deux mesures s'exprime en utilisant les expressions « de plus » ou « de moins ». On peut soit rechercher l'une des mesures, soit rechercher la relation entre les deux mesures. Par exemple : Léa a 8 ans, son frère a 2 ans de plus (ou de moins) qu'elle, son frère a 10 (ou 6) ans. Il est possible de rechercher l'une des mesures (l'âge de Léa ou de son frère) ou encore, la relation entre les deux mesures (2 ans de plus ou de moins).

2.2.3 Objectifs spécifiques de recherche

En somme, pour favoriser l'apprentissage des élèves (qu'ils aient ou non une incapacité intellectuelle), il est essentiel de proposer des situations qui rendent le nombre utile pour résoudre des problèmes. Les situations adidactiques sont construites dans le but d'amener les élèves à avoir besoin du nombre et ainsi les amener à donner du sens à leurs apprentissages (Brousseau, 1998). Des études menées dans le champ de l'adaptation scolaire montrent la pertinence de ces situations pour susciter une activité mathématique riche chez les élèves, mais aucune recherche, à notre connaissance, n'a mis à l'épreuve des situations adidactiques auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle. Il semble donc pertinent d'étudier l'effet de ces situations sur l'apprentissage de ce public d'élèves. Cela nous conduit à la formulation d'un premier objectif spécifique : ***mettre à l'épreuve des situations adidactiques auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle scolarisés en classe spéciale.***

De plus, il est fondamental de présenter des situations qui font appel à des pratiques numériques variées, qui correspondent en quelque sorte à différentes utilités du nombre. Le nombre est effectivement un outil notamment pour comparer des

collections et pour former une collection équipotente. De plus, pour pouvoir utiliser le nombre en résolution de problèmes, il est important de posséder certaines connaissances sur la suite numérique orale et écrite. En complémentarité aux situations adidactiques, la présentation d'activités de comptage apparaît pertinente pour favoriser l'apprentissage de la suite numérique et la coordination des codes oraux et écrits des nombres. Le deuxième objectif spécifique de notre recherche consiste donc à ***étudier l'effet d'un maillage de situations adidactiques et d'activités de comptage faisant appel à différentes pratiques numériques sur l'apprentissage d'élèves ayant une incapacité intellectuelle scolarisés en classe spéciale.***

Par ailleurs, pour amener les élèves à mettre en œuvre des stratégies de leur propre chef, mais aussi à formuler voire même à valider leur stratégie, il semble pertinent de prévoir des moments de travail individuel, en sous-groupe et en grand groupe. Il semble de plus pertinent de s'intéresser à l'effet de ces différentes formes de travail dans une classe d'élèves dont le niveau de connaissances varie considérablement. Ainsi, le troisième objectif spécifique de notre recherche est le suivant : ***analyser l'effet de différentes formes de travail - individuel, en sous-groupe et en grand groupe d'élèves - sur l'engagement cognitif d'élèves ayant une incapacité intellectuelle scolarisés en classe spéciale.***

Les objectifs spécifiques permettent de préciser les trois principales caractéristiques de notre dispositif d'enseignement : 1) présence de situations adidactiques; 2) présence de situations et d'activités faisant appel à différentes pratiques numériques; 3) présence de différentes formes de travail.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre présente la méthodologie choisie pour atteindre notre objectif de recherche qui consiste, rappelons-le, à concevoir un dispositif d'enseignement visant à favoriser les premiers apprentissages numériques d'élèves ayant une incapacité intellectuelle légères scolarisés en classe spéciale. La méthodologie de recherche retenue est l'ingénierie didactique (Artigue, 1988, 2002). Cette méthodologie est propre à la didactique des mathématiques et, plus particulièrement, à la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998).

L'ingénierie didactique, qui a émergé au début des années 1980, permet de construire, d'expérimenter et d'analyser des situations d'enseignement-apprentissage en s'appuyant sur les recherches scientifiques et en tenant compte de la complexité de la classe (Artigue, 1988). Cette méthodologie se caractérise principalement par son mode de validation interne. En effet, la validation des résultats n'est pas basée sur la comparaison statistique de groupes expérimentaux et de groupes témoins (ce qui est classique notamment en psychologie), mais plutôt par la confrontation entre les analyses *a priori* et *a posteriori*, assurant ainsi la validation interne des résultats.

Cette méthodologie se décline en quatre phases :

- 1) les analyses préalables;
- 2) la conception et les analyses *a priori*;
- 3) l'expérimentation;
- 4) les analyses *a posteriori* et l'évaluation.

Nous décrivons brièvement, dans ce chapitre, ces différentes phases et précisons, pour chacune d'elles, leur opérationnalisation dans le cadre spécifique de notre recherche.

3.1 Les analyses préalables

La première phase, soit les analyses préalables, vise à dégager les connaissances didactiques déjà acquises sur lesquelles s'appuiera la construction des situations didactiques. Les analyses préalables, comme le soulève Artigue (1988), permettent de tenir compte de trois types de contraintes : épistémologiques (associés aux caractéristiques du savoir en jeu), cognitifs (associés aux caractéristiques cognitives du public auquel s'adresse l'enseignement) et didactiques (associés au fonctionnement du système d'enseignement).

Dans notre recherche, cette phase a été réalisée dans les chapitres précédents. Nous avons effectivement identifié comment se développent les premiers apprentissages numériques chez les élèves. Nous avons également dégagé différentes pratiques associées aux premiers apprentissages numériques et avons relevé, pour chacune d'elles, les principales difficultés rencontrées par les élèves. De plus, les résultats de diverses recherches portant sur les phénomènes didactiques propres à l'adaptation scolaire ont été soulevés et nous avons identifié, dans la littérature scientifique,

certaines propositions pour penser l'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire, en portant une attention particulière aux études réalisées auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle légère. La construction du dispositif d'enseignement se fait sur la base de ces résultats. Cela permet de construire un dispositif à la fois adapté au savoir mathématique visé et aux contraintes spécifiques d'une classe spéciale composée d'élèves ayant une incapacité intellectuelle légère.

3.2 La conception et l'analyse *a priori*

La deuxième phase consiste en la conception et en l'analyse *a priori* des situations. Elle comporte une partie descriptive, c'est-à-dire que le déroulement des situations est décrit en justifiant les valeurs des variables didactiques, ainsi qu'une partie prédictive, c'est-à-dire que les stratégies des élèves sont anticipées, et ce, en tenant compte des valeurs des variables. Cette phase vise à développer une situation qui permet aux élèves de mettre en œuvre des stratégies qui sont de plus en plus évoluées sur le plan mathématique, les amenant ainsi à développer leurs connaissances mathématiques. Pour ce faire, nous prenons appui sur les analyses préalables. Les situations sont donc, dans un premier temps, fondées théoriquement, et elles sont ensuite confrontées à la réalité de la classe (lors de la troisième phase de l'ingénierie, soit l'expérimentation).

Dans cette section, nous décrivons brièvement le dispositif. Le chapitre suivant, qui porte la présentation et l'analyse des résultats (notamment sur la confrontation des analyses *a priori* et *a posteriori*), présente une description détaillée de chacune des situations/activités du dispositif.

Le dispositif élaboré dans le cadre de cette recherche consiste en un maillage de situations didactiques et d'activités de comptage portant sur les premiers

apprentissages numériques. Nous avons aussi prévu, au début et au terme du dispositif, la présentation de deux problèmes, qui agissent à titre de prétest et de post-test, et ce, afin d'évaluer si les stratégies des élèves ont évolué (voir tableau ci-dessous). Le dispositif d'enseignement s'étale sur six séances d'environ 45-50 minutes, à raison de deux séances par semaine.

Tableau 3.1 : Contenus prévus de chacune des séances

Séance	Prétest/post-test	Activité de comptage	Situation adidactique
1	Prétest	X	Autos et garage
2	X	Ballon pour compter	Petit Poucet
3	X	Plouf dans l'eau	Petit Poucet
4	X	Ballon pour compter	Commande de gommettes
5	X	Plouf dans l'eau	Commande de gommettes
6	Post-test	x	Lutin taquin

Comme le montre le tableau ci-dessus, un prétest est soumis à la première séance et un post-test est soumis aux élèves à la dernière séance. Le prétest se déroule au début de la première séance, tandis que le post-test a lieu au terme de la dernière séance. Le prétest et le post-test sont composés des deux mêmes tâches, qui visent la formation d'une collection équipotente. La première tâche consiste plus particulièrement à coller, au bas d'une feuille, autant d'os qu'il y a de chiens en haut de la feuille, tandis que la

deuxième tâche consiste à coller au verso d'une feuille autant de carottes qu'il y a de lapins au recto de cette même feuille.

Les séances 2 à 5 commencent chacune par une activité de comptage. Deux activités de comptage sont prévues : « Ballon pour compter » et « Plouf, dans l'eau! ». La première est une activité que nous avons élaborée dans le but de favoriser l'apprentissage du comptage oral chez les élèves. La deuxième activité, tirée du Site de la Circonscription Seine-Maritime ASH-h (voir le lien en bibliographie), vise le comptage oral, mais surtout la coordination des codes oraux et écrits des nombres.

Une situation adidactique est présentée à chacune des séances. Quatre situations adidactiques différentes sont prévues. Deux d'entre elles, soit « Autos/garages » (Briand, Loubet et Salin, 2004) et « Commandes de gommettes » (Giroux et Ste-Marie, 2004), visent la formation d'une collection équipotente. Les deux autres, « Petit Poucet » (Giroux et Ste-Marie, 2004 ; Ste-Marie, 2013) et « Lutin Taquin »² vise la comparaison de collections.

Ce dispositif d'enseignement permet de couvrir différentes pratiques numériques grâce à la variété des situations mathématiques présentées. Chacune vise notamment l'engagement des élèves (en lien avec la rétroaction du milieu). De plus, les situations sont relativement simples pour que l'enjeu mathématique soit au centre des préoccupations. Différents retours en grand groupe sont prévus tout au long des

² La situation « Lutin taquin » s'appuie sur une activité trouvée sur le site de la commission scolaire de Montréal (www.csdm.qc.ca/cee/scenarios/actmayh.htm). Le lien n'est malheureusement plus accessible.

situations afin de permettre aux élèves d'échanger sur les stratégies utilisées et à l'enseignante de mettre en évidence l'enjeu mathématique.

3.3 L'expérimentation

L'expérimentation, qui consiste en la troisième phase de l'ingénierie didactique, permet de faire la collecte des données, qui seront utiles pour mener l'analyse *a posteriori*. Le dispositif d'enseignement s'étale sur six séances d'environ une heure, comprenant généralement une activité de comptage autour du comptage oral ou de la coordination des codes oraux et écrits des nombres (environ 20 minutes) suivis d'une situation à caractère adidactique (environ 40 minutes). La fréquence des séances associées au projet est de deux par semaine. Chacune des séances est filmée et les données sont transcrites.

L'étudiante-chercheuse (qui est aussi l'enseignante de la classe dans laquelle se déroule l'expérimentation) prend en charge le pilotage des situations/activités et sa directrice de recherche, présente lors de chacune des séances, participe également à l'animation.

L'expérimentation est menée dans une classe spéciale composée de neuf élèves (deux garçons et sept filles) âgés de 6 à 9 ans ayant des incapacités intellectuelles légères. Certaines incapacités sont plus sérieuses que d'autres. De plus, la majorité des élèves ont d'autres troubles associés (trouble de langage et/ou trisomie). Les neuf élèves de cette classe ont fait leur maternelle dans une classe spécialisée en DM (déficiences multiples) et ont ensuite poursuivi leur scolarité dans une classe spécialisée en DM de premier cycle primaire. Ainsi, ces élèves, dans leur parcours scolaire, ont toujours fréquenté une classe spéciale, à l'exception d'un élève (E7) qui a fait une maternelle 4 ans dans une classe « ordinaire », et ce, à temps partiel, avant d'être placé en maternelle

dans une classe d'élèves ayant des DM. Il est à noter que la plupart des élèves de cette classe sont très peu verbaux. Seulement trois élèves (E4, E5 et E6) sont en mesure de formuler des phrases qui sont facilement compréhensibles. La communication avec les autres élèves représente un défi important en raison d'un langage souvent inaudible. Notons, par ailleurs, que les connaissances en mathématiques des élèves de cette classe sont hétérogènes. Certains peinent à compter jusqu'à 3 sans aide alors que d'autres arrivent à compter correctement jusqu'à 10, voire même jusqu'à 20 avec un peu d'aide. Le dénombrement d'une collection sans commettre d'erreur est cependant difficile pour l'ensemble des élèves de la classe, qui ne maîtrisent pas encore les principes de dénombrement (Gellman et Galistel, 1978).

3.4 L'analyse *a posteriori* et l'évaluation

La dernière phase de l'ingénierie didactique, soit l'analyse *a posteriori* et l'évaluation, consiste à analyser les données recueillies. Cette analyse est effectuée à partir de la comparaison entre les analyses *a priori* et *a posteriori*, ce qui permet de procéder au processus de validation interne. Il s'agira donc d'observer les écarts entre les analyses *a priori* et *a posteriori* et de tenter d'en comprendre les raisons. Pour ce faire, nous analyserons finement les interactions entre les élèves et les enseignantes à propos du savoir en jeu, tenant ainsi compte non seulement de l'effet du milieu, mais aussi des effets de contrat.

3.5 Démarche éthique

Un formulaire de consentement est remis aux parents de chacun des élèves afin de s'assurer de leur accord. Dans ce formulaire est expliqué l'objectif de la recherche. Les parents sont aussi informés des mesures mises en place pour assurer la confidentialité

des données. À chaque élève est effectivement attribué un numéro pour le traitement et la diffusion des résultats. De plus, les données sont conservées par la chercheuse dans un endroit sécurisé et elles sont détruites cinq ans après la diffusion des résultats.

CHAPITRE IV

PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

Dans ce chapitre, les résultats de l'expérimentation sont présentés. Nous y retrouvons l'analyse des activités de comptage, la confrontation des analyses *a priori* et *a posteriori* des situations adidactiques ainsi que l'analyse des tâches soumises comme prétest et post-test. Notons que dans un souci de transparence, ce chapitre présente de façon détaillée le déroulement des séances. Les principaux résultats de notre étude sont discutés dans le chapitre suivant (chapitre V).

Avant d'entrer dans l'analyse détaillée de chacune des activités, précisons que, comme le montre le tableau 4.1, deux modifications ont été apportées au dispositif prévu. D'abord, concernant les activités de comptage, plutôt que d'alterner entre l'activité « Ballon pour compter » et « Plouf dans l'eau », l'activité « Plouf dans l'eau » a été réalisée dans deux séances consécutives. De plus, à la séance 4, une situation adidactique non prévue au dispositif de base a été présentée aux élèves, soit « Boîtes et bâtons », alors que cette séance devait porter sur la situation adidactique « Commande de gommettes ». Ce choix s'explique par le niveau de connaissances des élèves qui était moins élevé que nous l'avions anticipé.

Tableau 4.1 : Contenus effectifs de chacune des séances

Séance	Prétest/post-test	Activité de comptage	Situation adidactique
1	Prétest	X	Autos et garage
2	X	Ballon pour compter	Petit Poucet
3	X	Plouf, dans l'eau!	Petit Poucet
4	X	Plouf, dans l'eau!	Boîtes et bâtons
5	X	Ballon pour compter	Commande de gommettes
6	Post-test	X	Lutin taquin

4.1 Analyse des activités de comptage

Pour travailler la suite numérique, nous avons utilisé deux activités de comptage, soit « Un ballon pour compter » (dans les séances deux et cinq) et « Plouf dans l'eau » (lors des séances trois et quatre). Ces activités se sont déroulées en début de séance, avant les situations adidactiques.

4.1.1 Ballon pour compter

Cette activité, réalisée au début des séances 2 et 5, présente des tâches variées dans lesquelles un ballon est utilisé pour amener les élèves à compter. Le fait d'ajouter un ballon augmente la motivation des élèves et les amène à prendre plaisir à compter. Les élèves sont attentifs durant les tâches et ils tentent de participer au meilleur de leurs connaissances. Par contre, certains d'entre eux ne nomment pas la décade (ex. : trente, quarante), mais seulement les unités (ex. : un, deux, trois). Les élèves s'arrêtent au changement de décade (ex. : ne disent pas « quarante » après « trente-neuf »), mais poursuivent ensuite la suite. Une fois la décade nommée, plusieurs élèves poursuivent la récitation de la suite jusqu'au moment où ils doivent nommer la prochaine décade. L'enseignante poursuit ainsi la récitation de la suite jusqu'à 50, ce qui peut paraître ambitieux étant donné les connaissances des élèves de cette classe. Ce choix vise à favoriser l'identification des régularités dans la suite orale. Notons de plus que même si les élèves n'ont pas le même niveau de connaissances, cette activité est adaptée aux connaissances de tous les élèves.

Lors des séances deux et cinq, différentes tâches sont réalisées avec le ballon dans le but de travailler la suite de nombres à l'oral.

- Deuxième séance

Lors de la deuxième séance, les élèves sont placés debout, en cercle. L'enseignante fait faire des bonds au ballon. À chaque bond, les élèves doivent dire un nombre de la suite. La consigne donnée est la suivante : « On va réciter la suite en utilisant le ballon. Quand le ballon touche le sol, on dit un nombre. Quand le ballon touche à nouveau le sol, on dit le nombre suivant. » L'enseignante donne un premier exemple pour s'assurer que les élèves ont bien compris la consigne. L'enseignante fait faire au ballon

des bonds en suivant un rythme régulier. Pour le premier jeu, l'enseignante compte avec eux et certains élèves (E1, E2, E5 et E6) effectuent le rappel sans difficulté, et ce, jusqu'à dix-sept. L'enseignante reprend la tâche, mais cette fois, au départ, elle ne compte pas avec les élèves. À partir de 15, elle choisit néanmoins de soutenir les élèves en comptant avec eux. Ils se rendent ainsi jusqu'à 50. Comme les nombres de 15 à 50 correspondent à une portion de la suite moins connue des élèves, ceux-ci bien souvent ne disent que les unités. Par exemple, l'enseignante dit : « vingt et ... » et les élèves l'accompagnent au moment de dire « un ». Certains d'entre eux (en particulier E5, mais aussi E1 et E6) s'arrêtent au début de la décade, par exemple au moment de dire « quarante », mais poursuivent ensuite en disant « quarante-et-un » et non seulement « un ». Pour le troisième jeu, l'enseignante décide de modifier le rythme des bonds. Cependant, comme l'enseignante compte avec les élèves, elle prend à sa charge le travail de coordination entre les bonds du ballon et la suite. Le jeu suivant est de faire faire des bonds au ballon, s'arrêter puis recommencer. Cependant, elle constate que lorsqu'elle arrête de faire faire les bonds, les élèves poursuivent le comptage. Ils n'arrivent pas, malgré les différentes tentatives, à coordonner la récitation de la suite avec un objet non tangible, soit les bonds du ballon, ce qui est très différent que de compter par exemple des jetons. En effet, le comptage d'objets, comme des jetons, permet aux élèves de manipuler/déplacer les jetons et, au besoin, de recommencer le comptage. Dans le cas du comptage des bonds d'un ballon, ils ne peuvent contrôler les bonds du ballon et il n'est pas possible de recommencer, c'est-à-dire qu'une fois le bond passé, il a « disparu » et n'est donc plus dénombrable.

Pour le jeu suivant, l'enseignante fait faire des bonds au ballon, en conservant le même rythme, et la tâche pour les élèves consiste à identifier combien de bonds a faits le ballon. Cette tâche exige certaines connaissances concernant le principe de cardinalité, c'est-à-dire qu'il faut nommer le dernier nombre nommé lors du comptage, qui correspond à la quantité de bonds faits par le ballon. La première fois, les élèves, bien

que la plupart d'entre eux comptent, ne peuvent répondre à la question « combien de bonds », ce qui suggère une certaine fragilité au niveau du principe de cardinalité. Lors de la deuxième tentative, E5 identifie correctement le nombre de bonds et E1 se trompe, mais seulement d'un bond. Lors de la troisième tentative, E5, E3 et E4 donnent une bonne réponse, ce peut s'expliquer par l'expérience acquise au cours des jeux précédents.

Pour continuer, toujours en cercle, le ballon circule d'un élève à l'autre et la tâche consiste à réciter la suite numérique. Chaque élève dit un nombre de la suite lorsqu'il a le ballon dans ses mains. L'enseignante commence en disant « un » et passe le ballon, l'élève qui suit dit « deux » et ainsi de suite. Jusqu'à dix-neuf, seules E7 et E9 ont besoin du soutien de l'enseignante pour dire le nombre. À partir de 20, le soutien de l'enseignante se fait de façon plus fréquente. Les élèves E4, E5 et E6 arrivent seules à nommer les différents nombres lorsque c'est à leur tour. Les élèves E1 et E2 ont besoin de soutien, c'est-à-dire que l'enseignante dit la décade et ils sont ensuite en mesure de dire l'unité. Quant aux autres élèves, c'est l'enseignante qui dit le nombre et ils répètent après elle.

À la fin de l'activité, l'enseignante propose qu'un élève fasse faire des bonds au ballon pour contrôler le rythme auquel sera récitée la suite par les autres élèves. E1 et ensuite E4 sont responsables de faire faire des bonds au ballon. Cependant, les difficultés au niveau de la coordination oculo-manuelle des élèves rendent cette tâche difficile. De plus, la tâche se transforme, dans la mesure où c'est seulement l'élève qui fait faire des bonds au ballon qui fait le rappel de la suite. Les autres élèves ne participent pas et sont alors en position d'attente. Cette tâche a néanmoins comme intérêt d'amener les élèves qui effectuent le rappel de la suite à tenter de coordonner les nombres nommés avec les bonds du ballon, qu'ils ont du mal à contrôler.

- Cinquième séance

Lors de la cinquième séance, l'enseignante travaille à nouveau la suite numérique orale en utilisant le ballon. Les élèves sont assis par terre et forment un cercle. Tout comme à la deuxième séance, ils doivent se donner le ballon. Quand l'élève a le ballon dans les mains, il nomme le nombre de la suite où nous sommes rendus.

En cas de difficulté, l'enseignante rappelle le prédécesseur (ex. : « qu'est-ce qui vient après 26 ? ») ou même quelques nombres avant celui à nommer pour donner un air d'aller (ex. : « 24, 25, 26 ? ») et permettre à l'élève de nommer lui-même le nombre. Ainsi, en raison des difficultés de plusieurs élèves, la tâche consistant à faire le rappel de la suite à partir de 1 se complexifie et se transforme en une tâche consistant à nommer le successeur d'un nombre. La suite est récitée jusqu'à 37, de manière à favoriser l'identification des régularités dans la suite orale. En poursuivant la suite plus loin que vingt, l'enseignante permet aux élèves de dépasser la portion particulière de la seconde décade qui n'offre que peu de régularités à l'oral.

Une nouvelle variante est ensuite ajoutée. Plutôt que de faire tourner le ballon d'un élève à l'autre, les élèves, à tour de rôle, font rouler le ballon vers un autre élève et celui-ci doit nommer le nombre suivant dans la suite. À la suite de l'exécution de ce nouveau jeu, nous avons été forcés de constater que cette nouvelle variante ralentit davantage le rythme auquel est récitée la suite. Toutefois, elle oblige aussi chaque élève à être attentif à tout moment puisqu'il ne sait pas quand il recevra le ballon. Étant donné le peu de connaissances des élèves concernant le rappel de la suite, cette variante contraint cependant l'enseignante à apporter un soutien encore plus important aux élèves. Presque chaque fois, elle rappelle le prédécesseur ou quelques nombres pour permettre à l'élève qui a le ballon entre les mains de nommer le nombre suivant dans la suite.

La dernière tâche proposée consiste à faire circuler le ballon d'un élève à l'autre, mais cette fois, en arrêtant le comptage à trois. L'élève qui dit « trois » doit se lever, et le comptage repart ensuite à 1. Après quelques jeux, avant de commencer le comptage jusqu'à trois, l'enseignante demande d'anticiper l'élève qui se lèvera, ce qui nécessite de coordonner la récitation de la suite jusqu'à 3 avec le pointage d'un élève à chaque nombre. Cette tâche s'avère difficile pour les élèves, qui ont du mal à anticiper correctement l'élève qui se lèvera. Les élèves ne recourent pas d'emblée au nombre pour faire une anticipation. Certains recourent à des raisons affectives. Par exemple, E1, chaque fois anticipe que ce sera E3 qui se lèvera, car il aime bien cette élève. E2 et E4 se nomment, elles-mêmes, car elles aimeraient bien se lever. Après quelques coups, E5 est en mesure d'anticiper correctement qui se lèvera en recourant à une stratégie numérique, c'est-à-dire en coordonnant le rappel de la suite numérique jusqu'à trois avec le pointage des élèves.

