



HAL
open science

Exploration visuo-haptique et apprentissage des solides géométriques en maternelle

Romain Vitali

► **To cite this version:**

Romain Vitali. Exploration visuo-haptique et apprentissage des solides géométriques en maternelle .
Education. 2017. dumas-01663731

HAL Id: dumas-01663731

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01663731v1>

Submitted on 22 Jan 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année universitaire 2016-2017

Master *Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation*

Mention *Premier degré*

Exploration visuo-haptique et apprentissage des solides géométriques en maternelle

Présenté par VITALI Romain

Mémoire de M2 encadré par DEBU Bettina

Attestation de non-plagiat

Je soussigné(e) **Romain VITALI**

Auteur du mémoire de master 2 MEEF-PE,

Exploration visuo-haptique et apprentissage des solides géométriques en maternelle,

déclare sur l'honneur que ce mémoire est le fruit d'un travail personnel, que je n'ai ni contrefait, ni falsifié, ni copié tout ou partie de l'œuvre d'autrui afin de la faire passer pour mienne.

Toutes les sources d'information utilisées et les citations d'auteur ont été mentionnées conformément aux usages en vigueur.

Je suis conscient(e) que le fait de ne pas citer une source ou de ne pas la citer clairement et complètement est constitutif de plagiat, que le plagiat est considéré comme une faute grave au sein de l'Université, pouvant être sévèrement sanctionnée par la loi.

Fait à Rives,

le 12 mai 2017

Signature de l'étudiant(e)



Autorisation de diffusion électronique d'un mémoire de Master 2 MEEF dans la base DUMAS¹

Autorisation de l'étudiant(e)

Je soussigné(e) **Romain VITALI**

auteur et signataire du mémoire de niveau Master 2, intitulé :

Exploration visuo-haptique et apprentissage des solides géométriques en maternelle.

, agissant en l'absence de toute contrainte,

autorise **n'autorise pas** ²

le Service Interétablissement de Documentation de l'Université Grenoble Alpes-Grenoble INP à le diffuser, sans limitation de temps, sur la base DUMAS en texte intégral.

- Je certifie la conformité de la version électronique déposée avec l'exemplaire imprimé remis au jury.
- Je m'engage à signaler les documents pour lesquels je ne détiens pas les droits de reproduction et de représentation ou les autorisations afférentes. Ces documents devront être masqués ou retirés de la version diffusée sur la base DUMAS par les auteurs.
- La présente autorisation de diffusion n'a pas de caractère exclusif. L'auteur conserve par conséquent toutes les possibilités de cession de ses droits et de diffusion concomitante de son mémoire.
- Je renonce à toute rémunération pour la diffusion effectuée dans les conditions précisées ci-dessus.
- Conformément à la loi « informatiques et libertés » du 6 janvier 1978, modifiée en 2004, je pourrai à tout moment modifier cette autorisation de diffusion par simple lettre ou courriel à la BUPE : membupe@univ-grenoble-alpes.fr

Fait à Rives,

le 12 mai 2017

Signature de l'étudiant(e),

Précédée de la mention « bon pour accord »

bon pour accord


¹ La base DUMAS (Dépôt Universitaire des Mémoires Après Soutenance) est en accès libre à l'adresse : <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/>

NB : le mémoire sera diffusé sur Dumas si la note obtenue pour l'écrit est supérieure ou égale à 16/20 et si l'auteur et le responsable de mémoire en donnent l'autorisation

² Entourer la mention choisie

Sommaire

Introduction	1
Partie 1 : État de l'art	2
I. Quelles sont les notions théoriques à maîtriser pour l'analyse de l'utilisation du sens haptique à l'école ?.....	2
I.1. Au niveau des actions motrices.....	2
I.1.1. Le contrôle des actions motrices.....	2
I.1.2. Le développement moteur.....	2
I.1.3. Le développement psychomoteur	3
I.2. Les théories du développement de l'enfant	3
I.2.1. Henri Wallon.....	3
I.2.2. Jean Piaget	4
I.3. La place de l'enfant dans ses apprentissages	4
I.3.1. La place de l'enfant.....	4
I.3.2. La place de l'adulte	5
I.3.3. La place de l'erreur	6
II. Quelles sont les pistes pour un apprentissage efficace ?	7
II.1. L'utilisation du corps permet-elle de faciliter les apprentissages ?.....	7
II.1.1. Le corps comme outil à d'apprentissage	7
II.1.2. Le corps comme outil à la mémorisation.....	7
II.2. Quels sont les mécanismes mis en jeu lors des séances de manipulation ?.....	8
II.2.1. La motricité.....	8
II.2.2. La manipulation	8
II.3. Le sens haptique dans les apprentissages	9
II.3.1. Quelles sont les caractéristiques du sens haptique des jeunes enfants ?	9
II.3.2. L'entraînement multi-sensoriels	10
III. Quels sont les rôles et la place de la géométrie à l'école ?	10

III.1. Réflexion autour de l'apprentissage de la géométrie	10
III.1.1. Le sens spatial	10
III.1.2. Maria Montessori et la géométrie.....	11
III.2. La géométrie à l'école	12
III.2.1. Les attentes de l'institution	12
III.2.2. Les solides géométriques	12
III.2.3. Méthode et travail en géométrie	13
Formulation de la problématique	14
Partie 2 : Méthode	15
I. Contexte	15
I.1. Caractéristiques de l'école	15
I.2. Caractéristiques des élèves	15
II. Les séquences	16
III. Le recueil de données	18
Partie 3 : Résultats.....	20
Partie 4 : Discussions	26
I. Re-contextualisation	26
II. Etude des résultats	26
II.1. Les données quantitatives de l'expérience	26
II.2. Les données qualitatives de l'expérience	28
III. Limites et perspectives	28
III.1. Quelles sont les limites de la recherche menée ?	28
III.2. Impact de ce mémoire sur mes pratiques enseignantes.....	29
Conclusion.....	30
Bibliographie.....	31

Introduction

Dans les programmes de 2015 de l'école maternelle, il est écrit que « tous les enfants sont capables d'apprendre et de progresser ». A l'école, les enfants vont rencontrer des situations nouvelles qui vont leur permettre de se développer tout au long de leur scolarité en tant qu'individus et citoyens. L'enseignant a évidemment un rôle important à jouer dans le développement et l'épanouissement de l'enfant. Il se questionne sur ses pratiques de classe pour rendre son enseignement efficace aux services des apprentissages. C'est tout l'enjeu de ce mémoire. Il s'agit d'étudier et de rechercher des pratiques pédagogiques efficaces permettant aux élèves de structurer et d'acquérir des connaissances nouvelles.

De nombreux pédagogues, spécialistes du développements de l'enfant ou encore psychologues se sont intéressés à la place que tient le corps dans les apprentissages et les progrès des enfants. Leurs recherches ont permis de montrer que l'aspect manipulateur entre en jeu dès le plus jeune âge dans l'éveil de l'enfant. Des théories de l'apprentissage ont donc découlé de ces recherches afin d'intégrer la manipulation dans les pratiques d'enseignement.

Cette étude s'intéresse à l'enseignement des mathématiques à l'école maternelle et notamment l'apprentissage des solides géométriques dans une classe de moyenne section. La recherche portera sur l'efficacité et la pertinence de proposer aux élèves une séquence se basant sur l'exploration visuo-haptique. Les élèves seront amenés à utiliser leur corps et leur sens comme la vue et le toucher afin d'acquérir et de renforcer des savoirs.

Afin de mieux comprendre le sujet et les questionnements qui en découlent, la première partie permettra de faire un état des lieux des recherches sur le développement de l'enfant, sur l'utilisation du sens haptique dans les apprentissages et sur l'enseignement de la géométrie à l'école maternelle. Cet état de l'art permettra d'élaborer une problématique de travail. Les parties suivantes détailleront le protocole expérimental qui a été mis en place ainsi que la présentation et l'analyse des résultats afin de répondre aux interrogations de départ découlant de la problématique.

Partie 1 : État de l'art

I. Quelles sont les notions théoriques à maîtriser pour l'analyse de l'utilisation du sens haptique à l'école ?

I.1. Au niveau des actions motrices

I.1.1. Le contrôle des actions motrices

Afin de produire des actions motrices, notre système nerveux, notre système musculaire et nos perceptions doivent être correctement connectés et fonctionnels. En effet, notre système nerveux est composé de plusieurs dizaines de milliards de neurones possédant « trois propriétés fonctionnelles majeures : ils sont excitables, conducteurs et transmetteurs » (Rigal, 2009, p.18). Ces caractéristiques permettent aux neurones de faire circuler de multiples informations entre l'environnement et l'organisme, ou au sein de l'organisme lui-même en réponse à un stimuli. Ainsi le système nerveux transmet de multiples informations aux muscles avec lesquels il est en contact par l'intermédiaire de terminaisons nerveuses appelées synapses. Les muscles vont alors se contracter et produire soit un mouvement volontaire soit un mouvement réflexe en fonction du type d'informations reçues et de son traitement par le système nerveux. Ainsi, nos perceptions, qu'elles soient visuelles, auditives ou haptiques, correspondent à l'entrée des informations qui seront transmises au cerveau puis traitées afin d'apporter une réponse précise et adéquate.

