# L'effet du déplacement corporel sur les apprentissages numériques fondamentaux en grande section

Élodie Grienay

▶ **To cite this version:**

Élodie Grienay. L'effet du déplacement corporel sur les apprentissages numériques fondamentaux en grande section. Education. 2022. dumas-04206390

**HAL Id: dumas-04206390**

**https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04206390**

Submitted on 13 Sep 2023

**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.

Institut national supérieur du professorat et de l'éducation
Académie de Grenoble

**Année universitaire 2021-2022**

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

**Mention *Premier degré***

# L'effet du déplacement corporel sur les apprentissages numériques fondamentaux en grande section

**Présenté par Elodie GRIENAY**

Première partie rédigée en collaboration avec Haude GUILLOT

**Mémoire encadré par Fanny GIMBERT, Marie-Caroline CROSET et Sébastien CAUDRON**

## Sommaire

**Introduction.....1**

**1. Cadrage théorique.....2**

**1.1 Les mathématiques dans les apprentissages.....2**

**1.1.1 Capacités en mathématiques prédictrices des apprentissages futurs.....2**

**1.1.2 Relation entre nombres et espace.....3**

*1.1.2.1 Les représentations du nombre.....3*

*1.1.2.2 Effet de taille, effet de distance, effet de rapport.....4*

**1.1.3 La ligne numérique.....5**

*1.1.3.1 Représentation mentale d'une ligne numérique.....5*

*1.1.3.2 Effet SNARC.....5*

**1.2 La place du mouvement dans les apprentissages.....6**

**1.2.1 Théories développementales de la cognition.....6**

*1.2.1.1 Les trois modes de représentations de l'expérience de Bruner.....6*

*1.2.1.2 Les stades du développement de Piaget.....7*

**1.2.2 Théories cognitives sur l'encodage de l'information.....8**

*1.2.2.1 Théorie du double codage.....8*

*1.2.2.2 Théorie de la cognition incarnée.....9*

*1.2.2.3 Théorie de la charge cognitive.....10*

**1.2.3 Exemples d'études sur l'usage du corps dans les apprentissages.....11**

**1.3 Problématique.....12**

**2. Méthode.....14**

**2.1 Participants.....14**

**2.2 Matériel.....15**

**2.2.1 Pré-test et Post-test.....16**

*2.2.1.1 Exercice 1 : ligne numérique.....16*

*2.2.1.2 Exercice 2 : comparaison de nombres symboliques.....16*

*2.2.1.3 Exercice 3 : résolution de problèmes.....16*

**2.2.2 Intervention.....17**

*2.2.2.1 Condition 1 : déplacement corporel.....17*

*2.2.2.2 Condition 2 : observation du déplacement.....17*
*2.2.2.3 Condition 3 : aucun déplacement.....18*
*2.2.2.4 Les différentes conditions.....18*
**2.3 Procédure.....19**

**3. Résultats.....20**
**3.1 Analyses statistiques.....20**
**3.2 Exercice 1 : ligne numérique.....21**
**3.3 Exercice 2 : comparaison de nombres symboliques.....23**
**3.4 Exercice 3 : résolution de problèmes.....25**

**4. Discussion.....27**
**4.1 Re-contextualisation.....27**
**4.2 Mise en lien avec les recherches antérieures.....28**
**4.3 Limites et perspectives.....28**
**4.3.1 Les limites.....28**
**4.3.2 Perspectives.....29**
**4.4 Apports personnels.....30**

**Bibliographie.....32**

# Introduction

L'étude PISA (Programme for International Student Assessment ou en français Programme international pour le suivi des acquis des élèves) de 2018 montre qu'entre 2003 et 2018 le niveau des élèves français, de quinze ans, en mathématiques a diminué et est légèrement inférieur à la moyenne de l'OCDE (L'Organisation de coopération et de développement économiques regroupant 37 pays). Suite aux épreuves, les élèves sont répartis dans 6 niveaux. On considère que les élèves se situant en dessous du niveau 2 n'ont pas acquis les capacités nécessaires pour « faire face aux situations de la vie réelle en rapport avec les mathématiques » (Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse, 2019) et que ceux qui se situent dans les niveaux 5 et 6 ont acquis ces capacités (Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse, 2019). On peut voir une différence importante entre le nombre d'élèves se situant en dessous du niveau 2 (21.3% des élèves) et d'élèves dans les niveaux 5 et 6 (11% des élèves) (Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse, 2019).

Comme nous allons le voir dans l'état de l'art, les mathématiques se fondent sur des bases que les élèves acquièrent très tôt au cours de leur scolarité. Une des bases fondamentales des mathématiques est la ligne numérique mentale. Elle peut se définir comme une carte mentale sur laquelle les nombres sont représentés analogiquement (Gimbert, 2016). Nous voulons donc voir de quelle manière nous pouvons entraîner les élèves à la mobiliser pour améliorer leurs compétences mathématiques, notamment par le biais des déplacements corporels. Ainsi, notre étude portera sur des élèves de grande section de maternelle car c'est dans les premières années de scolarisation que s'acquièrent les représentations numériques qui permettront aux élèves de développer leurs compétences arithmétiques (Moeller et al., 2011, Jordan, Glutting et Ramineni, 2010 et Jordan, 2009, cités par Link et al. 2013).

Dans notre mémoire nous allons donc nous demander si réaliser des déplacements sur une ligne numérique est bénéfique pour les apprentissages numériques fondamentaux des élèves. Pour cela, nous allons commencer par présenter le cadrage théorique de cette étude en faisant une revue de la littérature scientifique (non exhaustive) sur les différentes recherches concernant la ligne numérique et le rôle de la mobilisation du corps dans l'apprentissage. Puis nous expliquerons la méthode que nous avons utilisée pour tester notre hypothèse. Dans une troisième partie nous analyserons les résultats de notre étude ce qui nous permettra d'infirmer

ou de valider notre hypothèse. Enfin, nous conclurons notre étude par une discussion et une conclusion dans lesquelles nous apporterons un regard critique sur nos résultats.

# 1. Cadrage théorique

## 1.1 Les mathématiques dans les apprentissages

### 1.1.1 Capacités en mathématiques prédictrices des apprentissages futurs

La réussite scolaire peut être un prédicteur de la vie adulte future. En effet, à moyen terme, l'échec scolaire est un facteur important du risque de décrochage scolaire et de délinquance à l'âge de 16 ans (Pagani et al., 1999, cités par Muñoz Ferrada, 2007). A long terme cet échec peut engendrer à l'âge adulte un risque de manque d'emploi (Kokko, Bergman, & Pulkmnnen, 2000, cités par Muñoz Ferrada, 2007) et une précarité financière (Tyler, Murnane. & Willet, 2000, cités par Muñoz Ferrada, 2007). Au contraire, on a plus de chances d'obtenir un diplôme et d'occuper un emploi à 22 ans, lorsque l'on a réussi sa première année de primaire (Pagani et al., 1999, cités par Muñoz Ferrada, 2007).

Une étude a montré que la moitié des échecs scolaires en primaire pourrait être due aux difficultés en mathématiques (Pagani et al., 2001, cités par Muñoz Ferrada, 2007). Les compétences arithmétiques des enfants se basent sur des représentations numériques plus élémentaires qui s'acquièrent au début de l'école primaire voir parfois même avant l'entrée à l'école (Moeller et al., 2011 ; Jordan, Glutting et Ramineni, 2010 ; Jordan, 2009, cités par Link et al. 2013). Les mathématiques sont donc un prédicteur important des compétences arithmétiques futures mais également du devenir des élèves.

Par ailleurs, Booth et Siegler (2008, cités par Link et al. 2013) ont montré que les enfants, qui arrivaient le mieux à réaliser une tâche d'estimation de nombres sur une ligne numérique, avaient développé des capacités arithmétiques meilleures mais avaient également plus de facilités à apprendre des problèmes avec de nouvelles additions. Les capacités de représentation spatiale précises sont donc un prédicteur des capacités arithmétiques futures (Link et al. 2013).

Les connaissances mathématiques se basent sur des représentations numériques qui s'acquièrent très tôt. En effet, dès l'école maternelle les élèves apprennent des bases mathématiques importantes pour la suite de leurs apprentissages. Dès la naissance, « les

enfants ont une intuition qui leur permet de comparer approximativement des longueurs, des volumes et des collections d'objets en disant « il y en a beaucoup », « il y en a pas beaucoup » » (Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse, 2020). Durant les trois ans d'école maternelle, les élèves vont acquérir diverses compétences qui leurs seront utiles pour leurs apprentissages futurs. Parmi ces compétences à acquérir, on peut voir qu'il faut qu'ils acquièrent la capacité d'évaluer et de comparer des collections d'objets, en passant par des procédures numériques ou non (Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse, 2020). Ils doivent également pouvoir réaliser des collections quand le cardinal est donné, savoir composer et décomposer les nombres jusqu'à 10 et être capables de lire les nombres écrits en écriture arabe jusqu'à dix et connaître la comptine numérique jusqu'à trente (Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse, 2020).

### 1.1.2 Relation entre nombres et espace

#### *1.1.2.1 Les représentations du nombre*

Dehaene et al. (2003, cités par Gimbert, 2016) proposent un modèle des différentes représentations du nombre, le triple code. Le code verbal, le code visuel arabe et le code des quantités constituent les trois systèmes de représentation du nombre, interconnectés dans ce modèle. Le code verbal regroupe les représentations lexicales, phonologiques et syntaxiques des nombres, c'est-à-dire les nombres écrits en lettre ou dits oralement. Le système visuel arabe permet de « traiter le code arabe des nombres car ils sont encodés sous la forme d'une chaîne de chiffres arabes », (Dehaene et al. 2003, cités par Gimbert, 2016). Enfin, le code des quantités utilise la taille des nombres et les relations de distance entre eux, ce qui permet de traiter les quantités, par estimation (valeur approximative d'une collection supérieure à 4 éléments) ou subitizing (reconnaissance instantanée de très petites quantités, sans énumération, des nombres jusqu'à 3 ou 4) et donc d'accéder à leur numérosité, ce sont les nombres représentés par une collection de jetons par exemple ou par une constellation de dés.

Quand un nombre est représenté de façon symbolique (avec un code verbal ou visuel arabe) il sera alors traité indirectement par le code des quantités car il passera d'abord par le code verbal ou visuel arabe avant d'être traité par ce troisième. Néanmoins, ce passage par le code des quantités et donc de la sémantique, n'est pas obligatoire. En effet, il est possible qu'une connexion directe entre le code verbal et le code visuel arabe se fasse, ce qui permet,

lors d'une dictée de nombres, de passer du code verbal au code visuel arabe et inversement sans passer par la sémantique (Gimbert, 2016).

#### *1.1.2.2 Effet de taille, effet de distance, effet de rapport*

Lors d'une expérience sur la comparaison de nombres Moyer et Landauer (1967, cités par Gimbert, 2016) ont obtenu des résultats surprenants. Au cours de leur expérimentation, les chercheurs montraient à des sujets adultes, des paires de chiffres. Ils devaient alors indiquer lequel des deux était le plus grand en appuyant sur le bouton correspondant. Les résultats ont montré deux effets intéressants. D'abord quand les deux nombres étaient proches (ex : 7 et 8), les participants mettaient plus de temps à répondre et produisaient plus d'erreurs que lorsque les nombres étaient éloignés (ex : 3 et 9). Cet effet se nomme l'effet de distance. Il a été observé chez les enfants à partir de 5 ans (Gilmore, Shannon, McCarthy et Spelke, 2007, cités par Simonin, 2015). L'effet de distance varie également en fonction de l'âge, il est plus important à l'âge de 6-7 ans qu'à l'âge adulte (Simonin, 2015). Le deuxième effet, observé par Moyer et Landauer (1967, cités par Gimbert, 2016), est qu'à distance numérique égale entre deux nombres, les participants mettaient plus de temps à répondre quand les nombres étaient plus grands. Ils mettaient donc plus de temps à comparer 8 et 9 que 3 et 4. Cela montre que plus deux nombres sont grands plus ils nous paraissent proches l'un de l'autre, il est donc plus difficile de les discriminer (Simonin, 2015). Cet effet s'appelle, l'effet de taille.