Faire compter les élèves est une activité mathématique importante, car une bonne connaissance de la suite numérique est essentielle pour pouvoir utiliser le nombre pour résoudre des problèmes. Le recours au ballon pour faire compter les élèves apparaît pertinent, dans la mesure où diverses variantes sont possibles pour éviter la redondance et favoriser un changement de stratégies chez les élèves. De plus, les élèves semblent prendre plaisir à compter en utilisant le ballon, ce qui conforte les résultats de l'étude de Drouin (2001), qui montre que les élèves ayant une incapacité intellectuelle aiment les activités dans lesquelles ils doivent manipuler et bouger. Bien que la motivation ici ne provienne pas du plaisir à faire des mathématiques, dans le cas d'activité visant à favoriser la maîtrise de la suite numérique, il est parfois difficile de faire autrement, surtout lorsqu'on souhaite compter loin dans la suite. La dernière tâche réalisée, soit celle où les élèves doivent anticiper qui se lèvera avec le ballon au nombre trois, se distingue des autres tâches. Cette tâche, contrairement aux autres tâches, a un caractère adidactique (Brousseau, 1998) dans la mesure où les élèves anticipent en utilisant la

stratégie de leur choix et la rétroaction est ensuite assurée par le comptage réalisé par les élèves eux-mêmes avec le soutien de l'enseignante.

Par ailleurs, le fait de compter en grand groupe apparaît pertinent puisque cela permet, grâce au soutien de l'enseignante et des élèves plus forts dans la classe, de compter en conservant un certain rythme, ce qui semble favorable pour dégager les régularités orales dans la suite. Il semble aussi pertinent de penser à des tâches où les élèves comptent à tour de rôle, rendant ainsi chaque élève responsable du nombre qu'il doit dire.

Les tâches de comptage avec le ballon permettent par ailleurs d'observer les connaissances sur la suite numérique orale des élèves. Les élèves E4, E5 et E6, et dans une moindre mesure E1 et E2, sont ceux qui requièrent le moins de soutien de l'enseignante. Ils semblent avoir dégagé les régularités de la suite orale. E8 connaît la suite jusqu'à 20, mais ne semble pas avoir dégagé les régularités de la suite. Même si l'enseignante lui donne la décade qui suit, il est incapable de continuer la récitation de façon autonome. Le rappel de la suite est plus difficile pour les autres élèves, qui ont besoin de soutien pour rappeler correctement la suite jusqu'à 10. Il est à noter qu'il est très difficile de dégager les régularités si les élèves ne connaissent pas la suite numérique jusqu'à 10. On observe cependant parfois des conduites inattendues, en particulier chez E3, qui ne peut réciter la suite jusqu'à 10 sans aide, mais qui arrive à nommer correctement le successeur de nombres supérieurs à 20 et même, qui indique lors d'une tâche avec le ballon, le successeur de 49. Les connaissances sur la suite numérique de cette élève semblent ainsi atypiques.

4.1.2 Plouf, dans l'eau!

L'activité « Plouf, dans l'eau », tirée du Site de la Circonscription Seine-Maritime ASH-h³, vise à travailler la suite numérique en favorisant l'articulation entre les codes oraux et écrits des nombres. Ainsi, une suite de nombres est présentée aux élèves : certains sont écrits dans une case grise, qui représente une pierre, et d'autres dans une case verte, qui représente un nénuphar. La tâche consiste à réciter la suite en disant à voix forte les nombres dans une case grise et à voix basse, ceux dans une case verte. L'enseignante simule une grenouille se déplaçant sur les cases. Lorsqu'un élève dit un nombre à voix haute plutôt qu'à voix basse, les autres élèves doivent alors dire « Plouf, dans l'eau ! »

Pour réciter la suite, les élèves peuvent s'y prendre de deux façons : 1) s'appuyer uniquement sur les codes oraux ; 2) s'appuyer à la fois sur les codes oraux et écrits. Cette deuxième stratégie s'avère particulièrement utile lorsque les élèves ne peuvent rappeler à l'oral la suite (ce qui est souvent le cas en ordre décroissant), mais qu'ils sont en mesure de passer des codes écrits aux codes oraux.

L'activité « Plouf, dans l'eau! » a été faite en grand groupe au début de la troisième séance (environ 20 minutes). Elle a aussi été réalisée au début de la quatrième séance, d'abord en grand groupe tout comme à la séance précédente (environ 5 minutes) et par la suite en équipes de 3 élèves (environ 10 minutes).

³ <https://ecoles.ac-rouen.fr/circhavrecentre/StageASH/Plouf.pdf>

Dans le travail en grand groupe, les cases sont représentées sous la forme d'une marelle (voir figure 4.1), et l'image de la marelle est affichée sur le tableau numérique interactif (TNI). La grenouille est dessinée sur un carton, collée au bout d'un bâton (une règle d'un mètre). C'est l'enseignante qui contrôle le déplacement de la grenouille.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Figure 4.1 : Marelle de l'activité « Plouf, dans l'eau! » lors du travail en grand groupe

En revanche, lors du travail en équipe, les cases sont dessinées sur une planche de jeu, elles sont en forme de cercle et elles ne sont pas juxtaposées les unes aux autres (voir figure 4.2). Un velcro sur lequel est indiqué « départ » et un autre sur lequel est indiqué « arrivée » sont collés au début et au terme de la suite, ce qui permet de modifier leur emplacement pour travailler la suite en ordre croissant et décroissant. Une petite grenouille (en trois dimensions) est utilisée en guise de pion, et ce sont (en principe) les élèves qui assurent son déplacement. Comme ils la déplacent eux-mêmes, ils doivent contrôler le rythme auquel elle se déplace sur les cases, ce qui exige des élèves une bonne coordination suite/pointage, c'est-à-dire qu'ils doivent déplacer la grenouille d'un cercle à l'autre en récitant un seul nombre, et ce, sans oublier de cercles. La correspondance terme à terme doit donc être parfaite. Il est à noter que les élèves sont placés en équipe. L'enseignante choisit de former des équipes composées d'élèves ayant des connaissances hétérogènes, afin que les élèves ayant plus de connaissances puissent aider ceux qui rencontrent des difficultés.



Figure 4.2 : Planche de jeu de l'activité « Plouf, dans l'eau! » lors du travail en équipe.

- Troisième séance

Lors de la troisième séance, les enseignantes⁴ expliquent le jeu, et ce, en insistant sur le contexte de la grenouille qui se déplace sur des roches et sur des nénuphars, comme en témoigne l'extrait suivant.

⁴ L'étudiante-chercheuse (Ens 1) et sa directrice de recherche (Ens 2).

Ens 2 : Si la roche touche dans le fond, on peut piler sur la roche, on peut même sauter puis elle ne coulera pas la roche.

E5 : Non

Ens 1 : Si on arrive sur le nénuphar, qu'est-ce qui va arriver? On va faire...

E5 : On va tomber !

Ens 1 : On va faire Plouf, dans l'eau !

Élèves : Dans l'eau !

Ens 1 : Donc mon jeu il s'appelle comme ça : plouf dans l'eau !

E5 : Plouf dans l'eau !

Ens 1 : Ce qu'on va devoir faire, quand tu es sur une roche, tu dois parler fort, tu dois dire les nombres forts.

Ens 2 : Parce que la grenouille peut sauter sur la roche fait qu'on peut faire : un, deux (en parlant fort)

E6 : Ah, c'est vrai.

Ens 1 : Mais quand tu vas arriver... As-tu remarqué ici il y a des cases vertes. Les cases vertes c'est des cases nénuphar. Les nénuphars, c'est mou, ça peut couler, donc on va y aller doucement, on va parler tout bas (en parlant à voix basse).

Pour expliquer aux élèves en quoi consiste un nénuphar, l'enseignante leur présente une image de nénuphar. Ainsi, l'explication porte à la fois sur les règles du jeu et sur le contexte. Après une relativement longue explication, l'enseignante compte avec les élèves jusqu'à 20, en respectant le volume auquel doivent être dits les nombres, pour permettre aux élèves de s'approprier le jeu. Malgré les longueurs au niveau de la consigne, les élèves sont très attentifs et comptent avec l'enseignante. Comme ils disent les nombres après l'enseignante, ils ne commettent pas d'erreur. Par la suite, les élèves comptent sans que l'enseignante les soutienne. Au nombre 3, les élèves, à l'exception de E5, disent le nombre à voix haute alors qu'ils doivent le dire à voix basse. L'enseignante dit alors : « Plouf, dans l'eau ! » Mais aucun élève ne réagit, ce qui

suggère qu'ils ne comprennent pas que le fait d'avoir dit à voix haute un nombre sur une case verte représentant un nénuphar suppose que la grenouille est tombée à l'eau. Aux troisième et quatrième essais, les élèves font la même erreur, c'est-à-dire qu'ils disent à nouveau le nombre 3 à voix haute. L'enseignante leur rappelle qu'un nénuphar est fragile, et qu'il faut donc dire le nombre tout doucement. Au cinquième essai, la plupart des élèves disent à voix basse le nombre 3, mais plusieurs poursuivent ensuite à voix basse. Il semble difficile, pour les élèves, de contrôler à la fois le rappel de la suite et le volume avec lequel doivent être dits les nombres. Le contexte de la grenouille, qui vise à ajouter un aspect ludique, mais aussi à aider les élèves à se rappeler qu'ils doivent dire à voix basse les nombres sur une case verte et à voix haute les nombres sur une case grise, n'a pas l'effet escompté. On peut même se demander si le contexte ne complexifie pas la tâche, en raison du nombre d'informations à traiter. Le contrôle du volume auquel les nombres doivent être dits nécessite d'associer la couleur verte à un nénuphar, de se rappeler qu'un nénuphar peut couler et donc que la grenouille doit se déplacer doucement sur le nénuphar et d'établir la relation entre le fait de se déplacer doucement et de dire à voix basse le nombre écrit dans une case verte. De même, les élèves doivent associer la couleur grise à une roche, ils doivent se rappeler que la roche ne peut pas couler à l'eau et donc que la grenouille peut sauter sans problème sur la roche, et que, par conséquent, ils doivent dire le nombre à voix haute. Si ces relations sont facilement établies par les élèves du premier cycle du primaire, ce semble être différent pour les élèves ayant une incapacité intellectuelle. Nous avons sans doute sous-estimé cette difficulté.

Les difficultés ne concernent pas uniquement le respect du volume auquel doivent être dits les nombres. Les élèves ont aussi des difficultés à réciter la suite, ce qui rend la tâche d'autant plus complexe. Les régularités ne sont pas présentes à l'oral sauf à partir de 17 tandis qu'elles le sont à l'écrit. On voit les mêmes nombres, mais ils ne se disent pas « comme ils devraient ». Les élèves ont particulièrement de la difficulté à partir de 12-13. Les particuliers de la seconde décade ne semblent effectivement pas maîtrisés

pour la plupart d'entre eux. Ainsi, à partir de 12-13, moins d'élèves comptent et à partir de 16, l'enseignante les soutient en récitant la suite avec eux. Bien entendu, lorsque l'enseignante dit la suite avant les élèves, elle respecte le volume auquel doivent être dits les nombres et, par conséquent, les élèves ne commettent pas d'erreur. En effet, à l'exception de E2, les élèves participent ardemment. Même ceux qui ont plus de difficulté tentent de réciter la suite et sont attentifs à ce qui se passe. Ceux qui maîtrisent mieux la suite prennent d'ailleurs plaisir à dire les nombres très forts lorsque la grenouille saute sur une case grise.

L'enseignante propose ensuite aux élèves de réciter la suite en ordre décroissant à partir de 5. Le comptage en ordre décroissant était ambitieux étant donné le peu de connaissances des élèves sur la suite numérique. À cinq reprises, les élèves comptent de 5 à 1. Les trois premières fois, l'enseignante compte avec les élèves. Lors des deux fois suivantes, ils comptent seuls. E3 et E5 disent les nombres en premier et par la suite, d'autres récitent la suite avec eux. Sans surprise, l'intérêt diminue lors de la quatrième et de la cinquième fois qu'ils récitent la suite de 5 à 1. L'enseignante suggère alors un nouveau défi, soit de réciter la suite à partir de 10 jusqu'à 1, ce qui suffit pour renouveler l'engagement des élèves. La suite est récitée trois fois. Étant donné qu'aucun élève ne connaît la suite en ordre décroissant à partir de 10 par cœur, certains élèves essaient de lire les nombres écrits sur les cases, mais ils éprouvent des difficultés dans le passage des codes écrits aux codes oraux, ce qui occasionne une certaine pause entre chaque nombre. Il est à noter que ce sont des élèves différents qui réussissent à dire le nombre qui précède dans la suite (E5, E3 et E1). On observe ainsi une forme d'entraide entre les élèves, qui écoutent le nombre nommé par leur camarade et le répètent ensuite.

Par la suite, trois élèves (E3, E4 et E6) sont invités à réciter la suite de façon individuelle. Lorsque les élèves ont de la difficulté à dire les nombres, l'enseignante les soutient. Lorsqu'ils disent un nombre à voix haute alors qu'il était inscrit dans une case verte, l'enseignante dit « Plouf, dans l'eau! », mais, encore une fois, aucun élève ne réagit. Notons que le fait de faire réciter la suite de manière individuelle à quelques élèves les oblige à prendre la responsabilité de dire la suite et permet à l'enseignante de proposer à chaque élève une tâche adaptée à ses connaissances. Par exemple, l'enseignante invite E6 à faire le rappel en ordre décroissant, ce qu'elle ne fait pas avec E3 et E4, qui possèdent moins de connaissances sur la suite. Cette forme de travail conduit cependant à un certain désinvestissement des autres élèves, qui sont en attente au moment où un élève récite la suite. Le travail en collectif favorise en revanche la participation de tous les élèves. Les élèves qui ont moins de connaissances profitent des réponses des élèves plus forts dans le groupe. Étant donné que plusieurs élèves sont peu attentifs au moment de la récitation du travail individuel réalisé par les élèves, après que trois élèves aient récité la suite de façon individuelle, l'enseignante propose de faire un dernier jeu en grand groupe. Cette proposition est acceptée avec enthousiasme par les élèves. On observe une certaine amélioration des élèves, c'est-à-dire que lors du dernier essai, ils réussissent mieux à nommer la suite et, surtout, à respecter le volume auquel dire les nombres, selon la couleur des cases.

- Quatrième séance

Lors de la quatrième séance, l'enseignante fait un court rappel de l'activité en grand groupe. Pour commencer le jeu de comptage, la suite numérique est affichée sur le TNI et les élèves sont invités à la réciter, en grand groupe. Contrairement à la séance précédente, où l'enseignante insistait beaucoup sur le contexte de la grenouille qui se déplace sur des roches et des nénuphars, ici, elle aborde peu cet aspect, qui ne semble

pas avoir facilité la compréhension des élèves, et insiste surtout sur le fait qu'il faut dire à voix basse les nombres lorsqu'ils sont sur une case verte et à voix haute, lorsqu'ils sont sur une case grise. La première récitation de la suite se fait lentement. L'enseignante propose aux élèves de réciter la suite à nouveau, mais cette fois plus rapidement. Ce nouveau défi favorise l'engagement des élèves. Les élèves ont néanmoins besoin du soutien de l'enseignante à partir de 10. L'enseignante leur propose ensuite de réciter la suite en ordre décroissant à partir de 20. En raison du niveau de connaissances des élèves, elle est contrainte de réciter la suite avec eux, et les élèves n'ont plus qu'à répéter les nombres dits par l'enseignante en respectant le volume auquel ils ont été dits. Par la suite, un seul élève, E1, est invité à venir réciter la suite de façon individuelle en avant de la classe.

Les élèves sont ensuite invités à travailler en équipe de trois. L'enseignante remet à chaque équipe une planche de jeu (voir figure 4.2) ainsi qu'un pion « grenouille ». La première équipe est constituée de E1, E2 et E3. E3 ne semble pas comprendre ce qu'elle doit faire. L'enseignante prend la grenouille qu'elle déplace sur la planche, et E3 récite la suite sans commettre d'erreur et avec peu de soutien jusqu'au nombre 14. Elle dit le nombre 14 à voix haute alors qu'elle aurait dû le dire à voix basse. L'enseignante dit : « Plouf, dans l'eau! » Pour la première fois, il y a une réaction : E3 rit. Il est possible que la représentation avec des cercles, plus près du contexte réel, ait aidé l'élève à s'approprier le jeu. C'est ensuite le tour de E1, qui commet une erreur. L'enseignante dit « Plouf, dans l'eau! » E3 sourit et répète « Plouf, dans l'eau! » L'enseignante explique à E1 qu'il doit dire le nombre 1 à voix basse, en s'appuyant sur le contexte de la grenouille qui se déplace sur un nénuphar. Il recommence, mais il a de la difficulté à respecter le volume de voix selon les couleurs, et ce, particulièrement à partir de 10, en raison des difficultés à réciter la suite dans les particuliers de la seconde décade qui s'ajoutent. De plus, il lui est difficile de coordonner la récitation de la suite et le déplacement de la grenouille sur les cercles : il omet la case sur laquelle

est écrit le nombre 16 et poursuit la récitation de la suite. Cette erreur montre que cet élève récite la suite sans s'appuyer sur les codes écrits. Ensuite, E2 commence à réciter la suite et l'enseignante la soutient. Elle repousse l'enseignante, car elle souhaite le faire seule. Elle récite correctement jusqu'à 10 où elle dit : « 10,12,13 ». L'enseignante lui suggère de repartir de 10. Elle compte « 10,11,12,13,14,20,21,22 », en déplaçant la grenouille d'un cercle à l'autre à chaque nombre. Tout comme E1, cette élève, pour réciter la suite, ne semble pas s'appuyer sur les codes écrits des nombres. Pour contraindre les élèves à s'appuyer sur les codes écrits et ainsi favoriser la coordination entre les codes oraux et écrits des nombres, il semble ainsi pertinent de proposer le rappel de la suite en ordre décroissant, qui est moins connue, en laissant la responsabilité aux élèves de dire les nombres.

La deuxième équipe est formée de E5 et E7. Sans que l'enseignante lui ait demandé, E5, qui a des incapacités intellectuelles moins importantes que E7, prend la main de E7 et l'aide à déplacer la grenouille sur les cases en coordonnant la récitation de la suite avec le déplacement de la grenouille. E7 répète les nombres dits par E5. La formation d'une équipe formée d'élèves ayant un niveau de connaissances hétérogènes a ainsi l'effet escompté. E7, sans soutien, n'aurait pas pu effectuer l'activité. Cet échange est d'une grande beauté dans la mesure où E5, de son propre mouvement, met en place une mesure d'aide pour soutenir E7 et que E7 accepte et bénéficie de cette aide. Elles récitent ainsi la suite jusqu'à 9 et E5 mentionne ensuite que c'est à son tour. Elle recommence alors la récitation de la suite en la coordonnant correctement avec le déplacement de la grenouille et décide de s'arrêter à 10, sans doute parce qu'elle maîtrise moins la suite dans les particuliers de la seconde décade et ne veut pas commettre d'erreur. L'enseignante, surprise, lui demande pourquoi elle s'arrête à 10, et lui suggère de continuer. Mais elle maintient son choix de s'arrêter à 10. L'enseignante suggère de recommencer, mais cette fois, de se rendre jusqu'à 12, ce qu'elles acceptent. Comme c'est au tour de E7, E5 prend à nouveau la main de E7, qui

tient la grenouille. Cette fois, E7 compte avant E5 et dit « un » à voix haute alors que ce nombre est écrit dans une case verte. E5 dit : « Plouf dans l'eau ! », mais E7 ne réagit pas.

E6, E8 et E9 forment la troisième équipe. À tour de rôle, les élèves font l'activité. L'enseignante modifie le soutien apporté selon le niveau de connaissance des élèves. Dans le cas de E9, l'enseignante contrôle le déplacement de la grenouille et récite la suite. E9 répète après elle chacun des nombres. Dans le cas de E8, elle fait l'activité à deux reprises. Dans un premier temps, elle lui apporte un soutien important, c'est-à-dire qu'elle contrôle le déplacement de la grenouille et récite avec lui la suite. Dans un deuxième temps, elle contrôle la grenouille, mais laisse E8 réciter la suite de façon autonome. Il réussit à faire le rappel de la suite jusqu'à 20 correctement en respectant la bijection entre le déplacement de la grenouille et le rappel de la suite, mais il a du mal à respecter le volume de voix selon la couleur des cases, et ce, particulièrement à partir de 10. Dans le cas de E6, qui contrôle mieux la suite que les deux autres élèves, l'enseignante lui suggère de partir de 20 et de se rendre jusqu'à 1. Elle modifie l'emplacement des cartons « départ » et « arrivée », ce qui fait rire E6. E6 tente de contrôler le volume de voix qu'elle doit utiliser pour dire les nombres selon la couleur des cases. Cependant, elle commet des erreurs dans la suite, c'est-à-dire qu'elle dit : « dix-six » au lieu de lire 16. Elle dit ensuite correctement 15, mais au lieu de dire 14 elle dit : « 16 » en reprenant la suite en ordre croissant. Ce glissement s'explique par le fait que la suite en ordre croissant est mieux connue que celle en ordre décroissant. L'enseignante la soutient jusqu'à 10. Par la suite, elle est en mesure de réciter la suite en ordre décroissant correctement en respectant le volume de voix approprié, mais elle commet une erreur à 1. L'enseignante dit : « Plouf, dans l'eau ! » et E6 rit.

En résumé, le contexte de la grenouille qui se promène sur des roches et des nénuphars s'est avéré plus complexe que nous l'avions anticipé. Lors de la troisième séance

(activité en grand groupe), les élèves ne réagissent à aucun moment lorsque l'enseignante dit : « Plouf, dans l'eau ! ». La planche de jeu, qui visait essentiellement à favoriser un travail en sous-groupe d'élèves, semble avoir aidé certains élèves à s'approprier le contexte du jeu. La représentation des roches et des nénuphars par des cercles dessinés ainsi que la présence d'un pion « grenouille » que les élèves peuvent eux-mêmes contrôler semble avoir aidé les élèves (en particulier E3, E5 et E6) à s'approprier le jeu et à comprendre la raison pour laquelle on dit « Plouf dans l'eau ! ». Ainsi, bien que la représentation à partir d'une marelle ne semble pas poser problème pour les élèves sans incapacité intellectuelle, nos résultats suggèrent que dans le cas des élèves ayant une incapacité intellectuelle légère, la représentation gagne à être la plus près possible de la réalité pour qu'elle soit comprise par les élèves. Dans ce cas-ci, la mise en contexte, lors de l'activité en grand groupe du moins, a en quelque sorte généré un effet *pharmakéia* (Roiné, 2009), en provoquant une surcharge d'informations pour les élèves et donc en éloignant les élèves (et l'enseignante) de l'enjeu mathématique. La planche de jeu a cependant permis à certains élèves d'établir la relation entre le déplacement de la grenouille sur les roches et les nénuphars et la récitation de la suite à voix basse ou à voix haute, selon si la grenouille se déplace sur une case verte (nénuphar) ou une case grise (roche). Il faut ainsi tenir compte des difficultés d'abstraction des élèves ayant une incapacité intellectuelle même légère au moment de choisir les activités qu'on leur propose. Nos résultats montrent par ailleurs que cette activité a permis de réciter la suite à plusieurs reprises tout en travaillant l'articulation entre les codes oraux et écrits des nombres et en conservant l'intérêt des élèves. Pour que les élèves puissent utiliser des nombres pour résoudre des problèmes, ils doivent évidemment connaître la suite. Les élèves de cette classe ont peu de connaissances sur la suite. Il semble donc important de faire des activités qui encouragent les élèves à compter, et à établir la relation entre les codes oraux et écrits des nombres.

4.2 Analyse des situations adidactiques

Rappelons d'emblée que le dispositif prévu étant composé de quatre situations adidactiques, mais qu'en raison du niveau de connaissances des élèves, qui était moins élevé que nous l'avions anticipé, une situation a été ajoutée. Ainsi, deux situations, soit « autos/garages » et « commande de gommettes », visent un travail autour de la formation de collections équipotentes, et deux situations, « Petit Poucet » et « Lutin taquin », visent la comparaison de collections. La situation ajoutée, « Boîtes et bâtons », vise quant à elle à travailler le principe de bijection qui est à la base de l'apprentissage du dénombrement. La tâche consiste à associer un seul bâton avec une seule boîte vide. Un intérêt des situations adidactiques, en particulier pour l'enseignement en classe spéciale, est qu'il est possible de modifier les valeurs des variables pour ajuster le niveau de difficulté selon les connaissances des élèves.

4.2.1 Autos/garages et commande de gommettes

La situation autos/garages (Briand, Loubet et Salin, 2004) a été effectuée lors de la première séance tandis que la commande de gommettes (Giroux et Ste-Marie, 2004, Ste-Marie, 2013) l'a été lors de la cinquième. Ces deux situations visent la formation d'une collection équipotente. Lors de la situation autos/garages, l'enseignante place devant elle quatre autos, chacune est sur un carton en forme de rectangle représentant un garage. Elle donne quatre autos à chacun des élèves. Les élèves doivent, à leur tour, aller chercher juste ce qu'il faut de garages pour que chacune de leur auto ait le sien. Les valeurs des variables didactiques, en particulier le nombre de déplacements permis et le nombre d'autos, sont peu à peu modifiées dans le but de favoriser une évolution dans les stratégies utilisées par les élèves. La rétroaction est faite par la mise en correspondance des autos et des garages. L'élève peut ainsi voir par lui-même si chacune de ses autos a un seul garage.