I.1.2. Le développement moteur

Le développement moteur est un des aspects le plus significatif dans les modifications du comportement chez le jeune enfant. En effet, plus un enfant grandit, plus il sera à même de maîtriser des comportements moteurs variés et complets. Rigal (2009) identifie trois grandes étapes dans l'acquisition des principaux comportements moteurs. Parmi ces étapes, il définit celle se produisant chez l'enfant âgé de trois à six ans comme la période de l'acquisition et de l'adaptation des compétences motrices fondamentales telles que courir, sauter, lancer ou encore nager. Les travaux de Gesell et coll. (1929, 1950) sur lesquels s'appuient ceux de Rigal (1985) montrent que l'acquisition de ces compétences est le résultat de la maturation et de la transformation des structures nerveuses, sensorielles et musculaires en fonction des stimulations de l'environnement. Certaines acquisitions motrices, dites fondamentales se produisent à peu près au même âge chez tous les enfants comme la marche tandis que d'autres

se font en fonction des stimulations ou des besoins de l'individu, faire du vélo par exemple. Ainsi comme le pense Rigal (2009), le développement moteur traduit les interactions de trois facteurs que sont la croissance, la maturation et les interactions avec l'environnement.

I.1.3. Le développement psychomoteur

Les travaux sur le développement psychomoteur se concentrent sur l'explication du lien et des interactions entre les habiletés motrices et les fonctions cognitives. Ils permettent de comprendre comment les actions motrices peuvent faciliter les apprentissages. « L'éducation psychomotrice envisage et utilise donc l'action motrice dans une perspective générale d'amélioration des connaissances et de facilitation des apprentissages scolaires [...] » (Rigal, 2009. p. 9). En utilisant différentes actions motrices, un enfant va pouvoir construire le concept de léger et lourd ou de froid et chaud, par exemple. Lorsque l'enseignant fait verbaliser ses élèves, il permet la prise de conscience et la mise en mots des ressentis. Il participe ainsi à la construction de connaissances et de concepts où les perceptions sont reliées à la verbalisation.

I.2. Les théories du développement de l'enfant

Pour comprendre et trouver les méthodes les plus efficaces à l'apprentissage en maternelle, il semble nécessaire de formaliser les caractéristiques des différents stades de développement chez l'enfant.

I.2.1. Henri Wallon

Henri Wallon est un psychologue qui a consacré une partie de ses travaux à la psychologie du développement de l'enfant. Pour Henri Wallon, le développement de l'enfant repose sur une approche globale associant les aspects moteurs, affectifs, biologiques, cognitifs et sociaux. La théorie wallonienne décrit cinq stades successifs. Le premier est le stade impulsif et émotionnel, de la naissance à un an, le jeune enfant réagit à son milieu et éprouve des émotions différenciées. Le stade sensori-moteur et projectif concerne les enfants de un à trois ans. L'intelligence se développe à travers les manipulations, le langage, l'imitation et la posture. Le stade suivant est celui des enfants âgés de trois à six ans, le stade du personnalisme. L'opposition est importante dans la construction de soi et permet à l'enfant de s'individualiser. De plus, l'imitation et la séduction montrent une modification du regard qui est porté sur l'autre. Les deux derniers stades appelés stade catégoriel et stade de l'adolescence correspondent aux moments où l'enfant est capable d'effort, de réflexion et de

mémorisation. Il montre donc un investissement intellectuel important. Wallon évalue aussi la maturité de l'intelligence à seize ans.

I.2.2. Jean Piaget

Jean Piaget est, entre autre, un psychologue connu pour ses travaux sur la psychologie du développement. Lors de ses recherches, il explore l'intelligence des enfants, ce qui l'amène à théoriser différents stades de développement à différents âges de l'enfant. Selon Piaget, les stades de développement reposent sur l'évolution de la pensée enfantine, son développement et l'acquisition des connaissances avec la pensée adulte comme étape finale. Jean Piaget définit quatre grands stades successifs. Le stade sensori-moteur, de la naissance à deux ans, se caractérise par le passage de mouvements réflexes à des comportements variés, coordonnés et intentionnels en vue d'atteindre un but. Le stade préopérateur, de deux ans à sept ans, se caractérise par l'apparition de la fonction symbolique de représentation de la réalité qui se traduit par le dessin, le jeu symbolique, l'écriture, le langage. L'enfant ne conçoit pas qu'il existe un autre point de vue que le sien, il demeure égocentré. Il ne possède pas encore la notion de réversibilité. Une opération ne peut être annulée par l'opération inverse. Néanmoins, les perceptions des enfants s'affinent. Le stade suivant est appelé stade opératoire et concerne les enfants de sept à onze ans. L'enfant est capable d'appliquer un raisonnement hypothéticodéductif, il est capable d'utiliser des informations pour les transformer. Enfin, au stade des opérations formelles, de onze à seize ans, les enfants sont capables d'anticiper des résultats et d'établir des relations entre réalité et possibilité. Pour Jean Piaget, l'intelligence atteint sa pleine maturité lorsque l'enfant est en pleine maîtrise de ce stade.

I.3. La place de l'enfant dans ses apprentissages

I.3.1. La place de l'enfant

Chaque enseignant aspire à la réussite de ses élèves. Pour cela il se questionne sur la place qu'il donne aux élèves dans sa pratique de l'enseignement. La loi pour la refondation de l'école de la République insiste sur la nécessité de mettre l'enfant au cœur des apprentissages et de respecter les besoins des élèves. L'enfant doit alors manipuler, chercher, se questionner et explorer afin de construire ses savoirs et surtout de leur donner du sens. Maria Montessori a été une des premières à laisser l'enfant agir seul, elle posait comme slogan : « Aide-moi à faire seul ! ». A travers les activités que l'enseignant propose, l'enfant observe, expérimente et travaille seul. Par ce constat d'essais et d'erreurs, il utilise différentes stratégies afin de résoudre les problèmes qui se dressent devant lui. Alors, il acquiert et consolide de nouvelles

connaissances. Eloignées dans leur mise en œuvre mais visant un même but de développement personnel de l'enfant, les théories de Célestin Freinet amènent également l'enfant à être maître de son apprentissage. A travers les différents centres d'intérêt des élèves, Célestin Freinet propose des situations d'apprentissages dérivées dans lesquelles l'élève prend plaisir à s'investir. Par exemple, à partir d'un oiseau blessé qu'un élève apporte à l'école, Célestin Freinet propose de le soigner, il organise tout un travail dérivé sur l'anatomie des oiseaux, la connaissance de leur habitat et de leur régime alimentaire mais aussi il propose aux élèves de rapporter leurs connaissances dans un journal alimenté par des croquis. A partir d'une situation qui porte l'intérêt des élèves, il propose de faire travailler les enfants dans différentes disciplines de l'école. Il leur permet de se placer en tant qu'acteurs de la classe. De leur côté, Jean Piaget et Lev Vygotski sont à l'origine de la création des courants constructivistes et socioconstructivistes. Ici encore, l'enfant se trouve au centre de la pédagogie. Il est amené à construire ses savoirs par des phases de recherche, d'exploration et de questionnement. Le groupe classe a une part importante dans la construction de l'individu. Les échanges entre élèves nourrissent les réflexions et ils permettent de trouver les réponses. Plusieurs modèles pédagogiques prônent une mise de l'enfant au centre de ses apprentissages.

I.3.2. La place de l'adulte

L'enfant doit donc être au cœur des apprentissages mais il peut alors se poser la question de la place de l'adulte. Lev Vygotski a travaillé sur la relation entre apprentissage et développement de l'apprenant. Ses recherches lui ont permis de définir le concept de zone de développement proximal : « la distance entre le niveau de développement réel tel qu'il est déterminé par la résolution indépendante d'un problème, et le niveau de développement potentiel tel que défini par la résolution d'un problème avec les conseils d'un adulte ou au travers de la collaboration avec des pairs plus compétents » (Vygotski, 1978, p.86). Il existe donc un niveau de développement que l'apprenant pourrait atteindre seul qui soit différent d'un niveau de développement qu'il pourrait atteindre avec l'aide de l'enseignant. L'aide apportée par l'adulte ou par un autre élève dans le cadre d'un tutorat par exemple pourrait amener l'élève à un niveau de développement plus avancé que si l'élève était seul. Lorsque Jérôme S. Bruner reprend le théorie de Vygotski, il avance un nouveau concept, celui d'étayage. « Ce système de supports fournis par l'adulte à travers le discours, ou la communication plus généralement, est un peu comme un « étayage », à travers lequel l'adulte restreint la complexité de la tâche permettant à l'enfant de résoudre des problèmes qu'il ne peut accomplir tout seul. » (Bruner, 1983. p.288). Ainsi, l'adulte doit être capable de proposer

des situations réalisables par les enfants pour que les élèves puissent entrer dans l'activité facilement. Le pédagogue doit donc être attentif à ses élèves pour évaluer leurs besoins : il doit proposer des exercices répondant à un objectif pédagogique précis et ne devant être ni trop durs ni trop faciles. « Le rôle de l'éducateur est important puisque celui-ci diminue les obstacles sur la voie du développement tout en assurant à l'enfant la liberté de se construire. » (Gauthier. Tardiff. 1996). L'enseignant, par son action éducative, aide les élèves dans la construction des savoirs et dans leur développement personnel. Par les stimulations extérieures qui sont proposées par l'adulte, l'enfant nourrit sa curiosité et son envie d'apprendre.

