

DEPARTEMENT ORTHOPHONIE  
FACULTE DE MEDECINE  
Pôle Formation  
59045 LILLE CEDEX  
Tél : 03 20 62 76 18  
*departement-orthophonie@univ-lille.fr*



 Université  
de Lille

 **ufr35**  
faculté  
de médecine

# MEMOIRE

En vue de l'obtention du  
Certificat de Capacité d'Orthophoniste  
présenté par

**Margot HISTE**

soutenu publiquement en juin 2022

## **Stimulation des compétences mathématiques précoces**

**Comparaison des effets des jeux de société versus tablettes  
numériques sur les compétences mathématiques des élèves de  
maternelle intégrés dans un réseau d'éducation prioritaire**

MEMOIRE dirigé par

**Sandrine MEJIAS**, Maître de conférences, Université de Lille, Lille

**Sophie RAVEZ**, Orthophoniste et enseignante, Université de Lille, Lille

Lille – 2022

---

## Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier mes directrices de mémoire, Mme Mejias et Mme Ravez pour leurs conseils, leur bienveillance et leur disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je suis reconnaissante envers les enseignants, les enfants ainsi que leur parents pour leur implication.

Je tient également à remercier l'équipe luxembourgeoise pour le partage de leur travail.

Je souhaite également remercier Elise et Juliette, mes maîtres de stage et futures collègues, pour leur bienveillance, leur soutien, et pour tout ce qu'elles m'ont appris.

Pour toutes ces années d'études, je souhaite tout d'abord remercier mes parents, ma sœur, mon frère, qui m'ont toujours soutenue, en toutes circonstances. Merci aussi à Francine et Jacques, ma seconde famille lilloise, pour m'avoir offert un toit et leur joie de vivre. Merci à mes amis pour leur soutien, j'ai hâte de commencer cette nouvelle vie à vos côtés. Merci à Jérémy, mon binôme de l'ombre, pour m'avoir autant facilité la vie pendant cette année mouvementée. Enfin, j'ai une pensée pour mon papa, qui m'a transmis sa passion pour les métiers de la santé et qui, je le sais, aurait été fier de ses filles.

---

## **Résumé :**

Les jeunes enfants développent de nombreuses compétences mathématiques précoces, grâce aux apprentissages réalisés dans le cercle familial. Ces compétences sont également entraînées de manière plus formelle dans l'environnement scolaire. C'est aussi durant l'enfance que les premières difficultés d'apprentissage des mathématiques sont observées, et notamment parmi les milieux socio-économiques les moins favorisés. L'objectif de cette étude était d'étudier les effets d'un entraînement réalisé à partir de deux supports de stimulation ludiques, les jeux de société et les tablettes numériques, sur le développement des compétences mathématiques précoces, selon le milieu socio-économique.

Nous avons comparé des enfants de moyenne et grande sections, selon s'ils faisaient partie d'un Réseau d'éducation prioritaire ( $N = 45$ ) ou s'ils n'en faisaient pas partie ( $N = 101$ ). Nous avons également étudié les effets du support d'entraînement, ainsi que les habitudes de jeux à la maison.

Nous avons observé un bénéfice des entraînements pour chacun des deux groupes. Néanmoins, l'intervention n'a pas permis de réduire l'écart initial constaté entre les enfants selon leur milieu socio-économique. En ce qui concerne les habitudes de jeux à la maison et les effets du support, notre étude n'a pas permis de révéler de différence significative.

Ces résultats semblent démontrer l'efficacité d'une intervention précoce et ludique. Néanmoins, le gain plus faible des enfants en REP ne corrobore pas les résultats observés dans la littérature. Ceci nous laisse supposer que l'amélioration du protocole doit être poursuivie et que la prévention précoce des troubles mathématiques représente un enjeu essentiel de la pratique orthophonique.

## **Mots-clés :**

compétences mathématiques précoces, jeux de société, tablettes, réseaux d'éducation prioritaire

---

**Abstract :**

Young children are developing a lot of early mathematical skills as a result of learning within the family circle. These skills are also trained more formally in the school environment. It is also during childhood that the first difficulties in learning mathematics are observed, especially among the least privileged socio-economic backgrounds. The aim of this study was to investigate the effects of training with two playful stimuli, board games and digital tablets, on the development of early mathematical skills, according to socio-economic background.

We compared children in preschool and 2<sup>nd</sup> kindergarten grade according to whether they were part of a priority education area (Réseau d'Education Prioritaire)( N = 45) or not (N = 101). We also studied the effects of the training medium, as well as the play habits at home.

We observed a benefit of the training sessions for both groups. Nevertheless, the intervention did not reduce the initial gap found between children according to their socioeconomic background. Regarding home play habits and the effects of support, our study did not reveal any significant difference.

These results seem to demonstrate the effectiveness of early and playful intervention. Nevertheless, the lower gain for children in REP does not support the results observed in the literature. This suggests that the protocol needs to be further improved and that early prevention of mathematical disorders is an essential challenge in speech-language pathologists' practice.

**Keywords :**

early mathematical skills, board games, tablets, socio-economic factors

---

# Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Contexte théorique, buts et hypothèses.....</b>	<b>2</b>
1. Développement des compétences mathématiques précoces.....	2
1.1. Représentation et manipulation des quantités.....	2
1.1.1. Code analogique.....	3
1.1.2. Codes symboliques.....	3
1.1.3. Ligne numérique mentale.....	4
1.2. Mémoire de travail.....	4
1.3. Facteurs socio-émotionnels.....	5
2. Le début des apprentissages formels à l'école.....	6
2.1. L'éducation prioritaire.....	6
2.1.1. Les objectifs.....	6
2.1.2. L'organisation des réseaux de l'Académie de Lille.....	6
2.2. L'enseignement des mathématiques en maternelle REP.....	7
2.2.1. Les compétences à acquérir.....	7
2.2.2. Les méthodes employées.....	8
2.2.3. Importance des dispositifs d'entraînement.....	8
2.2.4. Place du numérique.....	9
2.2.5. Place des jeux de société.....	9
3. Buts et hypothèses.....	10
<b>Méthode.....</b>	<b>11</b>
1. Participants.....	11
2. Procédure.....	11
3. Matériel.....	12
3.1. Questionnaires parentaux.....	12
3.2. Pré-tests & Post-tests.....	12
3.3. Entraînements.....	13
<b>Résultats.....</b>	<b>15</b>
1. Habitudes de jeux à la maison.....	15
2. Evolution des résultats entre les prétests et les post-tests.....	15
3. Comparaison selon le milieu socio-économique.....	18
4. Comparaison selon le support d'entraînement.....	19
<b>Discussion.....</b>	<b>20</b>
1. Mesure de l'effet de l'entraînement sur les compétences mathématiques précoces.....	21
1.1. Evolution entre les pré et post-tests pour chacun des groupes (NP et REP).....	21
1.2. Mesure de l'effet du milieu socio-économique avant, pendant et après l'intervention.....	23
1.3. Mesure de l'effet du support.....	24
1.4. Limites méthodologiques.....	25
2. Implications dans la pratique.....	26
3. Pistes de futures recherches.....	27
<b>Conclusion.....</b>	<b>28</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>29</b>
<b>Liste des annexes.....</b>	<b>34</b>
Annexe n°1 : Autorisation parentale & questionnaire.....	34
Annexe n°2 : Protocole de test.....	34
Annexe n°3 : Ordre des entraînements.....	34
Annexe n°4 : Notice d'impression des jeux de société.....	34
Annexe n°5 : Activités proposées dans la nouvelle mallette et compétences travaillées (Bisiaux, 2020 ; Poitou, 2020).....	34

# Introduction

Les mathématiques font partie de notre quotidien et ceci depuis notre plus jeune âge. L'enfant apprend d'abord à compter avec ses parents, son entourage familial, puis ses savoirs continuent de s'étendre et se consolider lors de son entrée à l'école. Cependant, nous ne sommes pas tous égaux face aux mathématiques. Les recherches actuelles s'accordent sur l'étiologie des difficultés mathématiques, qui seraient la conséquence d'un trouble neuropsychologique (Dehaene et al., 2003). Le modèle anatomique et fonctionnel de la construction du nombre (Dehaene, 1992) est l'un des plus utilisés dans ce domaine. Les récentes découvertes basées sur leurs travaux supportent l'existence de plusieurs réseaux neuronaux interdépendants impliqués dans le traitement des nombres chez l'adulte (Dehaene et al., 2003).