Dans la même optique, dans la situation « commande de gommettes » (Giroux et Ste-Marie, 2004, Ste-Marie, 2013), les élèves doivent aller chercher sur une table éloignée juste ce qu'il faut de gommettes pour compléter un dessin. Par exemple, le dessin d'un camion (voir figure 4.3) est présenté aux élèves. Ceux-ci doivent aller chercher juste ce qu'il faut de gommettes pour que chacune des fenêtres du camion soit recouverte d'une gommette. La rétroaction est assurée par le milieu, c'est-à-dire par la superposition des gommettes sur les fenêtres.

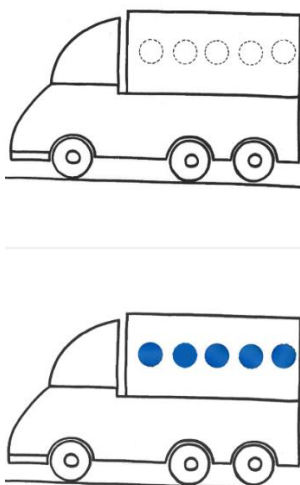


Figure 4.3 : Le camion

Voici les stratégies anticipées. À noter que pour alléger le texte, nous nous appuyons sur la situation autos/garages, mais que les mêmes stratégies sont possibles pour la situation des commandes de gommettes.

- Stratégie 1 : Sans contrôle sur la quantité

Cette stratégie consiste à considérer uniquement qu'il faut aller chercher des garages pour les autos sans se préoccuper du fait qu'il doit y en avoir un et un seul pour chaque auto.

- Stratégie 2 : Estimation de la quantité

Cette stratégie consiste à aller chercher, de façon approximative, les garages pour qu'il y en ait un pour chaque auto.

- Stratégie 3 : Correspondance terme à terme

Lorsque plusieurs déplacements sont permis, les élèves peuvent aller chercher un à un les garages et les placer, au fur et à mesure sous leur auto jusqu'à ce que chaque auto ait son garage. Lorsqu'un seul déplacement est permis, ils peuvent utiliser une collection intermédiaire, telle que leurs doigts, pour contrôler le nombre de garages à aller chercher.

- Stratégie 4 : Dénombrement avec erreur

Il est possible que les élèves dénombrent les autos et qu'ils s'appuient sur le nombre obtenu pour aller chercher ce qu'il faut de garages. Des erreurs peuvent cependant se produire au moment du dénombrement, telles que des erreurs de bijection ou encore des erreurs dans la récitation de la suite. Il est aussi possible que les élèves dénombrent correctement les autos, mais qu'ils n'arrivent pas à mémoriser ce nombre au moment de compter les garages ou encore que le dénombrement se fasse sans finalité, c'est-à-dire sans reconnaître son utilité pour résoudre le problème.

- Stratégie 5 : Dénombrement sans erreur/ reconnaissance globale

Les élèves pourraient dénombrer les autos correctement et ainsi prendre juste ce qu'il faut de garages pour qu'il y en ait un seul par auto. Notons qu'il est aussi possible de reconnaître immédiatement qu'il y a quatre autos sans les dénombrer (reconnaissance globale). Ces deux stratégies sont regroupées pour des raisons strictement méthodologiques, car comme elles conduisent toutes deux à une réussite, il est parfois difficile de les distinguer. Cependant, lorsque cela est possible, nous précisons dans l'analyse la stratégie utilisée par l'élève (dénombrement sans erreur ou reconnaissance globale).

Nous avons joué sur les valeurs de deux variables didactiques, soit le nombre de déplacements permis et le nombre d'autos (ou de gommettes). En raison des difficultés des élèves, nous n'avons pas augmenté autant que prévu les valeurs des variables. Le tableau ci-dessous présente la progression réalisée. Le choix des valeurs de variables pour chacun des scénarios est fait en fonction des connaissances investies par les élèves au cours de la situation. Comme la suite numérique inférieure à 10 n'est pas stable pour la plupart des élèves de cette classe et que la majorité d'entre eux ne savent pas reconnaître globalement un nombre, et ce, même s'il est inférieur à 5, il ne semblait pas pertinent d'utiliser des nombres supérieurs à 10.

Tableau 4.2 : Progression des situations autos/garages et commandes de gommettes

	Autos/garages		Commande de gommettes	
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Nombre de déplacements	Illimité	1	1	1
Nombre d'autos/gommettes	4	4	5	3 ou 7 (selon les élèves)

Comme le montre le tableau ci-dessous, les stratégies des élèves évoluent légèrement au fil des scénarios. On constate notamment que de plus en plus d'élèves recourent au nombre (stratégies 4 et 5). En effet, alors qu'au scénario 1, aucun élève n'utilise le nombre, au scénario 4, quatre élèves y recourent.

Tableau 4.3 : Stratégies utilisées lors des situations « autos/garages » et « commandes de gommettes »

		Stratégie 1	Stratégie 2	Stratégie 3	Stratégie 4	Stratégie 5	Autres
Autos/garages	Scénario 1	E3, E4, E7, E8, E9	E1, E6	E2, E5			
	Scénario 2	E7, E8, E9	E1, E2, E3, E6			E5	E4
Commande de	Scénario 3	E3, E4, E7, E8	E1a, E2, E6, E9	E5a		E1b, E5b	
	Scénario 4	E3, E7, E8	E6, E9	E5a	E2	E1, E4, E5b	

- **Analyse du scénario 1 (4 autos, déplacements illimités)**

Lors du premier scénario, l'enseignante a devant elle quatre autos qui sont chacune sur un carton représentant un garage. Les élèves ont eux aussi quatre autos devant eux, mais celles-ci n'ont pas de garage. Les enseignantes expliquent la situation aux élèves, qui ne comprennent pas d'emblée que les cartons représentent des garages, comme en témoigne l'extrait suivant.

Ens. 2 : Vous voyez, Ens.1 a des autos et chaque auto a un garage. Les cartons orange, ce sont les garages. Vous, vos autos, est-ce qu'elles ont un garage ?

Élèves en chœur : Oui !

Ens. 1: Ils sont où tes garages à toi (en s'adressant à E5) ? Tu en as des garages comme moi (en montrant un carton) ?

E5: Non.

La consigne est répétée à plusieurs reprises. L'enseignante demande aux élèves d'aller chercher juste ce qu'il faut de garage pour que chacune des autos ait un seul garage. Ils ne doivent pas aller en chercher trop et toutes les autos doivent au moins avoir un garage. Les élèves vont chercher des garages, sur une table plus éloignée, pour que chacune de leurs autos en ait un. Cinq des neuf élèves ne cherchent pas à contrôler la quantité de garages qu'ils doivent aller chercher (stratégie 1). Dans le cas de E7, E8 et E9, ils rapportent un ou deux garages, placent les garages sous les autos, et ne réagissent pas au fait qu'il reste des autos sans garage, et ce, malgré les interventions des enseignantes. La rétroaction ne permet donc pas de relancer ces élèves. Quant à E4, elle va chercher plusieurs garages, mais elle ne les place pas sous les autos. Elle comprend qu'elle doit aller chercher des cartons. Enfin, E3 prend d'abord plusieurs garages. Elle place ensuite chacune de ses autos sur un garage. Bien qu'elle considère d'abord qu'elle a réussi, à la suite des interventions de l'enseignante, elle admet qu'elle

a des garages en trop et va les reporter. Deux élèves (E1 et E6) recourent à l'estimation de la quantité. E1 prend 5 garages et E6 en prend 3. Malgré leur erreur, ils s'ajustent de manière à ce qu'il y ait un seul garage par auto, ce qui montre qu'ils comprennent l'enjeu de la situation. Considérant que plus d'un déplacement était permis, on peut affirmer qu'ils ont réussi la tâche. Finalement, deux élèves (E2 et E5) recourent à la correspondance terme à terme, ce qui est efficace ici puisque les élèves peuvent se déplacer pour aller chercher des garages autant de fois qu'ils le souhaitent.

- Analyse du scénario 2 (4 autos, un seul déplacement)

Parmi les cinq élèves qui utilisaient la stratégie 1 au scénario 1, trois (E7, E8 et E9) l'utilisent à nouveau au scénario 2, une (E4) ne participe pas et une (E3) semble chercher à contrôler la quantité à apporter (stratégie 2). En effet, alors qu'au scénario précédent, E3 va chercher un grand nombre de garages, cette fois, elle va en chercher seulement 3. Tout comme E3, les élèves E1, E2 et E6 recourent à l'estimation de la quantité. Bien que E3 ne réagisse pas au moment de la rétroaction, les élèves E1, E2 et E6 constatent qu'ils n'ont pas réussi. E5 est la seule qui réussit l'activité. Elle ne semble pas avoir compté les autos avant d'aller chercher les garages, ce qui suggère qu'elle a utilisé la reconnaissance globale. Cependant, comme le montre l'extrait suivant, elle reconnaît l'utilité du nombre pour former une collection équipotente.

Ens. 2 : Toi E5, ça a fonctionné ! Mais comment t'as fait pour aller chercher juste ce qu'il faut de garages ?

E5 : J'ai vu en premier pis j'en ai assez.

Ens 2: Comment t'as fait pour que ça arrive juste, juste, juste ?

E5 : Euh... Euh...J'en ai pris... Attends, je vais compter : un, deux, trois, quatre (en levant un doigt à chaque nombre). J'en ai pris quatre et ça a marché.

À la fin de l'activité, l'enseignante fait remarquer que la seule élève qui a réussi est E5. Elle lui demande d'expliquer sa stratégie aux autres élèves. Elle profite ainsi de la stratégie utilisée par E5 pour procéder à une phase d'institutionnalisation, c'est-à-dire qu'elle montre aux autres élèves que le recours aux nombres est une stratégie efficace pour former une collection équipotente.

- Analyse du scénario 3 (5 gommettes, un déplacement)

Contrairement aux scénarios 1 et 2, qui impliquent comme contexte des autos et des garages, ce scénario et le suivant exigent d'aller chercher juste ce qu'il faut de gommettes pour couvrir chacun des cercles sur le dessin. Au scénario 3, l'image présentée est un camion, lequel comporte cinq fenêtres représentées par des cercles. Lors de ce scénario, quatre élèves (E3, E4, E7, E8) ne cherchent pas à coordonner le nombre de gommettes avec le nombre de cercles sur le dessin (stratégie 1). Notons toutefois que E8, lorsqu'il reçoit la feuille sur laquelle est dessiné un camion, il se met à dénombrer les cercles. Cependant, bien qu'il les dénombre, il ne semble pas reconnaître l'utilité du nombre pour former une collection équipotente à une autre, car il apporte ensuite un paquet de gommettes. Cette conduite est aussi adoptée par E3, E4 et E7. Quand l'enseignante leur demande s'ils ont réussi, ils répondent « oui ». Il est possible qu'ils interprètent que pour gagner, il faut qu'il y ait une gommette sur chaque cercle, sans considérer qu'il ne doit pas en avoir en trop, même si la consigne était claire à ce propos et qu'elle a été répétée plusieurs fois. D'ailleurs, E3, malgré les interventions de l'enseignante, persiste à considérer qu'elle a gagné, comme en témoigne l'extrait suivant.

Ens. 2 : Le problème E3, c'est qu'il a des gommettes ici en trop. Est-ce que t'as réussi le jeu ?

E3 : Oui.

Ens. 2 : Ben non, parce que regarde, il y en a trop là. Pour gagner, il faut apporter juste ce qu'il faut de gommettes. Il en faut une dans chaque fenêtre, mais il ne faut pas qu'il en reste après.

E3 : Oh!

Ens. 2 : Regarde, il nous en reste ici. On est obligé de les coller en haut de la feuille, il y en a trop. Est-ce que tu as réussi le jeu ? Tu as gagné ?

E3 : Oui.

L'enseignante a du mal à amener l'élève à reconnaître qu'elle n'a pas réussi et donc également, à l'amener à modifier sa stratégie pour réussir le problème. La dévolution du problème est difficile auprès de certains élèves, car ils ne comprennent pas tous l'état désiré. De plus, il arrive que des élèves préfèrent jouer plutôt que de chercher à interpréter la rétroaction du milieu. Par exemple, dans le cas de E3, elle s'amuse à coller les gommettes sur son nez.

E1, E2, E6 et E9 ont estimé la quantité et n'ont pas apporté suffisamment de gommettes (3 ou 4 gommettes). Ces quatre élèves reconnaissent toutefois, à la suite de la rétroaction, qu'ils n'ont pas réussi. Nous faisons l'hypothèse qu'il est plus facile pour les élèves de reconnaître qu'ils n'ont pas réussi lorsqu'il manque de gommettes que lorsqu'il y en a en trop. Comme le montre l'extrait suivant, l'enseignante intervient auprès de E1, qui a placé trois gommettes plutôt que cinq, ce qui amènera cet élève à recourir au dénombrement et à réussir le problème.

Ens. 2: Est-ce que, est-ce que t'as gagné, E1 ?

E1 : Oui.

Ens. 2 : Qu'est-ce qu'il faut pour gagner au jeu ?

E1 : 1-2-3.

Ens.2 : Ah ! Tu es allé en chercher 3, c'est vrai. Mais pour gagner, il fallait qu'il y en ait une dans chacune des fenêtres. Est-ce qu'il y en a une dans chacune des fenêtres ?

E1 : Non.

Ens.2 : Non, est-ce que t'as réussi ?

(E1 pointe une des fenêtres sans gommette.)

Ens. 2 : Veux-tu, on va essayer quelque chose. Je vais aller les reporter, tu vas aller les, en chercher, on va recommencer (Ens.2 va reporter les gommettes). Mais là, il faut que tu réussisses à aller en chercher pour qu'il y en ait une dans chacune des fenêtres.

E1 : Celles-là ? (en pointant les fenêtres sur le dessin).

Ens. 2 : Oui.

E1 : Ok.

Ens. 2 : Donc il faut que tu ailles chercher juste ce qu'il faut pour qu'il y ait une gommette dans chacune des fenêtres. Il ne faut pas qu'il y en ait trop non plus.

E1 : Ok. 1-2-3-4-5 (Il compte correctement les fenêtres et va ensuite chercher 5 gommettes).

Quant à E5, aussitôt que l'enseignante présente l'image aux élèves pour expliquer la tâche, elle dit « 5 ». La reconnaissance globale lui permet d'identifier immédiatement le nombre de cercles, sans avoir à les dénombrer. Cependant, elle n'utilise pas d'emblée le nombre pour aller chercher les gommettes. Elle prend d'abord une seule gommette, et retourne voir sa feuille. Elle prend ensuite une deuxième gommette et tente à nouveau de regarder sa feuille. Elle utilise donc la correspondance terme à terme. Or, l'enseignante lui rappelle qu'elle ne peut retourner voir sa copie et qu'elle a droit à un seul déplacement. Après cette intervention, se souvenant qu'il y a 5 cercles sur l'image,

elle dénombre les gommettes et en prend 5. Il est à noter que cette élève tente le plus possible d'utiliser la correspondance terme à terme depuis le début de la séquence. Bien que ses connaissances lui permettent d'utiliser le nombre, la stratégie de correspondance terme à terme lui semble plus sûre. Il est donc important de mettre en place les conditions nécessaires pour rendre cette stratégie inefficace et ainsi la contraindre à utiliser une stratégie numérique.

- Analyse du scénario 4 (3 ou 7 gommettes, un déplacement)

Pour le quatrième scénario, les élèves n'ont pas tous la même image. Les enseignantes ont choisi les valeurs des variables en fonction des stratégies engagées par les élèves aux scénarios précédents. Ainsi, E3, E4, E7, E8 et E9 reçoivent l'image d'un oiseau sur laquelle il n'y a que trois cercles, tandis que les autres élèves ont l'image d'une maison sur laquelle il y a 7 cercles.

Parmi les cinq élèves qui ont reçu l'image de l'oiseau, trois (E3, E7 et E8) ne cherchent pas à contrôler la quantité de gommettes qu'ils vont chercher, rapportant ainsi un paquet de gommettes. Quant à E9, elle semble estimer la quantité de gommettes nécessaires. Elle va chercher deux gommettes et elle reconnaît qu'elle n'a pas gagné. En effet, quand l'enseignante lui demande si elle a gagné, elle pointe le cercle vide. L'enseignante retire les gommettes et lui propose de faire un nouvel essai. Elle compte avec elle les cercles sur l'image et lui demande combien de gommettes elle doit aller chercher. E9, qui parle très rarement, ne répond pas, et va chercher une seule gommette. Elle semble ainsi aller chercher ce qui lui manque à partir de ce qu'elle a fait lors de sa première tentative. E4 est la seule élève, parmi ceux qui ont reçu l'image de l'oiseau, à réussir la tâche du premier coup. Il est difficile de savoir si elle a dénombré les cercles ou si elle a réussi par reconnaissance globale.

Lors de ce scénario, quatre élèves (E1, E2, E5, E6) ont reçu l'image de la maison comportant 7 cercles. E1, sans aide, dénombre les cercles et va chercher le bon nombre de gommettes sans commettre d'erreur. Il constate qu'il a réussi au moment de poser les gommettes sur les cercles et il est très fier de lui. E2 utilise le dénombrement, mais commet une erreur dans la coordination suite-pointage. E5, fidèle à ses habitudes, recourt à la correspondance terme à terme. Son bureau étant près des gommettes, elle arrive à voir l'image de la maison lorsqu'elle prend les gommettes tout en respectant la consigne indiquant de faire un seul déplacement. Après la tâche, l'enseignante lui demande si elle aurait pu fonctionner autrement. E5 reconnaît qu'elle aurait pu compter les cercles. E6 estime la quantité de gommettes nécessaires et va en chercher 6 plutôt que 7. Il est à noter que la dévolution du problème est difficile auprès de cette élève, comme en témoigne l'extrait suivant.

Ens. 2: Comment tu pourrais faire pour aller chercher juste ce qu'il faut de gommettes ?

E6 : Tantôt après l'école je vais aller voir papi tantôt.

Ens. 2 : Ah oui, tu vas aller voir ton papi tantôt ?

E6 : Oui.

Ens. 2 : C'est vrai, ahhh, est-ce que tu l'aimes beaucoup ton papi ?

E6 : Oui j'aime ça.

Ens. 2 : Oui.

E6 : Je joue avec lui.

Ens. 2 : Là, j'aimerais ça voir qu'est-ce que tu vas faire pour aller chercher juste ce qu'il faut de gommettes pour qu'il y en ait une dans chacun des cercles ici. Comment tu vas faire pour réussir ?

E6 : Je ne sais pas.

Ens. 2 : Tu ne sais pas...

(4 secondes de silence).

Ens. 2: Est-ce que tu veux essayer d'aller en chercher des gommettes, pour couvrir chacun des cercles, et on va voir ce que ça va donner ?

E6 : Oui.

(Elle va chercher un petit paquet de gommettes, soit 6, et avec l'aide de l'enseignante, les place sur les cercles).

Ens. 2 : Tu l'avais presque, regarde quand tu vas mettre lui là, il va juste en manquer un, c'est pas beaucoup.

E6 : C'est pas grave.

En plus de parler d'autres choses, E6 ne semble pas chercher à mettre en place une stratégie pour réussir. De plus, face à son échec, elle répond : « C'est pas grave ». On pourrait penser qu'elle réagit ici au commentaire de l'enseignante qui lui dit qu'il lui manque seulement une gommette et que ce n'est pas beaucoup. Cependant, le non

verbal de cette élève et le fait que cette réponse – « C’est pas grave » - soit récurrente chez cette élève au fil de la séquence, suggère plutôt qu’elle est indifférente au fait d’atteindre ou non l’état considéré comme une réussite par l’enseignante. L’enseignante a ainsi du mal à dévoluer l’état à atteindre pour gagner.

Au terme de la situation, l’enseignante présente l’image d’un robot sur lequel se trouvent 4 cercles. Elle demande à l’ensemble des élèves comment on pourrait faire pour aller chercher juste ce qu’il faut de gommettes pour qu’il y en ait une sur chaque cercle. E4 dit « deux et deux ». Sa stratégie est bonne (faire deux groupements de deux), mais elle va chercher seulement 2 gommettes. D’autres élèves font des tentatives infructueuses. L’enseignante, souhaitant mettre en évidence l’utilité du nombre pour former une collection équipotente, demande à E1 de montrer aux autres comment il a procédé. E1, avec un grand sourire, se rend à l’avant de la classe et dénombre à voix haute les cercles sur le robot. Il va chercher quatre gommettes et les pose sur le robot. Il constate qu’il a réussi et saute de joie. Les élèves l’applaudissent, et l’enseignante lui tape dans la main pour le féliciter. L’enseignante en profite alors pour montrer aux autres élèves l’utilité du nombre pour réussir la tâche. Par la suite, une autre élève, E5, vient essayer avec une autre image. Alors qu’elle avait utilisé la correspondance terme à terme précédemment, elle recourt cette fois à une stratégie numérique et réussit la tâche.

4.2.2 Petit Poucet

La situation du Petit Poucet (Giroux et Ste-Marie, 2004; Ste-Marie, 2013) vise la comparaison de collections. Selon les valeurs des variables didactiques, il est possible d’effectuer la comparaison en recourant ou non aux nombres. Dans sa version originale, la progression est pensée de façon à amener peu à peu les élèves à recourir à une stratégie numérique pour comparer les collections. Cependant, étant donné les

connaissances investies par les élèves, nous avons plutôt tenté d'amener les élèves à recourir à une stratégie de correspondance terme à terme pour comparer des collections.

La situation du Petit Poucet évoque l'histoire d'un enfant qui laisse tomber des cailloux pour retrouver son chemin. Des jetons sont utilisés pour représenter des cailloux, et une marelle (bande de papier blanc sur laquelle les élèves peuvent se déplacer) est utilisée pour représenter un chemin. Sur la marelle se trouve par exemple deux habitations : une maison et un château (voir figure ci-dessous). Les élèves reçoivent deux collections de jetons de couleur différente (par exemple 4 jetons verts et 7 jetons rouges). Le but du jeu consiste à associer correctement chaque collection à l'habitation correspondante. Au moment de la validation des anticipations, la marelle est retournée. Au verso, des cases apparaissent pour délimiter les pas du Petit Poucet, qui laisse tomber un caillou à chaque pas. La rétroaction est ainsi assurée par correspondance terme à terme, c'est-à-dire qu'un élève est invité à déposer un jeton sur chaque case pour associer chaque collection à son habitation.

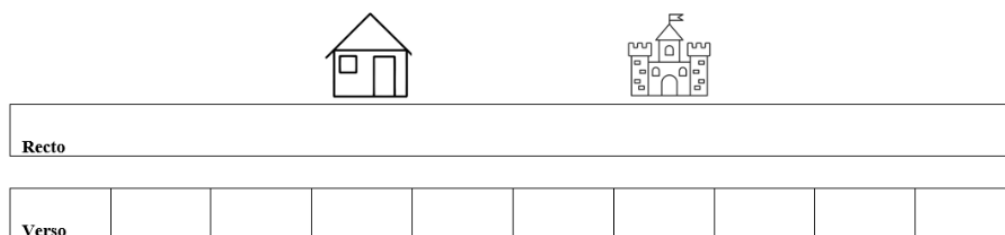


Figure 4.4 : Matériel de la situation du Petit Poucet

- Analyse *a priori*

Différentes stratégies peuvent être utilisées pour comparer les collections. Les élèves peuvent, ou non, recourir aux nombres.

- Stratégie 1 : Aucune association entre la taille de la collection et le rang de l'habitation

Cette stratégie consiste à s'appuyer sur d'autres critères que la taille de la collection pour l'associer à une habitation. Par exemple, un élève qui aime les châteaux et qui aime la couleur rose pourrait anticiper que les jetons roses permettent de se rendre au château.

- Stratégie 2 : Jugement perceptif

Cette stratégie consiste à faire une approximation de chaque quantité pour essayer de trouver laquelle des collections est la plus grande.

- Stratégie 3 : Correspondance terme à terme

Il s'agit ici d'établir une correspondance terme à terme entre les éléments de chacune des collections. La collection dont des éléments sont non appariés est la plus grande.

- Stratégie 4 : Dénombrement de chacune des collections et comparaison des nombres obtenus, avec difficulté

Il est possible que les élèves dénombrent les éléments de chaque collection et qu'ils s'appuient sur les nombres obtenus pour comparer les collections. Cependant, des difficultés peuvent être rencontrées au moment du dénombrement (ex. : difficultés relatives aux principes de bijection, de la suite stable, etc.). Il est aussi possible que les élèves dénombrent correctement les objets, mais qu'ils n'arrivent pas à ordonner les nombres par la suite. Enfin, une autre possibilité est qu'ils dénombrent les collections sans cependant reconnaître l'utilité du nombre pour résoudre le problème.

- Stratégie 5 : Dénombrement de chacune des collections et comparaison des nombres obtenus

Cette stratégie consiste à dénombrer les collections (aspect cardinal) et à comparer les nombres obtenus, en considérant que plus un nombre est loin dans la suite, plus il est grand (aspect ordinal).