I.3.3. La place de l'erreur

L'enseignant doit également réfléchir à la place qu'il donne à l'erreur afin que chacun des élèves apprennent dans un climat serein sans redouter de se tromper. En effet, l'erreur est souvent vécue comme un échec alors qu'elle fait partie intégrante du processus d'apprentissage. Les théories d'apprentissage tel que le constructivisme préconisent de placer l'élève devant une situation problème afin de faire naître plusieurs processus d'apprentissage essentiels : l'assimilation, l'accommodation et l'équilibration. L'élève comprend le problème et pense le résoudre avec les connaissances déjà acquises (assimilation). S'il n'y arrive pas alors apparaît un conflit cognitif où l'élève se rend compte de ce qui lui manque pour réussir. Il va donc essayer de nouveau, modifier et compléter ce qu'il sait pour acquérir ce qui lui manque (accommodation) et qu'il puisse être en situation de réussite. Cette réussite du problème sera accompagnée par le réajustement et la restructuration du nouveau savoir (équilibration). L'échec ou l'erreur ont permis à l'élève de modifier ou d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences qu'il pourra réinvestir. Prenons comme exemple la démarche d'investigation menée à l'école. Les élèves se questionnent sur un sujet, formulent des hypothèses puis élaborent des expérimentations pour valider ou invalider leurs hypothèses. Par la suite, ils sont en mesure de conclure et de construire une nouvelle connaissance : l'enfant est au cœur de la démarche. Ce qu'il faut retenir, c'est que l'enfant va certainement formuler des hypothèses fausses mais ce n'est pas le plus important ; ce qui l'est, c'est que ces fausses hypothèses participent à la construction du savoir et de la nouvelle connaissance. L'erreur est donc aussi importante que la bonne réponse. Lorsqu'un élève se trompe, il faut l'encourager à recommencer. La notion de feedback est alors primordial. Le feedback ou rétroaction est une pratique qui consiste à donner un retour sur la réalisation d'un apprenant. Ce retour permet à l'élève de se questionner pour qu'il soit capable de modifier ou

de compléter sa réalisation. Les feedback peuvent prendre différentes formes, ainsi l'enseignant peut prévoir des aides dans la classe à travers des affichages par exemple pour que l'élève puisse être autonome dans sa recherche et son travail. Lorsque l'erreur n'est pas stigmatisée, les élèves seront plus motivés pour participer aux activités de la classe parce qu'ils n'auront pas peur de se tromper.

II. Quelles sont les pistes pour un apprentissage efficace ?

II.1. L'utilisation du corps permet-elle de faciliter les apprentissages ?

II.1.1. Le corps comme outil à d'apprentissage

« Pour apprendre à penser, il faut donc exercer nos membres, nos sens, nos organes, qui sont les instruments de notre intelligence [...] » (Rousseau, 1762). Cette idée qu'il existe un lien entre les activités mentales et les activités physiques n'est pas nouvelle, en effet Jean-Jacques Rousseau écrit ces mots dans L'Emile ou de l'éducation. Michel Ledorze (1995) fait aussi ce lien entre activité physique et apprentissage cognitif. Pour lui, les apprentissages cognitifs sont renforcés par l'activité physique et donc par l'utilisation du corps. Dans la revue Animation & Education n°125, il arrive à la conclusion suivante : « on est passé de l'idée d'une Education Physique et Sportive visant à la détente à l'idée d'une Education Physique utile aux apprentissages fondamentaux dans le système scolaire. On a même tendance à considérer qu'il y a une intelligence motrice et qu'il n'y a pas de hiérarchie entre le sensori-moteur et le cognitif. ». Il semble donc avoir un lien étroit entre l'utilisation du corps et l'utilisation du système sensoriel dans la capacité d'un élève à apprendre de nouvelles connaissances et compétences.

II.1.2. Le corps comme outil à la mémorisation

Lorsque les élèves sont en activité de manipulation, ils stimulent leur système sensoriel, notamment le sens haptique ou sens kinesthésique. Hélène Trocmé-Fabre (1987. p.146) affirme que « les sens tactiles et kinesthésiques sont deux très importantes voies d'accès à la mémorisation. [...] Les techniques pédagogiques faisant intervenir la danse, le mime, les jeux, l'intégration de la gestuelle au langage (et inversement) sont des auxiliaires pédagogiques puissants [...] ». Elle ajoute que sans cette activité corporelle, l'activité mentale ne peut se faire. Les stimuli que perçoivent les élèves, à travers le sens kinesthésique, les renseignent sur les caractéristiques des objets et les aident dans la création d'images mentales. La création puis le stockage de ces images mentales permettent à l'enfant de comprendre et de mémoriser

des connaissances et des compétences nouvelles, c'est donc un moyen pour l'enseignant d'aider les élèves dans les apprentissages. Hélène Trocmé-Fabre (1987. p.70) montre que « apprentissage, mémoire et images mentales sont indissociables. ». De plus, l'équipe d'Edouard Gentaz a montré que le toucher permet de mieux connecter la vision et l'audition. Dans une étude récente (2005), le résultat montre que des adultes apprennent la lecture plus efficacement à travers une méthode multi-sensorielle qu'avec une méthode dite classique, en utilisant seulement la vision. Ces données montrent l'importance du sens haptique dans la mémorisation et donc l'apprentissage de nouvelles connaissances.

II.2. Quels sont les mécanismes mis en jeu lors des séances de manipulation ?

II.2.1. La motricité

Le centre national de ressources textuelles et lexicales (CNRTL) définit la motricité comme étant la « faculté motrice commandée par les centres nerveux et permettant la contraction musculaire et les mouvements ». Il existe deux types de motricité : la motricité globale et la motricité fine. La motricité globale concerne des habilités motrices mettant en jeu simultanément plusieurs grands groupes musculaires du corps afin de produire des actions permettant l'exploration et l'extraction des propriétés de l'environnement telles que courir, sauter, lancer ou nager. La motricité fine quant à elle produit des mouvements précis et minutieux en faisant également intervenir différents groupes musculaires mais plus circonscrits et moins distribués dans le corps . Elle peut concerner par exemple, la motricité faciale (fermer un œil, sourire, grimacer...) ou la motricité manuelle (tenir un crayon, visser une vis, un boulon...). A l'école maternelle, ces deux motricités sont travaillées tout au long de la scolarité de l'enfant. L'enseignant propose des activités gymniques et athlétiques pour favoriser le développement de la motricité globale, tandis que des activités telles que le découpage, le modelage, la peinture ou les exercices de graphisme permettront aux jeunes enfants le développement de leur motricité fine.

II.2.2. La manipulation

Les activités de manipulation permettent à l'enfant d'acquérir des connaissances par l'action et de donner du sens aux apprentissages. Rigal (2009) écrit que « tout le profit et le plaisir de la manipulation viennent de ce que l'enfant manie, expérimente et acquiert lui-même de l'information par l'intermédiaire de ses divers systèmes sensoriels [...] ». Il existe différentes

formes de manipulation, Rigal (2009) en décrit quatre. La première est la manipulation aléatoire qui se caractérise par des activités où l'enfant manipule des objets au hasard, il n'a pas de consigne imposée et il manipule les objets parce qu'on le lui demande. La manipulation exploratrice vient compléter cette première phase, les enfants observent puis ils sélectionnent des objets dans un but précis. Lorsque l'action demandée a été préparée par l'enseignant, on parle alors de manipulation guidée. C'est le cas dans les activités de tri, de classement ou la réalisation d'algorithmes, par exemple. Ces activités permettent d'acquérir des connaissances abstraites en manipulant du concret. L'enseignant impose une action précise pour un objectif pédagogique précis. La dernière manipulation décrite par Rigal est la manipulation autodirigée ou expérimentale. Ces manipulations se retrouvent notamment dans la démarche d'investigation, elle cherche à vérifier par l'action une hypothèse mentale. Au cours de leur scolarité, les élèves seront confrontés aux différentes formes de manipulation en fonction des activités que l'enseignant propose.

II.3. Le sens haptique dans les apprentissages

II.3.1. Quelles sont les caractéristiques du sens haptique des jeunes enfants ?

Les activités de manipulation qui sont proposées à l'école maternelle concernent le plus souvent le sens haptique : c'est à dire que les enfants utilisent leurs mains pour explorer, découvrir et manier différents objets. Grâce à leurs organes sensoriels et moteurs, les enfants sont capables de traiter les informations perçues et de les mémoriser pour construire de nouvelles représentations et donc de nouveaux savoirs. Néanmoins, Edouard Gentaz (2009) montre qu'il y a de réelles différences fonctionnelles entre la perception haptique chez les enfants âgés de trois à quatre ans et celle des enfants âgés de cinq à six ans. En effet, entre trois et quatre ans, les mains du jeune enfant sont encore peu mobiles et l'exploration d'un objet, les yeux bandés, se fait de manière incomplète. « L'exploration haptique des très jeunes enfants est encore partielle et peu active » (Gentaz. 2009. p. 30). En comparaison, dans les mêmes conditions, chez l'enfant âgé de cinq à six ans, l'exploration des objets avec les mains se déroule de manière méthodique et systématique. Il est capable de reconnaître des objets de la vie courante simplement avec le toucher. A cet âge, l'enfant est donc en capacité de construire des images mentales, de les mémoriser puis de réactiver ces représentations mentales à l'aide de ses récepteurs sensoriels pour identifier des objets connus. Néanmoins, les travaux de Gentaz (2009) montrent que lorsqu'il s'agit d'identifier un objet non familier avec la vision, alors qu'il a été manipulé précédemment les yeux bandés, la tâche devient plus

complexe. Les enfants ne pouvant pas s'appuyer sur une image mentale dans la modalité visuelle, ils éprouvent des difficultés à construire une représentation en trois dimensions à partir de la manipulation. Il faut aussi noter que chez les jeunes enfants, le sens haptique donne d'excellent résultat pour identifier ou comparer des textures contrairement aux résultats pour les propriétés spatiales (Gentaz, 2009). On peut donc voir que l'association du visuel et du toucher aiderait l'apprentissage notamment l'acquisition des propriétés spatiales complexes à condition que le visuel précède la manipulation