Il existe cependant moins d'études pour décrire le fonctionnement de la cognition mathématique chez l'enfant. Qu'elle soit due à un déficit d'origine génétique ou secondaire à un autre trouble, comme un trouble du langage (Von Aster & Shalev, 2007), l'apparition des difficultés mathématiques des enfants est influencée par l'environnement dans lequel ils évoluent, avant même leur entrée à l'école (Starkey et al., 2004). Les connaissances des parents de faible milieu socio-économique, leur attitude envers les apprentissages numériques, les ressources pédagogiques dont ils disposent sont autant de facteurs qui expliquent les différences avec les enfants issus de milieux socio-économiques favorisés (Elliott & Bachman, 2018).

Pour répondre aux besoins particuliers des élèves issus d'un faible milieu socio-économique, il apparaît donc essentiel de prévenir l'apparition de leurs troubles le plus précocement possible. Ce mémoire s'inscrit dans une démarche de prévention, qui fait partie des champs d'intervention de l'orthophoniste. Quelques études interventionnelles ont d'ores et déjà été menées dans des établissements scolaires francophones (Pazouki et al., 2018 ; Cornu et al., 2019). L'objectif principal était de mesurer les effets de sessions d'entraînements, en complément du programme d'enseignement des mathématiques préconisé par le Ministère de l'Education Nationale. Ce mémoire se situe dans le cadre du projet Kids e-Stim mené au sein de l'Université de Lille. Dans ce projet, la stimulation des compétences mathématiques précoces est réalisée à l'aide de deux supports. Différentes activités effectuées à partir de tablettes numériques et de jeux de sociétés ont ainsi été appariées, de manière à constituer un protocole d'entraînements de difficulté progressive. Cette étude a pour objectif de comparer les effets des deux supports sur les performances des élèves issus de milieux socio-économiques défavorisés. Elle vient également compléter les résultats obtenus dans des milieux socio-économiques favorisés, ce qui nous permettra d'établir des comparaisons entre les différents milieux.

Dans un premier temps, ce travail de recherche abordera le contexte théorique dans lequel il s'inscrit actuellement. Nous étudierons ainsi le développement des compétences mathématiques précoces à partir d'un modèle théorique : le modèle développemental de Von Aster & Shalev (2007). Puis nous verrons comment ces apprentissages prennent place dans les milieux scolaires concernés par le dispositif d'Education prioritaire.

Dans un second temps, nous présenterons la méthode employée pour la mise en place des entraînements et les analyses. Nous pourrons ensuite étudier les résultats obtenus puis les discuter.

# Contexte théorique, buts et hypothèses

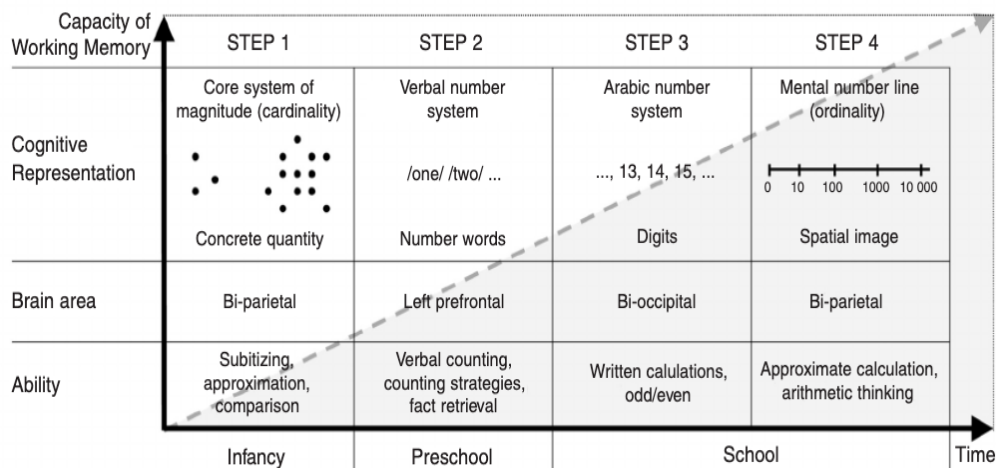
## 1. Développement des compétences mathématiques précoces

Grâce aux recherches en neuropsychologie, plusieurs architectures du développement de la cognition mathématique sont apparues. Le modèle développemental de la cognition numérique (Von Aster et Shalev, 2007) est un modèle quasi hiérarchique qui prend en compte les différents aspects de la maturation cognitive chez le jeune enfant. Il sert donc généralement de base sur laquelle peut s'appuyer une stratégie d'intervention précoce (Cornu et al., 2019). Cet aspect développemental est précisé par Kaufmann et ses collaborateurs (2011) qui ont observé un fonctionnement cérébral particulier chez l'enfant lorsqu'il effectue des tâches numériques. En effet, les modèles actuels élaborés pour le fonctionnement cognitif adulte, comme le modèle du Triple Code (Dehaene, 1992), ne prennent pas toujours en compte l'influence de fonctions plus générales. A partir de leurs résultats et de l'étude des modèles existants, Kaufmann et ses collaborateurs (2011) ont donc tenté d'élaborer un nouveau modèle développemental dans lequel ils décrivent 5 ressources cognitives et non-cognitives également en lien avec le développement de compétences mathématiques précoces. Parmi celles-ci, nous nous intéressons notamment à la maturation de la mémoire de travail, également décrite dans le modèle de Von Aster et Shalev (2007), ainsi qu'aux facteurs socio-émotionnels.

### 1.1. Représentation et manipulation des quantités

Von Aster et Shalev (2007) décrivent 4 étapes qui se succèdent et illustrent le processus d'acquisition du nombre. Dans les 3 premières étapes, ils apportent des précisions sur les différents codes non-symboliques et symboliques, déjà décrits par Dehaene dans le modèle du Triple Code (1992). Ils ajoutent également la ligne numérique mentale qui se développe après les codes.

Figure 2 : modèle développemental en 4 étapes (issu de Von Aster et Shalev, 2007)



### 1.1.1. Code analogique

Le développement de la représentation du nombre a pour fondement une capacité innée de traiter les quantités analogiques (par exemple, une constellation de points). Cette capacité représente la première étape du modèle de Von Aster & Shalev (2007). Elle a été observée dès la naissance et solliciterait les représentations numériques non-verbales (Sarnecka et Carey, 2008). Les bébés seraient ainsi capables d'identifier la magnitude d'une collection, c'est-à-dire la quantité d'objets qui la composent, à partir de deux systèmes non-symboliques : le système numérique approximatif (SNA) et le système numérique précis (SNP). Le SNA permet d'établir de manière approximative la numérosité de grandes collections d'objets (supérieure à 4). Par conséquent, l'enfant peut rapidement et approximativement estimer ou comparer les quantités contenues dans des collections. Le SNP, qui renvoie au processus de *subitizing*, permet quant à lui de déterminer de manière rapide et exacte des quantités d'objets inférieures à 4 sans recourir au comptage (Feigenson et al., 2004). Chez des enfants plus âgés, le code analogique permettrait d'effectuer des calculs approximatifs (Von Aster & Shalev, 2007) et sous-tendrait l'apprentissage des codes symboliques.

### 1.1.2. Codes symboliques

Dans son modèle du Triple Code, Dehaene (1992) distingue 2 codes symboliques. Selon Von Aster & Shalev (2007), la capacité de traiter et manipuler ces 2 codes correspond à 2 étapes qui se développeraient successivement.