Pour favoriser la progression des stratégies des élèves, nous jouons sur les valeurs de trois variables didactiques. La variable la plus importante est le nombre d'éléments de chaque collection. Plus l'écart entre les nombres est petit, plus le jugement perceptif devient inefficace. Par exemple, il est efficace pour comparer des collections de 3 et 7 éléments, mais ne serait pas efficace pour comparer des collections de 6 et de 7 éléments, car la différence entre la taille des collections ne se voit pas facilement au premier coup d'œil. Une autre variable est le nombre de collections (et donc d'habitations). Bien que nous ayons essentiellement utilisé deux collections, un des scénarios met en scène trois collections, ce qui complexifie considérablement la tâche. Il ne suffit plus de comparer deux collections, mais plutôt d'ordonner les trois collections, ce qui exige plus de contrôle sur les relations. Et enfin, une autre variable est le matériel utilisé. Les collections sont formées soit de petits jetons, de gros jetons ou de bâtons. Il faut donc faire fi des caractéristiques physiques des objets au moment de la comparaison. Le jugement perceptif peut par exemple être trompeur lors de la comparaison de 8 bâtons et 10 petits jetons (scénario 5).

Nous avons proposé aux élèves six scénarios répartis en deux séances (séances 2 et 3). Les scénarios 1 à 3 sont présentés à la séance 2 et l'anticipation est réalisée en équipe de 2 ou 3 élèves. Cette contrainte vise à favoriser les échanges entre les élèves. Les scénarios 4 à 6 sont présentés à la séance 3. Dans les scénarios 4 et 5, en raison de la difficulté à favoriser les échanges, les anticipations sont cette fois réalisées en grand groupe. Au dernier scénario, les élèves ayant plus d'expérience avec la situation, une

nouvelle tentative de travail en équipe de 2 ou 3 élèves est réalisée. Il est à noter que la progression présentée ne correspond pas à celle qui était prévue. Nous avons dû nous adapter sur le vif en raison des difficultés des élèves. Notons de plus que les élèves s'investissent peu dans la recherche d'une solution et qu'ils échangent peu entre eux. Par conséquent, nous sommes passés rapidement d'un scénario à l'autre.

Tableau 4.4 : Progression de la situation du Petit Poucet

	Séance 2			Séance 3		
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Nbre d'objets	5, 9	3, 7	3, 8, 11	3, 7	8, 10	7, 11
Nbre de collections	2	2	3	2	2	2
Matériel utilisé	Petits jetons	Petits jetons	Petits jetons	Petits jetons	Petits jetons, bâtons	Petits jetons, gros jetons

- Analyse *a posteriori*

Il n'y a pas véritablement d'évolution dans les stratégies utilisées par les élèves au cours de cette situation, qui n'était sans doute pas adaptée à leurs connaissances. Comme le montre le tableau ci-dessous, la plupart des élèves ne font pas d'anticipation ou encore donnent une réponse sans établir de relation entre la taille des collections et le rang de l'habitation (stratégie 1).

Tableau 4.5 : Stratégies utilisées lors de la situation du Petit Poucet

	Stratégie 1	Stratégie 2	Stratégie 3	Stratégie 4	Stratégie 5	Aucune anticipation
Scénario 1	E1, E3, E4, E5, E6					E2, E7 et E8
Scénario 2	E2, E3, E4	E1, E5			E5	E6, E7, E8
Scénario 3	E1, E2, E3, E6	E5			E5	E4, E7, E8
Scénarios 4 et 5	Comme les scénarios 4 et 5 ont été réalisés en grand groupe, il est difficile d'identifier la stratégie de chacun des élèves.					

Il est à noter que E9 est absente à la séance 2, et donc lors des trois premiers scénarios de la situation du Petit Poucet.

Analyse du scénario 1

- **Maison : 5 petits jetons roses**
- **Château : 9 petits jetons orange**

Pour introduire la situation, l'enseignante demande d'abord aux élèves s'ils connaissent l'histoire du Petit Poucet. Notons qu'une vidéo du Petit Poucet avait été présentée l'année précédente, et que 6 des 9 élèves étaient présents. Par conséquent, ces élèves ont une certaine connaissance de cette histoire. Par la suite, l'image des habitations est présentée. Au moment de présenter le château, E5 dit : « Ça, c'est un château méchant ». Cela montre bien que cette élève ne recherche pas l'intention didactique que sous-tend la situation. Il faut dire cependant que ces élèves, sans doute plus que

ceux des classes « ordinaires », participent régulièrement à des activités qui ne visent pas directement l'apprentissage d'un contenu disciplinaire, et que, lorsqu'ils font des mathématiques, ils sont rarement confrontés à de la résolution de problèmes. Le contrat didactique implicite qui s'installe dans les classes spéciales composées d'élèves ayant des incapacités intellectuelles est donc sans doute très différent de celui des classes « ordinaires ».

L'enseignante présente les collections de jetons aux élèves en expliquant qu'ils vont faire comme le Petit Poucet, c'est-à-dire qu'ils devront trouver où chacune des collections permet de se rendre. Le choix des valeurs des variables a été fait en fonction des connaissances investies par les élèves au cours de la situation. En raison de la difficulté des élèves à s'approprier la situation, l'enseignante utilise des nombres inférieurs à 10 et ayant un espacement relativement grand pour rendre l'estimation des quantités efficace. Elle demande : « Avec les jetons roses, est-ce que le Petit Poucet peut aller à la maison ou au château ? » Bien qu'elle n'ait pas encore montré les deux collections, trois élèves (E1, E3, E5) lèvent la main pour répondre à la question. Ces élèves considèrent donc qu'il n'est pas nécessaire de tenir compte de la taille des collections pour identifier l'habitation correspondante (stratégie 1). L'enseignante mentionne qu'on ne le sait pas encore. Elle place les élèves en équipe, remet les deux collections à chaque équipe, et les invite à discuter entre eux. Cependant, dans les trois équipes, les élèves n'échangent pas entre eux. Lorsque l'enseignante n'est pas présente, ils jouent avec les jetons ou attendent. Et lorsque l'enseignante est présente, elle les questionne et certains élèves répondent, sans toutefois associer la taille des collections avec l'emplacement des habitations sur la marelle.

Dans l'équipe 1 (E2, E3 et E8), les élèves jouent avec les jetons, sans parler. Considérant que les élèves n'ont peut-être pas compris ce qu'ils doivent faire, l'enseignante leur rappelle la consigne. Elle leur demande ensuite : « Quelle collection

permet de se rendre au château selon vous ? » E2 dit qu'elle ne sait pas. E8 ne s'intéresse pas à la question posée par l'enseignante et continue de jouer avec les jetons. E3, en jouant avec les jetons orange dans sa main, répond « orange », sans regarder la marelle, ce qui suggère que cette réponse correcte est obtenue par hasard. Les élèves ont effectivement une chance sur deux de faire une anticipation adéquate.

Dans l'équipe 2, formée de E1 et E6, les deux élèves anticipent que les jetons orange permettront au Petit Poucet de se rendre au château. Quand l'enseignante demande à E6 de justifier son choix, elle répond : « Parce que j'aime ça. J'aime ça la couleur ».

L'équipe 3 est formée de E4, E5 et E7. L'enseignante demande aux élèves pour aller dans quelle habitation le Petit Poucet a pris les jetons orange. E7 ne répond pas. E4 pense qu'il les a pris pour se rendre à la maison, tandis que E5 considère qu'il les a pris pour se rendre au château et justifie en disant : « parce que j'ai vu dans le film ». Elle ne semble pas s'appuyer sur la taille de la collection pour justifier son choix.

Bien que le jugement perceptif soit suffisant pour réussir la tâche en raison de la taille des collections (5 et 9 éléments), les élèves ne recourent pas à cette stratégie. Soit ils utilisent la stratégie 1 (aucune association entre la taille de la collection et le rang de l'habitation), soit ils ne font aucune anticipation.

Au moment de la première rétroaction, l'enseignante retourne la marelle, et effectue elle-même la correspondance terme à terme en plaçant les jetons sur la marelle. Bien qu'ils ne semblent pas avoir compris l'enjeu de la situation, les élèves sont attentifs. Les élèves qui ont fait une anticipation adéquate sont contents d'avoir réussi. Ils ne semblent cependant pas reconnaître qu'il est possible de mettre en place un

raisonnement permettant d'associer à coup sûr chaque collection avec la bonne habitation.

À la fin du scénario, l'enseignante demande aux élèves s'ils ont réussi à trouver quelle collection se rend à chacune des habitations. Malgré le fait qu'ils n'aient pas réussi, les élèves disent le contraire. Il est possible qu'ils ne se souviennent plus de leur prévision. Seule E5 avait réellement réussi la tâche et elle a été en mesure de le dire.

Analyse du scénario 2

- **Maison : 3 petits jetons roses**
- **Château : 7 petits jetons verts**

L'enseignante rappelle la consigne. Tout comme au scénario précédent, avant même qu'elle donne les collections de jetons, E3 se prononce sur la collection qui permettra de se rendre à une habitation. Ensuite, les enseignantes remettent les deux collections de jetons à chacune des trois équipes.

Dans l'équipe 1 (E2, E3 et E8), les élèves sont plutôt passifs. L'enseignante les questionne. E2 et E3 fournissent une réponse, sans chercher à mettre en relation les collections de jetons avec l'emplacement des habitations. E8 ne fait pas d'anticipation.

Dans l'équipe 2, formée de E1 et E6, E1 affirme que la collection de jetons rose permet de se rendre au château parce qu'il y a moins de jetons roses que de jetons verts. E6 ne participe pas à l'échange.

L'équipe 3 est formée de E4, E5 et E7. E5 aligne les 7 jetons verts et les dénombre. Sa réponse est immédiate : les jetons roses permettent de se rendre à la maison et les jetons verts, au château. Elle a trouvé la solution. E4 pense le contraire. E5 justifie son choix en disant : « parce que j'ai compté ». Bien qu'elle ait effectivement dénombré les jetons, elle les a également alignés. Nous faisons l'hypothèse qu'elle s'appuie simultanément sur le jugement perceptif et sur le nombre, puisque la disposition des jetons permet clairement de voir qu'il y a plus de jetons verts que de jetons roses. E7, quant à elle, aide E5 à placer les jetons en ligne droite, mais ne fait aucune anticipation.

Au moment de la rétroaction, l'enseignante retourne la marelle. Cette fois, ce n'est pas elle qui effectue la validation sur la marelle. Elle demande à E5 de venir placer les jetons sur la marelle. E5 place les trois jetons roses, un par case. Ensuite, plutôt que de revenir au début de la marelle pour placer les jetons verts, elle place le premier jeton vert à la suite des jetons rose (donc sur la quatrième case). Cela montre que même si elle semble avoir utilisé une stratégie numérique, sa compréhension de la situation est fragile. L'enseignante la corrige. E5 place ensuite correctement les jetons verts, un sur chaque case. E1 semble particulièrement attentif : il se place près de la marelle et observe E5. Globalement, les élèves semblent contents de voir que les jetons verts arrivent directement sur le château. Ils ne semblent pas se préoccuper (ou même se souvenir) de l'anticipation qu'ils avaient faite, mais semblent néanmoins heureux de constater que chaque collection de jetons permet d'arriver directement sur une habitation.

Analyse du scénario 3

- **Tente : 3 petits jetons verts**
- **Maison : 8 petits jetons roses**
- **Château : 11 petits jetons orange**

L'enseignante respecte la progression prévue et change la valeur d'une des variables didactiques. Elle utilise trois collections de jetons au lieu de deux. Étant donné les difficultés des élèves à comprendre l'enjeu de la situation, il aurait été plus judicieux de présenter seulement deux collections, comme aux scénarios précédents.

Dans l'équipe 1 (E2, E3 et E8), les élèves mélangent les trois collections de jetons. L'enseignante leur demande de séparer les jetons par couleur, mais E3 mentionne qu'elle veut faire un carré avec les jetons. Plus tard, l'enseignante revient. Cette fois, les élèves acceptent de trier les jetons par couleur. À la demande de l'enseignante, E2 et E3 font une anticipation, mais elles ne semblent pas établir de relation entre la quantité de jetons et l'emplacement des habitations. Quant à E8, il ne fait pas d'anticipation.

Dans l'équipe 2, formée de E1 et E6, les élèves font des anticipations pour répondre aux questions de l'enseignante, mais ne semblent pas mettre en relation la taille des collections avec l'emplacement des habitations.

L'équipe 3 est formée de E4, E5 et E7. E5 identifie correctement la relation entre les collections et les habitations. Elle a aligné chacune des collections de jetons, sans toutefois les mettre les unes à côté des autres, ce qui suggère qu'elle ne recourt pas à la correspondance terme à terme. Elle dénombre ensuite les collections. Il est difficile de savoir si elle recourt au jugement perceptif ou si elle compare les nombres obtenus

entre eux, ce qui exige une bonne mémoire de travail puisqu'il y a trois collections à comparer. Nous faisons l'hypothèse qu'elle s'appuie simultanément sur ces deux stratégies. E4 et E7 ne font pas d'anticipation.

Au moment de la rétroaction, l'enseignante retourne la marelle, et demande à E6 de placer les jetons sur la marelle. Malgré que la majorité des élèves n'aient pas été très engagés au moment de l'anticipation, ils sont pour la plupart attentifs lorsque E6 place un à un les jetons sur chacune des cases de la marelle. Notons que E6 compte les jetons au fur et à mesure qu'elle les dépose sur la marelle. Elle dit avoir réussi, même si son anticipation était erronée.

Au terme de ce scénario, l'enseignante explique aux élèves que comme la maison est l'habitation la plus près du point de départ sur la marelle, pour s'y rendre, il faut prendre la plus petite collection de jetons pour s'y rendre et que comme le château est l'habitation la plus loin, il faut utiliser la plus grande collection de jetons pour s'y rendre.

Analyse du scénario 4

- **Château : 3 petits jetons orange**
- **Maison : 7 petits jetons verts**

Le scénario 4 a été réalisé en grand groupe. Tous les élèves sont assis devant la marelle. L'enseignante dépose les deux collections de jetons sur la marelle. Elle invite les élèves à associer correctement chaque collection à une habitation, en leur précisant qu'ils peuvent manipuler les jetons s'ils le souhaitent. Cependant, les élèves font des anticipations sans mettre en relation la taille des collections avec l'emplacement des

habitations sur la marelle. L'enseignante choisit donc d'aider fortement les élèves pour qu'ils comprennent la situation. Elle leur demande d'abord s'il y a plus de jetons orange ou de jetons verts. E4 répond que la collection de jetons verts est plus grande. Globalement, les élèves semblent d'accord avec elle. L'enseignante rappelle ensuite le point de départ du Petit Poucet et demande s'il faut plus de jetons pour se rendre à la maison ou au château. Les réponses des élèves sont mitigées. Elle explique donc que la maison est plus loin du point de départ du Petit Poucet, et donc qu'il lui faut plus de jetons pour s'y rendre. Pour vérifier si les élèves ont compris, l'enseignante demande d'anticiper quelle collection permet de se rendre au château et plusieurs élèves répondent correctement. Il y a ensuite validation sur la marelle. Les élèves sont contents d'avoir réussi.

Analyse du scénario 5

- **Maison : 8 bâtons**
- **Château : 10 petits jetons**

Ce scénario, tout comme le scénario 4, est réalisé en groupe. Il présente un défi particulier puisque des objets différents sont utilisés pour chacune des collections et que l'écart entre la taille des collections est petit. La collection composée des objets les plus gros (bâtons) est celle qui a la plus petite taille. Pour réussir, il faut donc faire fi des caractéristiques physiques des objets. Ainsi, les valeurs des variables rendent la stratégie de l'estimation des quantités inefficace. Ce scénario est ambitieux considérant que la plupart des élèves ont du mal à comprendre l'enjeu de la situation. Lorsque l'enseignante présente les deux collections, une élève, E5, mentionne que le Petit Poucet « n'accepte pas les bâtons ». Les autres élèves semblent faire des anticipations de façon aléatoire, car ils anticipent sans même manipuler les objets. L'enseignante leur demande comment faire pour savoir avec certitude quelle collection permet de se

rendre au château. Elle précise qu'ils peuvent toucher le matériel s'ils le souhaitent. Certains élèves sont peu attentifs, ce qui s'explique sans doute par le niveau de difficulté de la tâche en regard de leur connaissance. Cependant, E5 propose de compter les objets. Elle compte d'abord adéquatement les bâtons. Ensuite, de son propre chef, elle choisit de compter les jetons. Elle anticipe alors correctement que les jetons permettent de se rendre au château. Ce scénario montre que E5 compare les nombres, sans se laisser distraire par les caractéristiques des objets.

Par la suite, l'enseignante, en collaboration avec E5, institutionnalise la correspondance terme à terme en plaçant les jetons vis-à-vis les bâtons, comme en témoigne la figure ci-dessous. E5 utilise cette stratégie pour montrer aux élèves comment elle a fait pour savoir où il y avait le plus d'objets (même si cette stratégie ne correspond pas à celle qu'elle a utilisée). Ce retour auprès des élèves est fait avant que la validation sur la marelle n'ait été réalisée (c'est pour cette raison que les cases n'apparaissent pas sur la marelle).



Figure 4.5 : Institutionnalisation de la correspondance terme à terme avec les élèves

Cette stratégie, bien que non numérique, nécessite de mettre en correspondance des éléments de grosseur différente, ce qui est en quelque sorte un premier pas vers une comparaison numérique, qui exige de traiter les relations numériques en jeu indépendamment des caractéristiques physiques des collections. L'enseignante met en évidence qu'il y a plus de jetons que de bâtons, et donc, que le Petit Poucet pourra se rendre plus loin en utilisant les jetons. Cette relation semble cependant difficile à comprendre pour les élèves. Des élèves (E1 et E2) déposent ensuite les jetons et les bâtons sur la marelle pour valider les anticipations. Les élèves sont attentifs et sont heureux de constater que chaque collection se rend directement à une habitation, même s'ils n'ont pas véritablement fait d'anticipation.

En somme, il convient d'admettre que cette situation n'était pas adaptée aux connaissances des élèves, à l'exception de E5 qui a un niveau de connaissances beaucoup plus élevé que les autres. Même lorsque l'enseignante mentionne directement aux élèves que plus la collection est grande, plus le Petit Poucet peut se rendre loin sur la marelle, les élèves ne semblent pas comprendre. Il était donc ambitieux de penser qu'ils pourraient par leurs propres moyens dégager cette relation.

4.2.3 Lutin Taquin

La situation adidactique du Lutin Taquin⁵ vise la comparaison de collections. Dans cette situation, les élèves sont des bergers et des bergères et ils ont la garde de quelques moutons, représentés par des cubes. L'enseignante remet donc des cubes à chaque élève. Pour simuler la nuit, elle ferme les lumières et les élèves ferment les yeux. L'enseignante, qui joue le rôle du Lutin Taquin, se promène pour voler des moutons,

⁵ Rappelons que cette situation a été trouvée sur le site de la commission scolaire de Montréal, mais que le lien pour accéder à l'activité n'est malheureusement plus accessible.

c'est-à-dire qu'elle enlève des blocs à certains élèves. Elle ouvre ensuite les lumières, simulant ainsi le matin, et les élèves doivent dire si le Lutin leur a volé des moutons. Cette situation exige de comparer deux collections qui ne sont toutefois pas disponibles simultanément. Il convient effectivement de comparer les collections de moutons avant et après la « nuit ». Les élèves anticipent et ensuite, l'enseignante leur montre les blocs volés. Les élèves ont chacun des blocs d'une couleur différente, ce qui leur permet de savoir si le Lutin leur a volé ou non des blocs.

- Analyse *a priori*

Différentes stratégies peuvent être utilisées pour comparer les collections avant et après la « nuit ».

- Stratégie 1 : Aucune relation de comparaison entre les deux collections
 Cette stratégie consiste à donner une réponse en s'appuyant sur d'autres critères que la comparaison des collections. Par exemple, un élève peut répondre qu'il s'est fait voler des moutons, car il a entendu l'enseignante passer près de lui. Étant donné que la question « est-ce que le lutin t'a volé des moutons? » peut se répondre par « oui » ou « non », il est aussi possible que des élèves réussissent en donnant simplement une réponse au hasard.
- Stratégie 2 : Jugement perceptif
 Cette stratégie consiste à comparer la collection avant la « nuit » et celle après la « nuit » de façon approximative. Cette stratégie est efficace si l'écart entre les deux collections est grand ou si le nombre de blocs est peu élevé (par exemple, une collection de 2 blocs et de 1 bloc). Comme les collections ne sont pas présentes simultanément, les élèves doivent alors observer et mémoriser la quantité de blocs avant la « nuit », pour pouvoir comparer les deux collections.

- Stratégie 3 : Organisation permettant la photographie mentale

Cette stratégie consiste à organiser les blocs avant la « nuit » de façon à mémoriser facilement leur emplacement et ainsi à pouvoir reconnaître s'ils sont tous présents après la « nuit » (par exemple, placer neuf blocs en trois rangées de trois blocs).

- Stratégie 4 : Correspondance terme à terme

Si les élèves peuvent recourir à du matériel, il est alors possible de former une collection intermédiaire des blocs avant la « nuit » ou encore de dessiner sur une feuille les blocs (ou un symbole représentant chaque bloc) avant la « nuit » pour comparer, par correspondance terme à terme, les collections avant et après la « nuit ». Il est aussi possible de faire de la correspondance terme à terme avec les doigts.

- Stratégie 5 : Dénombrement de chacune des collections et comparaison des nombres obtenus, avec difficulté

Cette stratégie consiste à dénombrer la collection de blocs avant la « nuit » et celle après la « nuit » et de comparer les nombres obtenus. Si le nombre n'est pas le même, cela signifie que des blocs ont été volés. Cependant, des difficultés peuvent être rencontrées en lien avec les principes de dénombrement (ex. : principe de cardinalité, principe de bijection, etc.). Il est aussi possible que les élèves oublient le nombre de blocs avant la « nuit » au moment de comparer les collections, ou encore qu'ils dénombrent les blocs sans reconnaître l'utilité du nombre pour résoudre le problème.

- Stratégie 6 : Dénombrement de chacune des collections et comparaison des nombres obtenus

Cette stratégie consiste à dénombrer la collection de blocs avant la « nuit », à mémoriser ce nombre, puis à dénombrer la collection de blocs après la « nuit ». Il convient ensuite de comparer les nombres obtenus; si le nombre de blocs après la « nuit » est plus petit que celui avant la « nuit », des blocs ont été volés.

Nous identifions trois variables didactiques sur lesquelles il est possible de jouer pour favoriser la progression des stratégies des élèves : 1) le nombre de blocs; 2) la possibilité ou non de recourir à du matériel; 3) le déplacement ou non des blocs par l'enseignant.e durant la « nuit ». Nous avons prévu une progression pour un sujet épistémique, mais nous avons dû nous adapter, sur le vif, en fonction des conduites des élèves. Le tableau 4.6 présente la progression prévue. Il est à noter que nous avons choisi, sur le vif, de modifier les valeurs des variables selon les connaissances investies par chacun des élèves, car cette situation permet facilement de faire de la différenciation pédagogique. La présentation de la progression prévue apparaît utile pour comprendre comment le jeu sur les valeurs des variables de cette situation permet de faire évoluer les stratégies des élèves.

Tableau 4.6 : Progression de la situation Lutin Taquin

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Nombre de blocs	2 à 3	5 ou 6	7 à 10
Matériel disponible ou non	Oui	Oui	Non
Déplacement ou non des blocs par l'enseignante	Non	Non	Oui

Au scénario 1, la stratégie 2 (jugement perceptif) est suffisante pour savoir si le Lutin Taquin a volé ou non des moutons. À partir du scénario 2, en raison du nombre de blocs qui augmente, il devient alors nécessaire d'organiser la collection (stratégie 3) ou de recourir à la correspondance terme à terme (stratégie 4) pour savoir si des blocs ont été volés. Au scénario 3, ces deux stratégies deviennent inefficaces puisque le matériel n'est plus disponible et que l'enseignante déplace les blocs pendant la « nuit », suggérant que des moutons se sont déplacés. Ainsi, le recours au nombre devient nécessaire. À noter que la correspondance terme à terme avec les doigts est possible, mais qu'elle n'est pas nécessairement envisagée par les élèves en raison de la taille des blocs.

- Analyse *a posteriori*

La situation du Lutin Taquin se déroule lors de la dernière séance. Étant donné que les connaissances varient largement d'un élève à l'autre, nous avons choisi de modifier les valeurs des variables en fonction de leurs connaissances. Lors de chacun des scénarios, le matériel est disponible et les blocs ne sont pas déplacés par l'enseignante. Ainsi, la seule variable qui a été modifiée est le nombre de blocs.

Le tableau suivant présente le nombre de blocs remis à chaque élève ainsi que les stratégies utilisées. Nous avons procédé à deux scénarios. Cependant, étant donné les difficultés des élèves lors du premier scénario, nous avons fait une deuxième tentative avec le même nombre de blocs pour chacun des élèves. Le scénario 1b est celui où les élèves utilisent des stratégies les plus élaborées sur le plan mathématique, ce qui s'explique en grande partie par l'aide apportée par les enseignantes au cours de ce scénario.