II.3.2. L'entraînement multi-sensoriels

L'entraînement multi-sensoriels semble être un outil efficace dans l'acquisition de nouvelles connaissances et de nouvelles compétences. Plusieurs spécialistes des neurosciences et des sciences cognitives ont cherché à savoir si cette méthode était efficace dans tous les domaines de l'école. Edouard Gentaz et son équipe ont notamment travaillé sur l'apprentissage de la lecture, de l'écriture et de la géométrie à travers des activités multi-sensorielles. Cet entraînement consiste à utiliser plusieurs sens dans les phases d'apprentissages. Par exemple, pour des activités destinées à l'identification des figures géométriques planes chez les jeunes enfants, E. Gentaz a montré que l'apprentissage était plus efficace lorsque les élèves subissent un entraînement visuo-haptique que par un simple entraînement sollicitant le visuel. L'entraînement visuo-haptique consiste à laisser les élèves toucher et voir les figures tout en apportant un vocabulaire précis et adapté. Il stimule plusieurs sens afin de garantir un apprentissage et une mémorisation quelque soit le sens le plus développé chez l'enfant. Il apparaît donc que la dimension de l'entraînement haptique permet aux élèves de mieux organiser leurs représentations mentales et leurs connaissances des caractéristiques de chaque catégorie de figures géométriques

III. Quels sont les rôles et la place de la géométrie à l'école ?

III.1. Réflexion autour de l'apprentissage de la géométrie

III.1.1. Le sens spatial

A travers les activités de la vie quotidienne (courir, jouer, grimper...), les enfants développent leur sens spatial, c'est à dire qu'ils deviennent capables de repérer dans l'espace aussi bien leur corps que les objets qui les entourent, on parle alors de structuration spatiale. C'est une composante nécessaire dans le développement de la capacité à reconnaître des solides géométriques. La structuration de l'espace se développe tout au long de l'enfance à travers

des activités qui favorisent l'organisation et l'orientation spatiale. De Lièvre et Staed (2006) expliquent que l'orientation spatiale concerne la capacité à orienter son corps puis les objets dans l'espace. L'orientation spatiale indique le plus souvent une direction à suivre et elle s'exprime par des verbes d'actions (monter, avancer, tourner...). Dans le cadre scolaire, l'enseignant pourra proposer d'imiter les mouvements corporels d'un chef d'orchestre ou d'orienter des petites voitures dans le même sens afin de travailler l'orientation spatiale. L'organisation spatiale est plus personnelle, chaque individu organise l'espace en fonction de lui-même, de son vécu et de son expérience. A l'école, l'enseignant proposera aux élèves de travailler sur la reproduction de modèle (tangram, puzzle), de dresser la table ou encore d'inventer un trajet pour se rendre dans un lieu précis. De Lièvre et Staed (2006) décrivent quatre stades dans la structuration de l'espace. A l'école maternelle, les enfants âgés de quatre à sept ans sont dans le stade de l'espace perçu, c'est à dire que l'espace est construit de façon égocentrée, toujours par rapport à leur propre corps. Cette idée avait déjà été décrite par Rigal (1985) qui parle, lui, d'espace perceptif, où c'est le corps qui sert de référence.

III.1.2. Maria Montessori et la géométrie

Dans ses publications, Maria Montessori définit et explique les principes de l'apprentissage de la géométrie. Selon elle, il faut « garder la présentation de la géométrie près du réel. » (Gauthier & Tardif. 2005. p. 168). Selon elle, pour l'étude des formes géométriques, il est intéressant d'étudier ce que les élèves peuvent trouver dans la nature. Par exemple, les étoiles de mer, les toiles d'araignée ou les ondes à la surface de l'eau. Le lien avec le réel permet de contextualiser et donc de donner du sens aux connaissances nouvelles. Au préscolaire, Maria Montessori préconise que les enfants abordent la géométrie à travers la vision et le toucher dans le but d'affiner les sens. Les élèves seront amenés à nommer les formes géométriques et à découvrir les différentes propriétés des solides géométriques à travers la construction de structure. Pour les classes supérieures, Maria Montessori s'attache à créer du lien en expliquant et en s'intéressant aux racines des mots utilisés : les mots « géométrie », « Thalès » ou « Pythagore » ont tous une histoire qui permet de comprendre le sens de certain théorème. Montessori s'applique à semer des graines d'intérêt qui seront développées bien plus tard. Ainsi, les concepts abordés en géométrie s'apprennent à travers des activités de résolution de problèmes et de manipulation d'objets tout en gardant un lien étroit avec le réel.

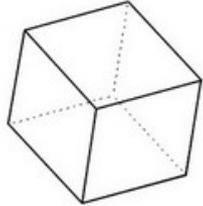
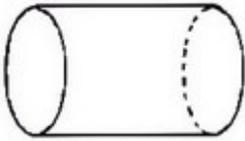
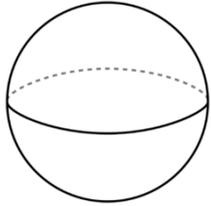
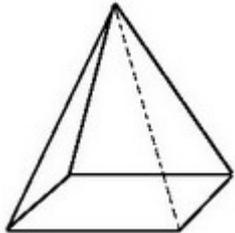
III.2. La géométrie à l'école

III.2.1. Les attentes de l'institution

L'école est en pleine mutation. La loi de 2013 dite loi pour la refondation de l'école prévoit de nouveaux programmes pour l'école primaire. Ceux-ci sont entrés en vigueur en 2015 pour la maternelle et en 2016 pour l'élémentaire. Pour l'école maternelle, les connaissances relatives aux solides géométrique se situent dans le domaine « Construire les premiers outils pour structurer sa pensée » dans le sous domaine « Explorer des formes, des grandeurs, des suites organisées ». Il est stipulé que les jeunes enfants commencent à appréhender les formes et les grandeurs à travers la manipulation et la coordination d'actions sur des objets. Soutenus par la verbalisation, les élèves identifient les premières caractéristiques des objets et ils acquièrent des connaissances et des repères sur quelques formes et grandeurs. Ces manipulations se font à travers des activités de tris, de classements ou de rangements. A la fin de l'école maternelle, il est attendu des enfants qu'ils soient capables de « classer des objets en fonction de caractéristiques liées à leur forme. Savoir nommer quelques formes planes (carré, triangle, cercle ou disque, rectangle) et reconnaître quelques solides (cube, pyramide, boule, cylindre).

III.2.2. Les solides géométriques

Le centre national de ressources textuelles et lexicales (CNRTL) définit les solides géométriques comme des figures en trois dimensions, limitées par une surface fermée et qui contiennent un volume mesurable. Lorsque l'on étudie les solides géométriques, il faut analyser ses faces (frontières constituées de polygones), ses arêtes (intersections entre deux faces) et ses sommets (extrémités communes à au moins trois arêtes). Il existe différents types de solides géométriques. A l'école maternelle, les élèves doivent être capables de nommer et d'identifier le cube, le cylindre, la boule et la pyramide.

Nom	Caractéristiques	Représentation
Cube	Faces : 6 Arêtes : 12 Sommets : 8	
Cylindre	Faces : 3 Arête : 0 Sommet : 0	
Boule	Faces : 1 Arête : 0 Sommet : 0	
Pyramide	Faces : 5 Arêtes : 8 Sommets : 5	

III.2.3. Méthode et travail en géométrie

Les connaissances et les compétences que développent les élèves à travers l'étude de la géométrie se travaillent tout au long de leur parcours scolaire. « Les connaissances géométriques contribuent à la construction, tout au long de la scolarité obligatoire, des concepts fondamentaux d'alignement, de distance, d'égalité de longueurs, de parallélisme, de perpendicularité, de symétrie. » (Programme du cycle 2. p. 82). Les nouveaux programmes de l'école primaire proposent de construire ces connaissances et compétences à partir de problèmes en créant des « relation(s) avec les activités mettant en jeu les grandeurs géométriques et leurs mesures. ». (Programme du cycle 2 p.82). Ainsi, il est conseillé d'étudier la géométrie à travers la résolution de problèmes afin de donner du sens et de la

motivation. De plus, il faudra veiller à créer du lien avec les autres disciplines de l'école. Par exemple, apprendre à se repérer et se déplacer dans l'espace peut se faire en lien direct avec l'éducation physique et sportive, la course d'orientation permet aux élèves de se repérer sur une carte. La géométrie permet aussi aux élèves d'utiliser des outils spécifiques et de comprendre des données sur un plan, ce qui leur sera bénéfique dans leur vie d'adulte.

L'école et les méthodes d'apprentissages évoluent sans discontinuité en s'appuyant sur les résultats de la recherche. L'objectif de la recherche en éducation est de trouver des méthodes efficaces pour permettre la réussite de tous les élèves. Dans le cas présent, les recherches apportent des éléments de réponse pour aider les élèves dans l'acquisition de nouvelles connaissances et compétences. Les spécialistes des sciences cognitives et des neurosciences sont aujourd'hui capables d'expliquer les processus engagés dans l'utilisation des différents sens comme le sens haptique.