Le code verbal oral est composé d'un lexique dont les mots se suivent selon un ordre strict. Conjointement à l'apparition du langage, les enfants d'âge préscolaire apprennent donc la « comptine numérique ». Celle-ci va devenir de plus en plus longue, notamment grâce à la découverte des règles combinatoires. En effet, il existerait des preuves de la connaissance de la syntaxe qui régit la forme verbale des grands nombres chez des enfants d'âge préscolaire bien avant qu'ils ne soient capables de compter jusqu'à ces nombres (Barrouillet et al., 2010). Plus les enfants grandissent, plus ils vont pouvoir s'appuyer sur ces capacités précoces pour former des combinaisons de mots-nombre à l'infini. De 3;6 ans à 8 ans, Fuson et ses collaborateurs (1982) décrivent 5 étapes dans l'évolution de la chaîne numérique verbale chez l'enfant :

1. Le stade « chapelet » : les mots-nombres sont perçus comme un tout indifférencié que récite l'enfant, sans qu'il n'en comprenne la signification
2. La chaîne insécable : l'enfant peut différencier les mots-nombres et les associer au pointage. Il doit cependant toujours compter à partir de 1. La seule contrainte qui peut lui être donnée est une borne supérieure : « peux-tu compter jusque 10 ? »
3. La chaîne sécable : l'enfant peut compter à partir d'une borne inférieure. Il peut aussi donner les mots-nombres qui viennent juste avant et juste après un mot-nombre donné
4. La chaîne numérique : les mots sont perçus comme des unités numériques. L'enfant est capable de compter  $x$  pas à partir d'un nombre
5. La chaîne bidirectionnelle : la chaîne numérique verbale est automatisée, l'enfant peut compter dans les deux sens



Les enfants vont donc commencer par apprendre à manipuler le lexique mathématique pour peu à peu lui associer la notion de quantité. Dès lors, l'enfant va pouvoir effectuer un dénombrement : chaque objet d'un ensemble est associé au pointage pour permettre à l'enfant de déterminer la cardinalité de l'ensemble.

D'après Von Aster et Shalev (2007), l'apprentissage de ce code verbal oral apparaît comme une base nécessaire à la mise en place d'une troisième étape : l'apprentissage du système numérique indo-arabe. Celui-ci est enseigné à partir de l'école maternelle. Les enfants apprennent à reconnaître les 10 chiffres arabes allant de 0 à 9, qui permettent d'accéder aux représentations arabes des nombres, ainsi que le système positionnel qui en régit l'écriture. Von Aster et Shalev (cf. figure 1) indiquent que ce code serait également activé lors de la pose écrite des calculs, enseignée à partir de l'école élémentaire, ainsi que dans les jugements de parité.

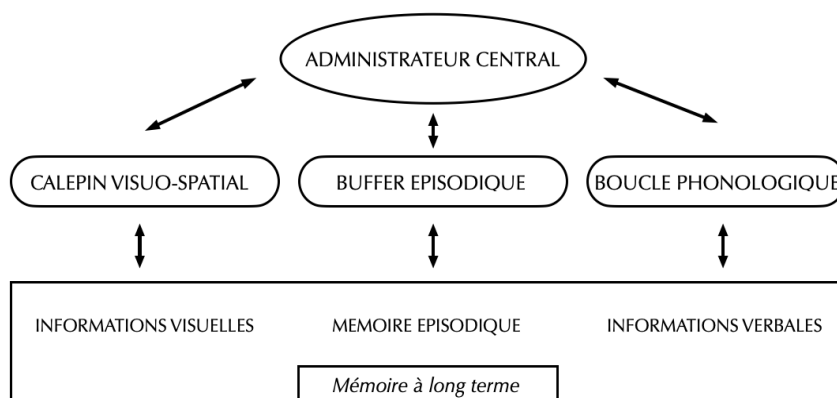
### **1.1.3. Ligne numérique mentale**

De nombreux travaux mettent en évidence l'existence d'une représentation spatiale de la magnitude numérique, appelée ligne numérique mentale (Dehaene et al., 1993). Dans le modèle de Von Aster & Shalev (2007), elle représente la quatrième étape du développement numérique. Cette relation entre nombre et espace interviendrait avant l'apprentissage. Il existerait ainsi chez le jeune enfant une orientation spatiale de la quantité, allant de la gauche (pour les nombres les plus petits) vers la droite (pour les nombres les plus grands). A l'origine, cette idée provient de l'effet SNARC (Spatial Numerical Association of Response Codes) qui a été observé dans une tâche de jugement de parité (Dehaene et al., 1993). Le sujet devait comparer la parité de nombres entre 0 et 9 en appuyant à gauche ou à droite (modalités inversées entre les groupes). Les réponses données avec la main gauche étaient plus rapides pour les petits nombres et inversement pour la main droite. Cette organisation linéaire suivrait en outre une compression logarithmique, c'est-à-dire que plus les quantités sont grandes, moins leur représentation numérique est précise (Feigenson et al., 2004). Par ailleurs, un enfant de 6 ans peu précis pour placer un nombre sur une ligne numérique serait plus susceptible de développer des difficultés mathématiques (Schneider et al., 2018).

## **1.2. Mémoire de travail**

La mémoire de travail est impliquée dans toute situation où de l'information visuelle ou verbale doit être maintenue temporairement. Celle-ci peut ensuite être manipulée, transformée ou non (Majerus, 2020). Bien qu'il existe de nombreux modèles théoriques qui illustrent la complexité de la mémoire de travail, le modèle de Baddeley et Hitch (1974), qui a connu plusieurs révisions (Baddeley, 2000), est généralement retenu pour décrire le fonctionnement cognitif chez l'enfant. Ce modèle, illustré par la Figure 1, comprend 4 composantes :

1. le calepin visuo-spatial est un sous-système dédié aux informations visuo-spatiales
2. la boucle phonologique est un sous-système dédié aux informations verbales
3. le buffer épisodique est un sous-système dédié aux informations multimodales intégrées dans un contexte temporel
4. l'administrateur central coordonne l'activité de ces sous-systèmes et stocke certaines informations en mémoire à long terme



**Figure 1 : Organisation de la mémoire de travail d'après Baddeley et Hitch (1974)**

Selon Kaufman et al. (2011) et Von Aster et Shalev (2007), la mémoire de travail interviendrait dans le développement des compétences mathématiques précoces. Elle serait surtout impliquée dans les calculs et la résolution de problème, et plus modérément dans les premiers apprentissages numériques (cardinalité, ordinalité, lexique numérique, code arabe, et estimation) (Peng et al., 2016).

### 1.3. Facteurs socio-émotionnels

L'attitude des enfants envers les apprentissages, et notamment les mathématiques, peut être influencée par des facteurs sociaux. Dans une revue de la littérature, Elliott & Bachman (2018) ont trouvé suffisamment de preuves qui permettent d'établir une association entre les attentes des parents en matière d'apprentissages mathématiques et le milieu socio-économique. En effet, les familles ayant de faibles revenus allouent moins de temps aux activités mathématiques et disposent de moins de ressources pour acheter des jeux spécifiques, ce qui pourrait influencer les aptitudes futures (Duncan et al., 2014). Une intervention précoce, comme un accompagnement parental ou un soutien dans l'environnement scolaire, semble donc primordiale.

En outre, des facteurs émotionnels comme l'anxiété peuvent se répercuter sur les performances des enfants, qu'ils soient en CP ou dans une classe supérieure (Namkung et al., 2019). Nous pouvons distinguer l'anxiété affective, liée à la peur et aux réactions physiologiques face aux mathématiques, de l'anxiété cognitive, qui se manifeste par des attentes négatives à l'égard des mathématiques. Dans les études existantes, l'anxiété affective possède une plus forte corrélation avec les performances des élèves. Cependant, l'anxiété cognitive semble largement sous-estimée et pourrait également jouer un rôle significatif. Enfin, l'anxiété mathématique est plus importante pour des tâches jugées plus difficiles (Namkung et al., 2019). Les jeux de société, de par leur aspect ludique et convivial, peuvent être un bon moyen de diminuer l'anxiété mathématique et de permettre une meilleure implication des élèves dans la tâche (Ramani et al., 2012).