Tableau 4.7 : Nombre de blocs et stratégies utilisées par les élèves lors de la situation du Lutin Taquin

	Nombre de blocs			Stratégies utilisées		
	Scénario 1a	Scénario 1b	Scénario 2	Scénario 1a	Scénario 1b	Scénario 2
E1	5	5	7	1	4	5
E2	5	5	6	1	5	1
E3	3	3	2	1	1	1
E4	5	5	6	1	1	1
E5	6	6	9	5	4	3
E6	Absente	6	8	---	4	5
E7	3	3	1	1	4	1
E8	3	3	1	1	1	1
E9	3	3	1	1	1	1

Scénario 1a

L'enseignante explique la consigne aux élèves, en précisant qu'ils peuvent utiliser le matériel qu'ils souhaitent pour être en mesure de dire, après la « nuit », si le Lutin Taquin leur a volé des moutons. Cependant, aucun élève n'utilise de matériel, et ils ne semblent pas tenter de mémoriser la quantité de blocs qu'ils ont devant eux. Certains jouent avec les blocs alors que d'autres ne les regardent pas. À l'exception de E5, qui indique qu'il faut compter les blocs, les autres élèves ne semblent pas tenter de mettre en place une stratégie pour savoir si le Lutin leur a volé des blocs ou non. Après la « nuit », l'enseignante demande aux élèves s'ils se sont faits voler des moutons. E5 reconnaît qu'il lui manque des moutons, mais indique qu'il lui en manque 2 alors que l'enseignante lui a seulement volé un mouton. Les autres élèves répondent généralement qu'ils se sont fait voler des blocs, mais quand l'enseignante pose à nouveau la question, certains d'entre eux modifient leur réponse. De plus, ils réagissent peu au moment de la rétroaction, c'est-à-dire lorsque l'enseignante, après la « nuit », montre aux élèves les blocs volés (rappelons que les élèves ont chacun des blocs d'une

couleur différente). Les conduites des élèves suggèrent que la plupart d'entre eux ne comprennent pas l'enjeu de la situation.

Scénario 1b

L'enseignante choisit de reprendre à nouveau la situation en conservant le même nombre de blocs pour chaque élève. Mais avant de reprendre, souhaitant aider les élèves à mettre en place une stratégie, l'enseignante leur indique : « Moi j'ai un ami qui avait pris une feuille et il avait dessiné des carrés pour chaque mouton. Est-ce que ça pourrait être une bonne idée ? » E2 répond « non » spontanément tandis que E5 répond « oui ». Les autres élèves ne réagissent pas. L'enseignante remet ensuite une feuille à chaque élève et leur propose de sortir un crayon, ce qui suggère fortement aux élèves de mettre en place la stratégie proposée. Elle mentionne cependant aux élèves qu'ils peuvent, ou non, utiliser la feuille. Par la suite, une dizaine de minutes leur est laissée pour qu'ils tentent de mettre en place une stratégie. Les enseignantes circulent pour aider les élèves. Malgré les interventions de l'enseignante, plusieurs élèves ne savent pas quoi faire avec la feuille.

E2 est la seule élève qui recourt à une stratégie numérique. Elle a 5 blocs et elle écrit sur sa feuille : 1 2 3 4 5. Notons que cette élève n'avait peut-être pas reconnu l'utilité de dessiner des carrés, car elle envisageait de recourir aux nombres. Cette conduite montre que bien qu'elle reconnaisse l'utilité du nombre pour comparer des collections, elle ne maîtrise pas (dans ce cas-ci du moins) le principe de cardinalité, c'est-à-dire qu'elle ne contrôle pas la relation d'inclusion suivante : 1 est inclus dans 2, qui est inclus dans 3, qui est inclus dans 4, etc.

Quatre élèves recourent à la correspondance terme à terme. Ces élèves ont dessiné des carrés représentant les moutons et ils placent leurs moutons sur les carrés pour savoir des moutons leur ont été volés. Deux d'entre eux (E5 et E6) utilisent cette stratégie sans aide. E5 avait pourtant utilisé une stratégie numérique précédemment. Ce sont sans doute les consignes données et la présence de la feuille qui l'encourage à utiliser une stratégie plus élémentaire. Elle dessine ainsi 6 carrés sur sa feuille alors qu'elle a 6 blocs. Le Lutin Taquin lui vole 3 blocs. Elle reconnaît immédiatement, en recourant à la correspondance terme à terme, que le Lutin lui a volé des blocs. Cependant, lorsque l'enseignante lui demande combien de moutons lui ont été volés, elle répond d'abord 6. Pour répondre 3, il faut accepter de dénombrer les carrés sans bloc, qui correspondent à une partie de l'ensemble des carrés. Cette difficulté relève de l'inclusion partie/partie/tout, c'est-à-dire de la difficulté à traiter simultanément la partie (en l'occurrence, les carrés sans bloc) et le tout (soit les carrés sans bloc et ceux avec bloc). E5 se réajuste cependant rapidement et indique que le Lutin lui a volé trois blocs. E6, qui a 6 blocs, a également dessiné d'elle-même 6 carrés sur sa feuille. Pour savoir si le Lutin lui a volé des moutons, elle place chacun des blocs sur les carrés dessinés. Cependant, lorsque l'enseignante lui demande si le Lutin lui a volé des moutons, elle répond d'abord « oui » alors qu'il y a un bloc sur chaque carré. Avec le soutien de l'enseignante, elle admet ensuite que le Lutin ne lui a pas volé de mouton.

E1 et E7 recourent eux aussi à la correspondance terme à terme, mais avec beaucoup de soutien de l'enseignante. E1 est néanmoins en mesure d'utiliser par lui-même la stratégie de correspondance terme à terme et reconnaît que des moutons lui ont été volés. Cependant, lorsque l'enseignante lui demande combien, il répond 5, qui correspond à son nombre total de blocs, ce qui témoigne, ici aussi, d'une difficulté concernant la relation partie/partie/tout. Quant à E7, c'est avec beaucoup d'aide qu'elle dessine des carrés pour représenter les blocs et elle reçoit également un soutien important au moment d'identifier si le Lutin Taquin lui a volé ou non des moutons.

Dans le cas des quatre autres élèves, même avec du soutien, ils ne sont pas en mesure de recourir à la stratégie de correspondance terme à terme. Par exemple, l'enseignante demande à E3 ce qu'elle pourrait faire pour savoir si le lutin lui vole des moutons. E3 lui répond : « Je vais dessiner ». L'enseignante lui demande alors ce qu'elle va dessiner et E3 lui répond : « Un lutin ». Cet extrait montre bien que même si les consignes de l'enseignante semblent suggérer fortement une stratégie (rappelons qu'elle a mentionné qu'un élève avait dessiné des carrés pour chacun des blocs et qu'elle a ensuite remis une feuille aux élèves), il faut toutefois un minimum de connaissances pour interpréter la stratégie attendue. E3 a interprété qu'elle devait faire un dessin, mais n'a pas retenu l'idée de faire des carrés. Si elle ne comprend pas la stratégie de correspondance terme à terme, elle peut difficilement comprendre pour quelle raison elle devrait dessiner des carrés.

Scénario 2

Lors du scénario 2, l'enseignante donne un certain nombre de blocs à chaque élève et elle leur remet aussi une nouvelle feuille.

E6, qui a 8 blocs, écrit la suite des nombres sur sa feuille les uns en dessous des autres. Elle semble cependant perdre de vue la raison pour laquelle elle écrit les nombres. En effet, elle poursuit l'écriture de la suite sans se préoccuper du nombre de blocs qu'elle a reçus. Au moment d'écrire 9, l'enseignante l'interrompt.

Ens. 2: Ça, est-ce que ça va t'aider à savoir si le lutin te vole ou non des moutons ?

E6 : Oui.

Ens. 2: Oui, comment ça va t'aider ? Comment tu vas utiliser ça ?

E6 : Je sais pas. Je vais mettre les blocs à sa place.

Ens. 2: Ok, tu peux me montrer ça comment tu mets les blocs chacun à leur place ?

E6 : Je mets les choses, un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept, huit (en mettant un bloc vis-à-vis l'écriture de chaque nombre nommé).



Ens. 2: Pis là t'avais écrit neuf ici (en pointant le chiffre 9).

E6 : C'est pas grave.

(E6 continue à écrire la suite de nombres jusqu'à 16).

Cet extrait montre que même avec de l'aide, cette élève n'est pas en mesure de contrôler l'utilisation du nombre dans le cadre de cette situation. Même en plaçant les blocs correctement vis-à-vis chaque nombre écrit, elle ne reconnaît pas qu'elle aurait dû s'arrêter à 8.

E1 recourt lui aussi avec peu de contrôle au nombre. En effet, lorsque l'enseignante lui demande comment il fera pour savoir si le Lutin Taquin lui a volé des moutons. Il dit : « Celui-là (en prenant un bloc), je l'ai compté ici (en déplaçant le bloc) ». L'enseignante répond : « Tu me dis que tu les as comptés, il y en a combien de moutons ? ». Il les dénombre : « 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ». L'enseignante lui demande :

« Donc il y en a combien de moutons ? » Il compte à nouveau jusqu'à 7, mais cette fois en levant un doigt à chaque nombre. L'enseignante, visant à vérifier sa maîtrise du principe de cardinalité, lui demande encore une fois il y en a combien. E1 rit et ne répond pas. L'enseignante dit : « Est-ce qu'on peut dire qu'il y en a sept moutons ? » Il acquiesce. Il semble ainsi que le principe de cardinalité soit en construction. Cependant, il ne recourt pas au nombre par la suite pour savoir si le Lutin Taquin lui a volé des moutons.

E5, qui a 9 blocs, dessine un carré pour chaque bloc. La présence d'une feuille encourage effectivement le recours à une stratégie de correspondance terme à terme. Cependant, E5 aligne les blocs sur son pupitre les uns à côté des autres. D'ailleurs, pour savoir si le Lutin Taquin lui a volé des moutons, elle ne s'appuie pas sur les carrés dessinés sur sa feuille. Elle reconnaît immédiatement que le Lutin lui a volé deux moutons et elle dit : « Il y en avait deux, là (en pointant les deux endroits où se trouvaient les blocs volés) et ils ont disparu ! » L'enseignante lui remet les deux moutons. Lorsqu'elle voit qu'elle a réussi, elle s'exclame « Ouiii! », en sautant sur place. Cette élève utilise la stratégie 3 (organisation permettant la photographie mentale). En plus de reconnaître qu'il lui manque des moutons, elle identifie immédiatement le nombre de moutons qui ont été volés.

E7, qui a un seul bloc, ne met en place aucune stratégie. E5, pour l'aider, prend son bloc, le met la feuille de E7, et encercle le bloc avec son crayon. Cependant, E7 n'utilise pas ce qu'a fait E5 pour anticiper si le Lutin Taquin lui a volé un mouton.

En somme, à l'exception de E1, E5 et E6, les élèves ne sont pas en mesure, sans aide, de mettre en place une stratégie pour savoir si le Lutin leur vole ou non des moutons. Plusieurs élèves font des dessins sur leur feuille sans tenter de mettre en place une

stratégie qui leur permettra de savoir si le Lutin Taquin leur vole des moutons. Même E7, E8 et E9, qui avaient un seul bloc n'ont pas été en mesure de dire si le Lutin leur avait pris un mouton. Néanmoins, certains élèves, pendant la « nuit », protègent leurs moutons en plaçant leur bras au-dessus des blocs. Ils s'investissent donc dans le jeu, dans la mesure où ils cherchent à ne pas se faire voler des moutons par le Lutin. Cependant, ils ne comprennent pas que le but du jeu n'est pas de ne pas se faire voler de moutons, mais bien d'être en mesure d'identifier correctement si le Lutin leur a volé ou non des moutons.

4.2.4 Boîtes et bâtons

La situation adidactique « Boîtes et bâtons »⁶ (Briand, Loubet et Salin, 2004) a été ajoutée au dispositif, et ce, à la quatrième séance. Ce choix a été fait en raison des difficultés des élèves à mettre en place une stratégie de correspondance terme à terme. Cette situation vise ainsi à rendre cette stratégie utile, laquelle apparaît comme étant préalable à une stratégie numérique.

Dans cette situation, les élèves ont devant eux une série de petites boîtes de la grosseur d'une boîte d'allumettes environ. Sur chaque boîte se trouve un petit trou, juste assez grand pour que les « bâtons » puissent y entrer. La tâche consiste à mettre un et un seul bâton dans chacune des boîtes. Les élèves doivent donc entrer les bâtons dans les boîtes, sans les ouvrir, en utilisant uniquement la petite ouverture. Lorsque les élèves ont terminé, pour vérifier s'ils ont réussi, l'enseignante ouvre les boîtes.

⁶ La situation « Boîtes et bâtons » a été conçue par Briand, Loubet et Salin (2004). À noter que ces chercheurs intitulaient cette situation « Boîtes d'allumettes ». Or, étant donné que nous utilisons des bâtons et non des allumettes, nous avons modifié le titre.

- Analyse *a priori*

Bien que cette activité ait été ajoutée au cours de l'expérimentation, nous avons tout de même procédé à une analyse *a priori* avant de la présenter aux élèves de manière à prévoir le jeu sur les valeurs des variables didactiques et son impact sur les stratégies mobilisées par les élèves. La situation est composée de trois scénarios, lesquels se différencient par les valeurs des variables didactiques, visant ainsi à favoriser une évolution dans les stratégies utilisées par les élèves.

Les stratégies anticipées sont les suivantes :

- Stratégie 1 : L'élève ne cherche pas à mettre un seul bâton par boîte et il ne cherche pas non plus à ce que toutes les boîtes aient un bâton. Autrement dit, il semble interpréter que la tâche consiste à mettre des bâtons dans les boîtes.
- Stratégie 2 : L'élève cherche à mettre un seul bâton par boîte, et ce, dans toutes les boîtes, mais il n'utilise pas de stratégie apparente. Il semble ainsi procéder de façon approximative (sans organisation).
- Stratégies 3 : L'élève met en place une stratégie pour s'assurer qu'il y a un seul bâton par boîte, et ce, dans toutes les boîtes, mais il ne pense pas à déplacer les boîtes pour regrouper les boîtes dans lesquelles il a mis un bâton. Par exemple, un élève pourrait brasser les boîtes pour tenter d'entendre s'il y a ou non un bâton à l'intérieur (stratégie peu efficace étant donné le matériel choisi) ou encore placer un bâton sur chaque boîte pour ensuite insérer les bâtons à l'intérieur.

- Stratégie 4 (stratégie visée) : L'élève utilise une stratégie efficace pour s'assurer qu'il y a un seul bâton par boîte, c'est-à-dire qu'au fur et à mesure qu'il met un bâton dans une boîte, il déplace la boîte de manière à séparer les boîtes qui contiennent un bâton de celles qui n'en contiennent pas.

Au premier scénario, qui vise l'appropriation de la situation, il y a seulement 3 boîtes et les élèves travaillent de façon individuelle, rendant ainsi la stratégie 2 suffisante pour réussir la tâche. Au deuxième scénario, le nombre de boîtes est de 6 et les élèves travaillent en dyade, c'est-à-dire qu'un élève effectue la tâche pendant que l'autre élève l'observe. Une fois la tâche terminée, l'élève « observateur » doit indiquer s'il croit que la tâche est réussie ou non. Les rôles sont ensuite inversés. Ce scénario, en raison du nombre de boîtes plus élevé, rend les stratégies 3 et surtout 4 nécessaires pour réussir. Au troisième scénario, il y a maintenant 8 boîtes et les élèves, à tour de rôle, mettent des bâtons dans les boîtes. Ainsi, un élève commence la tâche, l'enseignante l'interrompt et demande à un autre élève de poursuivre. Ce scénario vise à amener les élèves à utiliser la stratégie 4.

Tableau 4.8 : Progression de la situation Boîtes et bâtons

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Nombre de boîtes d'allumettes	3	6	8
Mode de travail	Individuellement	En dyade	En grand groupe

- Analyse *a posteriori*

Dans le tableau ci-dessous, on remarque une belle évolution des stratégies des élèves. Au premier scénario, sept élèves parmi les huit présents utilisent les stratégies 1 et 2 alors qu'une seule élève recourt à la stratégie 3 (E5). À partir du scénario 2, en plus de E5, trois autres élèves (E1, E6 et E8) utilisent la stratégie 3. Lors du dernier scénario, quatre élèves vont même jusqu'à utiliser la stratégie 4, qui est la stratégie visée. D'ailleurs, E8, qui au scénario 1 utilisait la stratégie 1, termine le scénario 3 en utilisant la stratégie 4. On observe ainsi un progrès notable d'un scénario à l'autre.

Tableau 4.9 : Stratégies utilisées par les élèves lors de l'activité « Boîtes et bâtons »

	Stratégie 1	Stratégie 2	Stratégie 3	Stratégie 4	Autres
Scénario 1	E7, E8, E9	E1, E2, E3, E6	E5		
Scénario 2	E3, E7	E9	E1, E5, E6, E8		E2
Scénario 3	E3		E5a, E7, E8a	E2, E5b, E6, E8b	E1

Légende

La lettre à côté du code de l'élève représente les différentes stratégies mises en œuvre par un même élève : « a » correspond à la première stratégie et « b » correspond à la deuxième stratégie.

Notons que E4 est absente lors de cette activité.

Scénario 1

Au scénario 1, alors qu'il n'y a que trois boîtes, trois élèves (E7, E8 et E9) n'ont pas réussi le jeu. Étant donné qu'il n'y avait que trois boîtes, il semble que ces élèves interprètent que la tâche consiste à mettre des bâtons dans les boîtes, mais qu'ils ne cherchent pas à en contrôler la quantité (stratégie 1). Quatre élèves (E1, E2, E3, E6) réussissent la tâche sans mettre en place une stratégie apparente. Le nombre peu élevé de boîtes ne rend pas nécessaire une organisation particulière pour réussir la tâche. Et enfin, une élève (E5) met un bâton par boîte, sans les entrer complètement permettant ainsi de reconnaître les boîtes dans lesquelles un bâton a été inséré.

Scénario 2

Au scénario 2, il y a 6 boîtes et les élèves travaillent en dyade. Rappelons que ce scénario vise à ce qu'un élève observe pendant que l'autre est en action. Cependant, le rôle d'observateur, qui n'est pas habituel pour les élèves, n'a pas été compris dans 3 des 4 équipes. Par conséquent, l'enseignante choisit de ne pas refaire l'activité en inversant les rôles.

Dans l'équipe de E3 et E8, alors que E8 devait observer, il prend les bâtons et les met sur les boîtes, en mettant un seul bâton sur chaque boîte. Cependant, l'enseignante lui rappelle qu'il doit observer E3. E3, quant à elle, insère des bâtons dans les boîtes, et continue jusqu'à ce que l'enseignante l'arrête. Au moment de la vérification, elle semble indifférente au fait de ne pas avoir réussi. Ainsi, la dévolution ne fonctionne pas, ce qui ne l'empêche cependant pas de prendre plaisir à mettre des bâtons dans les boîtes. Il est à noter que cette tâche (mettre des bâtons dans les boîtes) représente un

certain défi pour elle sur le plan de la motricité fine. Elle prend ainsi plaisir à relever ce défi plutôt que celui proposé par les enseignantes.

Dans l'équipe formée de E5 et de E7, c'est E7 qui doit être en action et E5 qui doit observer. Cependant, E5 vérifie au fur et à mesure le travail de E7. Ainsi, lorsque E7 met un bâton dans une boîte, E5 prend aussitôt la boîte et la brasse pour vérifier s'il y a bel et bien un bâton à l'intérieur. Cette stratégie est cependant peu efficace en raison du matériel utilisé. E7 ne semble pas chercher à contrôler le nombre de bâtons par boîte. Ce contrôle est assuré par E5.

Dans la dyade formée de E9 et E2, c'est E9 qui est en action. Elle place les bâtons dans les boîtes sans mettre en place de stratégie apparente. Sur les 6 boîtes, 4 contiennent un bâton, une en contient deux et une n'en contient pas. Il est à noter que E2 tente de travailler avec elle, mais l'enseignante lui rappelle qu'elle doit l'observer. E2 arrête alors de travailler, mais n'observe pas ce que fait E9.

Dans la quatrième dyade, E1 est en action et E6 l'observe. E1 place un bâton par boîte en laissant chaque bâton dépasser. Tout au long du travail de E1, E6 l'observe. Lorsque l'enseignante la questionne, elle juge que E1 a réussi, et demande si elle peut l'aider à insérer les bâtons dans les boîtes.

Scénario 3

Au scénario 3, il y a 8 boîtes et les élèves sont appelés à mettre les bâtons à tour de rôle dans les boîtes. E8 commence la tâche. Il prend un bâton et le dépose sur la boîte (stratégie 3). L'enseignante, qui souhaite amener les élèves vers la stratégie 4, demande

à E8 d'insérer le bâton dans la boîte. Elle lui demande ensuite « Qu'est-ce qu'on fait après ? », en pointant un peu plus loin que les boîtes dans lesquelles il n'y a pas encore de bâton. E8 place la boîte avec le bâton dans la direction pointée par l'enseignante. Il poursuit ensuite son travail. Il prend une boîte sans bâton, insère un bâton à l'intérieur, et dépose ensuite la boîte avec le bâton, à côté de celle en contenant un (stratégie 4), et ce, sans que l'enseignante lui suggère. C'est ensuite E2 qui poursuit le travail. Elle prend une boîte sans bâton, insère un bâton à l'intérieur, et dépose ensuite la boîte avec le bâton, à côté de celles en contenant un (stratégie 4). Elle continue ainsi ce travail pour 3 autres boîtes. E3 poursuit. Elle prend une boîte sans bâton, mais elle met deux bâtons à l'intérieur (stratégie 1). L'enseignante demande aux élèves : « est-ce que vous pensez que ça va fonctionner ? » E1 et E2 répondent « non ». Lorsqu'arrive le tour de E5, il reste une seule boîte sans bâton, à l'écart des autres. Elle la prend, ce qui suggère qu'elle comprend la stratégie 4, mais la brasse ensuite pour s'assurer qu'elle est vide (stratégie 3). Elle met ensuite un bâton à l'intérieur et la dépose avec les autres boîtes. Il semble ainsi que cette élève s'approprie tranquillement la stratégie 4. Avant de procéder à la validation, l'enseignante demande aux élèves s'ils pensent qu'ils ont gagné. Les élèves acquiescent, même E1, comme s'il ne se souvenait plus que E3 avait mis deux bâtons dans l'une des boîtes. Lors de la validation, les élèves sont surpris de ne pas avoir réussi. L'enseignante fait un retour en demandant aux élèves pourquoi ils pensent qu'ils n'ont pas réussi. Les élèves sont incapables de répondre. Pour les aider à mettre en œuvre une stratégie efficace lors du prochain jeu, les enseignantes mettent en évidence la stratégie utilisée par E8 et invitent même les élèves à faire de même lors du prochain jeu, comme en témoigne l'extrait suivant.

Ens. 2 : Vous avez vu ce que E8 faisait pour savoir s'il avait mis un bâton dans la boîte?

Ens. 1 : E8 prenait la boîte et quand il avait mis son bâton dedans, il la mettait à côté. Ça, c'était une belle belle belle idée, hein ?

Ens. 2 : On pourrait mettre les boîtes qui n'ont pas de bâtons d'un côté, pis quand on met le bâton dans une boîte, on la tasse.

Ens. 1 : Ok ?

Ens. 2 : Est-ce que ça serait un bon truc, ça ?

E2 : Oui.

Les enseignantes proposent aux élèves de faire à nouveau le jeu. E6 commence. Elle place un bâton par boîte et dépose au fur et à mesure les boîtes près d'elle (stratégie 4). Ensuite, E7 met un bâton dans une boîte puis la brasse. Elle utilise ainsi la stratégie de E5, avec qui elle était en dyade précédemment. On peut cependant se demander si elle brasse simplement pour imiter E5 ou si elle comprend que cette stratégie vise à identifier s'il y a, ou non, un bâton dans la boîte. L'enseignante lui demande de déposer la boîte en pointant vers les boîtes dans lesquelles il y a un bâton, ce qui conduit E7 à déposer la boîte au bon endroit. Cependant, lors des essais suivants, l'enseignante ne donne pas d'indices et E7, après avoir mis un bâton, ne dépose pas les boîtes au bon endroit. E2, qui constate cette erreur, réagit, et tente de prendre la boîte pour la mettre au bon endroit. Les enseignantes en profitent alors pour rappeler la stratégie 4. L'élève suivant est E1. Il prend une boîte contenant déjà un bâton, ce qui fait réagir à nouveau E2. Elle remet la boîte prise par E1 à sa place. Elle prend une boîte sans bâton, la brasse pour montrer à E1 qu'elle est vide et lui met dans ses mains. Elle fait ainsi preuve d'un excellent contrôle de la stratégie 4, et malgré ses difficultés de langage, elle arrive à exprimer à E1 ce qu'il doit faire. Il est difficile de dire la stratégie qu'a utilisée E1, mais il semble que cet élève ne comprenne pas la stratégie 4. L'enseignante procède finalement à la vérification. Les élèves constatent que cette fois, ils ont réussi et ils en sont très heureux.