Formulation de la problématique

Le rôle que jouent le mouvement, le corps et l'entraînement multi-sensoriels dans les apprentissages semble devoir être pris en compte par les enseignants pour rendre les pratiques de la classe plus efficaces. Au regard de ces données, je m'interroge sur l'intérêt de l'utilisation du sens haptique pour faciliter et structurer l'apprentissage des solides géométriques chez l'enfant de moyenne section de maternelle.

Je suppose alors que des activités de manipulation des objets s'appuyant sur les propriétés visuo-haptiques vont permettre aux élèves de moyenne section de maternelle de s'approprier et de mémoriser les solides géométriques plus efficacement que des activités s'appuyant principalement sur le sens visuel et la verbalisation sans mise en œuvre du corps.

Pour répondre à cette question l'expérience mise en place vise à tester cette hypothèse en comparant les acquis de deux groupes d'élèves lors de séquences utilisant soit l'entraînement visuo-haptique soit un entraînement sans mis en œuvre du corps.

Partie 2 : Méthode

L'étude porte sur la progression des élèves à travers des activités de manipulation en utilisant le sens haptique lors d'une séquence sur les solides géométriques dans le domaine « construire les premiers outils pour structurer sa pensée » en maternelle. Pour comprendre les enjeux de cette étude, je vais présenter dans un premier temps le contexte dans lequel elle a été menée puis dans un second temps la méthode avec laquelle les données ont été récoltées et enfin dans un dernier paragraphe, je vous présenterai la méthode choisie pour la production des résultats.

I. Contexte

I.1. Caractéristiques de l'école

L'étude sera menée sur deux groupes d'élèves de deux classes différentes de moyenne section de maternelle se situant dans une ville de taille moyenne. Les classes appartiennent à une école primaire qui compte deux classes de maternelle et quatre classes d'élémentaire. C'est une école de ville qui se situe entre un espace réservé au sport de haut niveau et une zone commerciale. Le public qui fréquente cette école est un public plutôt favorisé habitant dans des quartiers résidentiels en périphérie du centre ville ; on relève une légère mixité sociale. Les élèves sont issus, pour la majorité, des classes moyennes. La relation avec les familles est sereine. Elles sont impliquées dans le fonctionnement de l'école à travers l'association de parents d'élèves et elles répondent toujours présentes pour s'investir dans les projets que mène la classe.

I.2. Caractéristiques des élèves

La plupart des élèves sont stimulés par l'environnement familial, ce qui se ressent dans les apprentissages. Les élèves sont curieux et motivés par les activités proposées dans la classe. Les élèves qui participeront à l'étude sont d'un niveau hétérogène. Le groupe se compose de 23 élèves, 12 garçons et 11 filles. Il y a 3 élèves qui n'ont pas été scolarisés en petite section de maternelle et qui présentent des difficultés. Néanmoins dans ce groupe, il y a un petit nombre d'élèves moteurs tant par leurs résultats scolaires que par leur acquisition des compétences d'autonomie et d'engagement dans leur travail. La majorité des élèves ne montre pas de difficulté langagière. Ils présentent une aptitude à retenir et à réinvestir du vocabulaire nouveau. Les élèves ont aussi l'habitude de travailler en groupe dans le cadre d'ateliers. Cette organisation met les élèves en réussite et elle permet de travailler les compétences

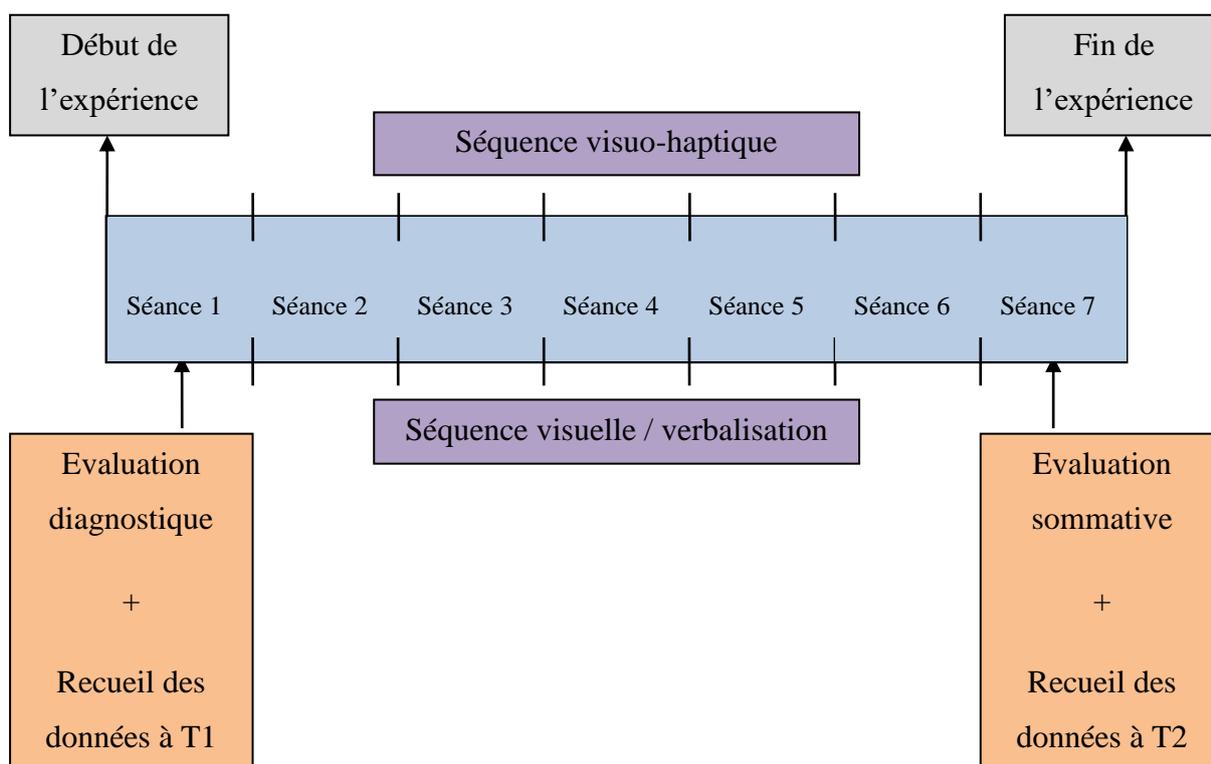
d'autonomie et de coopération entre pairs. C'est pourquoi le travail qui a été proposé dans cette séquence a pu s'appuyer sur ce mode de travail. Pour les besoins de l'expérience, les 23 seront divisés en 2 groupes hétérogènes et mixtes. L'un des groupes se composera de 12 élèves alors que l'autre sera composé de 11 élèves.

II. Les séquences

L'étude porte sur une séquence d'apprentissage dans le domaine « construire les premiers outils pour structurer sa pensée » sur le thème des solides géométriques. Ce thème est au programme du cycle 1 et la séquence aura pour objectif d'identifier, de reconnaître et de nommer les différents solides géométriques. L'étude met en œuvre deux séquences de sept séances chacune, afin de permettre la comparaison de leur efficacité.

L'étude commencera en séance 1 par une évaluation de départ ou évaluation diagnostique. Tous les élèves prendront part à cette évaluation diagnostique. Il s'agira de collecter les représentations et connaissances initiales des élèves. L'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative se dérouleront selon les mêmes modalités afin que les résultats puissent être comparés de façon précise et juste. A l'école maternelle, il est essentiel de proposer plusieurs fois les mêmes activités afin que les élèves puissent s'entraîner et progresser sur une tâche. Ainsi, certains ateliers pourront être proposés en autonomie pour laisser les élèves manipuler, jouer et s'exercer seul.

La frise chronologique de l'étude



Plan de séquence

Les solides géométriques - cycle 1 - cours préparatoire - période 4	
Domaine : Construire les premiers outils pour structurer sa pensée	Sous - domaine : Explorer des formes, des grandeurs, des suites organisées
Compétence (BO spécial du n°2 du 26 mars 2015)	
Construire les premiers outils pour structurer sa pensée	
- Classifier des objets en fonction de caractéristiques liées à leur forme. Savoir nommer quelques formes planes (carré, triangle, cercle ou disque, rectangle) et reconnaître quelques solides (cube, pyramide, boule, cylindre).	

Plan de séquence de manipulation visuo - haptique

Séance 1 : Evaluation diagnostique : Identifier cube, pyramide, boule et cylindre parmi d'autres solides géométriques. Construire cube et pyramide à l'aide de forme plane.

Séance 2 : Activité libre de manipulation et puzzles encastrables.

Séance 3 : Trier tous les solides en les associant à une image.

Séance 4 : Identifier le solide à partir d'une photo afin de le piocher dans un sac.

Séance 5 : Réalisation des empreintes des solides à la peinture et dans de la pâte à modeler.

Séance 6 : Construire des solides et des objets de la vie courante.

Séance 7 : Evaluation sommative identique à l'évaluation diagnostique.

Plan de séquence sans manipulation

Séance 1 : Evaluation diagnostique : Identifier cube, pyramide, boule et cylindre parmi d'autres solides géométriques. Construire cube et pyramide à l'aide de forme plane.

Séance 2 : Présentation des solides sur fiche, repérer les intrus dans une collection.

Séance 3 : Associer solides et formes planes qui les constituent.