## **2. Le début des apprentissages formels à l'école**

Dès la naissance, l'enfant possède des compétences mathématiques précoces qui se développent peu à peu durant l'enfance. Mais s'il est déjà capable de se représenter la quantité et d'effectuer des calculs abstraits (Von Aster & Shalev, 2007), ce n'est qu'à son entrée à l'école maternelle qu'il va commencer à suivre un enseignement spécifique des mathématiques. Nous avons vu que certains facteurs liés au milieu socio-économique peuvent influencer précocement les performances des enfants avant le début de l'apprentissage formel des mathématiques. En effet, les méthodes d'apprentissage dans l'environnement familial diffèrent et participent déjà de l'écart observé en début de moyenne section (Starkey et al., 2004). Nous allons maintenant voir plus en détail la manière dont sont enseignées les mathématiques dans les classes de maternelles à travers un dispositif spécifique : l'éducation prioritaire.

### **2.1. L'éducation prioritaire**

Le ministère de l'Education nationale, de la jeunesse et des sports (2020) définit l'éducation prioritaire comme « une politique d'éducation qui a pour objectif de corriger l'impact des inégalités sociales et économiques sur la réussite scolaire ».

#### **2.1.1. Les objectifs**

L'éducation prioritaire comprend six objectifs principaux : garantir l'acquisition du « Lire, écrire, parler » et enseigner plus explicitement les compétences que l'école requiert pour assurer la maîtrise du socle commun ; conforter une école bienveillante et exigeante ; mettre en place une école qui coopère utilement avec les parents et les partenaires pour la réussite scolaire ; favoriser le travail collectif de l'équipe éducative ; accueillir, accompagner, et former les personnels ; et renforcer le pilotage et l'animation des réseaux (*Un référentiel pour l'éducation prioritaire*, 2014).

#### **2.1.2. L'organisation des réseaux de l'Académie de Lille**

L'Académie de Lille fait partie des 30 circonscriptions administratives de l'éducation nationale et met en œuvre la politique ministérielle. Le maillage d'établissements s'étend sur les départements du Nord (59) et du Pas-de-Calais (62). Elle est composée d'un rectorat et comporte un dispositif REP (Réseaux d'Education Prioritaire) et un dispositif REP+ (Réseaux d'Education Prioritaire renforcée) dont la répartition est précisée dans le Tableau 1.

**Tableau 1 : Nombre d'établissements et d'élèves au sein de l'Académie de Lille en 2020 (Académie de Lille, 2021).**

	<b>REP</b>	<b>REP+</b>	<b>Total EP</b>	<b>EP + Hors EP</b>
<b>Nombre d'écoles</b>	456	285	741	2823
<b>Pourcentage par rapport au nombre total d'établissements publics</b>	16%	10%	26%	100%
<b>Effectifs d'élèves du premier degré</b>	47851*	67260*	115111*	359367*
<b>Pourcentage par rapport au nombre total d'élèves du 1er degré</b>	13%*	19%*	32%*	100%*

*Note.*

EP : Education Prioritaire

REP/REP+ : Réseaux d'Education Prioritaire/Réseaux d'Education Prioritaire renforcée

\* : calculé approximativement à partir de la moyenne d'enfants par établissement de l'Académie de Lille en 2017

A la différence des REP, les REP+ concernent des zones en plus grande difficulté socio-économique. Les enseignants ont aussi pour obligation de consacrer plus de temps au travail d'équipe pour répondre aux besoins particuliers des élèves (Ministère de l'Education nationale, de la jeunesse et des sports, 2021). En 2017, le gouvernement a décidé de dédoubler les classes en zone prioritaire afin de diminuer les effectifs par niveau et d'augmenter le nombre d'enseignants. Ce projet va se poursuivre à la rentrée 2021, cependant le manque de locaux rend sa mise en place difficile. Dans les Hauts-de-France, l'éducation prioritaire représente un enjeu majeur, car elle compte pour un tiers de l'effectif total d'élèves.

## **2.2. L'enseignement des mathématiques en maternelle REP**

Le dispositif de l'éducation prioritaire vise à réduire l'impact des inégalités socio-économiques sur la réussite scolaire. Tout comme les élèves hors éducation prioritaire, les élèves de maternelle REP et REP+ doivent donc pouvoir accéder à l'école élémentaire avec les compétences nécessaires à la poursuite de leur scolarité. Les professeurs des écoles doivent quant à eux adapter leurs méthodes et leurs supports à l'organisation particulière des classes pour en tirer les meilleurs bénéfices.

### **2.2.1. Les compétences à acquérir**

Le Ministère de l'Education nationale a défini un nouveau programme en vigueur à la rentrée scolaire 2020. Concernant le domaine des mathématiques, celui-ci comporte plusieurs attendus en fin de grande section ([eduscol.education.fr](https://eduscol.education.fr)) :

- évaluer et comparer des collections d'objets
- réaliser une collection dont le cardinal est donné. Utiliser le dénombrement pour comparer deux quantités, ou pour réaliser une collection de quantité égale à la collection proposée
- utiliser le nombre pour exprimer la position d'un objet
- mobiliser des symboles analogiques, verbaux ou écrits, conventionnels ou non
- avoir compris que le cardinal ne change pas si on modifie la disposition spatiale ou la nature des éléments

- avoir compris que tout nombre s'obtient en ajoutant un au nombre précédent
- quantifier des collections jusqu'à dix au moins ; les composer et les décomposer
- parler des nombres à l'aide de leur décomposition
- dire la suite des nombres jusqu'à trente. Lire les nombres écrits jusqu'à dix

### **2.2.2. Les méthodes employées**

Les professeurs des écoles qui exercent en REP emploient une pédagogie quelque peu différente de celle communément observée dans les zones en dehors des REP. Selon Butlen et ses collaborateurs (2002), ceux-ci se retrouvent confrontés à une problématique sociale et semblent s'attribuer une fonction d'éducateurs. Selon les témoignages recueillis, cela aurait pour conséquence d'interrompre certaines activités pour gérer les conflits. Dans le but de les éviter et de contourner une possible lassitude, les activités mathématiques sont souvent découpées en tâches plus courtes. Enfin, ces professeurs auraient plus souvent recours à une évaluation positive et à l'étayage. Ils privilégieraient donc une logique de réussite plutôt que d'apprentissage (Butlen et al., 2002)

Plusieurs méthodes de présentation et de correction des activités se détachent dans les études. Elles sont donc parfois présentées en petits groupes, parfois individuellement. De manière générale, une forme d'autonomie et de liberté est observée dans les méthodes d'enseignement des mathématiques, ce qui favorise les activités innovantes (Butlen et al., 2002).

### **2.2.3. Importance des dispositifs d'entraînement**

La Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP) fournit un rapport annuel sur les résultats des évaluations nationales réalisées dans les classes de CP ([education.gouv.fr](http://education.gouv.fr)). Les résultats obtenus en REP sont en moyenne 9% inférieurs à ceux obtenus hors éducation prioritaire en comparaison de nombres (par exemple : comparer les résultats de  $8+3$  et  $8+2+1$ ) et 17% inférieurs en résolution de problèmes.

Afin de réduire les écarts de performances observés entre les établissements REP et les établissements hors éducation prioritaire, il apparaît nécessaire de déterminer les principaux objectifs d'une intervention précoce. Dans son programme scolaire national, le Ministère de l'éducation propose des exemples d'activités mathématiques avec une évolution progressive. Parmi celles-ci, la comparaison de collections permettrait à l'enfant de construire le nombre ainsi que la représentation de la quantité. Tout d'abord, la précision du SNA est un prédicteur significatif des capacités mathématiques futures. A partir du Panamath (the Psychological Assessment of Numerical Approximation ; [panamath.org](http://panamath.org)), qui propose une tâche de comparaison de points, une étude a révélé un lien étroit entre le SNA et les capacités mathématiques d'enfants six mois plus tard (Libertus et al., 2013). Parmi ces prédicteurs, nous pouvons également citer les capacités de comptage qui s'appuient sur le code verbal oral (Von Aster & Shalev, 2007). En effet, les enfants qui éprouvent des difficultés à établir des stratégies de comptage efficaces sont plus susceptibles de développer des difficultés d'apprentissage des mathématiques au cours de leur scolarité (Jordan et al., 2010). C'est pourquoi la mise en place de dispositifs d'entraînement pour de jeunes enfants devrait être

centrée sur le SNA et le développement des codes symboliques. Selon le modèle du calcul développemental vu précédemment (Von Aster & Shalev, 2007), les compétences mathématiques précoces se développent de manière hiérarchique. Celui-ci permet de préciser les futures difficultés mathématiques, selon l'étape durant laquelle elles apparaissent. Par exemple, si l'étape 1 n'est pas efficace, les mots-nombres pourront être appris par cœur lors de l'étape 2 mais ne seront pas associés à la quantité correspondante (Von Aster & Shalev, 2007). Sur le même principe, et en accord avec le programme scolaire, ces dispositifs d'entraînement spécifiques devraient donc suivre cette progression afin de diminuer l'apparition de difficultés mathématiques.