Moyer et Landauer (1967, cités par Gimbert, 2016) ont émis l'hypothèse que ces effets sont dus au fait que les nombres en système arabe soient transformés en système analogique. Au lieu de comparer deux nombres en système arabe, deux nombres symboliques, les participants compareraient ces nombres comme s'ils comparaient deux grandeurs physiques (Johnson, 1939, cités par Dehaene, Dupoux & Mehler, 1990, cités par Gimbert, 2016). La différence de temps et d'erreurs produites par les participants découlerait, cependant, davantage du rapport entre les deux nombres à comparer et non uniquement de la différence absolue présente entre eux, c'est la loi de Weber-Fechner (cité par Gimbert, 2016). L'effet de rapport est la combinaison de l'effet distance et de l'effet de taille.

Ces différents effets ont amené les chercheurs à évoquer l'existence d'une ligne numérique mentale (Restle, 1970 ; Dehaene et al., 1990 cités par Gimbert, 2016).

### 1.1.3 La ligne numérique

*1.1.3.1 Représentation mentale d'une ligne numérique*

La ligne numérique mentale serait une carte mentale sur laquelle les nombres sont représentés analogiquement (Gimbert, 2016). Cette ligne serait représentée par une droite sur laquelle les nombres sont alignés de telle sorte qu'il y ait une relation d'équidistance entre les nombres (Link et al., 2013). Des grandeurs proches occuperaient donc des positions rapprochées tandis que des grandeurs éloignées occuperaient des positions plus lointaines sur cette ligne. Cette organisation explique donc pourquoi il est plus facile de comparer des nombres qui sont éloignés que des nombres proches, car pour comparer deux nombres nous comparerions leurs positions respectives sur la ligne numérique (Gimbert, 2016).

Dehaene et ses collègues (1990, cités par Gimbert, 2016), ont réalisé une étude qui laisse à penser que cette ligne numérique mentale serait orientée de gauche à droite, avec les nombres les plus petits représentés à gauche et les nombres les plus grands représentés à droite. En effet, lors de cette étude, ils ont observé que quand des participants devaient indiquer qu'un nombre était plus petit que 65, ils étaient plus rapides quand ils répondaient avec la main gauche. De même, quand ils devaient indiquer qu'un nombre était plus grand que 65, les participants réalisaient cette tâche plus rapidement avec la main droite. Les participants, adultes, associaient donc leur côté gauche aux nombres plus petits et leur côté droit aux nombres plus grands. Cet effet a été nommé l'effet SNARC. Cet acronyme provient de l'anglais Spatial Numerical Association of Response Codes (association spatio-numérique des codes de réponses ; Gimbert, 2016).

*1.1.3.2 Effet SNARC*

Selon Dehaene (2009, cité par Gimbert, 2016), notre représentation des quantités serait organisée sur une ligne, de gauche à droite et de façon croissante. Dans cette représentation, le zéro serait donc représenté à l'extrémité gauche et les autres nombres s'étendraient vers la droite (Gimbert, 2016).

Nous aurions pu penser que l'orientation de la ligne numérique, de gauche à droite, pourrait découler d'un paramètre biologique ou de la préférence manuelle, mais il semblerait que cette orientation soit davantage liée à des conventions culturelles comme la lecture et

l'écriture (Simonin, 2015). En effet, cet effet est identique chez les personnes droitières et gauchères. Cependant, on observe chez des personnes de culture arabe, qui lisent et écrivent de droite à gauche, que cette représentation est inversée (Dehaene et al., 1993, cités par Simonin, 2015).

Certaines études ont montré que l'effet SNARC était présent chez les enfants dès l'âge de 7 ans (Van Galen & Reitsma, 2008, cités par Gimbert, 2016). Même si cet effet a été observé tôt chez les enfants, au départ ceux-ci n'estiment pas correctement la place des nombres et ont tendance à surestimer la position spatiale des nombres (par exemple sur une ligne de 0 à 100, ils estimeront le 10 vers la place du 40 ; Link et al., 2013). Les enfants doivent donc comprendre la relation d'équidistance entre les nombres pour pouvoir parvenir à estimer précisément leur position. L'acquisition de cette précision chez les enfants se développe avec l'âge et avec de l'expérience (Link et al., 2013).

## 1.2 La place du mouvement dans les apprentissages

### 1.2.1 Théories développementales de la cognition

#### *1.2.1.1 Les trois modes de représentations de l'expérience de Bruner*

Bruner est un psychologue spécialisé dans le domaine de la pédagogie. Selon lui, les êtres humains disposent de trois modes de représentations de l'information et de leurs connaissances du monde (Barth, 1985) : le mode enactif, le mode iconique et le mode symbolique. L'enfant acquiert ces trois modes successivement au cours de son développement (Lestage, 2009). Barth (1985) définit le premier mode comme un apprentissage qui passe par l'action. La connaissance se développe et se construit par la manipulation et une représentation sensori-motrice, qui passe par les cinq sens, des actions à réaliser. Cette représentation enactive concerne les savoir-faire : « On sait quelque chose parce qu'on « sait le faire » » (Barth, 1985). Un certain nombre de connaissances ne va pas plus loin que ce mode mais pour d'autres apprentissages il n'est pas suffisant. Le deuxième niveau cognitif est le mode iconique. Cette représentation amène l'enfant à transformer l'action en image mentale (Barth, 1985). Ainsi comme l'explique Bruner (1966, cité par Barth, 1985) « les images développent leur propre fonction, elles deviennent de précieux résumés de l'action ». L'enfant apprend donc dans ce niveau grâce à l'image du geste à se représenter, à distinguer et à classer mentalement un objet sans l'avoir devant les yeux. Enfin, le dernier niveau, le mode

symbolique, est le plus complet car il mène à une représentation abstraite de l'information. « Le système symbolique représente les choses par des symboles qui sont déconnectés et arbitraires. Un mot ni ne désigne son signifié du doigt, ni ne lui ressemble comme une image » (Bruner, 1973, cité par Barth, 1985). Par exemple, dans la représentation enactive la quantité analogique 10 serait représentée par dix cubes, elle serait dans ce niveau symbolique représentée par le chiffre 10 ou le mot-nombre « dix ». Le niveau d'abstraction est ensuite suffisant pour que le lien entre grandeur analogique et chiffre ou mot-nombre ne soit plus nécessaire.

Barth (1985) met en évidence que les trois modes de représentation du savoir de Bruner, même s'ils se développent et s'acquièrent selon une hiérarchie, sont ensuite tous mobilisables par les adultes en fonction de la tâche qu'ils doivent réaliser. Quant aux jeunes enfants, ils ne maîtrisent que le mode enactif, c'est pourquoi ils ont besoin de manipulation et d'action pour construire leurs connaissances. Ainsi, les modes de représentations ne fonctionnent pas de manière successivement stricte, contrairement aux stades de Piaget qui une fois atteints ne sont plus mobilisables.

#### *1.2.1.2 Les stades du développement de Piaget*

Les stades du développement de l'intelligence de Piaget (Piaget, 1955) se succèdent selon un ordre constant pour tous les enfants. Ses stades ont un « caractère intégratif » (Piaget, 1955), ils sont emboîtés les uns dans les autres, c'est-à-dire que chaque stade est intégré par le suivant et non pas seulement dépassé. Piaget met en évidence quatre stades de développement de l'intelligence.

Le premier stade, sensori-moteur, se développe pendant les deux premières années de vie de l'enfant. Masurel (2015) met en évidence que cette période est particulièrement marquée par l'action. En effet, les enfants commencent à construire leurs connaissances en « s'appuyant sur l'action et la perception » (Masurel, 2015). Selon Piaget (1955), dans ce stade l'enfant apprend à organiser ses mouvements et ses déplacements. Vient ensuite le stade pré-opératoire qui s'étend des deux ans jusqu'aux sept ou huit ans de l'enfant. Il se caractérise par une intériorisation de l'action qui va permettre à l'enfant d'évoquer des objets ou des événements qui ne sont pas présents (Schäfer-Altiparmakian, s.d). Toutefois, pour mener à bien son raisonnement et construire du sens, l'enfant a besoin de prendre appui sur du

matériel concret (Schäfer-Altiparmakian, s.d). C'est ce stade qui nous intéresse particulièrement car il correspond au niveau de développement des enfants de notre expérience. En effet, nous nous intéressons aux enfants de grande section car c'est là que certaines bases mathématiques sont acquises grâce à l'utilisation de matériel concret. Le troisième stade des opérations concrètes apparaît vers les huit ans et dure environ jusqu'aux douze ans. Les enfants développent ici la capacité à prendre en compte d'autres points de vue, apprennent à se décentrer et ainsi à quitter progressivement une vision égocentrée d'eux-mêmes (Schäfer-Altiparmakian, s.d). L'abstraction, la réversibilité (toute action à une action inverse : ouvrir sa main et la refermer) et le raisonnement à travers le développement des structures logicomathématiques font également leurs apparitions dans ce stade (Masurel, 2015). Enfin, le dernier stade est celui des opérations formelles qui s'acquiert vers les douze ans. L'enfant devient capable de mettre en place un raisonnement hypothético-déductif, c'est-à-dire de proposer des hypothèses et de trouver le moyen de les vérifier (Schäfer-Altiparmakian, s.d).

Ces différents modèles de théories développementales de la cognition de Bruner et Piaget, même s'ils divergent sur certains points, s'accordent sur le fait qu'à un moment donné du développement de l'enfant, surtout pour les plus jeunes, le recours à l'action, à la manipulation et à tout ce qui est concret et aux mouvements, serait nécessaire pour construire leurs premières connaissances.

### 1.2.2 Théories cognitives sur l'encodage de l'information

Plusieurs théories cognitives telles que le double codage, la cognition incarnée et la charge cognitive apportent des éléments explicatifs concernant les différentes manières dont les élèves peuvent coder les informations qu'ils perçoivent pour favoriser leur apprentissage. Au regard de ces théories nous allons chercher à déterminer si la mise en mouvement du corps peut être un codage bénéfique pour les apprentissages des élèves.

#### *1.2.2.1 Théorie du double codage*

La théorie du double codage a été développée par Allan Paivio en 1971. Cette théorie cognitive fait le postulat qu'il est possible d'améliorer significativement les apprentissages en

se basant sur la formation d'images mentales qui consiste à associer des stimuli verbaux et visuels (Maille, 2019). En effet, des chercheurs ont montré qu'il était plus facile de se rappeler d'une image que d'un mot (Bower, 1970, cité par Lieury & Calvez, 1986). Ici le mot image peut avoir plusieurs significations, cette image peut être une image mentale, un dessin, une photographie, etc (Denis & de Pouqueville, 1976-1977, cité par Lieury & Calvez, 1986). Nous nous intéressons dans notre mémoire à la ligne numérique mentale. Cette dernière peut permettre un encodage à la fois verbal des nombres mais également visuel car elle consiste en une représentation mentale des nombres dans l'espace. C'est la multiplicité du codage qui favorise l'acquisition des connaissances. Réaliser des exercices mobilisant la ligne numérique mentale pourrait donc être bénéfique pour favoriser les apprentissages liés à la compréhension des nombres.

#### *1.2.2.2 Théorie de la cognition incarnée*

Au sein de la psychologie cognitive et dans le domaine des apprentissages scolaires, la théorie de la cognition incarnée apporte des informations sur l'acquisition des connaissances et sur la manière dont elles sont représentées par le cerveau (Barsalou, 2010, cité par Dackermann et al, 2017). Un lien étroit entre la perception et la cognition existerait. En effet selon Bara et Tricot (2017) « le cerveau existe dans un corps, qui lui-même est situé dans un environnement avec lequel il va interagir ». De même, Glenberg et al, 2013 (cité par Dackermann et al, 2017) expriment le principe de la cognition incarnée de la façon suivante : «penser n'est pas quelque chose qui est divorcé du corps ; la réflexion est au contraire une activité fortement influencée par le corps et le cerveau en interaction avec l'environnement ». Ainsi selon Bara et Tricot (2017), un moyen de faciliter les apprentissages des élèves serait de mettre en relation leur activité cognitive avec leurs ressources perceptives, motrices et environnementales. Notre étude portera sur la mobilisation du corps dans les apprentissages mathématiques, c'est pourquoi cette théorie nous intéresse particulièrement.