4.3 Analyse des tâches présentées en tant que prétest et post-test

La séance 1 débute par deux tâches classiques, qui agissent en quelque sorte à titre de prétest et post-test, dans la mesure où ces deux mêmes tâches sont également présentées aux élèves au terme de la séquence, ce qui permet de voir si les stratégies des élèves ont, ou non, évolué.

Les deux tâches consistent à former une collection équipotente à une autre. Dans la première tâche, quatre chiens alignés sont dessinés, et les élèves doivent coller, sous une ligne, des os pour que chaque chien ait un os et un seul. Dans la deuxième tâche, sept lapins non alignés sont dessinés. Les élèves doivent coller, au verso de la feuille, des carottes pour qu'il y en ait une seule pour chaque lapin, rendant ainsi la stratégie de correspondance terme à terme moins efficace. Au moment de donner la consigne, les enseignantes s'assurent de ne pas suggérer de façon implicite une stratégie aux élèves. Ainsi, dans le cas de la première tâche, elles ne demandent pas aux élèves de coller des os sous la ligne pour qu'il y ait le même nombre d'os que de chien, ce qui suggérerait de recourir au nombre. Elles disent plutôt : « Collez des os sous la ligne pour que chaque chien ait un os et un seul. Il ne doit pas y avoir trop d'os et chaque chien doit avoir un os ». Notons que la consigne, dans les deux tâches, est répétée plusieurs fois.

Les stratégies anticipées pour former les collections équipotentes sont les suivantes :

- Coller des éléments sans chercher à contrôler leur quantité
- Estimation des quantités
- Reconnaissance globale
- Correspondance terme à terme
- Dénombrement avec erreur
- Dénombrement sans erreur

Le tableau suivant présente les stratégies que les élèves ont utilisées dans la tâche chien/os ainsi que dans la tâche lapins/carottes, et ce, au « prétest » et au « post-test ». Notons que pour des raisons méthodologiques, nous avons regroupé les stratégies de reconnaissance globale et de dénombrement sans erreur, car il est souvent difficile de les distinguer puisque dans les deux cas, les élèves réussissent la tâche. Le tableau permet d’avoir un portrait global de l’évolution des stratégies des élèves de la classe.

Tableau 4.10 : Stratégies des élèves aux deux tâches utilisées à titre de prétest et de post-test

	Chien/os		Lapins/carottes	
	Prétest	Post-test	Prétest	Post-test
Stratégie A : Coller des éléments sans chercher à contrôler leur quantité	E4a, E7a, E8a, E9b	E4a, E7a, E9b	E2a, E4b, E6a, E7a, E8a, E9b	E2a, E3a, E4a, E6a, E8a, E9a
Stratégie B : Estimation des quantités	E2b, E3a	E1a, E2a	E1b, E3a	E7a
Stratégie C : Correspondance terme à terme	E1a, E5a, E6a, E9a	E2b, E3a, E5a, E6a, E8a, E9a	E5a	E5a
Stratégie D : Dénombrement avec erreur			E1a	E1a
Stratégie E : Dénombrement sans erreur/reconnaissance globale				E1b
Autres	E2a			

Légende

La lettre à côté du code de l’élève représente les différentes stratégies mises en œuvre par un même élève : « a » correspond à la première stratégie et « b » correspond à la deuxième stratégie.

Il est à noter que le contexte dans lequel sont présentées les tâches se différencie lors du prétest et du post-test. D'abord, lors du prétest, les tâches sont présentées en début de séances tandis que lors du post-test, elles sont présentées en fin de séance. De plus, au prétest, les élèves sont placés autour d'une grande table tandis qu'au post-test, ils sont placés de façon individuelle, chacun à leur pupitre. Notons également qu'un élève (E4) pleure presque toute la séance où a lieu le post-test.

4.3.1 Analyse de la tâche chiens/os

Les stratégies des élèves évoluent légèrement entre le prétest et le post-test en ce qui a trait à la tâche chiens/os (voir tableau 4.10). En effet, lors du prétest, à quatre reprises des élèves collent les os sans chercher à en contrôler la quantité (stratégie A) alors que cette stratégie est utilisée à trois reprises au post-test. En revanche, la stratégie de correspondance terme à terme (stratégie C), qui est efficace étant donné les contraintes de cette tâche, est plus fréquente au post-test qu'au prétest. En effet, elle est utilisée à quatre reprises au prétest et à six reprises au post-test.

- Prétest

Lors du prétest, E1, E5 et E6 recourent à la correspondance terme à terme en collant un os pour chaque chien sous la ligne. Notons toutefois qu'au moment de la validation, E1 justifie d'abord son choix en dénombrant les chiens. En effet, lorsque l'enseignante lui demande si chaque chien a un os, il répond « Oui. Un, deux, trois, quatre », en pointant les os. Cependant, quelques minutes plus tard, l'enseignante lui demande comment il a fonctionné pour que chaque chien ait un os et cette fois, E1 justifie plutôt en pointant chaque os avec son chien, c'est-à-dire en s'appuyant sur la correspondance terme à terme. Cet événement n'est pas anecdotique, c'est-à-dire qu'il y a souvent un

écart entre les stratégies mises en place par les élèves et ce qu'ils évoquent lorsque l'enseignante les questionne.

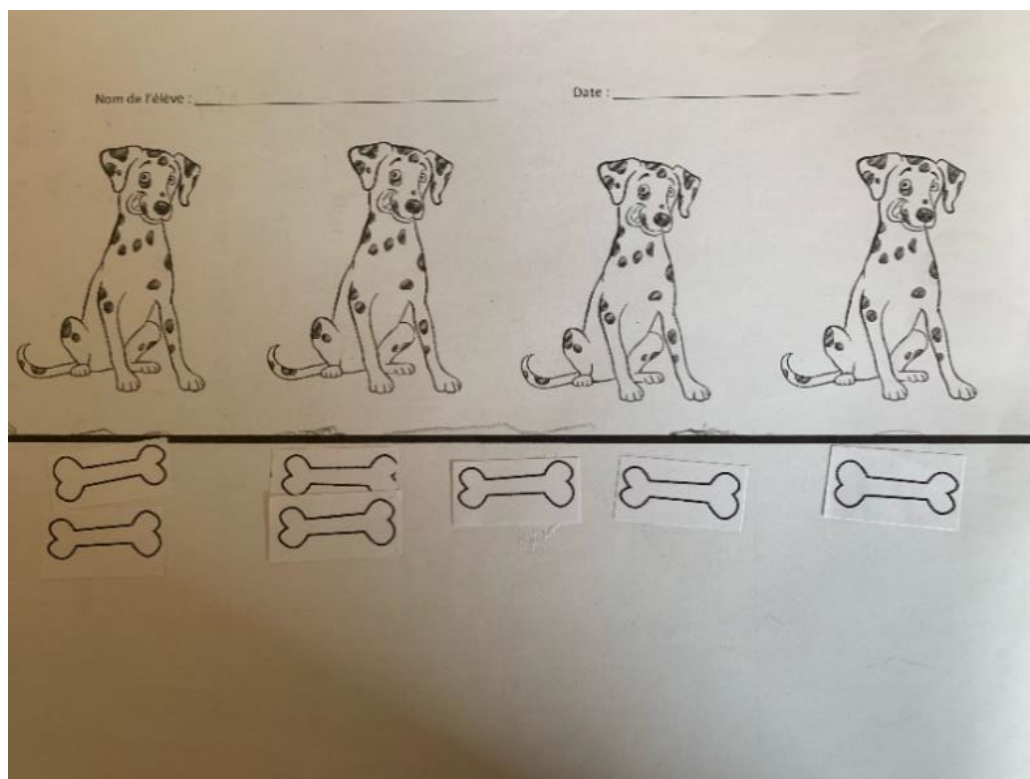


Figure 4.6 : Production de E2 à la première tâche du prétest

E3 semble utiliser le jugement perceptif. Elle colle des os sous la ligne. Le premier os est vis-à-vis le premier chien et le dernier os est vis-à-vis le dernier chien. Or, comme les os sont plus rapprochés que les chiens, elle place cinq os sous la ligne plutôt que quatre (stratégie B). Quant à E2, elle colle d'abord deux os par chien (voir figure 4.6). L'enseignante lui rappelle que chaque chien doit avoir un seul os. Elle poursuit ensuite en collant un seul os jusqu'au dernier chien (stratégie B).

E4, E7 et E8 collent des os sans chercher à en mettre un seul par chien (stratégie A). Il est à noter que E4 semble souhaiter coller le plus d'os possible sur la feuille. Elle refuse d'ailleurs de remettre sa feuille à la fin de l'activité, car elle dit ne pas avoir terminé de mettre des os aux chiens.

E9 commence à coller les os directement sur les chiens (stratégie C). Les enseignantes lui rappellent qu'elle doit les coller sous la ligne. Cherchant à respecter la consigne donnée, elle en colle deux sous la ligne donc sans chercher à contrôler la quantité (stratégie A), mais elle revient ensuite coller les os sur les chiens, pour que chaque chien ait son os. La stratégie de correspondance terme à terme semble en construction. Cette élève est effectivement en mesure de recourir à cette stratégie uniquement si elle peut coller les os directement sur les chiens, mais elle abandonne cette stratégie lorsqu'on lui demande de coller les os sous la ligne.

Étant donné que plusieurs élèves n'ont pas réussi la tâche, les enseignantes proposent de faire une ligne reliant chaque chien à un os pour voir s'ils ont réussi. Cette rétroaction n'est pas utile pour tous les élèves. E2, par exemple, ne semble pas comprendre la stratégie proposée par l'enseignante : elle trace un trait sur la ligne dessinée sur la feuille (voir figure 4.6). La correspondance terme à terme semble ainsi difficilement accessible pour cette élève. E7 a également de la difficulté à comprendre ce qu'attendent les enseignantes, et fait des lignes n'importe où, comme en témoigne la figure suivante.

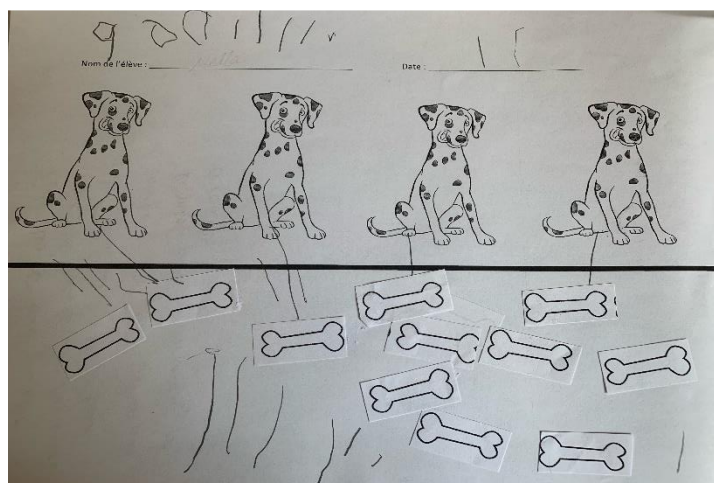


Figure 4.7 : Production de E7 à la première tâche du prétest

La rétroaction semble cependant avoir un certain effet sur d'autres élèves, qui constatent qu'il y a plus d'os que de chien (E3, E8).

- Post-test

Lors du post-test, six élèves (E2, E3, E5, E6, E8, E9) recourent à la correspondance terme à terme (stratégie C). Trois de ces élèves (E5, E6 et E9) ont aussi utilisé cette stratégie au prétest. Notons que E2 n'utilise pas cette stratégie d'emblée. Elle colle d'abord 3 os, mais se réajuste avec le soutien de l'enseignante. En effet, lorsque celle-ci lui demande si chaque chien a son os, elle constate qu'un des chiens n'a pas d'os et en colle un. E3 colle adéquatement 4 os sous la ligne. En raison des connaissances investies par cette élève tout au long de la séquence, nous faisons l'hypothèse qu'elle a utilisé la correspondance terme à terme. Cependant, étant donné que les os ne sont pas collés exactement sous les chiens, nous ne sommes pas certains qu'elle a bel et bien utilisé cette stratégie. Par ailleurs, E8, qui recourt à la stratégie A au prétest, adopte la

stratégie C au post-test. Il colle un os sous chaque chien. Il justifie toutefois son choix en recourant au nombre, comme le montre l'extrait suivant.

Ens. 1 : Est-ce que c'est fini E8 ? E8 : Oui Ens. 1 : Oui. Est-ce que chaque chien a un os ? E8 : « un, deux, three, four » Ens. 2 : Wow ! Ens. 1 : Un, deux, trois, quatre, oui bravo !
--

Dans le cas de E9, au prétest, elle recourt à la correspondance terme à terme en collant cependant les os directement sur les chiens. Au post-test, elle respecte la consigne en collant les os sous la ligne, un en dessous de chaque chien. Quelques minutes plus tard, elle choisit d'ajouter un os. Il est difficile de comprendre ce qui fonde ce choix. Il est possible que cela s'appuie sur l'estimation des quantités.

Enfin, E4 et E7, tout comme au prétest, collent des os sans chercher à contrôler la quantité (stratégie A).

Un seul élève adopte une stratégie moins élaborée au post-test qu'au prétest, soit E1. En effet, alors qu'il a recours à la correspondance terme à terme au prétest, lors du post-test, il adopte la stratégie B, c'est-à-dire qu'il colle 5 os sous la ligne. Il est à noter que E1 semble peu investi dans la tâche lors du post-test.

4.3.2 Analyse de la tâche lapins/carottes

Tout comme dans la tâche chiens/os, on observe dans la tâche lapins/carottes une mince amélioration entre les stratégies utilisées par les élèves au prétest et au post-test. Bien que la stratégie la plus élémentaire, soit celle qui consiste à aller chercher des éléments sans chercher à en contrôler la quantité, soit utilisée à six reprises tant au prétest qu'au post-test, l'estimation des quantités, qui est aussi une stratégie élémentaire, est utilisée à deux reprises au prétest et à une seule reprise au post-test. De plus, à une reprise, une stratégie de dénombrement est utilisée adéquatement au post-test alors que cette stratégie n'est utilisée à aucune reprise au prétest.

-Prétest

La consigne donnée aux élèves lors de cette tâche est la suivante : « Tu dois coller des carottes de l'autre côté de ta feuille pour que chaque lapin ait une et une seule carotte. Il ne doit pas y avoir trop de carottes et il ne doit pas en manquer. Chaque lapin doit avoir une seule carotte. » Parmi les stratégies utilisées lors de la deuxième tâche, à six reprises des élèves collent les carottes sans chercher à en contrôler la quantité, à deux reprises des élèves recourent à l'estimation des quantités, une seule fois une élève utilise la correspondance terme à terme et une seule fois un élève recourt au dénombrement en commettant toutefois une erreur.

Au départ, E4 et E9 n'ont pas compris que la tâche consiste à coller au verso de la feuille des carottes pour que chaque lapin ait une carotte. Ainsi, elles collent des carottes au recto de la feuille plutôt qu'au verso. Après le rappel de la consigne par l'enseignante, E4 collent les carottes au verso de sa feuille sans chercher à contrôler le nombre de carottes collées tandis que E9 s'arrête et ne fait plus rien. Elle colle

finalement une seule carotte au verso de sa feuille. De même, les élèves E2, E6, E7 et E8 semblent comprendre que la tâche consiste à coller des carottes au verso de la feuille pour les lapins, mais ils ne mettent en œuvre aucune stratégie apparente pour en contrôler la quantité. Ces élèves semblent plutôt tenter de coller le plus de carottes possible. Comme le montre l'extrait suivant, ce choix, dans le cas de E6, repose sur une raison affective, c'est-à-dire qu'elle choisit de coller toutes les carottes parce que les lapins (et elle aussi) aiment les carottes.

Ens. 2: Comment tu fais pour savoir si tu as juste ce qu'il faut de carotte pour que chaque lapin ait une carotte ?

E6 : Je vais mettre toutes les carottes.

Ens. 2: Ha, tu vas mettre toutes les carottes.

E6 : Oui, j'aime ça les carottes moi aussi.

Ens.2 : Ah, y aime ça les carottes les lapins. Le but là c'est qu'il faut que chaque lapin ait une seule carotte.

E6: Je le sais.

Malgré l'intervention de l'enseignante, qui rappelle à E6 que chaque lapin doit avoir une seule carotte, E6 ne modifie pas sa stratégie. De son point de vue, elle comprend la tâche et sa stratégie est adéquate.

Deux élèves, E1 et E3, recourent au jugement perceptif. E1 commence en dénombrant : « un, deux », mais elle ne dénombre pas tous les lapins et colle ensuite seulement deux carottes au verso de sa feuille. Par la suite, l'enseignante confronte sa réponse avec celle d'une autre élève, E3, qui a collé cinq carottes sur sa feuille. L'enseignante retourne alors la feuille pour lui montrer les lapins. E1 ajoute alors trois carottes, mais

cette fois sans utiliser le nombre. Il semble plutôt s'appuyer sur l'estimation des quantités. Cette intervention conduit également E3 à ajouter des carottes. Elle ajoute, de son côté, quatre carottes supplémentaires sur sa feuille avant que l'enseignante reprenne le prétest.

La stratégie de correspondance est utilisée par une seule élève, soit E5. La contrainte consistant à coller les carottes au verso de la feuille visait à rendre inefficace cette stratégie. Or, E5 se rend compte qu'elle voit les lapins à travers la feuille. Elle colle donc une carotte sur chaque lapin, mais au dos de la feuille.

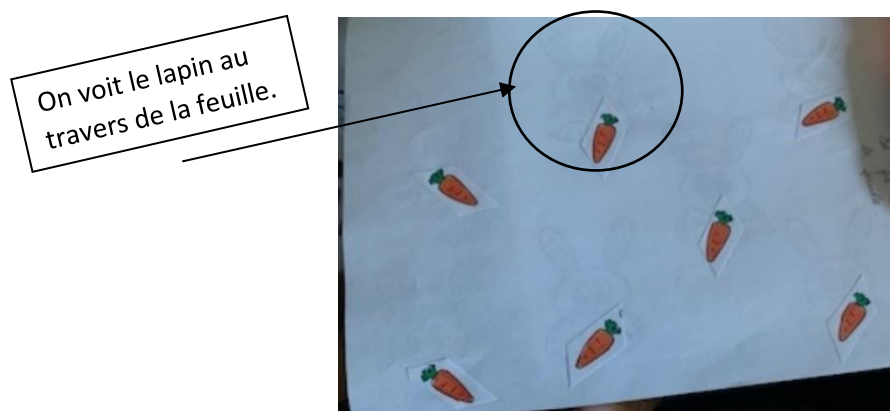


Figure 4.8 : Production de E5 au prétest de la tâche lapins/carotte

-Post-test

Notons que la tâche présentée au post-test se différencie quelque peu de celle présentée au prétest. Étant donné qu'il était possible de voir les lapins à travers la feuille, comme en témoigne la stratégie utilisée par E5 au prétest, il a été choisi, lors du post-test, de demander aux élèves de coller les carottes sur une autre feuille plutôt qu'au verso de la feuille. Cette contrainte n'est cependant pas suffisante pour que E5 abandonne la stratégie de correspondance terme à terme. En effet, cette élève utilise à nouveau cette

stratégie, cette fois, en collant les carottes au même endroit sur la feuille, que celui où sont disposés les lapins sur l'autre feuille. Elle explique d'ailleurs en disant : « J'ai vu comment placer ». Cette stratégie est effectivement efficace pour réussir la tâche.

Six des neuf élèves (E2, E4, E5, E6, E8, E9) utilisent la même stratégie au post-test que celle utilisée au prétest. Ainsi, seuls E1, E3 et E7 modifient leur stratégie. E3, qui avait utilisé l'estimation des quantités au prétest, colle d'abord les carottes sur la même feuille que celle où se trouvent les lapins. Après le rappel de la consigne par l'enseignante, elle colle des carottes sur la feuille appropriée, mais sans chercher à en contrôler la quantité. Quant à E1, le seul élève ayant utilisé le nombre au prétest, mais de façon non efficace, il tente au post-test de dénombrer tous les lapins, mais commet une erreur dans le dénombrement. Il fait ici une erreur de bijection, c'est-à-dire qu'il n'y pas une coordination entre le rappel de la suite et le pointage des lapins. Avec le soutien de l'enseignante, il corrige son erreur et colle ensuite le bon nombre de carottes sur la feuille. Enfin, il est difficile d'identifier avec certitude la stratégie utilisée par E7. Elle colle le bon nombre de carottes, mais sans mettre en place de stratégies apparentes pour en contrôler la quantité, ce qui nous conduit à faire l'hypothèse qu'elle a eu recours à l'estimation des quantités. Cette stratégie montre une évolution par rapport au prétest, où elle colle des éléments tant qu'il y en a à sa portée.

Bien que la stratégie de dénombrement soit utilisée de manière autonome par un seul élève, notons que E5, qui recourt d'emblée à la correspondance terme à terme, semble néanmoins en mesure de comprendre l'utilité du nombre pour former une collection équipotente à une autre lorsque cette stratégie lui est suggérée. Comme en témoigne l'extrait qui suit, une fois que l'enseignante a terminé de compter les lapins, E5 se met à compter les carottes de son propre mouvement et elle saute de joie lorsqu'elle arrive

à 7, ce qui suggère qu'elle reconnaît qu'elle a réussi la tâche parce qu'il y a le même nombre de carottes que de lapins.

Ens. : Sais-tu une façon que moi je pourrais utiliser pour vérifier, pour voir si tu as réussi. Moi j'ai un truc pour savoir, pour vérifier si t'as réussi. Je peux faire 1-2-3-4-5-6-7 (ens. pointe les lapins). Je me dis j'ai 7 lapins.

E5 (en pointant les carottes collées sur sa feuille) : 1-2-3-4-5-6-7 (elle saute de joie en arrivant à 7).

Si le retour favorise le recours à une stratégie de dénombrement, pour d'autres élèves, il est difficile même avec le soutien de l'enseignante de comprendre la stratégie de correspondance terme à terme. E3 notamment a de la difficulté à mettre en place cette stratégie même lorsqu'elle lui est expliquée par l'enseignante. Cette élève encercle parfois deux carottes au lieu d'une seule. De plus, son crayon est sur la feuille où sont collées les carottes et après avoir encerclé un lapin, elle encercle son crayon plutôt qu'une carotte.

En somme, la dévolution des deux tâches agissant à titre de prétest et de post-test a été plus difficile que prévu, en raison du peu de connaissances mathématiques que possèdent les élèves. En effet, plusieurs d'entre eux interprètent qu'ils doivent coller des os pour les chiens (tâche 1) et des carottes pour les lapins (tâche 2), sans cependant comprendre qu'il doit y en avoir un seul pour chaque animal. Ils ne cherchent donc pas à mettre en place une stratégie pour en contrôler la quantité (stratégie A), même si cette consigne est répétée à maintes reprises. La stratégie A est donc souvent adoptée par les élèves, même au post-test, et ce, en particulier lors de la tâche 2 qui rend la correspondance terme à terme moins évidente. On observe néanmoins, comme nous l'avons montré ci-haut, une légère amélioration entre le prétest et le post-test. En effet,

à la tâche 1, quatre élèves (E2, E3, E8 et E9) adoptent une stratégie plus évoluée au post-test qu'au prétest et un seul (E1) adopte une stratégie moins évoluée, et à la tâche 2, deux élèves (E1 et E7) utilisent une stratégie plus évoluée au post-test qu'au prétest et un seul élève (E3), une stratégie moins évoluée. Cette évolution est tout de même notable, considérant que seulement six séances ont été réalisées avec les élèves.

CHAPITRE V

DISCUSSION

Dans le cadre de notre recherche, nous avons conçu et expérimenté un dispositif d'enseignement visant à favoriser les premiers apprentissages numériques d'élèves ayant une incapacité intellectuelle légère scolarisés en classe spéciale. Sur la base de l'analyse détaillée de chaque situation/activité réalisée au chapitre IV, il apparaît pertinent de s'interroger sur l'effet des caractéristiques de notre dispositif d'enseignement sur l'apprentissage des élèves. Rappelons que le dispositif construit repose principalement sur les trois caractéristiques suivantes : 1) présence de situations adidactiques; 2) présence de situations et d'activités faisant appel à différentes pratiques numériques; 3) variation des formes de travail. Ces caractéristiques ont d'ailleurs conduit à la formulation de trois objectifs spécifiques. Nous répondons, dans ce chapitre, à chacun de ces objectifs.

5.1 Retour sur le premier objectif spécifique

Le premier objectif spécifique consiste à ***mettre à l'épreuve des situations adidactiques auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle scolarisés en classe spéciale***. Il s'agit là d'un aspect original de notre recherche, car, à notre connaissance, aucune recherche n'a expérimenté des situations adidactiques auprès de ce public d'élèves. Ce type de situations entre d'ailleurs en rupture avec ce que ces élèves font habituellement en classe. Il semble pourtant tout à fait pertinent de présenter des situations qui amènent les élèves - qu'ils aient des incapacités intellectuelles ou non -

à prendre des décisions, à faire des essais, des erreurs, à se reprendre, etc., car faire des mathématiques ne consiste pas simplement à reproduire des techniques que l'enseignant.e présente. Cependant, comme le montre notre recherche, amener les élèves ayant une incapacité intellectuelle à adopter un raisonnement mathématique représente un défi de taille.