#### **2.2.4. Place du numérique**

Enseigner de manière explicite fait partie des objectifs de l'éducation prioritaire. Selon le site internet [reseau-canope.fr](http://reseau-canope.fr), « les technologies du numérique ouvrent de nouvelles perspectives dans les apprentissages et se révèlent précieuses pour répondre à certains besoins des élèves ». Il existe plusieurs outils numériques à disposition des enseignants : ordinateurs, vidéo-projecteurs, tablettes numériques, plateformes... Les résultats d'un certain nombre d'études suggèrent que leur utilisation améliorerait les performances d'élèves issus de milieux socio-économiques défavorisés (Tobias et al., 2015). Cornu et al. (2019) ont notamment réalisé des entraînements des habiletés numériques d'enfants de 4 à 7 ans à l'aide de tablettes numériques. Selon eux, une telle intervention pourrait être utile pour compenser l'impact d'un statut socio-économique inférieur. En effet les tablettes numériques possèdent plusieurs avantages. Elles représentent un outil facilement transportable qui favoriserait l'autonomie des enfants et la motivation (Tobias et al., 2015), facteur dont nous avons précédemment expliqué l'importance. Mais bien que ce support possède certains avantages pratiques, c'est avant tout la conception des activités qui influent sur les compétences mathématiques précoces (Moyer-Packenham et al., 2019). Celles-ci doivent par exemple permettre de nombreuses manipulations digitales. Plutôt que d'utiliser un objet intermédiaire comme une souris d'ordinateur ou un clavier, l'enfant déplace directement les objets sur l'écran avec ses doigts. La manipulation sur un écran tactile lui permettrait alors de mieux intégrer les concepts mathématiques (Moyer-Packenham et al., 2019), tout en diminuant les coûts moteur et cognitif liés à l'utilisation d'accessoires bureautiques (Cooper, 2005). Enfin, les consignes peuvent facilement être représentées visuellement, ce qui permet aux tablettes d'être adoptées par des enfants de tous âges et dans n'importe quel environnement linguistique (Pazouki et al., 2018). Cependant, l'efficacité de l'outil numérique dépend aussi de la manière dont il est investi par l'enfant et l'enseignant. Il ne doit pas remplacer, mais plutôt se combiner à un enseignement classique, selon les besoins de l'enfant (Cooper, 2005). Leur coût peut également représenter une limite à leur utilisation quand ils doivent être achetés en plusieurs exemplaires dans les écoles.

#### **2.2.5. Place des jeux de société**

Les jeux de société représentent une alternative moins coûteuse utilisée depuis de nombreuses années dans les écoles. Ils favoriseraient également la motivation, mais aussi les interactions entre les élèves. Ramani & Siegler (2008) ont réalisé une étude incluant des enfants issus de familles à faibles revenus. Le protocole comportait 2 jeux de plateaux

linéaires, sur lesquels les enfants devaient déplacer un pion sur des cases numérotées ou non. L'entraînement se déroulait à l'école, de manière individuelle dans une salle différente de la salle de classe. Durant 15 à 20 minutes, le chercheur menait l'activité avec l'enfant. Les enfants âgés de 5 ans en moyenne ont amélioré leurs compétences dans les tâches impliquant la comparaison, la ligne numérique, le comptage et l'identification de chiffres. Ces auteurs concluent qu'une présentation linéaire avec des cases numérotées serait plus efficace, car elle offre une meilleure représentation de la ligne numérique. Benavides et ses collaborateurs (2016) ont également retrouvé une corrélation positive entre la fréquence d'utilisation de jeux de société et les tâches de comptage et d'identification de chiffres, mais cette fois-ci dans l'environnement familial. Selon ces auteurs, si des résultats similaires à ceux de Ramani & Siegler (2008) n'ont pas pu être retrouvés pour l'ensemble des tâches, c'est parce qu'ils pourraient être influencés par la fréquence d'utilisation des jeux de société et leurs caractéristiques. En effet, leur étude n'incluait pas d'entraînement intensif et spécifique des compétences numériques précoces. Les données relevées comprenaient l'ensemble des habitudes de jeu, qu'elles soient en lien avec le domaine des mathématiques ou non. Ils ajoutent également que le statut socio-économique pourrait influencer les résultats d'études interventionnelles sur les compétences numériques précoces.

De même, ces résultats ont pu être obtenus dans les salles de classe avec des jeux de société utilisés en petits groupes (Ramani et al., 2012). La situation de groupe offre 3 principaux avantages. Premièrement, les enfants sont restés engagés dans l'activité, malgré les conflits que celles-ci ont pu engendrer de par leur aspect compétitif. Ceci démontre qu'un jeu de société utilisé en groupe est plus ludique qu'en situation individuelle, mais aussi plus efficace, car les enfants peuvent s'appuyer sur leurs connaissances mutuelles pour progresser (Azmitia, 1988). Deuxièmement, ces auteurs démontrent qu'une intervention de groupe basée sur des jeux de société numérique peut facilement être mise en place par des enseignants de maternelle. Enfin, la situation de groupe permet d'augmenter la fréquence des *feedbacks* avec les enseignants. Ceux-ci semblent plus disposés à anticiper les erreurs des enfants qu'un autre expérimentateur, et donc à leur apporter une aide avant qu'une erreur soit commise, car ils travaillent avec eux au quotidien.

Il existe donc différents supports à disposition des enseignants pour l'enseignement des mathématiques. Chaque support possède différents avantages et différentes limites qui peuvent être influencées par les caractéristiques personnelles de leurs utilisateurs.

### **3. Buts et hypothèses**

A travers ce mémoire, nous poursuivons plusieurs objectifs. Le premier objectif est de mesurer l'efficacité d'un entraînement ciblé, précoce, et ludique des compétences mathématiques. Nous faisons l'hypothèse que ce protocole permettra d'identifier un écart significatif entre les tests effectués avant, et ceux effectués après les entraînements. Le second objectif est de réduire l'écart observé en début de moyenne section entre les jeunes enfants issus de milieux socio-économiques plus ou moins favorisés. Pour cela, nous allons mesurer la différence de progression entre les enfants concernés par le dispositif de l'éducation prioritaire et ceux qui ne le sont pas. En d'autres termes : quels enfants vont le plus progresser par rapport à leurs compétences antérieures ? Enfin, le dernier objectif de ce mémoire est de

comparer les effets entre les différents supports (jeux de société et tablettes numériques). Pour cela, un appariement des activités a été effectué l'année dernière et a permis d'aboutir à une nouvelle mallette de jeux (Bisiaux, 2020 ; Poitou, 2020). Cet appariement entre les jeux de société et les activités sur tablette devrait permettre de mieux contrôler certaines variables externes et d'observer une éventuelle différence entre les deux modalités. Nous pourrions notamment trouver un avantage à l'absence de modalité verbale des jeux sur tablette.

## Méthode

Ce mémoire s'inscrit dans la continuité d'une série de mémoires réalisés à partir de l'année universitaire 2017-2018. Il fait l'objet d'une convention signée par l'Université de Lille, l'Université du Luxembourg et l'Académie de Lille. Le projet « Kids e-stim », mené par Sandrine Mejias (Maître de conférences, Université de Lille, SCALab) et Sophie Ravez (Orthophoniste et enseignante, Université de Lille), a reçu un avis favorable du Comité d'Ethique d'Etablissement de l'Université de Lille (protocole n°2017-1-S55).