Toutefois, l'apprentissage par le mouvement doit respecter certains critères pour ne pas avoir des effets délétères sur les apprentissages. La théorie de la charge cognitive met en évidence ces différents éléments.

*1.2.2.3 Théorie de la charge cognitive*

Sweller, Ayres et Kalyaga (2011, cité par Bara et Tricot, 2017) ont développé la théorie de la charge cognitive qui apporte une réflexion sur les effets de la mobilisation du corps dans les apprentissages. Ces auteurs mettent en évidence le double effet qui peut être parfois positif mais également négatif dans l'acquisition des connaissances. La capacité limitée du stockage d'informations dans la mémoire de travail des apprenants serait à l'origine de ces effets délétères. Geary (2008, cité par Bara et Tricot, 2017) distingue deux types de connaissances : les connaissances biologiquement primaires, telles que le langage oral ou la reconnaissance de visages et les connaissances secondaires, telles que les apprentissages scolaires. Lors d'apprentissages scolaires (secondaires) les informations sont traitées de manières sélectives car la mémoire de travail serait soumise à trois types de charges cognitives (Sweller, Ayres et Kalyaga, 2011, cité par Bara et Tricot, 2017). La charge essentielle concerne les ressources mobilisées lors d'un nouvel apprentissage ou lors de la modification d'anciennes connaissances. La charge extrinsèque porte sur les ressources nécessaires au traitement d'informations non pertinentes à la tâche d'apprentissage et la charge intrinsèque « concerne les ressources mobilisées par l'apprentissage lui-même » (Bara et Tricot, 2017). Dans certaines situations la mobilisation du corps peut entraver l'apprentissage. En effet, le mouvement peut augmenter la charge extrinsèque de l'élève. Si l'exécution des mouvements pose problème à l'élève, il passera trop de ressources cognitives à les effectuer et il aura ainsi moins de ressources pour effectuer la tâche d'apprentissage attendue. Le mouvement dans les apprentissages peut également augmenter la charge intrinsèque de l'élève si cela augmente le nombre d'informations qu'il doit traiter dans la réalisation de sa tâche (Bara et Tricot, 2017). Toutefois, de nombreuses études mettent en avant les apports bénéfiques des déplacements physiques grâce à la pluralité de l'encodage qu'ils génèrent (Bara et Tricot, 2017). Cette pluralité permet de diminuer le nombre d'informations que doit traiter la mémoire de travail. L'élève consomme donc moins de ressources attentionnelles, ce qui lui permet de concentrer son attention sur l'objectif d'apprentissage.

### 1.2.3 Exemples d'études sur l'usage du corps dans les apprentissages

Après cet exposé des différentes théories portant sur les bienfaits mais aussi parfois les points de vigilance de l'usage du corps dans les apprentissages fondamentaux des jeunes élèves, nous allons maintenant nous intéresser aux résultats empiriques d'études portant sur ce sujet.

Dans une recherche réalisée par Manches et al. en 2010 (cités par Bara et Tricot, 2017), des enfants de cinq à sept ans avaient comme tâche de « trouver le plus de combinaisons possibles d'un nombre ». Les résultats obtenus ont montré que ceux dont la manipulation était obligatoire avaient de moins bons résultats que ceux qui n'étaient pas obligés de passer par la manipulation.

Dans une étude, Kalenine et al. (2011, cités par Bara et Tricot, 2017) ont conclu que l'exploration haptique (la manipulation) de figures géométriques en relief permettait aux élèves de mieux les reconnaître ainsi que de comprendre à quelles catégories elles appartenaient. De même, dans un autre domaine que celui des mathématiques, Bara et ses collègues (2013, cités par Bara et Tricot, 2017) ont mis en évidence que l'exploration motrice des lettres de l'alphabet en maternelle avait un effet bénéfique sur la mémorisation et la reconnaissance visuelle des lettres. Enfin, Martin et Schwartz (2005, cités par Bara et Tricot, 2017) ont évalué dans leur recherche des enfants de neuf à dix ans sur leurs performances dans le domaine des fractions. Leurs résultats ont mis en évidence le fait que le groupe qui a eu recours à la manipulation physique de parts de tarte avait de meilleurs résultats en résolution de problèmes que le groupe contrôle qui n'avait pas accès à la manipulation.

Link et al. (2013) ont réalisé une expérience où ils ont comparé l'efficacité d'un entraînement incorporé (déplacement le long d'une ligne numérique) et d'un entraînement témoin (sans déplacement) sur la précision de la représentation spatiale de la grandeur des nombres sur une ligne d'enfants âgés en moyenne de 7,35 ans. Ils ont alors montré que lors de l'entraînement réalisé avec un déplacement, les enfants amélioraient davantage leur représentation spatiale de la grandeur des nombres que lors de l'entraînement témoin.

Enfin, Mavilidi et al. (2018) ont mené une étude sur les effets d'un programme d'entraînement portant sur l'efficacité des déplacements physiques sur les compétences numériques d'enfants de quatre ans. Leur étude est composée de quatre conditions. Respectivement, ces conditions consistaient en une activité physique cohérente avec la tâche,

en l'observation de cette activité, en la réalisation d'une activité physique non pertinente à la tâche et en une condition contrôle d'apprentissage conventionnel. La condition 2 avait pour but de tester l'efficacité des neurones miroirs dans les apprentissages. Pour cela les élèves observaient les déplacements de leurs pairs sans les effectuer eux-mêmes. Leurs résultats ont montré que les élèves de cette condition n'obtiennent pas de meilleurs résultats que les élèves de la condition témoin qui n'observent ni n'effectuent de déplacement. Selon Mavilidi et al. (2018) il a été montré que dans certains cas les neurones miroirs permettent un apprentissage moteur uniquement par l'observation d'autrui. Les neurones miroirs peuvent être définis comme un système neuronal qui s'active lors de l'observation d'une action produite par une personne observée (Fadiga et al., 1995 cités par Mavilidi et al., 2018 ; Rizzolatti & Craighero, 2004, cités par Mavilidi et al., 2018). Malgré les résultats peu concluants de l'étude de Malividi et al. (2018), il existe à ce sujet dans la littérature scientifique une ambiguïté (Mavilidi et al., 2018). C'est pourquoi nous voulons tester par nous même le rôle de l'observation et donc des neurones miroirs dans les apprentissages numériques.

## 1.3 Problématique

Suite à nos recherches, nous avons pu constater que la ligne numérique mentale a un rôle important dans l'acquisition des apprentissages numériques fondamentaux (Booth et Siegler 2008, cités par Link et al. 2013). De ce fait, nous allons nous intéresser à une ligne numérique allant de 0 à 10. En effet, un des objectifs notionnels de l'école maternelle est la stabilisation des petits nombres jusqu'à dix (Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse, 2020). De plus, nous avons vu à travers les différentes théories cognitives que la mobilisation du corps pouvait avoir une influence bénéfique sur la construction des connaissances des élèves (Link et al., 2013). Dans ce présent mémoire nous allons nous demander si réaliser des déplacements sur une ligne numérique est bénéfique pour les apprentissages numériques fondamentaux des élèves de grande section. Les élèves vont réaliser des séances d'entraînement sur une ligne numérique afin d'observer si cela a un effet bénéfique sur la précision de leur ligne numérique mentale et ainsi améliorer leurs résultats en mathématiques. Ainsi, nous allons chercher à déterminer si le déplacement corporel de l'enfant sur une ligne numérique est bénéfique pour ses apprentissages.

Afin de tenter de répondre à cette question, nous avons réalisé trois séances

d'entraînement sur la ligne numérique. Pour déterminer si le déplacement peut être à l'origine de l'amélioration des résultats en mathématiques, nous avons mis en place trois conditions de passation des séances d'entraînement. La première condition consistait en un déplacement corporel de l'enfant le long de la ligne. Dans la seconde condition l'enfant était statique mais il regardait l'enseignant se déplacer sur la ligne. Enfin, dans la troisième condition, aucun déplacement n'était effectué ni par l'enseignant, ni par l'enfant. Cette condition correspond à un enseignement traditionnel où l'enfant est assis et écoute l'enseignant. A travers ces trois conditions nous voulons déterminer si les déplacements vécus ou observés, sur une ligne numérique sont bénéfiques pour les apprentissages numériques fondamentaux des élèves. Suite à notre étude, nous pensons observer une amélioration des résultats plus importante chez les élèves qui bénéficieront de la condition déplacement corporel (déplacement de l'élève ou de l'enseignant) que pour les élèves qui seront dans la condition sans déplacement. Quant aux élèves qui seront dans la condition déplacement de l'enseignant, nous pensons que leurs résultats seront inférieurs à ceux de la condition déplacement de l'élève. En effet, nous avons pu voir que l'observation du déplacement d'autrui ne permet pas aux élèves d'apprendre comme s'ils effectuaient eux-même le déplacement (Mavilidi et al., 2018).

Pour la réalisation de nos pré-tests et de nos post-tests, nous avons choisi de proposer aux élèves trois exercices. Dans le premier exercice les élèves avaient pour tâche de retrouver un nombre sur une ligne numérique (Annexe 1). Nous avons choisi cet exercice pour voir si la représentation mentale de la ligne numérique chez les élèves est meilleure après les séances d'entraînement. L'exercice suivant a pour but de vérifier si les élèves progressent dans la comparaison de nombres suite aux séances. En effet, l'un des objectifs d'apprentissage de l'école primaire est de « comparer des collections d'objets avec des procédures numériques » (Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse, 2020). Pour cela les élèves doivent être capables de comparer deux nombres. Nous faisons donc le choix de cet exercice pour vérifier si nos entraînements et ainsi la ligne numérique mentale, permettent aux élèves de comparer plus facilement deux nombres. Enfin, un autre objectif d'apprentissage important en maternelle est le fait de savoir composer et décomposer mentalement des nombres jusqu'à 10 (Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse, 2020). Ainsi, nous avons choisi un dernier exercice de résolution de problème dans le but de voir l'évolution des réponses des élèves suite à nos entraînements et ainsi de voir si la ligne numérique mentale a un impact sur la résolution de problèmes.

# 2. Méthode

## 2.1 Participants

Pour mener à bien notre étude, nous avons réalisé nos expériences en binôme, sur 154 élèves de cycle 1 en grande section de maternelle. Ces élèves provenaient de dix écoles différentes situées à Grenoble, dans le reste de l'Isère et dans la région valentinoise. Les données ont été récoltées sur les différents lieux de stage des étudiants participant à des mémoires portant sur le même thème. Afin d'être traitées, nous avons anonymisé toutes les données pour des raisons éthiques. En effet, nous ne retenons pas le résultat d'un enfant en particulier mais celui d'un groupe dans sa totalité. La répartition des binômes dans les différentes conditions a été réalisée en fonction des effectifs des classes de chacun afin de garantir l'homogénéité des effectifs entre les conditions.