Séance 4 : Découper et trier les solides identiques

Séance 5 : Associer les solides aux objets de la vie courante.

Séance 6 : Jeu de kim. Repérer le solide qui manque à une collection donnée.

Séance 7 : Evaluation sommative identique à l'évaluation diagnostique.

III. Le recueil de données

Le choix a été fait d'analyser un type de données : les données quantitatives, c'est à dire les scores obtenus pour chacun des groupes d'enfants.

La réponse à la question posée sera fournie par la comparaison entre les résultats des évaluations diagnostiques et les résultats des évaluations sommatives. Ainsi les évaluations seront notées en fonction des connaissances et des compétences qu'un élève de cycle 1 doit acquérir au cours de sa scolarité. Les élèves seront donc évalués sur les compétences suivantes :

Compétence 1 (C1) : reconnaître et identifier les solides géométriques en trois dimensions

Compétence 2 (C2) : être capable de construire un solide géométrique

La compétence C1 sera évaluée sur 4 points et la compétence C2 sera évaluée sur 2 points.

Chaque solide correctement identifié ou construit rapportera 1 point.

Les résultats des évaluations seront donnés dans les tableaux suivants :

Séquence visuel / verbalisation (groupe contrôle)				
	<i>Evaluation diagnostique</i>		<i>Evaluation sommative</i>	
	C1	C2	C1	C2
Élève 1				
Élève 2				
Élève 3				
<u>Résultats</u>				
Moyenne des scores				
Ecart-type				
Pourcentage de réussite				

Séquence avec entraînement visuo-haptique (groupe haptique)				
	<i>Evaluation diagnostique</i>		<i>Evaluation sommative</i>	
	C1	C2	C1	C2
Élève 1				
Élève 2				
Élève 3				
<u>Résultats</u>				
Moyenne des scores				
Ecart-type				
Pourcentage de réussite				

Je fais l'hypothèse que des activités de manipulation des objets s'appuyant sur les propriétés visuo-haptiques vont permettre aux élèves de moyenne section de maternelle de s'approprier et de mémoriser les solides géométriques plus efficacement que des activités s'appuyant principalement sur le sens visuel et la verbalisation sans mise en œuvre du corps.

Ainsi ces deux tableaux permettront de comparer les résultats de l'évaluation sommative aux résultats de l'évaluation diagnostique en fonction des séquences proposées aux élèves. Si l'hypothèse de départ est vérifiée alors les résultats de l'évaluation sommative de la séquence avec manipulation par rapport aux résultats de l'évaluation diagnostique devraient être meilleurs que ceux de la séquence sans manipulation par rapport à l'évaluation diagnostique. Ces données seront soumises à un traitement statistique qui permettra d'affiner les comparaisons.

Partie 3 : Résultats

Dans cette partie il s'agit de présenter les résultats obtenus à l'issue de l'expérience qui permettront, dans un deuxième de temps de valider ou d'invalider l'hypothèse de recherche formulée précédemment.

Pour rappel, la compétence C1 « reconnaître et identifier les solides géométriques en trois dimensions » est notée sur 4 points. Chaque solide (boule, cylindre, cube et pyramide) correctement identifié rapporte 1 point. La compétence C2 « être capable de construire un solide géométrique » est notée sur 2 points. Chaque solide (cube et pyramide) correctement construit rapporte 1 point.

Dans les tableaux suivants, chaque élève a deux notes correspondantes aux deux compétences évaluées pour chacune des évaluations diagnostiques et sommatives. La ligne « moyenne des scores » représente la moyenne des scores de chaque colonne. Le nombre de points maximum que les enfants pouvaient obtenir pour la compétence C1 est 4 points et pour la compétence C2 est 2 points. La ligne « pourcentage de réussite » indique la pourcentage de bonne réponse données par l'échantillon pour chaque compétence évaluée lors de l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative.

Les résultats du groupe ayant testé la séquence visuelle / verbalisation montrent une amélioration des scores et du pourcentage de réussite entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative ; en effet, la moyenne des scores passe de 0.73 à 1.45 sur 4 solides reconnus et de 0.18 à 0.64 sur 2 solides construits pour l'ensemble du groupe. Le tableau ci-dessous rapporte les résultats individuels obtenus par les élèves ayant réalisé la séquence visuelle / verbalisation.

Séquence visuelle / verbalisation (groupe contrôle)				
	<i>Evaluation diagnostique</i>		<i>Evaluation sommative</i>	
	C1	C2	C1	C2
Elève 13	1	0	2	0
Elève 14	1	0	3	1
Elève 15	1	0	1	0
Elève 16	0	0	1	0
Elève 17	1	1	2	1
Elève 18	1	0	2	0
Elève 19	0	0	0	1
Elève 20	1	0	2	1
Elève 21	0	0	1	0
Elève 22	1	1	0	1
Elève 23	1	0	2	2
Résultats				
Moyenne des scores	0.73	0.18	1.45	0.64
Ecart-type	0.48	0.40	0.93	0.67
Pourcentage de réussite	16,67 %	8,33 %	33,33 %	29,17 %

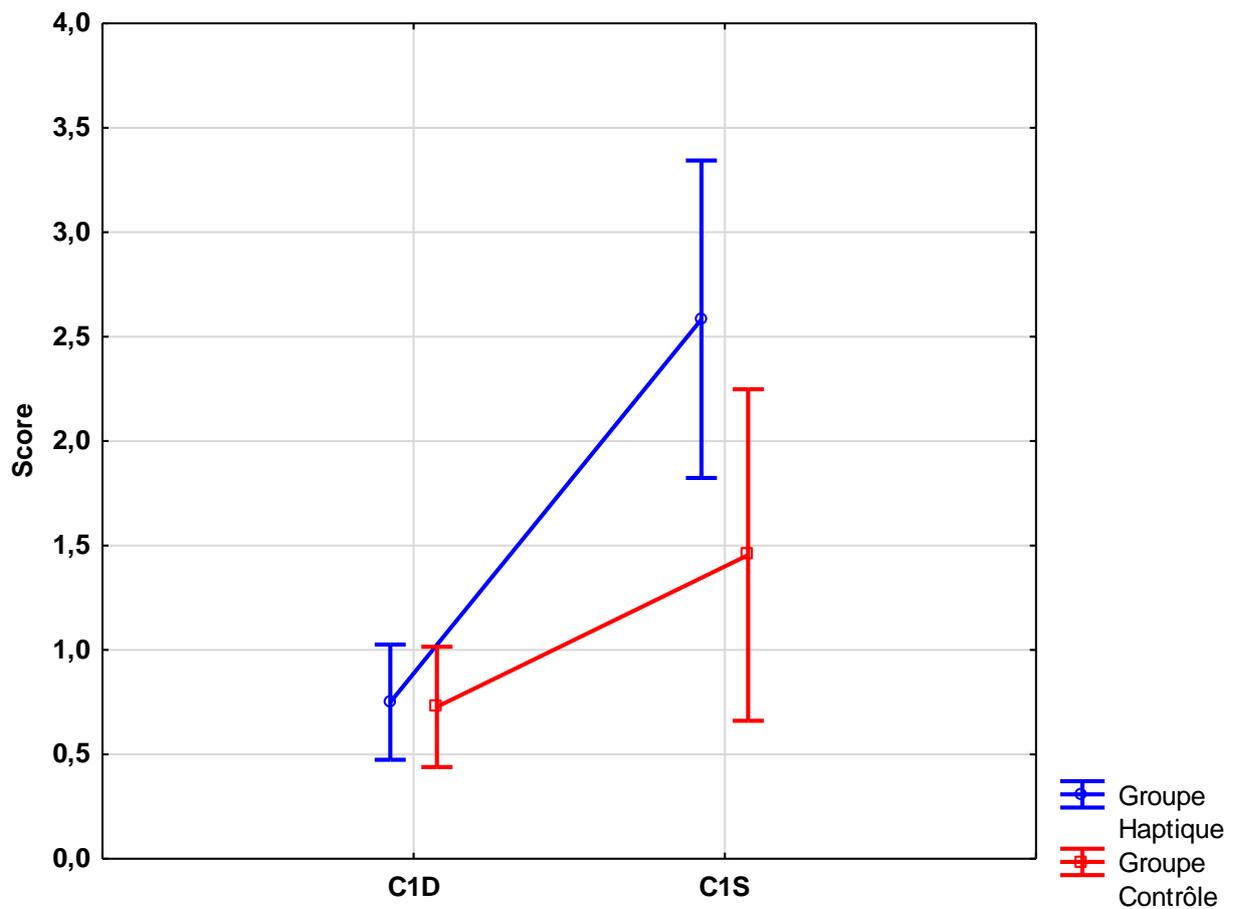
Tableau n°1 : résultats pour les élèves ayant suivi la séquence d'entraînement visuel / verbalisation

Les résultats du groupe ayant testé la séquence visuo-haptique montrent une amélioration des scores et du pourcentage de réussite entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative ; en effet, la moyenne des scores passe de 0.75 à 2.58 sur 4 solides reconnus et de 0.08 à 1.83 sur 2 solides construits pour l'ensemble du groupe. Le tableau ci-dessous rapporte les résultats individuels obtenus par les élèves ayant réalisé la séquence visuo-haptique.