### 1. Participants

Les entraînements ont été administrés à 146 élèves de moyenne et grande sections de maternelle dans des écoles de l'Académie de Lille (Hauts-de-France). Certaines écoles sont concernées par le dispositif de l'éducation prioritaire. La répartition des enfants est détaillée dans le Tableau 2. La présence d'une autorisation parentale était une condition préalable à la participation des enfants.

**Tableau 2 : Répartition des élèves en fonction des échantillons REP et NP.**

	REP		NP	
	Filles	Garçons	Filles	Garçons
<b>MSM</b>	3	7	11	4
<b>GSM</b>	12	23	37	49
<b>Sous-total</b>	45		101	
<b>Total</b>	146			

*Note.*

REP : Réseau d'Education Prioritaire

NP : Enfants non concernés par le dispositif de l'Education prioritaire

MSM : Moyenne section de maternelle

GSM : Grande section de maternelle

### 2. Procédure

Le protocole se décompose en 4 phases : une phase de prétests, une phase d'entraînements, une phase de post-tests et une phase de maintien.

Des autorisations parentales ainsi que des questionnaires parentaux sur les habitudes de jeux des enfants (Annexe 1) ont été distribués. Ces documents ont été anonymisés et encodés.



Les analyses statistiques des données ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS (IBM, 2020), au moyen de tests  $t$  de Student pour comparer les moyennes et de tests de Levene pour comparer les variances. Les résultats sont considérés comme significatifs si  $p \leq .05$ .

**Phase de prétests :** Ils servent à évaluer le développement des compétences mathématiques précoces, avant la phase d'entraînements. Les protocoles écrits utilisés ont été simplifiés par rapport aux précédents afin de gagner du temps. Ils sont administrés de manière individuelle durant un temps maximum de 10 minutes, puis anonymisés et encodés.

Les prétests ont également été administrés à des élèves n'ayant pas suivi la phase d'entraînements, afin de constituer un groupe contrôle.

**Phase d'entraînements :** Ils viennent s'ajouter aux apprentissages scolaires et non les remplacer. Ceux-ci ont pour objectif de stimuler les compétences mathématiques précoces, via différents supports. Des groupes de 4 élèves maximum pour les jeux de société et 6 élèves maximum pour les jeux sur tablette ont été constitués par les enseignants. 10 semaines d'entraînements sont prévues. 2 séances hebdomadaires sont proposées. Chaque séance comporte 2 jeux. Les groupes sont constitués par les enseignants. Il leur est demandé de constituer des groupes qui se veulent les plus variés possibles, en termes de compétences et de genre (masculin ou féminin). Les entraînements durent environ 20 minutes, sous surveillance d'un adulte. Ils sont réalisés le plus souvent lors des temps d'accueil des élèves.

**Phase de post-tests :** Ils permettent d'évaluer l'évolution des compétences mathématiques précoces par rapport aux prétests. Les mêmes protocoles écrits que lors des prétests sont utilisés. Les résultats sont encodés puis anonymisés. Ils vont permettre de contrôler l'évolution des enfants selon différentes variables (groupe d'entraînement, niveau scolaire, milieu REP/REP+, assiduité aux séances).

**Phase de maintien :** Les effets des entraînements seront mesurés grâce aux évaluations de l'Education Nationale. Elles permettront de comparer les enfants ayant bénéficié du protocole aux autres enfants selon les groupes d'entraînements (jeux de société vs jeux sur tablette) et selon les autres variables évaluées lors des post-tests.

### **3. Matériel**

#### **3.1. Questionnaires parentaux**

Les questionnaires parentaux sont distribués avec les autorisations parentales. Il est demandé aux parents ou tuteurs de renseigner différentes informations sur les habitudes de jeu (jeux de société, tablette, smartphone, etc.), de lecture et les apprentissages ayant lieu hors de l'environnement scolaire.

#### **3.2. Pré-tests & Post-tests**

Le Tableau 3 illustre les 2 protocoles, qui sont identiques (Annexe 2). Ils comportent 5 sections principales : (1) Compétences de comptage, (2) Lecture de nombre à voix haute, (3) Tâches de comparaisons symboliques et non-symboliques de nombres, (4) Additions

symboliques, (5) Quel est le chiffre manquant ?. Les 5 sections permettent donc d'évaluer les compétences précoces, mais aussi le début des apprentissages formels comme les additions de petits nombres. Les épreuves sont rapides et comportent des critères d'arrêt pour ne pas mettre l'enfant en difficulté. Les consignes sont volontairement simplifiées, afin de favoriser leur compréhension par de jeunes enfants. Cette simplification permet également de diminuer les variations des conditions d'administration, notamment lorsque le testeur change. Un classeur test est fourni pour les sections 1d, 2, 4 et 5.

**Tableau 3 : Description des pré et post-tests.**

Nom du subtest	Description du subtest
<b>1. Compétences de comptage</b>	
a. Comptage libre	Compter le plus loin possible à voix haute
b. Comptage à partir de ...	Compter à voix haute à partir d'un nombre donné
c. Comptage en arrière	Compter à rebours à partir d'un nombre donné
d. Dénombrement : How many task	Dénombrer un nombre d'éléments
<b>2. Lecture de nombres à voix haute</b>	Lire les nombres le plus vite possible
<b>3. Tâches de comparaisons symboliques et non-symboliques de nombres</b>	
a. Vitesse motrice (MOTOR SPEED)	Barrer toutes les formes noires le plus vite possible
b. Comparaisons symboliques (One-Digit)	Barrer le plus grand des 2 nombres le plus vite possible (nombres à 1 chiffre)
c. Comparaisons symboliques (Two-Digits)	Barrer le plus grand des 2 nombres le plus vite possible (nombres à 2 chiffres)
d. Comparaisons non-symboliques (points)	Barrer l'image avec le plus de points le plus vite possible
<b>4. Additions (symboliques)</b>	Résoudre une addition donnée à l'écrit (code arabe) et à l'oral (code verbal)
<b>5. Quel est le chiffre manquant ?</b>	Donner le nombre manquant parmi une série de nombres croissants

### 3.3. Entraînements

La nouvelle mallette comporte 18 jeux de société, représentant 37 activités ; certains jeux possèdent plusieurs versions et niveaux de difficulté, d'autres sont utilisés plusieurs fois à l'identique. L'ordre des activités a été remanié de manière à présenter une difficulté croissante et une homogénéité dans les compétences stimulées chaque semaine (Bisiaux, 2020 ; Poitou, 2020). Cet ordre est repris dans un tableau (Annexe 3).

La mallette comprend également un livret d'utilisation à destination des enseignants, les notices pour chaque jeu de société, deux listes du matériel et une notice d'impressions :

- (1) Le livret d'utilisation reprend quelques notions théoriques sur lesquelles se base le programme d'entraînements. Il permet également de préciser les différents cadres de son utilisation, car la mallette peut également être utilisée de manière plus libre, hors du cadre de la recherche. Par exemple, les jeux de société peuvent être proposés lors de temps de jeux avec les enfants. C'est d'ailleurs pour cela que des variantes sont également proposées. Enfin, on retrouve quelques définitions des termes scientifiques ayant trait aux compétences mathématiques précoces.

- (2) La notice reprend pour chaque jeu : le matériel nécessaire, le nombre de joueurs, les règles, un exemple de consigne donnée aux enfants et des propositions de variantes.
- (3) Le premier tableau – Pour quelles activités ce matériel est-il utile ? - contient le matériel classé par ordre alphabétique et permet une vision rapide de son utilisation. Par exemple « Aquarium et poissons » est utilisé pour les activités « Aquarium 1-9 (analogique) » et « Aquarium 1-10 (analogique + arabe) ». Le second tableau – Quel matériel est nécessaire pour cette séance ? - présente les séances de manière chronologique, associées au matériel nécessaire pour chacune.
- (4) La notice d'impressions (annexe 4) a été créée afin de faciliter la mise en œuvre du protocole d'entraînements. Les fichiers PDF ont été modifiés pour limiter les coûts d'impressions et ne nécessitent pas de mise en page supplémentaire. La quantité d'impressions à réaliser et le type (noir et blanc ou couleurs) sont indiqués selon le nombre de joueurs.