Certains travaux d'élèves (33) ont dû être retirés car les parents ne nous ont pas autorisés à utiliser leurs résultats. D'autres ont également été exclus car ils ne correspondaient pas aux critères d'inclusion préalablement définis. Ainsi, il était prévu d'exclure les élèves ayant été absents à deux ou trois séances d'entraînement. Un élève a été concerné par ce critère. Les élèves absents au pré-test et/ou au post-test étaient également exclus, ce qui a été le cas pour deux élèves. Nous avons choisi de ne pas inclure les élèves allophones car les difficultés qu'ils auraient pu rencontrer dans la compréhension des consignes et des tâches à réaliser auraient pu produire un effet non désiré sur les résultats. Un élève était dans cette situation. Les enfants bénéficiant d'aide du RASED (Réseau d'Aides Spécialisées aux Élevés en Difficulté), d'aides extérieures (orthophonie par exemple) et les élèves à haut potentiel sont eux aussi exclus pour les mêmes raisons que précédemment. Enfin, le dernier critère portait sur la mobilité des élèves. En effet, dans la première condition les élèves devaient être en capacité de se déplacer le long de la ligne numérique, c'est pourquoi nous avons décidé de ne pas inclure les élèves blessés aux membres inférieurs. Par conséquent, suite à ces critères de non inclusion nous avons dû exclure quatre élèves de notre expérience pour ne pas fausser les résultats. Finalement, nous avons retenu 117 élèves pour l'analyse de nos résultats.

| | Nombre d'élèves | Nombre de filles | Nombre de garçons | Âge moyen | Écart-type de l'âge | Nombre de droitiers | Nombre de gauchers |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Condition 1 | 47 | 25 | 22 | 5,70 | 0,28 | 41 | 6 |
| Condition 2 | 22 | 8 | 14 | 5,64 | 0,28 | 20 | 2 |
| Condition 3 | 48 | 25 | 23 | 5,64 | 0,26 | 42 | 6 |
| Total / Moyenne | 117 | 58 | 59 | 5,66 | 0,27 | 103 | 14 |

Tableau 1 : Effectif de l'étude

Pour notre part, nous avons mis à profit notre stage dans une école en Nord Isère pour récolter les données nécessaires à la réalisation de notre étude. Nous avons effectué notre stage dans une classe unique composée de 24 élèves provenant des trois cycles, de la grande section au CM2. L'effectif des grandes sections était de cinq élèves. Nous avons réalisé la première condition qui consistait en un déplacement des élèves le long de la bande numérique. Ce choix a été effectué afin d'avoir des effectifs initiaux homogènes dans les 3 conditions.

### 2.2 Matériel

Pour tester notre hypothèse, nous avons réalisé trois séances d'entraînement individuelles avec les élèves dans chaque condition. Ces séances étaient précédées de pré-tests et suivies de post-tests pour vérifier si ces séances d'entraînement avaient un impact sur les apprentissages numériques fondamentaux des élèves.

Avant de réaliser les pré-tests, nous réalisons une séance sur le zéro pour que tous les élèves partent avec les mêmes connaissances. Nous utilisons une boîte et des jetons pour matérialiser l'absence d'objet et donc le zéro, nous montrons également aux élèves comment écrire le zéro en chiffre arabe (script de cette séance préparatoire en Annexe 1).

Ensuite, nous présentons aux élèves l'histoire de Cédric et Stan (la peluche qui sera placée sur la ligne). Nous leur expliquons que Cédric a fait une farce à Stan et qu'il a enlevé toutes les pancartes sur le chemin entre le 0 et le 10 et que le jeu est d'aider Stan à trouver ces pancartes. Au départ, toutes les pancartes sont présentes sur la ligne puis nous les enlevons (en laissant le 0 et le 10), nous plaçons la peluche à divers endroits sur la ligne et nous demandons aux élèves de nous indiquer à quelle place se situe la peluche. Cette séance a été réalisée dans

le but d'expliquer aux élèves l'activité qu'ils réaliseront par la suite mais également pour leur présenter le matériel qui sera utilisé et avoir ainsi une première approche de la bande numérique.

### 2.2.1 Pré-test et Post-test

À la suite de ces activités nous réalisons les pré-tests. Ceux-ci contiennent trois exercices. Les post-tests sont identiques aux pré-tests.

#### *2.2.1.1 Exercice 1 : ligne numérique*

Le premier est un exercice qui a pour but de voir si les élèves parviennent à retrouver un nombre sur une ligne numérique allant de 0 à 10 et où les seuls nombres inscrits sont le 0 et le 10 (exemple d'item l'exercice 1 en Annexe 2). Nous disposons d'un livret contenant dix lignes numériques dont une d'entraînement. Sur chaque ligne est présent le 0 et le 10, ainsi qu'un trait représentant la place d'un nombre que l'élève doit retrouver (voir le script de cet exercice en Annexe 3).

#### *2.2.1.2 Exercice 2 : comparaison de nombres symboliques*

Le second exercice est un exercice de comparaison de nombres. On présente aux élèves un couple de nombres (allant de 1 à 9) et ils doivent indiquer avec leur doigt lequel des deux est le plus grand (exemple d'un item de l'exercice 2 en Annexe 4). Lors de cet exercice, les élèves doivent donner le plus de réponses possibles en une minute. L'exercice contient trois items d'entraînement et trente-six items qui seront évalués (voir le script de cet exercice en Annexe 5).

#### *2.2.1.3 Exercice 3 : résolution de problèmes*

Enfin, les élèves doivent répondre à des petits problèmes qui contiennent des ajouts ou des retraits (exemple d'un item de problème de l'exercice 3 et script de cet exercice en Annexe 6). Lors de cet exercice les élèves répondent d'abord deux problèmes d'entraînement puis six

problèmes qui seront évalués. Ces problèmes sont présentés oralement aux élèves qui n'ont pas de support pour trouver la solution.

### 2.2.2 Intervention

Suite aux pré-tests, les élèves réalisent les séances d'entraînement individuelles. Lors de ces séances, les élèves doivent retrouver les nombres se situant à la place de la peluche sur une ligne numérique allant de 0 à 10 (voir Annexe 7). Pour observer l'impact du mouvement sur les apprentissages, nous réalisons trois conditions d'entraînement différentes.

#### *2.2.2.1 Condition 1 : déplacement corporel*

La première consiste en un déplacement de l'élève le long de la ligne numérique. L'enfant se situe sur un point à 3 mètres en face du chiffre 5 qui est matérialisé par une croix. Pour commencer il doit se retourner et fermer les yeux, pendant ce temps là l'enseignant place la peluche Stan sur la ligne numérique à la position du nombre souhaité. Puis l'enfant rouvre les yeux. Il va ensuite rejoindre le 0 en marchant et dit « je suis sur le zéro ». Puis il rejoint la peluche en marchant le long de la ligne numérique. À ce moment-là, il doit dire à quel nombre se situe la peluche avec diverses aides en fonction des séances (respectivement une ligne numérique, des cartes de 0 à 10 ou aucune aide). Quand l'élève donne sa réponse, nous validons ou infirmons sa réponse en lui donnant la bonne réponse et en lui montrant le nombre écrit en chiffre arabe. Puis l'élève rejoint le 10 en marchant le long de la ligne, puis dit « je suis sur le 10 ». Enfin l'élève retourne sur la croix avant de faire à nouveau cet exercice avec d'autres nombres.

#### *2.2.2.2 Condition 2 : observation du déplacement*

Dans la deuxième condition, seul l'enseignant se déplace. Il fait le déplacement à la place de l'élève, pendant que celui-ci reste debout sur la croix et regarde l'enseignant se déplacer. L'enfant se situe sur un point à 3 mètres en face du chiffre 5 qui est matérialisé par une croix. Pour commencer il doit se retourner et fermer les yeux, pendant ce temps-là l'enseignant place la peluche Stan sur la ligne numérique à la position du nombre souhaité

puis se place sur le 0. L'enfant rouvre les yeux. L'enseignant demande à l'élève de le regarder et de dire sur quel nombre il se trouve. L'enseignant se déplace ensuite jusqu'à la peluche en marchant le long de la ligne numérique. À ce moment-là, l'élève doit dire à quel nombre se situe la peluche avec diverses aides suivant les séances (respectivement une ligne numérique, des cartes de 0 à 10 ou aucune aide). Quand l'élève donne sa réponse, nous validons ou infirmons sa réponse en lui donnant la bonne réponse et en lui montrant le nombre écrit en chiffre arabe. L'enseignant se déplace ensuite jusqu'au 10 en marchant le long de la ligne numérique et demande à l'élève de dire sur quel nombre il se trouve. Enfin l'élève referme les yeux pour faire à nouveau cet exercice avec d'autres nombres.

#### *2.2.2.3 Condition 3 : aucun déplacement*

Pour finir, la troisième condition est une condition où aucun déplacement ne s'opère. En effet, dans cette condition l'enfant ainsi que l'enseignant restent debout sur la croix. L'enfant se situe sur un point à 3 mètres en face du chiffre 5 qui est matérialisé par une croix. Pour commencer il doit se retourner et fermer les yeux, pendant ce temps là l'enseignant place la peluche Stan sur la ligne numérique à la position du nombre souhaité puis se place à côté de l'enfant. L'enfant rouvre les yeux. L'enseignant demande à l'élève de dire quel nombre il y a au départ de la ligne, en désignant le 0. L'enfant doit ensuite dire à quel nombre se situe la peluche avec diverses aides en fonction des séances (respectivement une ligne numérique, des cartes de 0 à 10 ou aucune aide). Quand l'élève donne sa réponse, nous validons ou infirmons sa réponse en lui donnant la bonne réponse et en lui montrant le nombre écrit en chiffre arabe. Enfin l'élève referme les yeux pour faire à nouveau cet exercice avec d'autres nombres.

#### *2.2.2.4 Les différentes conditions*

Lors de ces séances d'entraînement, 9 nombres, compris entre 0 et 10 (de 1 à 9), sont traités (plus un nombre d'entraînement lors de la passation de consignes). Pour que tout le monde possède la même liste de nombres, leur ordre a été fixé en amont des séances. Les listes de nombres des trois séances ont été pseudo-aléatoirisées. En effet, ces listes doivent remplir trois critères. D'abord, tous les nombres doivent être vus trois fois chacun sur l'ensemble des séances, ensuite on ne peut pas traiter un nombre plus de deux fois durant une

séance et enfin on doit commencer chaque séance par le nombre 1, pour commencer par un nombre plus facile (script de la séance 1 de la condition 1 en Annexe 8).

Lors des trois séances d'entraînement, les élèves ont des options de réponses différentes. En effet, lors de la première séance les élèves ont à leur disposition une ligne numérique miniature, allant de 0 à 10 (voir Annexe 9), sur laquelle ils indiquent le nombre auquel ils pensent que se trouve la peluche. Puis lors de la séance 2, on donne aux élèves un jeu de cartes qui contient tous les chiffres de 0 à 10 (voir Annexe 10). Les élèves montrent alors le nombre auquel ils pensent que se trouve la peluche. Pour la dernière séance, les élèves donnent directement la réponse à l'oral sans aucun support.

## 2.3 Procédure

L'étude que nous avons menée a été conduite pendant l'année 2020-2021 sur la période de mars à avril. Les élèves ont été évalués par le biais d'un pré-test puis d'un post-test. Trois séances d'entraînement ont été réalisées entre le pré et le post test. Concernant le temps de latence entre les différentes étapes de notre expérimentation, l'objectif était de garder un intervalle régulier d'une semaine pour laisser aux enfants le temps de maturer les apprentissages et ainsi de bien les intégrer. Toutefois, un certain nombre de binômes participant à l'expérience n'ont pas pu réaliser le post-test dans cet intervalle régulier d'une semaine pour des raisons sanitaires. En effet, une semaine de confinement suivie de deux semaines de vacances se sont intercalées entre la dernière séance d'entraînement et le post-test. En moyenne, 36.4 jours se sont écoulés entre le pré-test et le post-test. L'écart-type du délai écoulé entre les pré-tests et les post-tests aurait dû se situer entre 1 et 2 jours si nous avions pu maintenir les dates fixées, cependant en raison des conditions sanitaires l'écart-type est de 14.7 jours. En effet le délai minimum qu'il y ait eu entre le pré-test et le post-test est de 14 jours et le maximum est de 78 jours. De plus, si on regarde par condition, on peut voir une différence de délais. En effet, pour la condition 1 il y a eu en moyenne 49.6 jours de délai, 30,6 jours pour la condition 2 et pour finir 26.2 jours pour la condition 3. Pour pallier cet écart, nous avons par la suite analysé nos résultats en tenant compte de cette différence de délais. Pour notre part, nous avons un délai moyen de 50,4 jours entre la passation des pré-tests et des post-tests.

Le mode de passation de notre étude, que ce soit pour les pré et post-tests ou les séances d'entraînement, s'est effectué de manière individuelle. La réalisation des trois exercices des pré et post-tests a duré environ quinze minutes. Concernant les séances d'entraînement, le temps de passation est variable selon les différentes conditions. Les élèves de la condition 1 ont réalisé leur séance en 20 minutes, alors que les élèves de la condition 2 mettaient entre 10 et 15 minutes et ceux de la condition 3 seulement entre 5 et 10 minutes.