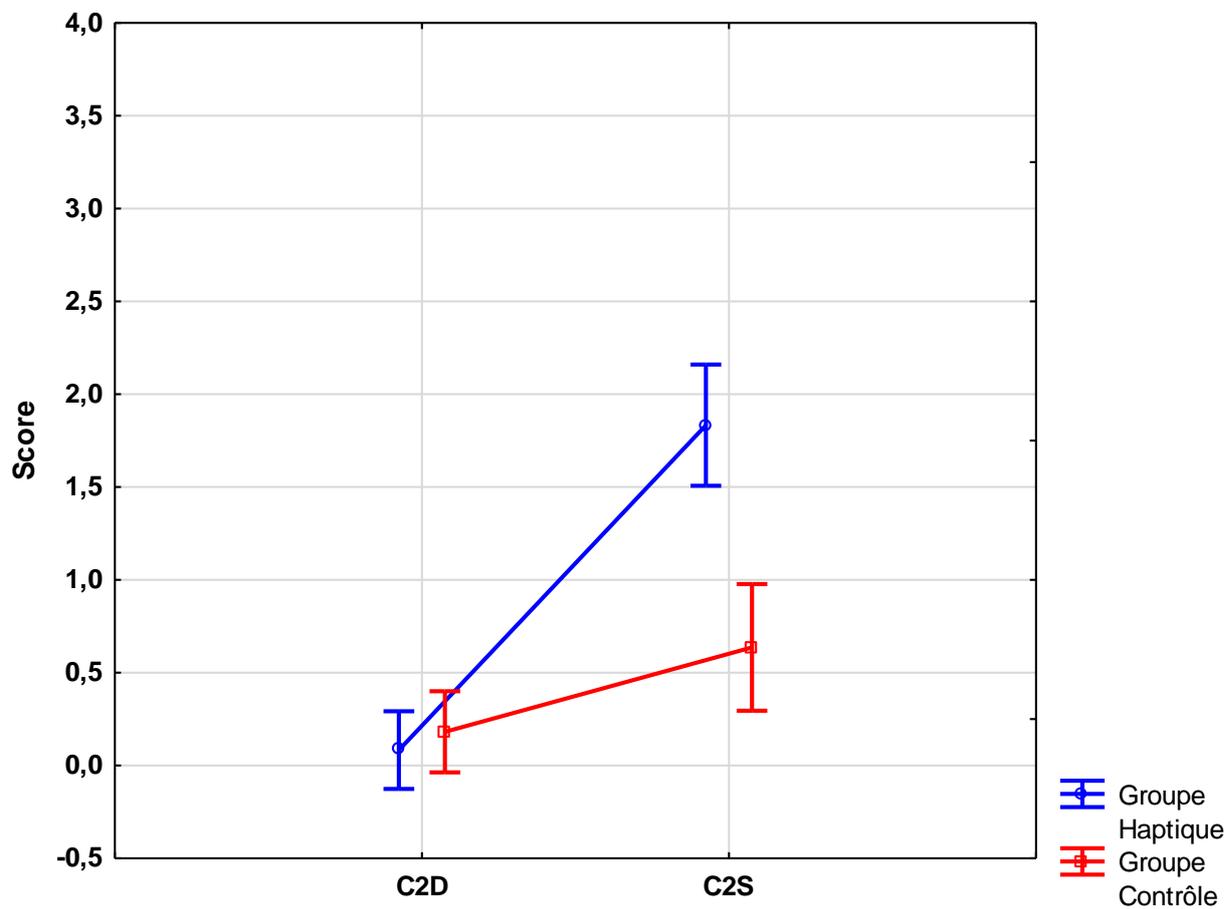
Séquence visuo-haptique (groupe haptique)				
	<i>Evaluation diagnostique</i>		<i>Evaluation sommative</i>	
	C1	C2	C1	C2
Elève 1	1	0	4	2
Elève 2	1	0	4	2
Elève 3	0	0	2	2
Elève 4	1	0	3	2
Elève 5	0	0	0	2
Elève 6	1	0	1	2
Elève 7	0	0	0	1
Elève 8	1	0	3	2
Elève 9	1	0	3	1
Elève 10	1	1	4	2
Elève 11	1	0	3	2
Elève 12	1	0	4	2
Résultats				
Moyenne des scores	0.75	0.08	2.58	1.83
Ecart-type	0.45	0.29	1.51	0.39
Pourcentage de réussite	18,75 %	4,55 %	64,58 %	91,67 %

Tableau n°2 : résultats pour les élèves ayant suivi la séquence visuo-haptique

Dans les graphiques et tableaux qui vont suivre, le groupe haptique représente le groupe d'élèves qui a expérimenté la séquence utilisant l'exploration visuo-haptique. Le groupe contrôle représente le groupe d'élèves qui a expérimenté la séquence s'appuyant sur le visuel et la verbalisation. Les deux groupes sont associés aux termes diagnostique (D) et sommative (S) pour signifier que l'on reporte les résultats des évaluations diagnostiques et sommatives pour chacun des groupes.



Graphique n°1 : Comparaison des scores moyens obtenus par les deux groupes pour la compétence C1



Graphique n°2 : Comparaison des scores moyens obtenus par les deux groupes pour la compétence C2

L'analyse statistique (ANOVA à mesures répétées) montre une interaction significative entre le facteur groupe et le facteur temps (T1 contre T2) avec $p < 0.05$. Plus les résultats s'approchent de 1 plus les groupes sont identiques ainsi des résultats proches de 0 signifient que les groupes sont différents.

Cellule n°	Test HSD de Tukey					
	Groupe	TEMPS	Haptique Diagnostique	Haptique Sommative	Contrôle Diagnostique	Contrôle Sommative
1	Haptique Diagnostique	C1D		0,000184	0,999939	0,303067
2	Haptique Sommative	C1S	0,000184		0,000377	0,035739
3	Contrôle Diagnostique	C1D	0,999939	0,000377		0,115392
4	Contrôle Sommative	C1S	0,303067	0,035739	0,115392	

Tableau n°3 : Analyse de variance entre les moyennes des groupes pour la compétence C1

Cellule n°	Test HSD de Tukey					
	Groupe	TEMPS	Haptique Diagnostique	Haptique Sommative	Contrôle Diagnostique	Contrôle Sommative
1	Haptique Diagnostique	C2D		0,000171	0,954741	0,029540
2	Haptique Sommative	C2S	0,000171		0,000163	0,000163
3	Contrôle Diagnostique	C2D	0,954741	0,000163		0,071035
4	Contrôle Sommative	C2S	0,029540	0,000163	0,071035	

Tableau n°4 : Analyse de variance entre les moyennes des groupes pour la compétence C2

Partie 4 : Discussions

I. Re-contextualisation

Dans le cadre du métier de professeur des écoles, de mes études et de ce mémoire, je me suis questionné sur les théories d'apprentissage qui permettent aux élèves d'apprendre plus efficacement. Je me suis alors intéressé aux différentes théories du développement l'enfant et à l'utilisation du corps dans les apprentissages. Ainsi je me suis interrogé sur l'intérêt de l'utilisation du sens haptique pour faciliter et structurer l'apprentissage des solides géométriques chez l'enfant de moyenne section de maternelle.

Pour répondre à cette problématique, j'ai mis en place un protocole expérimental me permettant de comparer deux groupes d'élèves de moyenne section de maternelle dans l'apprentissage des caractéristiques des solides géométriques.

Pour rappel, mon hypothèse de recherche est que les activités de manipulation des objets s'appuyant sur les propriétés visuo-haptiques vont permettre aux élèves de moyenne section de maternelle de s'approprier et de mémoriser les solides géométriques plus efficacement que des activités s'appuyant principalement sur le sens visuel et la verbalisation sans mise en œuvre du corps.

Avec ce protocole expérimental et cette hypothèse, je serai en mesure de déterminer quel entraînement serait le plus efficace dans l'apprentissage des caractéristiques des solides géométriques dans une classe de moyenne section de maternelle entre l'entraînement visuo-haptique et l'entraînement s'appuyant principalement sur le sens visuel et la verbalisation.

II. Etude des résultats

II.1. Les données quantitatives de l'expérience

Les résultats, présentés dans le tableau n°1 et les graphiques n°1 et n°2, montrent une amélioration des scores moyens du groupe contrôle entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative. Pour la compétence C1, les scores passent de 0.73 à 1.45 sur 4 solides reconnus. Pour la compétence C2, les scores passent de 0.18 à 0.64 sur 2 solides construits. Ainsi, ces résultats montrent que les élèves du groupe contrôle ont progressé dans les deux compétences évaluées entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative.

Les résultats, présentés dans le tableau n°2 et le graphique n°1 et n°2, montrent une amélioration des scores moyen du groupe haptique entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative. Pour la compétence C1, les scores passent de 0.75 à 2.58 sur 4 solides reconnus. Pour la compétence C2, les scores passent de 0.08 à 1.83 sur 2 solides construits. Ainsi, ces résultats montrent que les élèves du groupe contrôle ont progressé pour les deux compétences évaluées entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative.

Les deux groupes de l'expérimentation ont donc amélioré leurs scores sur les deux compétences évaluées entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative. Il s'agit maintenant de connaître le groupe qui a le plus progressé en fonction de la séquence expérimentée.

Les analyses des interactions montrent plusieurs données importantes. Les tableaux n°3 et n°4 indiquent que le groupe haptique diagnostique n'est pas différent du groupe contrôle diagnostique. C'est à dire que les deux groupes de départ ont les mêmes scores au regard des deux compétences évaluées, ils ont donc les mêmes connaissances relatives aux solides géométriques. Ces données indiquent que la comparaison de la progression des scores entre ces deux échantillons est possible.