Le matériel destiné à la fabrication des jeux de société est mis à disposition gratuitement dans le cadre de l'étude. La mallette sera prochainement en accès libre sur un site internet dédié à la prévention des troubles de la cognition mathématique. Pour le moment, la rubrique reste masquée pour ne pas influencer le résultat des futures études.

Les jeux de société sont appariés à 32 activités sur tablette en termes de codes, compétences et numérosités. Ils ont la particularité de stimuler le code verbal oral, comparé aux jeux sur tablette. Les tablettes tactiles sont mises à disposition par l'Académie de Lille et l'application MaGrid (<https://magrid.education>) (Pazouki et al., 2018) est également accessible gratuitement dans le cadre de cette étude. Sa conception a été réalisée par une équipe de chercheurs luxembourgeois à partir des données de la recherche. Leur objectif principal était de développer un outil stimulant les compétences mathématiques précoces sans faire appel à des compétences linguistiques. Les consignes sont donc présentées visuellement, à travers des vidéos d'exemples de résolution des tâches. Une fois la vidéo visionnée, l'enfant peut accéder au premier niveau du jeu, qui est ponctué d'indices visuels et sonores. Au total, l'utilisateur peut accéder à 93 activités, dont 32 ont été retenues dans le cadre de ce protocole. Chaque jeu comprend entre 30 à 60 niveaux de difficulté progressive. L'application MaGrid est associée à des livrets papier qui permettent d'augmenter le retour visuel et de mieux s'intégrer au contexte scolaire. Chaque élève possède son identifiant personnel nécessaire à l'identification. Les données nominatives associées aux identifiants ne sont pas récupérées.

# Résultats

## 1. Habitudes de jeux à la maison

Tout d'abord, nous avons analysé les habitudes de jeux des enfants à la maison. La fréquence d'utilisation des écrans, des jeux de société et la fréquence de lecture ne varient pas selon le milieu socio-économique. De plus, nous ne retrouvons pas de différence de temps d'utilisation selon le milieu socio-économique. En effet, comme l'illustre le Tableau 4, aucune des 2 mesures ne présente une valeur  $p$  significative ( $ps \geq .088$ ).

**Tableau 4 : Comparaison des habitudes de jeux selon le groupe (NP versus REP).**

Activité	Groupe	<i>M</i> (ET)	<i>t</i> (dl)	<i>p</i>
Fréquence Utilisation écran	NP (59)	3,05	-.20 (102)	.840
	REP (45)	3.13		
Temps Utilisation écran	NP (59)	1.05	.89 (102)	.373
	REP (45)	.84		
Fréquence Utilisation JS	NP (59)	2.54	.53 (102)	.599
	REP (45)	2.38		
Temps Utilisation JS	NP (59)	1.01	1.72 (102)	.088
	REP (45)	1.05		
Fréquence Lecture	NP (59)	4.15	.59 (101)	.557
	REP (44)	3.93		
Temps Lecture	NP (59)	.88	.29 (101)	.773
	REP (44)	.85		

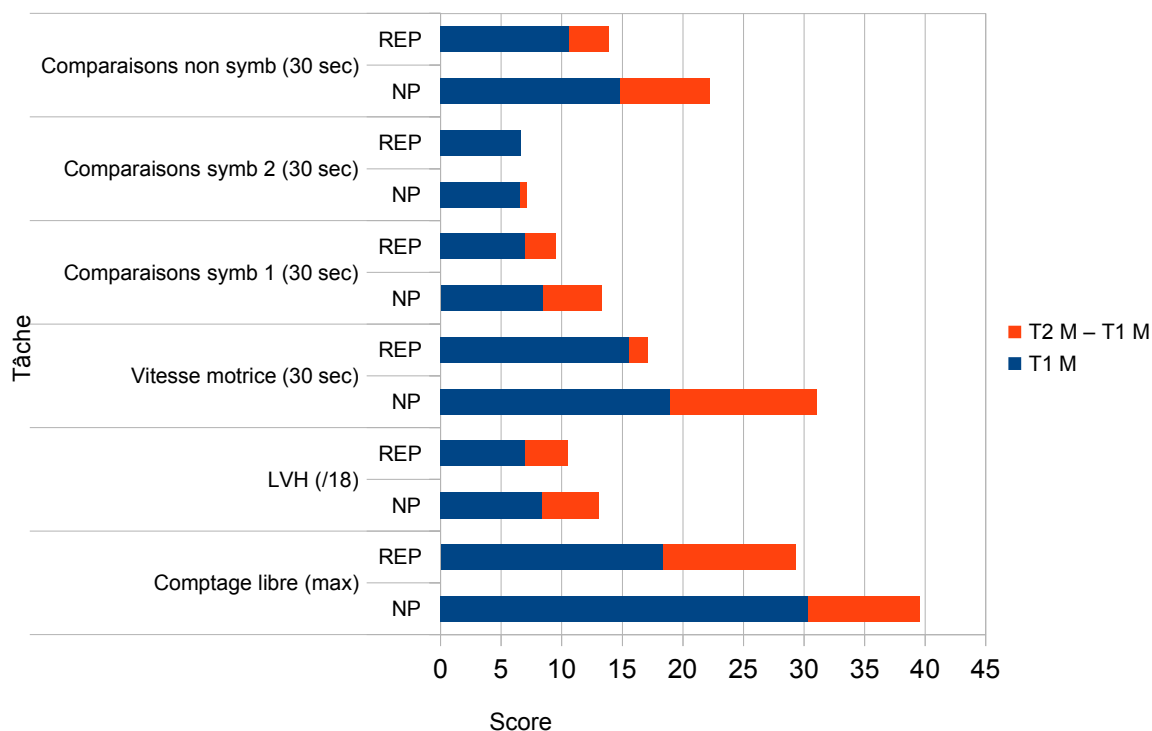
## 2. Evolution des résultats entre les prétests et les post-tests

L'évolution des 2 groupes (NP versus REP) est illustrée dans les Figures 2.1 et 2.2. Les scores sont précisés dans le Tableau 5. Une évolution des scores est observée pour les 2 groupes. Concernant l'évolution des enfants du groupe NP, on constate qu'ils évoluent entre T1 et T2 pour toutes les tâches, excepté celles de comparaisons symboliques entre nombres à 2 chiffres, d'additions symboliques et de complétion de séries de chiffres. Les enfants du groupe REP évoluent entre T1 et T2 pour toutes les tâches, excepté celles de comptage à rebours à partir d'une borne supérieure, de vitesse motrice et de comparaisons symboliques entre nombres à 2 chiffres.

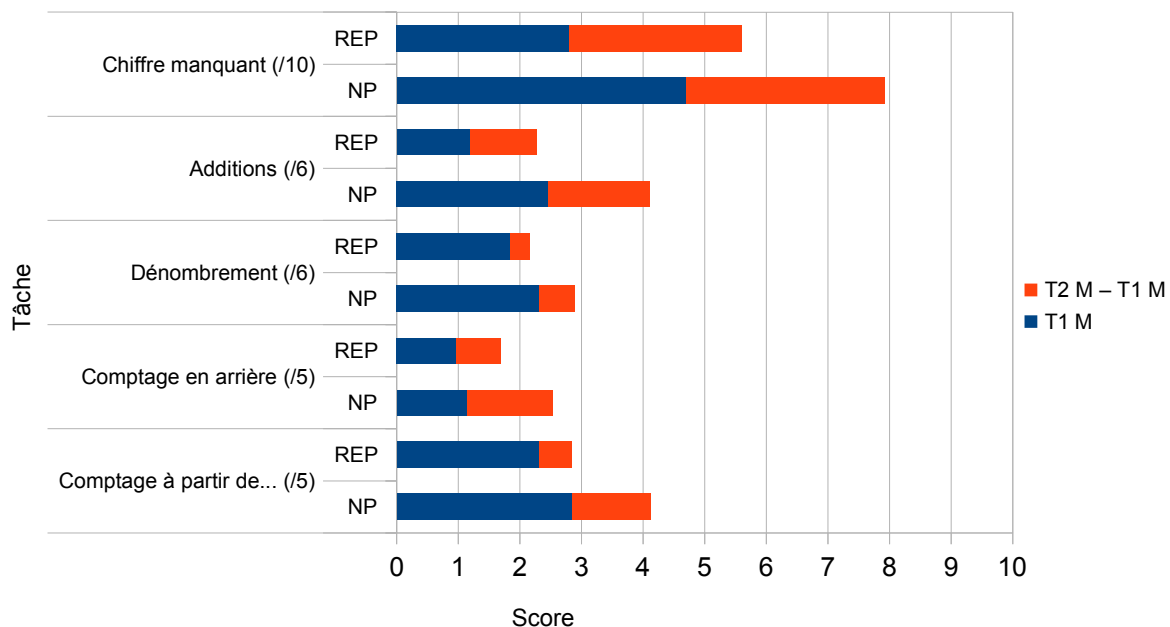
**Tableau 5 : Evolution entre les pré et post-tests selon le milieu socio-économique.**