# 3. Résultats

## 3.1 Analyses statistiques

L'ensemble de l'analyse statistique a été réalisée par un encadrant de notre mémoire Sébastien Caudron. Il nous a par la suite partagé et interprété ces résultats afin que nous menions notre propre analyse.

Avant d'analyser nos données nous avons vérifié la présence de valeurs extrêmes. En effet, la présence de valeurs extrêmes influence la moyenne ce qui peut biaiser notre analyse puisque nous analysons nos résultats au travers de la moyenne. Dans notre analyse nous avons considéré dans chacune des variables, comme valeurs extrêmes, toutes les valeurs qui se situent à plus ou moins 3 écart-types de la moyenne calculée dans la condition. En effet, si on se base sur la loi normale, toute performance qui se situe à plus de 3 écart-types de la moyenne est une performance qui a une probabilité de moins de 0,14% d'apparaître dans la population. Nous avons trouvé peu de valeurs extrêmes dans nos données. En effet, nous n'avons pas trouvé de valeurs extrêmes dans les exercices 2 et 3. Nous avons trouvé seulement 4 valeurs extrêmes dans les pré-tests de l'exercice 1 et 5 dans les post-tests de l'exercice 1. Étant donné le peu de valeurs extrêmes nous avons décidé de supprimer ces valeurs et de les remplacer par la moyenne du score concerné de leur condition.

Pour traiter nos données, nous avons relevé trois variables dépendantes (= score utilisé pour chaque élève) que nous avons analysées. Ces trois variables correspondent aux trois exercices réalisés durant les pré-tests et les post-tests. Pour le premier exercice, la variable dépendante est le Pourcentage d'Erreur Absolu (PEA) moyen de chaque élève. Pour obtenir ce PEA moyen, nous avons fait la moyenne de tous les PEA de chaque élève. Le PEA est le Pourcentage d'Erreur Absolu pour chaque réponse erronée donnée que nous avons calculé grâce à la formule suivante : PEA = |(réponse donnée – réponse correcte)/10|*100. Pour le

second exercice, la variable dépendante est le nombre de bonnes réponses. Pour obtenir ce nombre de bonnes réponses nous accordions 1 point quand l'élève avait trouvé la bonne réponse et 0 s'il s'était trompé. Le score maximale que pouvait obtenir l'élève dans cet exercice était de 36 points. Enfin, pour le troisième exercice, la variable dépendante est le score obtenu. Nous avons calculé ce score moyen en attribuant 2 points si le résultat trouvé était correct et que l'élève n'avait pas eu besoin qu'on lui répète l'énoncé, 1 point si le résultat trouvé était correct et que l'élève avait eu besoin qu'on lui répète l'énoncé ou 0 si le résultat trouvé était incorrect ou s'il n'y avait pas eu de réponse. Si l'élève répondait correctement à toutes les questions, il pouvait obtenir un score de 12 points.

Pour traiter les données, nous allons d'abord les analyser sur le plan des statistiques descriptives, au travers des moyennes et des erreurs standards (SE) aux pré-tests et aux post-tests et suivant les trois conditions, pour chacune des trois variables dépendantes.

Ensuite, nous allons traiter nos données au travers de statistiques inférentielles. Nous avons choisi d'utiliser une ANCOVA pour analyser les effets de la condition d'entraînement sur les post-tests. L'ANCOVA est une analyse de covariance dans laquelle nous avons mis comme covariant, le délai (en jour) écoulé entre les pré-tests et les post-tests ainsi que la performance réalisée aux pré-tests afin d'en contrôler les effets sur les différentes variables dépendantes. Pour chacune des variables dépendantes, nous avons testé les hypothèses liées à l'effet de la condition d'entraînement au moyen de deux comparaisons planifiées orthogonales. Le premier contraste (C1 : m1 + m2 - 2m3 = 0) permettait de comparer la moyenne des performances en post-test dans la condition d'entraînement sans déplacement de l'élève à celle observée dans les deux autres conditions d'entraînement (déplacement de l'élève et vision du déplacement d'un tiers). Le second contraste permettait de comparer la moyenne obtenue en condition d'entraînement avec déplacement de l'élève à celle avec vision du déplacement d'un tiers (C2 : m1 - m2 = 0). Ces deux comparaisons planifiées étaient testées statistiquement à l'aide d'un *t* de Student.

## 3.2 Exercice 1 : ligne numérique

Avant d'analyser nos données, nous avons vérifié la présence de valeurs extrêmes. Nous avons trouvé dans l'exercice 1, quatre valeurs extrêmes dans les pré-tests et cinq dans les post-tests. Nous avons donc remplacé ces valeurs par la moyenne de leur condition.

Pour commencer, nous allons analyser nos données de l'exercice 1 sur le plan des statistiques descriptives à partir de la Figure 1. Ce graphique nous montre une diminution du PEA moyen entre les pré-tests et les post-tests pour l'ensemble des conditions. Nous pouvons remarquer qu'aux post-tests, le PEA moyen dans la condition 3 (10,65 %) est plus élevé que dans les conditions 1 (8,18 %) et 2 (7,22%). Cependant nous pouvons également voir que les résultats aux pré-tests ne sont pas identiques entre les conditions. Pour voir si ces différences de résultats sont dûes à l'entraînement ou aux compétences initiales des élèves, nous allons réaliser une analyse statique inférentielle à l'aide d'une ANCOVA.

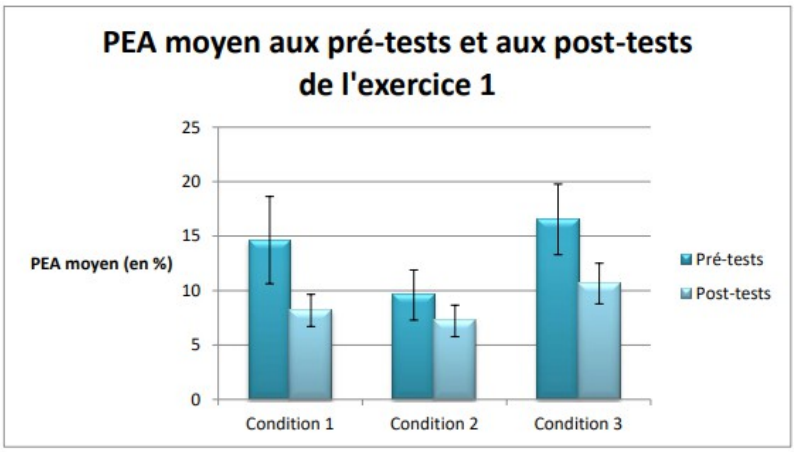



Figure 1 : PEA moyen aux pré-tests au aux post-tests de l'exercice 1 par condition et erreur standard associée (barres verticales)

On a réalisé une ANCOVA pour analyser l'effet du facteur condition d'entraînement sur le PEA moyen observé aux post-tests (Tableau 2). L'analyse des covariants (le délai entre les pré-tests et les post-tests et les résultats aux pré-tests) montre que le délai entre les pré-tests et les post-tests n'impacte pas significativement le PEA moyen obtenu aux post-tests ($F(1, 111) = 0.319$ ; $p = .57$ donc $p > .05$, .05 étant le seuil de significativité). Cette analyse montre cependant que les résultats obtenus aux pré-tests covarient significativement avec les résultats du PEA moyen des post-tests ($F(1, 111) = 11.69$ ; $p < .001$).

| | df | *F* | *p* |
|---|---|---|---|
| Pré-test ex1 PEA moyen | 1 | 11.692 | 0.001 |
| Délai pré et post-tests | 1 | 8.72 | 0.573 |
| Résiduels | 111 | | |

Tableau 2 : Analyse ANCOVA de l'exercice 1

Nous avons ensuite analysé les contrastes à l'aide d'un *t* de Student. Nous pouvons voir, dans le Tableau 3, que le contraste C1 ($m_1+m_2-2m_3 = 0$) est significatif ($t(111) = 2.118$ ; $p = .036$ donc $p < .05$). Ce résultat montre que le PEA moyen des élèves de la condition 3 (sans déplacement corporel) est significativement supérieur à celui des élèves des conditions 1 et 2 (avec déplacement de l'élève ou de l'enseignant) (Figure 2). De plus, l'analyse des contrastes nous montre que le contracte C2 ($-m_1+m_2 = 0$) n'est pas significatif ($t(111) = 0.225$ ; $p = .822$ donc $p > .05$). Cela montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les PEA moyens observés aux post-tests des élèves des conditions 1 et 2 (déplacement de l'élève et déplacement de l'enseignant).

| | *t* | *p* |
|---|---|---|
| 2 - 1 | 0.225 | 0.822 |
| 3 – 1, 2 | 2.118 | 0.036 |

Tableau 3 : Contrastes de l'exercice 1

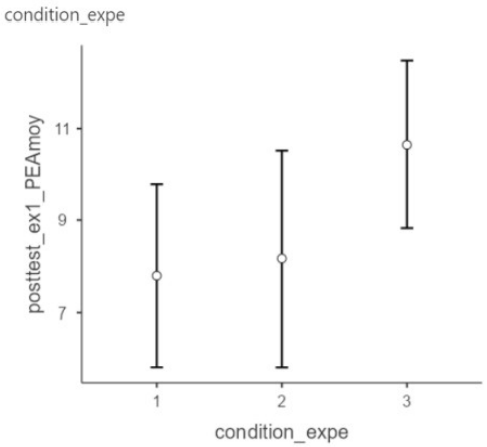



Figure 2 : Moyennes marginales estimées de l'exercice 1

### 3.3 Exercice 2 : comparaison de nombres symboliques

A présent, nous allons analyser nos données de l'exercice 2 , présentent dans la Figure 3, au travers des statistiques descriptives. Dans cet exercice nous pouvons également voir une différence entre les pré-tests et les post-tests, le nombre moyen de bonnes réponses à augmenté pour toutes les conditions. Cependant, contrairement à l'exercice 1, nous n'observons pas de différences majeures entre les conditions, concernant le nombre moyen de bonnes réponses obtenu aux post-tests (condition 1 : 18,85 ; condition 2 : 20,91 ; condition 3 : 19,17). Nous allons ensuite analyser nos données à l'aide d'une ANCOVA pour voir si cette légère différence entre les conditions est significative.

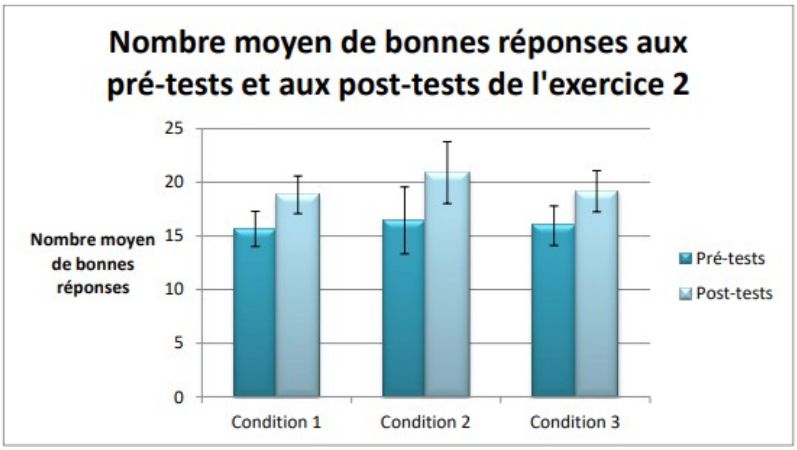



Figure 3 : Nombre moyen de bonnes réponses aux pré-tests et aux post-tests de l'exercice 2 par condition et erreur standard associée (barres verticales)

On a réalisé une ANCOVA pour analyser l'effet du facteur condition d'entraînement sur le nombre moyen de bonnes réponses observé aux post-tests (Tableau 4). L'analyse des covariants (le délai entre les pré-tests et les post-tests et les résultats aux pré-tests) montre que le délai entre les pré-tests et les post-tests covarie significativement avec le nombre moyen de bonnes réponses des post-tests ($F(1, 112) = 5.45$ ; $p = .021$ donc $p < .05$). De plus, cette analyse montre que les résultats des élèves obtenus aux pré-tests covarient, également, significativement avec le nombre moyen de bonnes réponses des post-tests ($F(1, 112) = 157.84$ ; $p < .0001$).

| | df | *F* | *p* |
|---|---|---|---|
| Pré-test ex2 nbr bonnes réponses | 1 | 157.84 | < .0001 |
| Délai pré et post-tests | 1 | 5.45 | 0.021 |
| Résiduels | 112 | | |

Tableau 4 : Analyse ANCOVA de l'exercice 2

Nous avons ensuite analysé les contractes à l'aide d'un *t* de Student (Tableau 5). Nous pouvons voir que le contraste C1 ($m_1+m_2-2m_3 = 0$) n'est pas significatif ($t(112) = -1.961$ ; $p = .052$ donc $p > .05$). Cela montre qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre moyen de bonnes réponses des post-tests des élèves de la condition 3 (sans déplacement corporel) et des élèves des conditions 1 et 2 (avec déplacement de l'élève ou de l'enseignant).