Des recherches (Perrin-Glorian, 1993; Giroux, 2013; Houle, 2016) menées dans le champ de l'adaptation scolaire auprès d'élèves en difficulté montrent qu'il est souvent nécessaire que l'enseignant.e accompagne les élèves pour qu'ils puissent mettre en place une stratégie, la formuler et la valider. Le soutien a effectivement été important dans notre recherche. Il est à noter que dans notre expérimentation, le soutien porte aussi - voire surtout - sur l'appropriation même de la situation. Les élèves ont effectivement souvent du mal à comprendre le but qu'ils doivent poursuivre pour réussir la tâche. Ainsi, la dévolution d'une préférence est difficile. De plus, contrairement aux élèves des classes « ordinaires » qui bien souvent, en raison du contrat didactique, recherchent l'intention didactique visée par l'enseignant, ces élèves ne semblent pas reconnaître qu'il y a un objectif d'apprentissage derrière les situations et s'intéressent plutôt à l'aspect ludique des activités. Par exemple, dans le cas du Lutin Taquin, plusieurs élèves interprètent que le but consiste à ne pas se faire voler de moutons, alors que le but, pour les élèves, est d'anticiper correctement si le Lutin Taquin leur a, ou non, volé des moutons. Comme le soulèvent Hersant (2014) et Perrin-Glorian (1993), le fait d'avoir le projet implicite d'identifier dans la situation le savoir mathématique qui pourra être réinvesti dans d'autres situations, favoriserait la décontextualisation des connaissances. Dans cette perspective, il est possible de s'appuyer à la fois sur le contrat didactique et sur le milieu pour favoriser l'activité mathématique des élèves. Cependant, les élèves de cette classe semblent peu sensibles au contrat didactique.

Évidemment, il est difficile d'accompagner les élèves pour qu'ils puissent mettre en place une stratégie lorsqu'ils ne saisissent pas l'enjeu même de la situation. Il convient effectivement d'amener les élèves à comprendre ce qu'est une réussite et un échec, et plus exactement, ce qui permet ou non de gagner au jeu. Les élèves ont souvent du mal à interpréter la rétroaction du milieu, car ils comprennent mal la tâche. C'est le cas, notamment, dans la situation des commandes de gommettes, où des élèves qui apportent trop de gommettes jugent qu'ils ont réussi. Dans le même ordre d'idées, dans la situation du Petit Poucet, la plupart des élèves sont heureux de constater que chaque collection de jetons arrive directement à une habitation, sans se soucier (voire même se souvenir) de l'anticipation qu'ils ont faite. Les résultats de notre recherche montrent que même avec une aide soutenue de l'enseignante, il est parfois difficile d'amener les élèves à saisir ce qui correspond à la manifestation d'une réussite.

Il arrive par ailleurs que les élèves comprennent l'état désiré, mais que la dévolution d'une responsabilité et d'une causalité (Brousseau, 1988) soit difficile. Autrement dit, les élèves comprennent ce qu'est une réussite et un échec, mais ils ne comprennent pas qu'ils peuvent mettre en place une stratégie leur permettant de faire une anticipation juste. En effet, lorsqu'on demande aux élèves de faire des anticipations, bien souvent, ils ne semblent pas saisir qu'ils peuvent tenter d'engager un raisonnement qui leur permettra à coup sûr de gagner. Comme le soulève Brousseau (1988),

Pour accepter une responsabilité dans ce qui lui arrive, l'élève doit considérer ce qu'il fait comme un choix parmi diverses possibilités pour envisager une relation de causalité entre les décisions qu'il a prises et leurs résultats. (p. 15)

L'élève doit effectivement comprendre, lors de l'anticipation, qu'il est responsable de l'échec ou de la réussite. S'il échoue, il doit alors comprendre qu'il aurait pu réussir s'il avait pris une autre décision, c'est-à-dire qu'il a du contrôle sur le résultat. Cela est

fondamental pour amener les élèves à réfléchir à leurs actions et aux raisons de leur échec, et pour les amener à modifier leur stratégie pour réussir lors du prochain essai.

L'emblématique cas de Gaël (Brousseau, 1986) montre que cette attitude n'est pas spécifique aux élèves ayant une incapacité intellectuelle. Gaël, qui n'avait pas d'incapacité intellectuelle, avait lui aussi tendance à faire une anticipation par essais/erreurs, sans se placer dans la position de constructeur de la connaissance. Nos élèves, tout comme Gaël, ont du mal à prendre de la distance par rapport à leurs actions et à adopter une attitude réflexive. Brousseau explique ce comportement par le rapport à la connaissance et non par les caractéristiques personnelles de l'élève.

On peut se demander, dans le cas des élèves avec lesquels nous avons travaillé, le rapport à la connaissance que leur expérience scolaire leur a conduit à développer. Quel type d'enseignement ces élèves reçoivent-ils ? Comment les mathématiques sont-elles enseignées habituellement dans les classes spéciales composées d'élèves ayant une incapacité intellectuelle ? Bien que nous n'ayons pas trouvé d'études qui décrivent comment sont enseignées les mathématiques dans ces classes, selon notre expérience, les contenus disciplinaires y prennent une place beaucoup moins importante que dans les classes « ordinaires », et ce, en raison des difficultés motrices, langagières et sociales des élèves qui obligent à accorder du temps au développement de ces habiletés. Le contrat didactique qui s'installe dans ces classes est donc inévitablement très différent de celui des classes « ordinaires », ce qui explique que les élèves recherchent l'aspect ludique des activités plutôt que le savoir mathématiques qu'elles sous-tendent.

Non seulement moins de temps est consacré aux mathématiques, mais la façon de les enseigner est aussi différente, dans la mesure où peu de résolution de problèmes est faite avec ces élèves en raison du défi colossal que cela représente. En classe

« ordinaire », il est habituel que l'enseignant.e présente un problème sans dire aux élèves comment procéder pour le résoudre. Ainsi, les élèves en viennent à comprendre que l'enseignant présente un problème avec une intention didactique qui leur sera dévoilé plus tard et qu'ils doivent tenter, à partir de leurs connaissances, de le résoudre. Cependant, dans une classe spéciale composée d'élèves ayant des incapacités intellectuelles, faire des mathématiques consiste généralement à compter avec l'enseignant.e ou à reproduire une stratégie enseignée. De même, en dehors des mathématiques, les élèves sont le plus souvent amenés à imiter l'enseignant.e (par exemple, du modelage est fait pour montrer aux élèves comment attacher leurs souliers). On peut ainsi penser que la difficulté à dévoluer le problème aux élèves ayant des incapacités intellectuelles provient non seulement de leurs caractéristiques personnelles, mais également de leur rapport à la connaissance. Leur expérience scolaire pourrait effectivement les amener à concevoir qu'apprendre consiste à faire comme on nous a montrés, sans percevoir qu'ils peuvent apprendre en se questionnant, en mettant en place des actions et en réfléchissant sur leurs actions. Ainsi, lorsqu'ils doivent faire des anticipations, les élèves, au lieu de s'engager cognitivement, font généralement une anticipation par hasard ou encore en s'appuyant sur des aspects affectifs.

Il faut néanmoins noter qu'à quelques reprises au cours de l'expérimentation, des élèves ont adopté une attitude réflexive en anticipant la rétroaction du milieu. C'est notamment le cas dans la situation « boîtes et bâtons » où E2, lorsque E1 met un bâton dans une boîte qui en contient déjà un, réagit aussitôt. Cela suggère qu'elle anticipe que la tâche, qui se déroule alors collectivement, ne sera pas réussie si E1 met le bâton dans cette boîte. Bien que ses difficultés de langage ne lui permettent pas d'exprimer verbalement son désaccord, elle se lève et l'empêche de mettre le bâton dans la boîte. Elle prend la boîte des mains de E1 et va la replacer avec celles qui contiennent un bâton. Cet extrait montre que lorsque la situation est adaptée aux connaissances des

élèves, il leur est possible de se questionner, de mettre en place des stratégies et d'établir la relation entre leur décision et le résultat obtenu (réussite ou échec). Nous croyons que ce type de situations devrait être davantage proposé dans les classes spéciales composées d'élèves ayant des incapacités intellectuelles afin de les amener à construire leur connaissance et, par le fait même, à donner du sens à leurs apprentissages et à développer leur capacité de raisonnement.

De surcroît, les situations adidactiques apparaissent pertinentes pour les classes spéciales où l'écart entre les connaissances des élèves est souvent important. L'hétérogénéité des connaissances des élèves conduit à favoriser des mesures telles que l'individualisation de l'enseignement et la différenciation pédagogique. Or, comme le soulève Roiné (2009), ces dispositifs apparaissent comme « des coquilles vides que les enseignants remplissent aléatoirement par des pratiques diverses qui restent à interroger » (p.48). En effet, le Ministère n'indique pas comment peut s'opérationnaliser cette différenciation pédagogique, ce qui conduit bien souvent les enseignants à simplifier les tâches, sans prendre en compte les effets des modifications sur les connaissances engagées par les élèves (Marlot et Toullec-Théry, 2011). Le jeu sur les valeurs des variables didactiques dans les situations adidactiques est en quelque sorte une réponse à ce problème. Il permet de modifier le milieu pour adapter la situation aux connaissances des élèves. Il ne s'agit pas ici d'adapter les situations en fonction des spécificités des élèves ni de simplifier les tâches simplement pour faire réussir les élèves, mais plutôt de jouer sur les valeurs des variables didactiques selon la stratégie visée par l'enseignement. Même si les valeurs des variables didactiques ne sont pas les mêmes pour chacun des élèves, l'ensemble de la classe travaille autour d'une même situation. Il est donc possible d'animer des retours en grand groupe où les élèves partagent leurs stratégies, favorisant ainsi une certaine homogénéisation des connaissances et la construction d'une mémoire didactique qui appartient à l'histoire de la classe (Brousseau et Centeno, 1991).

5.2 Retour sur le deuxième objectif spécifique

Le deuxième objectif spécifique de notre recherche consiste à ***étudier l'effet d'un maillage de situations adidactiques et d'activités de comptage faisant appel à différentes pratiques numériques sur l'apprentissage d'élèves une incapacité intellectuelle scolarisés en classe spéciale***. Un concept mathématique ne peut se développer à partir d'une seule situation. En effet, il est nécessaire que les élèves soient confrontées à une variété de situations pour ainsi aborder différents sens d'un concept et abstraire ses propriétés essentielles en dégagant les invariants dans les situations présentées (Vergnaud, 1990). Nous avons donc dégagé, dans la littérature scientifique, différentes pratiques associées aux premiers apprentissages numériques pour concevoir un dispositif d'enseignement composé d'une variété de situations. Notre dispositif comprend deux types de situations : des activités de comptage et des situations adidactiques. Les activités de comptage se différencient des situations adidactiques dans la mesure où les élèves sont directement invités à recourir aux nombres. Ces activités, dans notre dispositif, convoquent deux pratiques numériques : le comptage oral et la coordination entre les codes oraux et écrits des nombres. Les situations adidactiques, quant à elles, amènent les élèves à mettre en place une stratégie de leur propre chef pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés. Les élèves peuvent, ou non, recourir à une stratégie numérique. Les situations adidactiques choisies sollicitent deux pratiques numériques, soit la formation d'une collection équipotente et la comparaison de collections. Nous faisons ci-après un bref retour sur chacune des activités et situations du dispositif.

L'activité de comptage « Ballon pour compter » vise l'apprentissage de la suite numérique orale. La mise en place d'une variété de tâches impliquant la manipulation d'un ballon favorise la motivation des élèves. Ce résultat corrobore celui de la recherche de Drouin (2001), qui montre que les élèves apprécient les activités dans

lesquelles ils doivent manipuler et bouger. Toutefois, le choix d'utiliser un ballon, dans notre dispositif, dépasse l'objectif de motiver les élèves. Il repose aussi sur des raisons didactiques. D'abord, le fait de dénombrer les bonds que fait un ballon sur le sol se distingue des activités où il convient de dénombrer des objets réels ou dessinés, puisque les élèves ne peuvent pointer chacun des bonds, qui sont des objets sonores impossibles à recompter. De plus, en faisant varier le rythme des bonds, les élèves doivent ajuster le rythme auquel est récitée la suite (ralentir, accélérer...), ce qui nécessite un certain contrôle sur la suite. Aussi, en demandant de faire rouler le ballon d'un élève à l'autre, la tâche, qui consiste à la base à réciter la suite à partir de 1, se transforme en une tâche où il convient de nommer le successeur d'un nombre puisque les élèves oublient où ils sont rendus dans la suite. Notons par ailleurs que nous avons choisi, dans cette activité, de poursuivre la suite jusqu'à 50 plutôt que de s'arrêter à 10, même si la plupart des élèves ont de la difficulté à compter jusqu'à 10. Ce choix paraît pertinent, car il favorise l'identification de régularités dans la suite orale, et ce, sans empêcher les élèves de consolider leur apprentissage sur la suite orale des dix premiers nombres. L'activité favorise ainsi l'apprentissage de l'ensemble des élèves de la classe, même si certains élèves ont des connaissances plus avancées que d'autres.

La deuxième activité de comptage, « Plouf, dans l'eau », en plus de viser l'apprentissage de la suite orale, vise la coordination entre les codes oraux et écrits des nombres. En effet, au moment de faire le rappel de la suite, les élèves sont amenés à regarder la suite écrite (sur la marelle ou sur la planche de jeu) afin de savoir s'ils doivent dire le nombre à voix basse ou à voix haute. Nos résultats montrent que même les élèves qui maîtrisent le mieux la suite ne s'appuient pas sur les codes écrits pour faire le rappel lorsqu'il s'agit de compter en ordre croissant. En effet, des élèves commettent des erreurs dans la suite orale (par exemple, oublier un nombre) et poursuivent ensuite le rappel de la suite en continuant de déplacer la grenouille sur la planche sans remarquer leur erreur. Autrement dit, ils regardent la planche de jeu pour

savoir s'ils doivent dire le nombre à voix haute ou à voix basse, mais ne portent pas attention aux nombres écrits sur les cases. Cependant, comme les élèves ne connaissent pas la suite orale en ordre décroissant, cette variante contraint les élèves à s'appuyer sur les codes écrits pour faire le rappel, ce qui est toutefois difficile pour plusieurs élèves étant donné le peu de connaissances qu'ils ont à ce niveau. Nos résultats suggèrent par ailleurs qu'il est important de porter une attention à la représentation utilisée en raison de la difficulté d'abstraction des élèves ayant une incapacité intellectuelle. La représentation de la grenouille qui se déplace sur une marelle ne semble pas favorable à l'appropriation de l'activité. En revanche, la représentation sur la planche de jeu, où les nénuphars et les roches sont représentés par des cercles, semblent davantage aidante. Cette représentation est effectivement plus près de la réalité. C'est ainsi à partir d'un travail avec cette représentation que des élèves commencent à réagir lorsque l'enseignante dit « Plouf, dans l'eau! », ce qui suggère que cette représentation a favorisé l'appropriation de l'activité. Notons qu'il est aussi possible que l'expérience acquise lors de la première activité ait favorisé la réussite.

Parmi les situations adidactiques que nous avons expérimentées, celle qui a été le mieux comprise par les élèves est sans doute la situation « boîtes et bâtons ». Cette situation ne vise pas la mise en place d'une stratégie numérique, mais plutôt la mise en place d'une stratégie de correspondance terme à terme. Elle est ainsi liée à un principe essentiel au dénombrement, soit le principe de bijection (Gelman et Gallistel, 1978). Les élèves ne mettent pas d'emblée en place la stratégie visée, qui consiste à déplacer les boîtes au fur et à mesure qu'ils mettent un bâton à l'intérieur, de manière à séparer les boîtes qui contiennent un bâton de celles qui n'en contiennent pas. Cependant, ils semblent pour la plupart comprendre l'état désiré : il doit y avoir un bâton et un seul dans chacune des boîtes. On observe, au cours de cette situation, une belle évolution des stratégies des élèves et quatre des neuf élèves, au terme de la situation, sont en mesure de mettre en place la stratégie visée.

Les situations « autos/garages » et « commande de gommettes » visent à amener les élèves à recourir à une stratégie numérique pour former une collection équipotente. Ces deux situations se distinguent essentiellement par l’habillage du problème, c’est-à-dire que dans la situation « autos/garages », la tâche pour l’élève consiste à aller chercher juste ce qu’il faut de garages (cartons rectangulaires) pour chacune des autos que l’élève a devant lui, et dans la situation « commande de gommettes », la tâche consiste à aller chercher juste ce qu’il faut de gommettes pour couvrir chacun des cercles sur un dessin. Bien que certains élèves, comme mentionné précédemment, aient du mal à interpréter la rétroaction du milieu, on observe néanmoins une amélioration notable dans les stratégies des élèves. Alors qu’aucun élève n’utilise une stratégie numérique au premier scénario, quatre des neuf élèves en utilisent une au terme de cette situation. Cette évolution des stratégies suggère qu’il y a eu apprentissage au cours de cette situation. Notons néanmoins que cette amélioration peut aussi s’expliquer par le fait que les élèves doivent d’abord s’approprier le jeu et que les valeurs des variables, lors du premier scénario, permettent facilement de réussir sans recourir à une stratégie numérique.

Les situations « Petit Poucet » et « Lutin Taquin », qui visent la comparaison de collections, ont posé un défi particulier. Il y a d’ailleurs peu d’amélioration dans les stratégies utilisées par les élèves au cours de ces situations, et ce, même si les enseignantes ont apporté un soutien important aux élèves. La comparaison de collections est effectivement une tâche plus difficile que la formation d’une collection équipotente dans la mesure où utiliser le nombre pour comparer deux collections nécessite non seulement de dénombrer les collections (aspect cardinal), mais aussi de comprendre que plus un nombre est loin dans la suite, plus il est grand (aspect ordinal). De plus, les caractéristiques des situations présentées ne facilitent pas la tâche de

comparaison. En effet, la situation du Petit Poucet exige non seulement de comparer deux collections de jetons, mais aussi de comparer la distance du point de départ de deux habitations et d'associer adéquatement chaque collection avec l'habitation correspondante. Dans le cas du Lutin Taquin, les élèves sont appelés à comparer deux collections qui ne sont pas disponibles simultanément. Ils doivent effectivement comparer une collection de moutons avant la « nuit » avec une collection de moutons après la « nuit », complexifiant ainsi notamment la stratégie de correspondance terme à terme, qui nécessite de former une collection intermédiaire (par exemple en dessinant les blocs sur une feuille). Étant donné les connaissances des élèves et la difficulté inhérente à la comparaison de collections, il aurait sans doute été préférable de proposer une situation qui convoque la comparaison de deux collections, présentes simultanément.

5.3 Retour sur le troisième objectif spécifique

Le troisième objectif spécifique de notre recherche consiste à ***analyser l'effet de différentes formes de travail - individuel, en sous-groupe et en grand groupe - sur l'engagement cognitif d'élèves ayant une incapacité intellectuelle scolarisés en classe spéciale.*** L'intérêt du travail individuel est qu'il contraint chaque élève à mettre en œuvre une stratégie de son propre mouvement et donc à prendre une décision. Dans le dispositif, lors des situations adidactiques, les élèves sont appelés, simultanément, à mettre en place une stratégie de façon individuelle. Par exemple, dans le cas de la situation « boîtes et bâtons », lors du premier scénario, chaque élève dispose de quelques boîtes et a la responsabilité de mettre en place la stratégie qu'il souhaite pour qu'il y ait un bâton par boîte. Les enseignantes circulent ensuite pour vérifier, avec les élèves, s'ils ont réussi. De plus, le travail en individuel lors des situations adidactiques permet à l'enseignante de jouer sur les valeurs des variables didactiques selon les connaissances des élèves. Dans le dernier scénario de la commande des gommettes, par

exemple, l'enseignante remet des images différentes aux élèves. Les élèves ayant plus de difficulté ont une image sur laquelle apparaissent trois cercles tandis que ceux qui ont plus de connaissances ont une image sur laquelle apparaissent sept cercles.

Dans le cas des activités de comptage, nous avons effectué une certaine forme de travail individuel. Par exemple, dans l'activité « Plouf, dans l'eau », des élèves, à tour de rôle, ont compté individuellement en avant de la classe, en s'appuyant sur la marelle. Cette façon de procéder permet à l'enseignante de modifier la tâche selon les connaissances des élèves et les élèves semblent heureux de compter devant les autres. Cependant, ce mode de fonctionnement a comme inconvénient de mettre en action un seul élève pendant que les autres attendent. Dans l'autre activité de comptage, « Ballon pour compter », le comptage se fait parfois en grand groupe et parfois à tour de rôle. Dans ce dernier cas, l'élève a la responsabilité de dire un nombre et doit être attentif aux nombres que les autres élèves ont nommés.

Le travail en sous-groupe vise par ailleurs à favoriser la formulation et la confrontation des stratégies entre les élèves. Il est cependant difficile d'amener les jeunes élèves, en particulier lorsqu'ils ont une incapacité intellectuelle, à débattre d'idées entre eux. Ainsi, lors de travail en équipe, il arrive bien souvent que les élèves jouent avec le matériel sans tenter de mettre en place une stratégie et d'échanger leur idée avec les autres. Cette attitude a été particulièrement marquée dans la situation du Petit Poucet, ce qui s'explique aussi par le fait que cette situation n'était pas adaptée aux connaissances des élèves. Notons néanmoins que le travail en équipe, lorsque des élèves ayant un niveau de connaissances hétérogènes sont regroupés, favorise parfois l'entraide entre élèves. Par exemple, lors de l'activité « Plouf, dans l'eau! », une élève, E5, prend la main de sa coéquipière, E7, qui tient la grenouille. E5 aide alors E7 à déplacer la grenouille sur la planche de jeu en faisant correctement le rappel de la suite

numérique avec elle. E5 dit un nombre, à voix haute ou à voix basse selon s'il est écrit sur une case grise ou verte, et E7 répète après elle.

Par ailleurs, nos résultats suggèrent que le travail en grand groupe présente des avantages importants. L'hétérogénéité des connaissances des élèves, il nous semble, n'est pas une limite du travail en grand groupe, mais peut au contraire tirer les élèves plus faibles vers le haut. Les élèves moins avancés en mathématiques peuvent notamment tirer profit des connaissances sur la suite numérique d'élèves plus avancés lors des activités de comptage. Et lors des situations adidactiques, au moment du partage des stratégies de chacun, les élèves ayant plus de connaissances partagent avec les autres élèves leur stratégie, ce qui peut éventuellement favoriser la contamination des stratégies. De plus, le travail en grand groupe permet à l'enseignante d'animer les échanges entre élèves et favorise ainsi le maintien de leur attention.

Tout comme l'étude de Dumas (2007), nos résultats montrent que les élèves ayant des incapacités intellectuelles (et sans doute également plusieurs élèves sans incapacité) attendent généralement l'aide de l'enseignante pour se mettre en action. Ainsi, le travail en individuel ou en sous-groupe d'élèves est particulièrement efficace lorsque l'enseignante est présente auprès des élèves. Étant donné que dans une classe, l'enseignant.e ne peut être présente simultanément auprès de tous les élèves (ou toutes les équipes), le travail en grand groupe s'avère pertinent, malgré l'hétérogénéité des connaissances des élèves. Le fait de jouer sur les valeurs des variables didactiques selon les connaissances des élèves est aussi une avenue intéressante, mais elle complexifie le retour en grand groupe puisque les élèves n'ont pas tous effectué la même tâche.

Enfin, les trois modes de fonctionnement – en individuel, en sous-groupe et en grand groupe – ont leurs intérêts et leurs limites. Il ne s'agissait pas ici d'identifier le mode de fonctionnement à utiliser, mais plutôt de dégager les effets de chacun.

CONCLUSION

Les apports de la recherche sont d'abord présentés. Ensuite, les limites sont exposées et quelques perspectives de recherches qui pourraient être menées en prolongement à cette étude sont formulées.

6.1 Apports de la recherche

En conformité avec notre objectif général, cette étude a conduit à la construction d'un dispositif d'enseignement sur les premiers apprentissages numériques dans une classe spéciale composée d'élèves ayant une incapacité intellectuelle légère. Notre dispositif repose sur un équilibre entre des activités de comptage, qui vise l'appropriation de la suite numérique orale et écrite, et des situations adidactiques, qui rendent le nombre utile et permettent aux élèves de mettre en place des stratégies par leur propre moyen. Les activités et les situations adidactiques ont été choisies de manière à présenter une variété de situations/activités et ainsi, à favoriser l'élargissement du caractère d'utilité des connaissances (Giroux, 2013). Nous espérons que le dispositif pourra être utile aux enseignant.es qui œuvrent auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle, ou à tout le moins les inspirer.