Les deux derniers tableaux précisent que le groupe contrôle diagnostique n'est pas différent du groupe contrôle sommative néanmoins ces résultats indiquent une tendance à l'amélioration. Ainsi, le groupe contrôle a progressé entre les deux évaluations mais l'amélioration reste faible.

Les deux derniers tableaux précisent que le groupe haptique diagnostique est différent du groupe haptique sommative. Ainsi, le groupe haptique a progressé significativement entre les deux évaluations.

Si l'interaction entre le groupe haptique sommative et le groupe contrôle sommative, il apparaît que ces deux groupes sont différents. Ces données confirment que le groupe haptique a plus progressé que le groupe contrôle. Ces résultats sont confirmés par les graphiques n°1 et n°2 qui montrent que la moyenne des scores est plus élevée pour le groupe haptique que pour le groupe contrôle.

Pour rappel, l'hypothèse de départ supposait que les activités de manipulation des objets s'appuyant sur les propriétés visuo-haptique allaient permettre aux élèves de moyenne section

de maternelle de s'approprier et de mémoriser les solides géométriques plus efficacement que des activités s'appuyant principalement sur le sens visuel et la verbalisation sans mise en œuvre du corps. Cette hypothèse est donc validée à l'issue de l'expérimentation.

Suite à la validation de cette hypothèse, il paraissait important de permettre au groupe contrôle de bénéficier d'une partie de la séquence visuo-haptique. Ainsi tous les élèves ont pu partager les mêmes manipulations.

II.2. Les données qualitatives de l'expérience

Lors des deux séquences que j'ai mises en place afin de valider ou d'invalider mon hypothèse de départ, j'ai mis en place un barème à points pour pouvoir recueillir des données chiffrées. Ces données ont été présentées et analysées dans les paragraphes précédents. Cependant, il y a des données qui ne sont pas quantifiables et qui reposent sur des observations, des ressentis ou des impressions. Lorsque j'ai proposé à mes élèves de manipuler les solides géométriques afin de faire des empreintes dans de la pâte à modeler, j'ai repéré des rires ou des sourires. Les élèves avaient envie de toucher le matériel qui était mis à disposition. La consigne était simple, ce qui a permis aux élèves d'entrer rapidement dans la tâche et de prendre plaisir à la réaliser. Ce sentiment d'envie et de plaisir, je l'ai observé dans d'autres séances lorsque les élèves devaient reconnaître un solide seulement au toucher. En premier lieu il apparaît une certaine appréhension à mettre la main dans un sac noir puis l'excitation vient entre chaque tour pour renouveler l'expérience. Cette même excitation est apparue lorsqu'il a fallu chercher des solides géométriques dans toute la classe. Tout au long des deux séquences, j'ai eu la sensation que les élèves ont pris plus de plaisir à expérimenter la séquence avec l'exploration visuo-haptique que les élèves à qui j'ai proposé l'autre séquence. Il semble y avoir un lien entre plaisir, motivation et réussite ce qui pourrait aussi expliquer les résultats en faveur de la séquence se basant sur l'exploration visuo-haptique.

III. Limites et perspectives

III.1. Quelles sont les limites de la recherche menée ?

L'étude qui a été menée vise à démontrer l'importance de la mise en action du corps dans les apprentissages et plus particulièrement l'exploration visuo-haptique. Les résultats ont été significatifs et ils semblent rejoindre les recherches menées dans ce domaine par différents groupes de chercheurs comme le groupe mené par Edouard Gentaz. Néanmoins, mon étude est basée sur un échantillon de 23 élèves de maternelle évoluant tous dans la même école.

Ainsi l'échantillon de cette recherche semble trop faible pour pouvoir généraliser les résultats à l'ensemble des élèves de maternelle. Il aurait fallu pouvoir avoir un échantillon nettement plus important et une mixité plus grande dans les profils des élèves pour pouvoir affirmer que les résultats sont valables pour tous les élèves de maternelle. Les résultats de cette étude ne sont valables que pour cet échantillon d'élèves mais donnent des perspectives et des questionnements pour des recherches futures.

De plus, au regard de mon hypothèse de départ, je pensais que la séquence utilisant l'exploration visuo-haptique serai plus efficace mais je ne m'attendais pas à des écarts si importants. Je crois qu'il faut se questionner sur le rôle qu'a tenu l'enseignant lors des séances. L'engouement, l'attente et le plaisir que j'ai pris dans l'animation de la séquence avec l'exploration visuo-haptique a certainement dû avoir un rôle dans les résultats et la progressions des élèves. Cet effet pygmalion est aussi à prendre en compte dans les résultats de cette étude. Nous pouvons alors nous questionner sur la motivation et la place de l'enseignant dans l'animation d'une séquence similaire.

III.2. Impact de ce mémoire sur mes pratiques enseignantes

L'école est en mutation constante et les professionnels de l'éducation cherchent de nouvelles pédagogies, de nouvelles méthodes pour rendre les apprentissages plus simples et rendre l'enseignement plus efficace. En ce sens, l'étude qui a été menée permet une réflexion sur ses pratiques en classe, elle permet de questionner les activités que l'on propose aux élèves et de réfléchir à la place que l'élève prend dans la classe tout au long de la journée. Cette étude m'a aussi permis de mettre en perspective tous les conseils qui m'ont été donnés durant cette année de master 2 par les enseignants de l'ESPE et les tuteurs académiques. Les résultats significatifs dans l'apprentissage de nouvelles connaissances et le plaisir pris par mes élèves dans les situations d'exploration visuo-haptique montrent l'importance de la mise en action du corps pour acquérir de nouveau savoir. Il me semble donc important de continuer dans ce sens pour donner aux élèves toutes les chances pour réussir leur parcours scolaire.

Conclusion

L'étude qui a été menée auprès d'élèves de maternelle apporte des résultats significatifs. Il semble possible d'affirmer que l'exploration visuo-haptique pour construire des connaissances sur les solides géométriques en moyenne section de maternelle apporte réellement une plus-value aux apprentissages. L'élève qui s'engage par la manipulation et la mise en action du corps est acteur de ce qu'il découvre. Il construit ainsi plus efficacement des savoirs qui lui permettent de réinvestir ses connaissances plus facilement dans d'autres situations. Les activités qui permettent aux élèves de toucher, d'explorer et de créer semblent rendre les élèves enthousiastes, ce qui semble leur permettre d'apprendre et de mémoriser des savoirs avec plus d'efficacité.

Bibliographie

Animation & éducation, n°125 mars 1995.

Bruner, J. S. (1998). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Paris : Presses universitaires de France.

Bulletin officiel spécial n°2 du 26 mars 2015. (2015). Repéré à http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=86940

Centre national des ressources textuelles et lexicales (CNRTL). (2005). Repéré à <http://www.cnrtl.fr>

De Lièvre, D. & Staed, L. (2006). *La psychomotricité au service de l'enfant : notions et applications pédagogiques*. Bruxelles : De Boeck.

Gauthier, C. & Tardiff, M. (2005). *La pédagogie : Théories et pratiques de l'Antiquité à nos jours, 2ème édition*. Montréal : gaëtan morin éditeur.

Gentaz, E. (2009). *La main, le cerveau et le toucher*. Paris : Dunod.

Kozulin, A., Gindis, B., Ageyev, V. S., Miller, S. M. (2009) *Vygotski et l'éducation : Apprentissage, développement et contextes culturels*. Paris : Retz.

Rigal, R. (1985). *Motricité humaine : fondements et applications pédagogiques*. Québec : Presse de l'université du Québec.

Rigal, R. (2009). *L'éducation motrice et l'éducation psychomotrice au préscolaire et au primaire*. Québec : Presse de l'université du Québec.

Trocmé-Fabre, H. (1987). *J'apprends, donc je suis : introduction à la neuropédagogie*. Paris : Ed. d'organisation.

Année universitaire 2016-2017

Master 2 Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation

Mention Premier degré

Titre du mémoire : Exploration visuo-haptique et apprentissage des solides géométriques en maternelle.

Auteur : Romain VITALI

Résumé :

Ce mémoire s'intéresse à l'utilisation du sens haptique pour l'apprentissage des solides géométriques chez des élèves de maternelle. Il s'agit de déterminer si une séquence utilisant l'exploration visuo-haptique a une influence pour appréhender des figures en trois dimensions. Le protocole expérimental mis en place permet de comparer deux groupes d'élèves de maternelle. L'un des groupes d'élève participera à une séquence exploitant le visuel et la verbalisation tant dis que l'autre groupe participera à une séquence utilisant l'exploration visuo-haptique. Cette étude semble montrer que l'utilisation du sens haptique dans les apprentissages est plus efficace pour structurer les compétences et les connaissances que des séquences ne se basant que sur le visuel et la verbalisation.

Mots clés : enseignement des mathématiques, cycle 1, école maternelle, exploration visuo-haptique, manipulation, solide géométrique.

Summary :

This dissertation is about using touch in order to improve the learning of geometrical solids. It deals with children from pre-school. The goal is to show the impact of an exploration combining touching and seeing on the knowledge about three-D geometrical figures. Two groups of pupils are compared thanks to an experimental protocol : one group takes part to a traditionnal teaching combining seeing ans speaking while the other one receives the touching and seeing learning. The study seems to show that the use of touching improves significantly the pupils skills ans knowledge.

Key words : mathematics teaching, kpre-school, seeing ans touching exploration, handling, geometrical solids.