De plus, l'analyse des contrastes nous montre que le contracte C2 ($-m_1+m_2 = 0$) n'est pas significatif ($t(112) = -0.224$ ; $p = .823$ donc $p > .05$). Cela montre qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre moyen de bonnes réponses observé aux post-tests des élèves des conditions 1 et 2 (déplacement de l'élève et déplacement de l'enseignant).

| | *t* | *p* |
|---|---|---|
| 2 - 1 | -0.224 | 0.823 |
| 3 – 1, 2 | -1.961 | 0.052 |

Tableau 5 : Contrastes de l'exercice 2

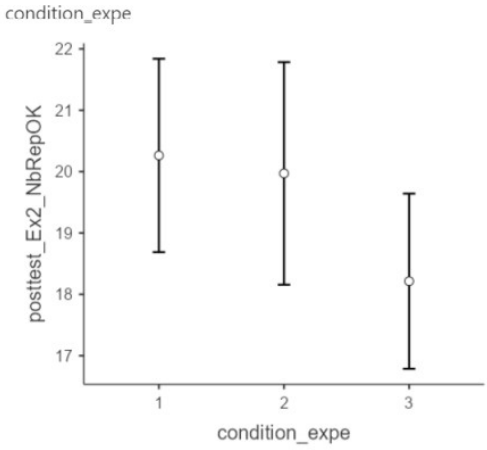



Figure 4 : Moyennes marginales estimées de l'exercice 2

### 3.4 Exercice 3 : résolution de problèmes

Ensuite, nous allons analyser les données de l'exercice 3 à l'aide des statistiques descriptives. Nous pouvons voir grâce à la Figure 5, que dans toutes les conditions le score moyen des élèves a augmenté entre les pré-tests et les post-tests, même si nous pouvons voir que cet écart est plus faible dans la condition 1 et plus important pour la condition 3. Nous pouvons également remarquer une légère différence entre le score moyen des élèves aux post-tests pour les conditions 1 (5,96) et 3 (5,94) et des élèves de la condition 2 (5,05). Pour finir, nous allons donc réaliser une analyse statistique à l'aide d'une ANCOVA pour vérifier si les écarts que nous avons observés entre les conditions sont significatifs.

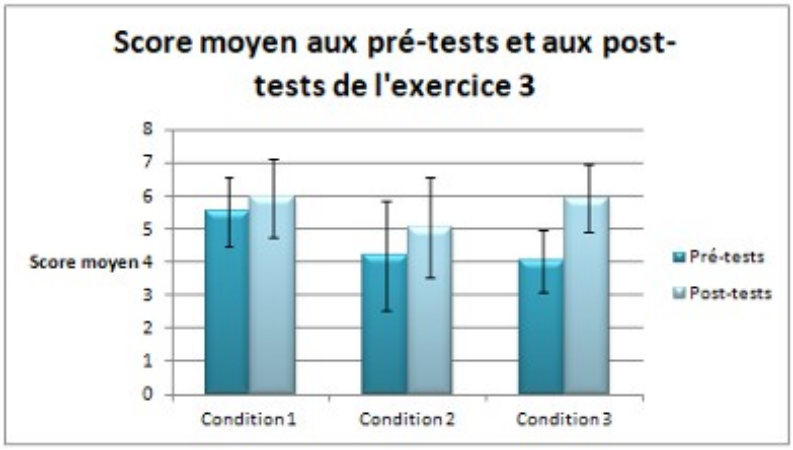



Figure 5 : Score moyen aux pré-tests et aux post-tests de l'exercice 3

On a réalisé une ANCOVA pour analyser l'effet du facteur condition d'entraînement sur le score moyen observé aux post-tests (Tableau 6). L'analyse des covariants (le délai entre les pré-tests et les post-tests et les résultats aux pré-tests) montre que le délai entre les pré-tests et les post-tests n'impacte pas significativement le score moyen obtenu aux post-tests ($F(1, 112) = 0.078$ ; $p = .781$ donc $p > .05$). Cependant, cette analyse nous montre que les résultats obtenus aux pré-tests covarient significativement avec les résultats du score moyen des post-tests ($F(1, 112) = 116.529$ ; $p < .0001$).

| | df | *F* | *p* |
|---|---|---|---|
| Pré-test ex3 score | 1 | 116.529 | < .0001 |
| Délai pré et post-tests | 1 | 0.078 | 0.781 |
| Résiduels | 112 | | |

Tableau 6 : Analyse ANCOVA de l'exercice 3

Nous avons ensuite analysé les contrastes à l'aide d'un *t* de Student. Nous pouvons voir, dans le Tableau 7, que le contraste C1 ($m_1+m_2-2m_3 = 0$) n'est pas significatif ($t(112) = 1.572$ ; $p = .119$ donc $p > .05$). Cela montre qu'il n'y a pas de différence significative entre le score moyen des post-tests des élèves de la condition 3 (sans déplacement corporel) et des élèves des conditions 1 et 2 (avec déplacement de l'élève ou de l'enseignant). De plus, l'analyse des contrastes nous montre que le contracte C2 ($-m_1+m_2 = 0$) n'est pas significatif ($t(112) = -0.060$ ; $p = .952$ donc $p > .05$). Cela montre qu'il n'y a pas de différence

significative entre le score moyen observé aux post-tests des élèves des conditions 1 et 2 (déplacement de l'élève et déplacement de l'enseignant).

| | *t* | *p* |
|---|---|---|
| 2 - 1 | 0.837 | 0.952 |
| 3 – 1, 2 | 1.572 | 0.119 |

Tableau 7 : Contrastes de l'exercice 3

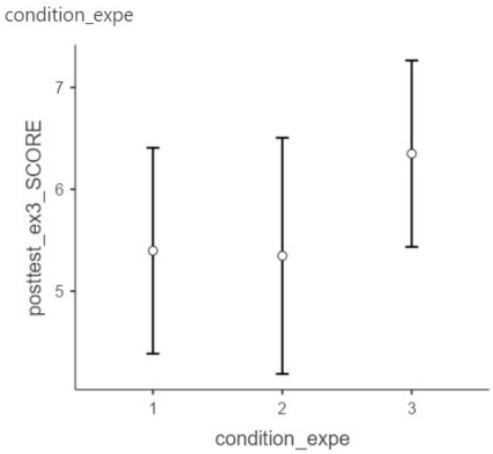



Figure 6 : Moyennes marginales estimées de l'exercice 3

# 4. Discussion

## 4.1 Re-contextualisation

Nous avons pu voir que les notions mathématiques sont des acquisitions importantes à faire en grande section de maternelle. Nous avons réalisé ce mémoire afin d'observer si le déplacement sur une ligne numérique est bénéfique pour les apprentissages fondamentaux des élèves de grande section, en mathématiques. Nous avons pour cela émis deux hypothèses. D'abord, nous nous sommes demandés si le déplacement du corps (condition 1) ou l'observation de ce déplacement (condition 2) étaient plus bénéfiques pour les apprentissages ou si la simple observation de la ligne numérique (condition 3) était suffisante pour acquérir ces notions. Nous nous sommes également demandés si les élèves effectuant le déplacement (condition 1) avaient de meilleurs résultats que les élèves qui observaient uniquement le déplacement de l'enseignant (condition 2). Pour tester nos hypothèses, nous avons donc réalisé une étude sur 117 élèves de grande section, que nous avons répartis en trois conditions. Lors de cette étude, les élèves ont réalisé un pré-test, puis trois entraînements sur la bande numérique au sol et enfin un post-test.

## 4.2 Mise en lien avec les recherches antérieures

Comme nous l'avons vu dans le cadre théorique, l'usage du corps dans les apprentissages a été le sujet de nombreuses études. L'une de ces études menée par Link et al. (2013), a montré que lors d'un déplacement, les élèves (de moyennes d'âge 7,35 ans) amélioraient d'avantage leur représentation de la magnitude spatiale que lors des entraînements témoins. Cependant dans notre étude nous avons pu remarquer que le déplacement n'était pas forcément bénéfique pour les apprentissages. En effet, nous avons pu remarquer que notre première hypothèse n'a pu être validée que dans l'exercice 1. En effet, dans l'exercice 1, nous avons pu voir que notre contraste 1 était significatif. Cela montre que les élèves de la condition 3 ont obtenu un PEA moyen significativement supérieur aux conditions 1 et 2, leur pourcentage d'erreur est donc plus élevé que ceux des élèves des conditions 1 et 2. Nous pouvons donc voir que pour cet exercice, le déplacement, qu'il soit vécu ou observé, permet à l'élève un meilleur apprentissage. Cependant, dans les exercices 2 et 3, le contraste 1 n'est pas significatif, ce qui montre qu'avec ou sans déplacement, les élèves ont les mêmes résultats aux post-tests et que le déplacement n'est pas forcément bénéfique.

Une autre étude, menée par Mavilidi et al. (2018), a montré que l'observation d'un déplacement n'était pas aussi bénéfique pour les apprentissages que la réalisation de ce déplacement chez des enfants dont la moyenne d'âge est de 4,70 ans. Cependant, dans notre étude, nous avons pu voir que dans tous les exercices, le contraste 2 n'était pas significatif, c'est à dire que les résultats des élèves des conditions 1 et 2 ne sont pas significativement différents comme nous le pensions au départ. Notre hypothèse 2 ne peut donc pas être vérifiée. Contrairement à Mavilidi et al. (2018), nous ne pouvons donc pas conclure que la réalisation du déplacement soit plus bénéfique que l'observation de celui-ci.

## 4.3 Limites et perspectives

### 4.3.1 Les limites

Comme nous l'avons vu précédemment, nos résultats ne vont pas tous dans le sens de nos hypothèses. Nous pouvons donc nous demander ce qui a pu engendrer cela.

D'abord, il est possible que le temps écoulé entre les pré-tests et les post-tests influence nos résultats. En effet, nous avons pu voir une grande différence de temps entre les

différentes conditions dues aux conditions sanitaires en vigueur au moment de la mise en place de notre étude. Le temps écoulé entre la dernière séance d'entraînement et les post-tests était sûrement trop long puisque les apprentissages réalisés ne sont peut-être pas durables dans le temps, en effet, les élèves n'ont réalisé que 3 séances d'entraînement.

Ensuite, il est également envisageable que la différence d'effectif entre les conditions ait influencé nos résultats. En effet, il y avait une importante différence entre l'effectif de la condition 2 et des conditions 1 et 3. Cette différence d'effectif est principalement due au nombre d'autorisations négatives que nous avons reçues.

Enfin, nous pensons qu'il est possible que les élèves n'aient pas fait le lien entre la bande numérique au sol et la ligne numérique. En effet, nous n'avons pas vérifié si les élèves avaient fait le transfert de connaissances. Si ce transfert n'a pas été fait, il est possible que ceci est biaisé nos résultats, puisque certains élèves n'ont peut-être pas compris que la bande numérique au sol était la même que le ligne numérique mais avec une échelle et des matériaux différents.