Bien que des recherches portant sur l'enseignement-apprentissage des mathématiques auprès d'élèves ayant des incapacités intellectuelles légères aient été conduites avant la nôtre (Drouin, 2001; Lavoie, 2008; Dumas, 2007), aucune d'entre elles (à notre connaissance) n'avait mis à l'épreuve des situations basées sur la théorie des situations didactiques (TSD) auprès de ce public d'élèves. Le dispositif d'enseignement que nous

avons construit s'appuie sur cette théorie. Ce choix repose notamment sur le fait que la TSD offre des balises pour construire des situations qui rendent utile le savoir visé par l'enseignement et favorise ainsi la construction de sens. De plus, les situations didactiques favorisent l'activité mathématique des élèves, c'est-à-dire qu'elles les amènent à se questionner, à mettre en place des stratégies, à réfléchir à l'effet de leurs actions, à faire de nouvelles tentatives, etc. Dans cette perspective, le dispositif d'enseignement que nous avons élaboré ne vise pas uniquement à développer des connaissances qui permettent aux élèves ayant des incapacités intellectuelles d'être autonomes dans la vie adulte (ex. : reconnaître les chiffres pour composer un numéro de téléphone), il vise aussi à favoriser une activité mathématique riche et authentique. Le dispositif construit offre donc aux élèves des occasions pour qu'ils mettent véritablement en place des raisonnements mathématiques.

De plus, l'approche didactique adoptée dans le cadre de notre étude permet de ne pas se centrer uniquement sur les carences attribuées aux élèves ayant une incapacité intellectuelle pour expliquer les difficultés qu'ils rencontrent. Nous analysons les difficultés en relation avec les caractéristiques des situations et du savoir mathématique en jeu et nous prenons en compte l'ensemble des interactions didactiques. Cette perspective nous conduit à faire l'hypothèse que la difficulté à amener les élèves à comprendre que la réussite ou l'échec au jeu dépend de la stratégie qu'ils ont mise en œuvre relève non seulement des caractéristiques des élèves, mais aussi de leur histoire scolaire. On peut effectivement penser que les élèves ayant une incapacité intellectuelle scolarisés en classe spéciale sont rarement confrontés à des situations dans lesquelles ils doivent adopter une attitude réflexive, ce qui expliquerait en partie leur difficulté à mettre en place une stratégie fondée sur un raisonnement mathématique et leur tendance à rechercher l'aspect ludique des activités plutôt que l'aspect didactique.

Cela dit, on peut difficilement faire fi des caractéristiques des élèves ayant une incapacité intellectuelle pour penser l'enseignement. Nos résultats, tout comme ceux

de Drouin (2001), Lavoie (2008) et Dumas (2007), montrent effectivement l'importance de présenter des consignes simples et des représentations près de la réalité. Cependant, une centration sur les caractéristiques cognitives et affectives des élèves ayant une incapacité intellectuelle risquerait de générer un effet de cécité didactique (Roiné, 2009). Si on peut/doit effectivement tenir compte de la faiblesse au niveau de l'abstraction ou du traitement de l'information des élèves ayant une incapacité intellectuelle, il convient également d'analyser les difficultés rencontrées en relation avec les situations mathématiques proposées. Dans notre étude, les deux situations qui ont posé le plus de difficulté sont celles qui visaient la comparaison de collections. L'analyse didactique réalisée montre les difficultés particulières de ces deux situations. L'une d'elles (Petit Poucet) nécessite de comparer non pas deux collections, mais deux couples de collections et de faire de faire des associations entre chacun des couples de collections selon leur grandeur, et l'autre (Lutin Taquin) nécessite de comparer deux collections qui ne sont pas présentes simultanément. Une analyse didactique permet ainsi de porter un regard fin sur les difficultés rencontrées et apporte des informations utiles pour guider les interventions futures.

6.2 Limites et perspectives de recherche

Nous identifions quatre limites à notre recherche. D'abord, il est difficile d'identifier avec certitude les stratégies mises en œuvre par les élèves, d'une part en raison des difficultés de langage de la plupart des élèves de cette classe qui rend la formulation des stratégies très difficile, voire impossible, et d'autre part en raison de l'écart souvent important entre ce que les élèves font et ce qu'ils évoquent (ce qui n'est pas spécifique aux élèves ayant une incapacité intellectuelle). Par exemple, nous avons parfois jugé que les élèves ont fait une anticipation par hasard alors qu'elle peut aussi reposer sur un raisonnement que l'élève n'est pas en mesure de formuler.

Une deuxième limite de notre recherche est que le dispositif conçu a été expérimenté une seule fois. Il serait pertinent de mettre à nouveau à l'épreuve ce dispositif dans une classe d'élèves ayant une incapacité intellectuelle légère et de procéder à une analyse approfondie des interactions didactiques. Cela permettrait sans doute de préciser les caractéristiques que peuvent posséder les situations pour favoriser une activité mathématique riche chez les élèves ayant une incapacité intellectuelle et de mieux comprendre, notamment, ce qui rend la dévolution d'une préférence parfois difficile.

Une troisième limite de notre recherche est la durée du dispositif d'enseignement. Le dispositif s'étale sur seulement six séances, ce qui apparaît peu pour favoriser l'apprentissage des élèves, en particulier lorsque ceux-ci ont une incapacité intellectuelle. Il pourrait ainsi être pertinent de bonifier le dispositif en ajoutant des activités de comptage et des situations adidactiques pour prolonger le dispositif, voire même sur une année scolaire complète. Il serait d'ailleurs pertinent de trouver/construire une situation sur la comparaison de collections moins complexe avant de présenter celles du Petit Poucet et du Lutin Taquin.

Nous relevons finalement comme limite le fait que le dispositif d'enseignement n'était pas tout à fait adapté aux connaissances des élèves⁷. Alors que le dispositif conçu visait à favoriser le recours à des stratégies numériques, nous avons modifié le tir en cours d'expérimentation, visant plutôt à amener les élèves à utiliser une stratégie de

⁷ Le dispositif d'enseignement a toutefois été expérimenté à nouveau l'année suivante auprès d'élèves qui possédaient des incapacités intellectuelles moins importantes que ceux participant à l'expérimentation dans le cadre de cette recherche. Cette fois, le dispositif était adapté aux connaissances de la majorité des élèves. Ainsi, la plupart d'entre eux ont saisi relativement rapidement l'enjeu des situations et une amélioration considérable a été observée dans les stratégies des élèves. L'expérience de l'enseignante a sans doute également permis de mieux piloter les situations et ainsi favoriser l'apprentissage des élèves.

correspondance terme à terme. Cela montre malgré tout que les situations adidactiques du dispositif peuvent être pertinentes pour différents niveaux de connaissances des élèves. En effet, on peut par exemple choisir les valeurs des variables didactiques pour qu'une stratégie de correspondance terme à terme soit suffisante pour réussir, ou encore rendre cette stratégie inefficace pour que le recours à une stratégie numérique soit nécessaire.

Enfin, étant donné que les recherches en didactique des mathématiques menées auprès d'élèves ayant une incapacité intellectuelle sont rarissimes, les enseignant.es qui œuvrent auprès de ce public d'élèves ont peu de repères pour fonder leur enseignement. Le plus souvent, des activités de comptage et d'association entre les codes écrits et oraux des nombres sont proposées aux élèves, ou encore du modelage est réalisé pour montrer aux élèves comment dénombrer une collection d'objets. Or, comme le soulève Brousseau (2010), pour favoriser une activité mathématique riche de la part des élèves, l'enseignant.e doit proposer des situations où les élèves peuvent vivre une aventure incertaine dans laquelle les connaissances se manifestent comme des éléments nécessaires pour aboutir à l'issue souhaitée. Cela, comme le montre notre recherche, représente un défi énorme dans les classes spéciales regroupant des élèves ayant une incapacité intellectuelle légère. Nous espérons vivement que d'autres recherches, en prolongement de la nôtre, tentent de mettre en place des situations qui favorisent une activité mathématique riche chez les élèves ayant une incapacité intellectuelle pour ainsi améliorer l'enseignement des mathématiques offert à ces élèves.

APPENDICES A

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DE LA DIRECTION DE L'ÉCOLE

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Bonjour,

Comme vous le savez déjà, je suis présentement à la maîtrise en éducation et formation spécialisées à l'UQAM. J'aimerais solliciter la participation de mes élèves pour mon projet de recherche qui vise à concevoir un dispositif d'enseignement sur les premiers apprentissages numériques adapté aux contraintes spécifiques d'une classe spéciale. Ma directrice de recherche, Virginie Houle, et moi procéderons à une séquence d'enseignement qui s'étalera sur une période de trois semaines, à raison de deux séances d'environ une heure chacune, par semaine. Chaque séance sera réalisée dans ma classe et sera filmée afin que je puisse, par la suite, procéder à l'analyse. Toutes les données seront conservées dans un endroit sécurisé. Les parents pourront accepter ou refuser que des extraits de vidéo soient diffusés dans le cadre de la formation des enseignants ou de présentations scientifiques. S'ils refusent, les données seront détruites après la recherche.

La participation des enfants est volontaire. Une lettre d'informations et de consentement sera envoyée aux parents avant l'expérimentation afin de m'assurer de leur accord. S'ils refusent que leur enfant participe à la recherche, celui-ci travaillera en atelier avec la technicienne en éducation spécialisée lors des séances et ne sera pas filmé. Même si les parents consentent aujourd'hui à ce que leur enfant participe à cette recherche, ils demeurent entièrement libres de mettre fin à la participation, sans pénalité d'aucune forme, ni justification à donner.

Si vous souhaitez obtenir des informations supplémentaires sur le projet, vous pouvez me contacter par courriel (stephanie.bachand@csmv.qc.ca) ou venir en discuter avec moi de vive voix. Il me fera plaisir de répondre à vos questions.

Stéphanie Bachand

AUTORISATION DE LA DIRECTION

En tant que directrice de l'école _____, je reconnais avoir lu le présent formulaire de consentement et consens volontairement à ce que Stéphanie Bachand réalise ce projet de recherche dans sa classe.

OUI

NON

Signature de la directrice :

Date : _____

Nom de la directrice en lettres moulées :

APPENDICE B

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DES PARENTS DES ÉLÈVES



FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Étudiant-chercheur
Stéphanie Bachand
Maîtrise en éducation spécialisée
bachand.stephanie@ens.ugam.ca
514-781-3415

Direction de recherche
Virginie Houle
Professeure
Département d'éducation et de formation spécialisées
houle.virginie@ugam.ca
514-987-3000 poste 3482

Chers parents, tuteurs,

Je sollicite la participation de votre enfant à un projet de recherche qui s'inscrit dans le cadre de mon mémoire de maîtrise dont le titre est : *Dispositif d'enseignement sur les premiers apprentissages numériques adapté aux contraintes spécifiques d'une classe spéciale*.

Avant d'accepter que votre enfant participe à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement à titre de parent/représentant légal de votre enfant, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent. Si ce formulaire contient des mots ou des informations que vous ne comprenez pas, je vous invite à communiquer avec moi et à poser toutes les questions que vous jugerez utiles.

Mon projet de recherche vise à concevoir un dispositif d'enseignement sur les premiers apprentissages numériques adapté aux contraintes spécifiques d'une classe spéciale. Ce dispositif s'appuie sur la Théorie des situations didactique (TSD) de Brousseau (1998). Celle-ci permet de créer des situations qui favorisent l'engagement mathématique des élèves tout en tenant compte de la spécificité du savoir visé par l'enseignement. Elle apparaît ainsi pertinente pour contrer certains phénomènes didactiques relevés en adaptation scolaire qui sont considérés nuisibles à l'apprentissage tels que la centration sur les erreurs et le ralentissement du temps didactique.

Le dispositif d'enseignement qui sera expérimenté est composé de situations qui visent, chacune, à travailler sur le nombre. Il devrait donc permettre aux élèves de développer des apprentissages en mathématiques visés dans le programme de formation de l'école québécoise. Le seul risque anticipé quant à la participation de votre enfant à la recherche est qu'il ressente une certaine gêne puisqu'une personne qui n'est habituellement pas dans ma classe, soit ma directrice de recherche, sera présente.

C'est effectivement sous la supervision de ma directrice de recherche, Virginie Houle, que j'expérimenterai le dispositif d'enseignement. Celui-ci s'étalera sur une période de trois

semaines, à raison de deux séances d'environ une heure chacune, par semaine. Les séances auront lieu dans la classe, au mois de mai, durant les heures prévues pour les mathématiques.

Il est important de noter que la participation de votre enfant est volontaire. Si vous refusez que votre enfant participe à la recherche, il travaillera en atelier avec la technicienne en éducation spécialisée sur les mêmes notions mathématiques que les autres élèves. De plus, même si vous consentez aujourd'hui à ce que votre enfant participe à cette recherche, il demeure entièrement libre de mettre fin à sa participation. Vous pouvez également retirer votre enfant du projet en tout temps, sans pénalité d'aucune forme, ni justification à donner.

Les élèves participant à la recherche seront filmés afin de pouvoir procéder à l'analyse des données. Les données recueillies dans le cadre de la recherche seront conservées dans un endroit sécurisé et seront détruites trois ans après la recherche. Lors de la diffusion des résultats, un nom fictif sera attribué aux enfants pour assurer leur anonymat.

Par ailleurs, vous pouvez accepter ou refuser que des extraits vidéos soient diffusés. Si vous refusez, les vidéos seront uniquement visionnées par ma directrice de recherche et moi à des fins d'analyse et seront détruites par la suite. Si vous acceptez, des extraits de vidéos seront diffusés dans le cadre de communications scientifiques et pour la formation des enseignants. Vous pouvez choisir que votre enfant ne puisse être reconnu dans les extraits vidéos diffusés (dans ce cas, le visage de l'enfant sera flouté) ou qu'il puisse être reconnu (le visage ne sera pas flouté).

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE) a approuvé ce projet de recherche. Pour plus d'informations sur ce comité ou pour formuler une plainte, vous pouvez contacter la coordonnatrice du CERPE -3 : Mme Véronique Covanti par courriel au cerpe3@uqam.ca ou par téléphone au 514-987-3000 poste 4676.

Si vous souhaitez obtenir des informations supplémentaires sur le projet, n'hésitez pas à me contacter par courriel (stephanie.bachand@csmv.qc.ca) ou par téléphone 514-781-3415. Il me fera plaisir de répondre à vos questions.

Votre collaboration est essentielle à la réalisation de ce projet et je tiens à vous en remercier.

Stéphanie Bachand

CONSENTEMENT

Choisissez une des quatre options suivantes :

_____ Je refuse que mon enfant participe à la recherche. Mon enfant travaillera les mathématiques avec la technicienne en éducation spécialisée durant les séances où a lieu la recherche.

_____ J'accepte que mon enfant participe à la recherche et qu'il soit filmé. Je souhaite que les vidéos soient visionnées uniquement par Stéphanie Bachand et sa directrice de recherche à des fins d'analyse.

_____ J'accepte que mon enfant participe à la recherche et qu'il soit filmé. J'accepte que des extraits de vidéos soient diffusés dans le cadre de communications scientifiques et de formation des nouveaux enseignants uniquement s'il n'est pas possible de reconnaître mon enfant (visage flouté).

_____ J'accepte que mon enfant participe à la recherche et qu'il soit filmé. J'accepte que des extraits vidéos soient diffusés dans le cadre de communications scientifiques et de formation des enseignants dans lesquels mon enfant peut être reconnu (visage apparent).

_____ Prénom Nom de l'enfant

_____ Prénom Nom du représentant légal

_____ Signature

_____ Date

Engagement du chercheur

Je, soussignée (e) certifie

- (a) avoir expliqué aux signataires les termes du présent formulaire;
- (b) avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard;
- (c) lui avoir clairement indiqué qu'il reste, à tout moment, libre de mettre un terme à la participation de son enfant au projet de recherche décrit ci-dessus;
- (d) que je lui remettrai une copie de signée et datée du présent formulaire.

Prénom Nom

Signature

Date

BIBLIOGRAPHIE

- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 9., no 3, 281-308.
- Artigue, M. (2002). Ingénierie didactique : quel rôle dans la recherche didactique aujourd'hui ? In: *Les dossiers des sciences de l'éducation*, N° 8. Didactique des disciplines scientifiques et technologiques : concepts et méthodes., 59-72.
- Assude, T., Perez, J.M., Suau, G., Tambone, J., Vérillon, A. (2014). Accessibilité didactique et dynamique topogénétique : une étude de cas. *Recherche en didactique des mathématiques*., vol. 34, no 1, 33-58.
- Baroody, A.J. (1991). Remédier aux difficultés courantes du comptage in *Les chemins du nombre*, Presses Universitaires de Lille, Lille, 378-399. 481 pages.
- Briand, Loubet, Salin. (2004). *Apprentissages mathématiques en maternelle* Hatier. Cédérom.
- Brousseau, G. (1982). Ingénierie didactique: d'un problème à l'étude a priori d'une situation didactique. *Actes de la Deuxième école d'été de didactique des mathématiques*, 39-60.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques (Revue)*, Vol. 7, no 2, 33-115.
- Brousseau, G. (1988). Les différents rôles du maître. *Bulletin de l'AMQ. Montréal.*, (23), 14-24
- Brousseau, G. (2002). Les doubles jeux de l'enseignement des mathématiques. *Revue du Centre de Recherches en Éducation. Université de Saint-Étienne*, didactique des mathématiques, 22-23, 83-155.
- Brousseau, G. (2009). Le cas de Gaël revisité (1999-2009).
- Brousseau, G (2011). La théorie des situations didactiques en mathématiques, *Éducation et didactique*, vol. 5, no 1, 101-104.
- Brousseau, G., Balacheff, N. (1998). *Théorie des situations didactiques: Didactique des mathématiques 1970-1990*. Grenoble: La pensée sauvage.

- Brousseau, G., Centeno, J., (1991). « Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant ». *Recherches en didactique des mathématiques*. Vol. 11, n°2.3, p.167-210.
- Brousseau, G., Warfield, V. (1981). *Le cas de Gaël*. Bordeaux : Université de Bordeaux. IREM.
- Conne, F. (1992). *Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique*.
- Conseil supérieur de l'éducation (CSE) (2010). *Rapport sur l'état et les besoins de l'éducation. Conjuguer équité et performance en éducation, un défi de société*. Québec : gouvernement du Québec. Tiré de <https://www.cse.gouv.qc.ca/fichiers/documents/publications/CEBE/50-0192.pdf>
- Drouin, C. (2001). *Conception d'un produit pédagogique sur les Habiletés Numériques Initiales pour des enfants présentant des incapacités intellectuelles*. Thèse inédite. Montréal., 344 pages.
- Dumas, Benoît. (2007). *Stratégies favorisant l'apprentissage d'habiletés de résolution de problèmes représentatif de la vie quotidienne chez les élèves ayant des incapacités intellectuelles légère et des troubles associés*. Mémoire. Montréal (Québec, Canada). UQAM, Maîtrise en éducation. 353 pages.
- Duval, L., Tardif, M. Gautier, C. (1995). *Portrait du champ de l'adaptation scolaire au Québec des années trente à nos jours*. Sherbrooke : Éditions du CRP.
- El Bouazzaoui, H. (1982). *Étude de situations scolaires des premiers enseignements du nombre et de la numération : Relations entre divers caractères de ces situations et le sens, la compréhension de l'apprentissage de ces notions*. (Doctoral dissertation).
- Favre, J-M. (2004). *Étude des effets de deux contraintes didactiques sur l'enseignement de la multiplication dans une classe d'enseignement spécialisé* dans V. Durand-Guerrier et C. Tisseron. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Paris. ARDM et IREM., 109-126.
- Fuson, K. C. (1991). Relations entre comptage et cardinalité chez les enfants de 2 à 8 ans. Dans J. Bibeau, C. Meljac et J.P. Fischer (Éds). *Les chemins du nombre*. Lille. Presses universitaires de Lille. (Collection Psychologie cognitive., 159-179.

- Gelman, R et Gallistel C.R. (1978). *The child's understanding of number*, Londre: Harvard University Press, 260 pages.
- Giroux, J. (2007). Adapter l'enseignement en classe d'adaptation scolaire? *Contribution au symposium Entre didactique et politique*. Université Victor Segalen Bordeaux 2. Université du Québec à Montréal. Mai 2007
- Giroux, J. (2013). Étude des rapports enseignement/apprentissage des mathématiques dans le contexte de l'adaptation scolaire: problématique et repères didactiques. *Éducation et didactique*, vol. 7, no 7-1, 59-86.
- Giroux, J., & Lemoyne, G. (1993). La construction des connaissances sur les codes numériques et digitaux des nombres: un processus de coordination de connaissances multiples. *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 19, no 3, 511-535.
- Giroux, J. & René de Cortret, S. (2001). Le temps didactique en classe de doubleurs. *Actes du sixième congrès des sciences de l'éducation de la langue française (AFDEC)*. Montréal : Université de Montréal. Montréal. juin 1999., 41-72.
- Giroux, J. & Ste-Marie, A. (2004). Projet Fluppy-Volet mathématique, Partie I : Activités numériques; Partie II : Structuration de l'espace. *Document inédit pour la formation des enseignants et des stagiaires au volet mathématique du programme Fluppy*. 116 pages.
- Gonçalves, G., Lessard, C. (2013). « L'évolution du champ de l'adaptation scolaire au Québec : politiques, savoirs légitimes et enjeux actuels ». *Revue canadienne de l'éducation*, Vol. 36, no 4., 327-373.
- Gouvernement du Québec. (1992) Une école adaptée à tous ses élèves : Politique de l'adaptation scolaire. Dernière mise à jour en 1999, Québec, 56 pages.
- Gouvernement du Québec (1999). L.R.Q. ., c. 1-13.3, Loi sur l'instruction publique. Dernières modifications : 28 février 2003, mis à jour au 1 avril 2016, Québec, 151 pages
- Gouvernement du Québec. (2006). Programme de formation de l'école québécoise, Québec, 354 pages.
- Gouvernement du Québec. (2011). Programme éducatif destiné aux élèves ayant une incapacité profonde, Québec, 69 pages.
- Gouvernement du Québec. (2014). Document d'information : Précisions sur la flexibilité pédagogique, les mesures d'adaptation et les modifications pour les élèves ayant des besoins particuliers, Québec, 10 pages.

- Gouvernement du Québec. (2015). Programme éducatif CAPS, version préliminaire, Québec, 191 pages.
- Hersant, M. (2014). « Facette épistémologique et facette sociale du contrat didactique : une distinction pour mieux caractériser la relation contrat milieu, l'action de l'enseignant et l'activité potentielle des élèves ». *Recherches en didactique des mathématiques*. Vol. 34, n° 1, p. 9-31.
- Horth, R. (1998). *Historique de l'adaptation scolaire au Québec*. Québec.
- Houle, V. (2016). Étude de conditions didactiques favorables à la décontextualisation des connaissances mathématiques. *Revue canadienne de l'éducation*, vol. 39, no 4, 19 pages.
- Lavoie, J. (2008). Enseignement d'habiletés numériques initiales aux enfants qui ont des incapacités intellectuelles. Québec, 259 pages.
- Marlot, C. , Toullec-Thery, M. (2011). Caractérisation didactique des gestes de l'aide à l'école élémentaire : une étude comparative de deux cas didactiques limite en mathématiques. *Éducation et didactique.*, vol. 5, no 2, 7-32.
- MELS. (2009). À la même école : Les élèves handicapés ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage : évolution des effectifs et cheminement scolaire à l'école publique.
- Perrin-Glorian, M.-J. (1993). « Questions didactiques à partir de l'enseignement des mathématiques dans des classes faibles ». *Recherches en didactique des mathématiques.*, vol. 1.2, no 13, 15-118.
- Roiné, C. (2009). *Cécité didactique et discours noosphériens dans les pratiques d'enseignant en S.E.P.G.A. : une contribution à la question des inégalités*. (Doctoral dissertation, Thèse (Doctorat)–Université Victor Segalen Bordeaux 2).
- Roiné, C. (2014). L'élève en difficulté : retour sur une psychologisation du social. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation.*, vol. 2, no 66, 13-30.
- Salin, M. H. (2002). Repères sur l'évolution du concept de milieu en théorie des situations. *Actes de la*, 11, 111-124.
- Sarrazy, B. (1995). Note de synthèse [Le contrat didactique]. *Revue française de pédagogie*, vol. 112, no 1, 85-118.

- Ste-Marie, A. (2013). *Analyse didactique du volet numérique du programme Fluppy au préscolaire*. UQAM.
- Tardif, M., Lessard, C. (1992). L'orthopédagogie en milieu scolaire : Émergence, évolution et professionnalisation d'une nouvelle catégorie d'intervenants (1960-1990). *Historical Studies in Education/Revue d'histoire de l'éducation*. vol. 2, no 4, 233-267.
- Vergnaud, G., (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherche en didactique des mathématiques*, vol.10, no 23 133-170.
- Vergnaud, G., (1994). *L'enfant, la mathématique et la réalité. Problèmes de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire*, 5e édition, (Collection Exploration Recherches en sciences de l'éducation) Berne: Peter Lang. 218 pages.
- Vergnaud, G., Durand, C. (1976). Structures additives et complexité psychogénétique. *Revue Française de Pédagogie*., no 36 (juillet-août-septembre)., 28-43.

Liens internet

<https://aaidd.org/intellectual-disability/definition#.WOqC7GnhCpo>