### 4.3.2 Perspectives

Comme nous avons pu le voir, nos résultats ne vont pas tous dans le sens de nos hypothèses. De plus, nous avons pu remarquer de nombreuses limites à notre étude. Si cette étude était à refaire, nous pourrions envisager diverses améliorations pour augmenter la fiabilité de nos résultats et pour aller plus loin.

D'abord, avant la réalisation de cette étude, nous avions fixé le délai entre les pré-tests et les post-tests, mais également entre les différentes séances d'entraînement afin que le délai soit le plus homogène possible et ainsi obtenir des résultats homogènes dans chaque condition. Cependant, les conditions sanitaires, lors de notre étude, ne nous ont pas permis de les respecter.

Ensuite, pour améliorer la fiabilité de nos résultats mais également pour étendre notre étude, nous pourrions envisager de réaliser plus de trois séances d'entraînement de façon régulière. Cela permettrait peut-être d'accentuer les différences entre les conditions et donc d'affirmer ou d'infirmer clairement les hypothèses.

Enfin, pour prolonger notre étude, nous pourrions observer l'impact des différents entraînements sur le long terme, en réalisant un post-test en CP par exemple. Nous pourrions

ainsi voir si les différentes conditions d'entraînement ont un impact à long terme sur les apprentissages des élèves ou si les effets que nous observons ne sont présents qu'à court terme.

### 4.4 Apports personnels

Grâce à ce mémoire et à nos résultats, nous pouvons retirer diverses informations qui nous serons utiles, par la suite, pour notre métier d'enseignant. En effet, nous avons pu voir grâce à ce mémoire que le déplacement n'est pas forcément bénéfique pour les apprentissages. Cependant nous avons également vu que notre étude contenait de nombreux biais qui ont pu impacter nos résultats et que le déplacement s'est montré bénéfique pour les apprentissages dans l'exercice 1. Nous ne pouvons donc pas complètement exclure la possibilité et donc exclure de nos pratiques enseignantes, le fait que le mouvement peut aider les élèves dans leurs apprentissages. En effet, il est possible que le déplacement est eu un effet seulement dans l'exercice 1, puisque cet exercice est celui qui se rapproche le plus de ce qui a été travaillé lors des entraînements sur la bande numérique. Le déplacement corporel ou l'observation de celui-ci, ont donc pu permettre aux élèves de progresser sur la représentation mentale de la ligne numérique mais pas sur la comparaison de nombres ni sur la résolution de problèmes.

Sur le plan plus pratique, nous avons également pu remarquer lors des passassions individuelles, qu'il était pratiquement impossible en tant qu'enseignant de réaliser ces entraînements individuellement. En effet, cet entraînement dure environ 20 minutes par élève. Si l'enseignant possède une classe avec dix grandes sections, il lui faudrait environ 3h30 pour faire passer tous les élèves pour un seul entraînement, ce qui est en réalité impossible en tant qu'enseignant. Cependant, nous avons également pu voir grâce à nos résultats, que le fait d'effectuer le déplacement avait le même impact sur les apprentissages que de l'observer. Nous pourrions donc adapter ces séances réalisées individuellement, en séance collective (ou en petit groupe) où seul l'enseignant est amené à se déplacer et où les élèves observent son déplacement. Ainsi, il serait donc beaucoup plus facile pour l'enseignant de réaliser ces séances d'entraînement dans une classe.

La réalisation de ce mémoire, nous a également permis de nous familiariser avec la recherche. En effet, le fait de travailler sur une recherche scientifique, nous a permis de nous

rapprocher et de nous intéresser aux nombreux articles scientifiques existant et ainsi nous aider à mieux les comprendre. Dans notre métier, la recherche est importante puisqu'elle nous permet de mieux comprendre nos élèves et ainsi de les aider plus facilement. En effet, de nombreuses recherches nous aident à avoir une pratique enseignante plus efficace avec des méthodes d'enseignement plus adaptées. Ce mémoire nous a également permis d'obtenir un avis critique sur les recherches que nous trouvons et ainsi de savoir si celles-ci sont fiables. Cela va nous permettre par la suite de nous appuyer sur des recherches avec des résultats fiables.

Enfin, travailler en binôme sur ce mémoire nous a donné l'occasion de collaborer sur une partie de son élaboration et sur la réalisation des pré-tests, post-tests et des entraînements ce qui est bénéfique pour notre futur métier. En effet, en étant enseignant, nous sommes amenés à collaborer régulièrement avec nos collègues.

Pour conclure ce mémoire, nous n'avons pas pu montrer que le déplacement corporel des élèves était significativement bénéfique pour tous les apprentissages des élèves. En effet, notre étude n'a pas montré d'effet significativement bénéfique du déplacement pour la comparaison de nombres ni pour la résolution de problèmes. Cependant, nous avons pu voir que le déplacement corporel des élèves, ou son observation, étaient significativement bénéfiques pour la représentation mentale de la ligne numérique des élèves. De plus, nous avons pu voir que le déplacement corporel, réalisé par l'élève, n'est pas plus favorable pour les apprentissages que l'observation du déplacement réalisé par l'enseignant. Cependant, suite à notre étude, nous ne pouvons pas conclure sur l'inefficacité du déplacement corporel puisqu'en effet, nous avons pu voir que notre étude comporte de nombreux biais. Il serait donc intéressant de la refaire en maîtrisant ces biais ou en l'approfondissant pour en retirer une conclusion plus fiable. Néanmoins, sur le plan personnel et professionnel, ce mémoire nous a beaucoup apporté pour notre futur métier ainsi que pour nos connaissances personnelles. En effet, cela nous a permis de nous poser de nombreuses questions sur l'enseignement et de chercher des réponses dans la recherche. Cette démarche que nous avons eu nous suivra toute notre carrière puisque les pratiques d'enseignement se basent sur des résultats de recherches qui se renouvellent sans cesse et qui permettent aux enseignants d'adapter leurs pratiques pour être au plus proche du développement des élèves.

## Bibliographie


Bara, F. & Tricot, A. (2017). Le rôle du corps dans les apprentissages symboliques : apports des théories de la cognition incarnée et de la charge cognitive. *Recherches sur la Philosophie et le Langage*, 219-249. hal-01889164

Barth, B. M. (1985). Jérôme Bruner et l'innovation pédagogique. *Communication et Langages*, *66*, 46 58. https://doi.org/10.3406/colan.1985.3656

Dackermann, T., Fischer, U., Nuerk, H. C., Cress, U., & Moeller, K. (2017). Applying embodied cognition : from useful interventions and their theoretical underpinnings to practical applications. *ZDM Mathematics Education*, *49*(4), 545 557. https://doi.org/10.1007/s11858-017-0850-z

Gimbert, F. (2016). *L'appréhension des quantités par la vision ou le toucher : son développement et son rôle dans les apprentissages numériques chez l'enfant* [Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes). Repéré à https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01472814.

Lestage, P. (2009). *Jérôme BRUNER* [Diapositives]. Repéré à https://www.bing.com/search?q=IUFM+du+Limousin+2008-2009+Philippe+LESTAGE&qs=n&form=QBRE&sp=-1&pq=iufm+du+limousin+2008-2009+philippe+lestage&sc=0-43&sk=&cvid=63FE42D6FDAA48D2A45473E4021D1AE1

Lieury, A., & Calvez, F. (1986). Le double codage des dessins en fonction du temps de présentation et de l'ambiguïté. *L'année Psychologique*, *86*(1), 45 61. https://doi.org/10.3406/psy.1986.29122

Link, T., Moeller, K., Huber, S., Fischer, U., & Nuerk, H. C. (2013). Walk the number line – An embodied training of numerical concepts. *Trends in Neuroscience and Education*, *2*(2), 74 84. https://doi.org/10.1016/j.tine.2013.06.005.

Maille, C. (2019). La théorie du double codage d'Allan Paivio. Repéré à https://chmpsy.com/2019/05/06/la-theorie-du-double-codage-dallan-paivio/

Masurel, A. (2015). *Développement de l'enfant* [Diapositives]. Repéré à https://www.bing.com/search?q=Masurel%2C+A.+%282015%2C+23+juin%29.+Développement+de+l'enfant&qs=n&form=QBRE&sp=-1&pq=masurel%2C+a.+%282015%2C+23+juin%29.+développement+de+l'enfant&sc=1-54&sk=&cvid=677C23CD96384A228C1FE602F6078A6C

Mavilidi, M. F., Okely, A., Chandler, P., Louise Domazet, S., & Paas, F. (2018). Immediate and delayed effects of integrating physical activity into preschool children's learning of numeracy skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, *166*, 502 519. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.009

Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse. (2019). *Note d'information PISA 2018 : culture mathématique, culture scientifique et vie de l'élève* (publication n°19.50). Repéré à https://www.education.gouv.fr/pisa-2018-culture-mathematique-culture-scientifique-et-vie-de-l-eleve-6209

Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse. (2020). *Programme du cycle 1, En vigueur à la rentrée 2020* (publication n°31). Repéré à https://eduscol.education.fr/83/j-enseigne-au-cycle-1

Muñoz Ferrada, M. (2007). Le progrès développemental de la connaissance des nombres au préscolaire en tant que prédicteur de la réussite en mathématiques à la fin de la première année du primaire.

Piaget, J. (1955). Les stades du développement intellectuel de l'enfant et de l'adolescent. Le problème des stades en psychologie de l'enfant. 33-42, 56-61, 72-75, 96-99.

Schäfer-Altiparmakian, M. (s.d.). Psychologie et développement de l'enfant. CEMEA-Pays de la Loire.

Simonin, A. (2015). *La ligne numérique mentale chez les enfants de 8 à 12 ans : proposition d'un outil d'évaluation.* [Mémoire, Université de Franche-Comté].

# Sommaire des annexes

Annexe 1 : script de la séance sur le 0.....I

Annexe 2 : exemple de ligne numérique pour l'exercice 1 des pré- et post-tests.....I

Annexe 3 : script de l'exercice 1 des pré- et post-tests.....….....I

Annexe 4 : exemple de nombre à comparer pour l'exercice 2 des pré- et post-tests.....II

Annexe 5 : script de l'exercice 2 des pré- et post-tests.....II

Annexe 6 : script de l'exercice 3 des pré- et post-tests.....III

Annexe 7 : bande numérique utilisée lors des séances d'entraînements.....III

Annexe 8 : script de la séance 1 de la condition 1.....IV

Annexe 9 : ligne numérique donnée aux élèves lors de la première séance d'entraînement.....V

Annexe 10 : partie du jeu de cartes donné aux élèves lors de la deuxième séance d'entraînement.....V

**Annexe 1 : script de la séance sur le 0.**

Compétence : connaître le 0, son écriture en chiffre arabe, le mot nombre, et son sens comme absence de quantité.
Matériel nécessaire : une boîte à chaussure, 3 jetons
Durée : 10 min Avec le groupe classe/de GS, au coin regroupement
« Pendant les jeux que nous ferons avec des nombres, nous verrons un nombre particulier qui s'appelle le zéro. Regardez, je prends cette boîte (sans le couvercle). Je mets 3 jetons dedans [montrer à tous les élèves l'intérieur de la boîte] Je retire les 3 jetons [montrer à nouveau l'intérieur de la boîte aux élèves] Combien y a-t-il de jetons maintenant ? » [En principe les élèves vont répondre : « rien », « il n'y en a plus », peut-être « zéro »] [Je valide] « Oui, il n'y a pas de jeton, la boîte est vide. On dit qu'il y a zéro jeton ». [Je continue] « Savez-vous comment s'écrit le chiffre du zéro ? » [Un élève le désigne sur la ligne numérique ou l'écrit au tableau, je valide ou corrige, je le dessine au tableau, j'ajoute temporairement un carton avec l'écriture chiffrée du zéro à gauche de la bande numérique]. Refaire avec la même boîte mais en utilisant le couvercle et avec la quantité 2 : « On va faire un autre essai. Je mets 2 jetons dans la boîte et je ferme le couvercle. Combien y a-t-il de jetons dans ma boîte ? Oui, il y en a 2. Maintenant j'enlève deux jetons et je ferme la boîte. Combien y a-t-il de jetons maintenant ? Oui il n'y en a plus, il y en a zéro [on ouvre la boîte pour valider]. »

**Annexe 2 : exemple de ligne numérique pour l'exercice 1 des pré- et post-tests**

**Annexe 3 : script de l'exercice 1 des pré- et post-tests**

« Voici une ligne/bande numérique mais il s'est passé quelque chose. C'est comme quand Cédric et Stan ont joué avec la ligne au sol. Cédric a effacé presque tous les nombres. Il ne reste que le premier et le dernier nombre. Connais-tu ce nombre ? [montrer 0] Connais-tu celui-ci ? [montrer 10] ». Si nombres non connus dire : « C'est le 0 » et « C'est le 10 ».

« Nous allons faire un petit jeu, je vais te montrer des endroits sur cette ligne et tu dois me dire quel nombre devrait normalement être à cet endroit. On essaie. Quel nombre devrait se trouver ici ? [montrer avec l'index le trait de l'item d'entraînement]»

Si la réponse donnée est = ou > 5 ou si l'élève ne donne pas de réponse dire « Peux-tu me rappeler quel est ce nombre ? [montrer 0] Et celui-ci ? [montrer 10].

[Noter si les réponses données sont correctes dans la partie remarque de l'Ex 1 puis poursuivre avec les items suivants]

Items : A : 9 ; B : 5 ; C : 6 ; D : 7 ; E : 4 ; F : 3 ; G : 2 ; H : 8 ; I : 1

Ne pas faire de retour sur la réponse donnée, dire simplement « d'accord » ou « merci ». Une fois l'exercice fini dire : « Tu as terminé le premier exercice, bravo ! Nous allons passer au suivant »

**Annexe 4 : exemple de nombre à comparer pour l'exercice 2 des pré- et post-tests**

Item_1

| | |
|---|---|
| 2 | 8 |

**Annexe 5 : script de l'exercice 2 des pré- et post-tests**

[Avec les 3 items d'entrainement] « Je vais te montrer deux nombres. Montre-moi celui qui est le plus grand. Merci ! Essayons avec deux autres » [On ne corrige pas !]

[Préparer un compte à rebours pour 1 minute.] « Maintenant nous allons continuer avec d'autres nombres et lorsque tu entendras la sonnerie on s'arrêtera. Le but du jeu est d'essayer d'avoir le plus de bonnes réponses en 1 minute. Si tu ne termines pas tout le classeur c'est normal, il y en a beaucoup, ne t'inquiète pas. Es-tu prêt ? C'est parti ! »

[Ne pas faire de retour sur la réponse donnée, tourner simplement la page.]

[Lorsque la sonnerie retentit] « Bravo, on s'arrête là, tu as fini le deuxième exercice ! »

**Annexe 6 : script de l'exercice 3 des pré- et post-tests**

« Aujourd'hui, je vais te dire quelques petites histoires avec des nombres. Chaque histoire se termine par une question et toi tu dois essayer de trouver une réponse. Prends bien le temps de réfléchir avant de me donner ta réponse. Il y a des choses que tu sauras et des choses que tu ne sauras pas, c'est normal/ ce n'est pas grave. »

Dire les énoncés suivants dans l'ordre ci-dessous. Laisser 30s maximum par problème. Une fois la minute et demi écoulée, si aucune réponse n'a été donnée, malgré la répétition de l'énoncé, dire « nous allons passer à une autre histoire ».

Dans le cas où l'élève désigne la réponse avec ses doigts (que ce soit correct ou non), lui demander comment s'appelle ce nombre ?

Entr_1- Max avait 2 billes. Il en gagne 1. Combien de billes a-t-il en tout ?

Entr_2- Amélia avait 4 gâteaux. Elle en mange 2. Combien de gâteaux lui reste-t-il ?

1. Léo avait 3 billes. Il en gagne 2. Combien de billes a-t-il en tout ?
2. Emma avait 5 pommes. Elle en mange 2. Combien lui en reste-t-il ?
3. Alex avait 7 billes. Il en perd 2. Combien de billes lui reste-t-il ?
4. Lyna avait 8 cerises. Elle en cueille 2. Combien de cerises a-t-elle en tout ?
5. Paul avait 9 perles. Il en perd 3. Combien de perles lui reste-t-il ?
6. Lou avait 6 perles. Elle en gagne 3. Combien de perles a-t-elle en tout ? Ne pas faire de retour sur la réponse donnée, dire simplement « d'accord » ou « merci ». Une fois l'exercice fini dire : « Tu as tout terminé, bravo ! Nous allons retourner en classe maintenant. »

**Annexe 7 : bande numérique utilisée lors des séances d'entraînements**

**Annexe 8 : script de la séance 1 de la condition 1**

Mise en place et consignes :

L'élève est debout sur la position de départ pour écouter la consigne.

« Tu te souviens, la dernière fois, je t'ai montré cette ligne qui commence à 0 et qui va jusqu'à 10. Je t'avais raconté que Cédric avait fait une blague à son copain Stan en enlevant les pancartes qui indiquent les bons nombres et qui sont sur le chemin entre 0 et 10. Aujourd'hui, nous allons jouer à retrouver ces nombres. »

Pour commencer tu te retourneras dos à la ligne et tu fermeras les yeux. Quand tu les rouvriras, tu pourras te retourner. Tu pourras alors voir que Stan sera positionné à la place d'une pancarte indiquant un des nombres entre 0 et 10 sur la ligne. Regarde on va faire un exemple. Ferme les yeux ».

[Positionner Stan sur la position 4]

« Tu peux ouvrir les yeux. Vois-tu où est Stan ? Ce que tu devras faire une fois que tu l'auras vu, c'est aller jusqu'au 0. Une fois arrivé au 0, tu partiras du zéro puis tu te déplaceras en marchant en suivant la ligne jusqu'à rejoindre Stan. On va le faire une fois ensemble. »

[Se déplacer avec l'élève jusqu'au 0]

« Là tu vois, tu es au point de départ de la ligne. Peux-tu me redire sur quel nombre on est ? [si pas de réponse, confirmer : « là tu es sur le zéro »]. »

[Puis aller jusqu'à la position 4]

« Une fois arrivé.e, le jeu est de trouver à la place de quel nombre est Stan. Aujourd'hui, je vais te montrer une petite ligne avec tous les nombres écrits et tu pourras me montrer à la place de quel nombre est Stan. Par exemple, ici, tu penses que l'on est à la place de quel nombre ? Indique-moi le nombre sur cette feuille. ». [Demander à l'enfant de montrer sur la ligne miniature]. Et donc ici, dis-moi à la place de quel nombre on est alors ? ».

Si bonne réponse : indiquer « Oui c'est le nombre 4. Regarde comment il s'écrit [Montrer la pancarte 4]. Tu vois où il est placé sur la ligne. Regarde où nous sommes placés. Le zéro est là-bas [le désigner] et le 10 est là-bas [le désigner] ».

Si mauvaise réponse : indiquer « Cette fois ci, ce n'est pas la bonne réponse [Adapter le voc pour rassurer l'élève, surtout sur les essais d'entraînement ou les premiers essais]. Ici c'est le nombre 4 qu'il fallait trouver. Regarde comment il s'écrit [Montrer la pancarte 4]. Toi tu as donné un nombre plus grand / plus petit que le nombre 4. Tu vois où tu es avec Stan quand tu es au niveau du nombre 4. Regarde où tu es placé par rapport à la ligne. Le zéro est là-bas [le

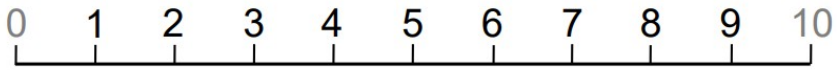
désigner] et le 10 est là-bas [le désigner] ».

« Maintenant tu vas repartir du nombre 4 (d'ici) et tu vas aller te déplacer en marchant jusqu'au 10. »

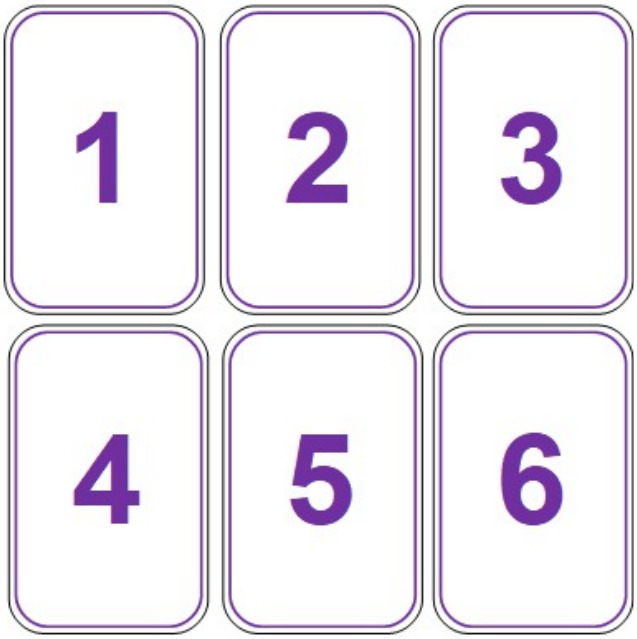
[Une fois arrivé sur le 10]

« Peux-tu me redire sur quel nombre tu es ici ? [si pas de réponse, confirmer : « là tu es sur le dix »]. Maintenant que tu es arrivé au 10, tu peux retourner te placer sur la croix. A présent nous avons fini cet exemple et nous allons faire le même jeu plusieurs fois de la même façon mais pour d'autres nombres. Mais cette fois, tu te déplaceras tout seul. As-tu bien compris ? »

**Annexe 9 : ligne numérique donnée aux élèves lors de la première séance d'entraînement.**




**Annexe 10 : partie du jeu de cartes donné aux élèves lors de la deuxième séance d'entraînement.**



Institut national supérieur du professorat et de l'éducation
Académie de Grenoble

**Année universitaire 2021-2022**

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

**Titre du mémoire :** L'effet du déplacement corporel sur les apprentissages numériques fondamentaux en grande section

**Auteur :** Elodie Grienay

**Résumé :**

Nous avons constaté, suite à nos recherches, que les compétences mathématiques enseignées en grande section sont importantes pour les futures acquisitions des élèves. De plus, nous avons pu voir que des études ont montré que le déplacement était bénéfique pour les apprentissages des élèves en comparaison avec l'observation du déplacement de l'enseignant et aucun déplacement. Nous avons donc voulu tester dans notre mémoire si le déplacement était bénéfique pour l'apprentissage des mathématiques et en particulier, dans l'apprentissage de la ligne numérique mentale en Grande section de maternelle. Pour cela, nous avons mis en place une étude auprès de 117 élèves de grande section. Cette étude comprenait un pré-test, trois entraînements et enfin un post-test. Suite à l'analyse de nos données, nous avons constaté que le déplacement corporel des élèves et son observation n'étaient pas significativement bénéfiques pour tous les apprentissages des élèves. En effet, ceux-ci ne se sont révélés bénéfiques que pour la représentation mentale de la ligne numérique. Nous avons également pu voir que le déplacement corporel, réalisé par l'élève, n'est pas plus favorable pour les apprentissages que l'observation du déplacement réalisé par l'enseignant.

**Mots clés :** mathématiques – déplacement corporel – GS – ligne numérique mentale

**Abstract :**

Our research shows that the mathematical skills taught in kindergarten are important for pupils' future learning. Furthermore, we found that studies have shown that moving is beneficial for students' learning compared to no movement and only observation of the teacher's movement. We therefore wanted to verify in our dissertation whether movement

was beneficial for learning mathematics and, in particular, for learning the mental number line. To do this, we set up a study of 117 pupils in kindergarten. This study included a pre-test, three training sessions and a post-test. Following the analysis of our data, we noticed that the pupils' body movement and its observation were not significantly beneficial for all kinds of pupils' learning. Indeed, it was only beneficial for the mental representation of the number line. We could also see that the body movement, carried out by the pupil, is not more favourable for learning than the observation of the movement carried out by the teacher.

**Keywords :** mathematics – displacement – kindergarten – mental number line