Tâche	Groupe	T1 M (ET)	T2 M (ET)	t (dl)	p
<b>Comptage libre</b>	NP (26)	30.38 (13.10)	39.58 (18.11)	-3.12 (25)	.005
	REP (25)	18.40 (11.154)	29.32 (13.548)	-7.59 (24)	≤ .001
<b>Comptage à partir de... (score/5)</b>	NP (26)	2.85 (1.93)	4.12 (1.40)	-3.43 (25)	.002
	REP (25)	2.32 (1.86)	2.84 (1.79)	-2.24 (24)	.034
<b>Comptage en arrière (score/5)</b>	NP (26)	1.15 (1.43)	2.54 (1.55)	-6.04 (25)	≤ .001
	<b>REP (23)</b>	<b>0.96 (1.34)</b>	<b>1.68 (1.82)</b>	<b>-2.44 (22)</b>	.023
<b>Dénombrement (score/6)</b>	NP (26)	2.31 (.68)	2.88 (.33)	-4.57 (25)	≤ .001
	REP (25)	1.84 (1.03)	2.16 (1.07)	-1.35 (24)	.188
<b>Lecture de nombres à voix haute (score/18)</b>	NP (28)	8.39 (3.45)	11.82 (4.99)	-3.46(27)	.002
	REP (25)	6.96 (5.58)	10.44 (5.02)	-8.05 (24)	≤ .001
<b>Vitesse motrice</b>	NP (26)	18.92 (6.32)	31.08 (6.77)	-7.41 (25)	≤ .001
	REP (25)	15.52 (7.40)	17.08 (7.96)	-1.08 (24)	.290
<b>Comparaisons symbolique (One-digit)</b>	NP (26)	8.50 (4.33)	13.31 (3.53)	-5.86 (25)	≤ .001
	REP (25)	6.96 (4.51)	9.48 (4.53)	-3.24 (24)	.003
<b>Comparaisons symbolique (Two-digits)</b>	NP (26)	6.62 (3.71)	7.12 (3.97)	-.63 (25)	.532
	REP (25)	6.64 (3.04)	6.48 (3.14)	.18 (24)	.856
<b>Comparaisons non-symboliques (points)</b>	NP (26)	14.81 (4.04)	22.19 (5.27)	-6.47 (25)	≤ .001
	REP (25)	10.64 (4.70)	13.92 (4.81)	-3.75 (24)	≤ .001
<b>Additions (symboliques) (score/6)</b>	NP (26)	2.46 (2.00)	4.12 (1.86)	-4.55 (25)	≤ .001
	REP (25)	1.20 (1.58)	2.28 (2.40)	-2.73 (24)	.012
<b>Quel est le chiffre manquant ? (score/10)</b>	NP (26)	4.69 (3.28)	7.92 (2.11)	-7.50 (25)	≤ .001
	REP (25)	2.80 (3.20)	5.60 (3.75)	-5.84 (24)	≤ .001

**Figure 2.1 : Evolution des scores entre les prétests et les post-tests, selon les tâches et le groupe (NP versus REP).**



**Figure 2.2 : Evolution des scores entre les prétests et les post-tests, selon la tâche et le groupe (NP versus REP).**



### 3. Comparaison selon le milieu socio-économique

Lorsqu'on s'intéresse aux résultats des enfants avant l'intervention (prétests), nous n'observons pas de différence significative entre les enfants des 2 groupes (NP versus REP) ( $ps \geq .060$ ), excepté pour les tâches de comptage libre, de comptage à partir d'une borne inférieure et de dénombrement. En effet, les enfants du groupe REP obtiennent de moins bons résultats que leurs pairs pour ces tâches. Ces résultats sont illustrés dans le Tableau 6.

**Tableau 6 : Comparaison des résultats des prétests en fonction du groupe (NP versus REP).**

Tâche	T1 M (ET) NP	T1 M (ET) REP	<i>t</i> (dl)	<i>p</i>
<b>Comptage libre</b>	27.64 (17.31)	21.31 (14.56)	2.13 (143)	.034
<b>Comptage à partir de... (score/5)</b>	3.26 (1.83)	2.36 (1.88)	2.72 (144)	.007
<b>Comptage en arrière (score/5)</b>	1.47 (1.64)	1.24 (1.52)	.77 (144)	.444
<b>Dénombrement (score/6)</b>	2.44 (1.32)	2.00 (.93)	2.00 (144)	.047
<b>Lecture de nombres à voix haute (score/18)</b>	8.71 (4.63)	7.84 (5.85)	.96 (144)	.337
<b>Vitesse motrice</b>	15.97 (8.04)	16.95 (7.69)	-.68 (140)	.499
<b>Comparaisons symbolique (One-digit)</b>	7.04 (4.66)	8.20 (5.34)	-1.32 (142)	.188
<b>Comparaisons symbolique (Two-digits)</b>	5.30 (3.44)	6.42 (2.90)	-1.89 (142)	.060
<b>Comparaisons non-symboliques (points)</b>	10.78 (5.29)	11.93 (5.63)	-1.19 (142)	.236
<b>Additions (symboliques) (score/6)</b>	2.24 (1.99)	2.07 (4.48)	.32 (144)	.749
<b>Quel est le chiffre manquant ? (score/10)</b>	4.97 (3.54)	3.96 (3.56)	1.60 (144)	.113

Comme l'illustre le Tableau 7, l'évolution est plus importante pour les enfants qui ne sont pas concernés par le dispositif de l'éducation prioritaire. Les enfants du groupe NP évoluent plus par rapport à leur niveau antérieur que les enfants du groupe REP. Cette évolution est d'autant plus importante pour les enfants de moyenne section (MSM). Les enfants du groupe NP en MSM bénéficient plus de l'entraînement pour les tâches de vitesse motrice, de comparaison symbolique de nombres à 1 chiffre, et de comparaison non-symbolique. Les enfants du groupe NP en GSM bénéficient plus de l'entraînement pour la tâche de vitesse motrice.

**Tableau 7 : Comparaison de la progression selon les groupes (NP versus REP) et le niveau scolaire.**

Activité	Classe	T2 <i>M</i> – T1 <i>M</i>	<i>t</i> (dl)	<i>p</i>
<b>Comptage libre</b>	MSM (12)	2.00	.632 (12)	.539
	GSM (35)	-2.12	-.47 (35)	.643
<b>Comptage à partir de... (score/5)</b>	MSM (12)	.70	.835 (12)	.420
	GSM (35)	.65	1.17 (35)	.248
<b>Comptage en arrière (score/5)</b>	MSM (12)	1.75	1.68 (12)	.119
	GSM (35)	.36	.94 (35)	.352
<b>Dénombrement (score/6)</b>	MSM (12)	.35	.495 (12)	.630
	GSM (35)	.28	.96 (35)	.344
<b>Lecture de nombres à voix haute (score/18)</b>	MSM (12)	2.30	1.41 (12)	.183
	GSM (35)	1.27	1.51 (35)	.141
<b>Vitesse motrice</b>	MSM (12)	14.25	2.86 (12)	.014
	GSM (35)	8.93	3.48 (35)	≤ .001
<b>Comparaisons symbolique (One-digit)</b>	MSM (12)	8.75	5.04 (12)	≤ .001
	GSM (35)	1.10	.87 (35)	.390
<b>Comparaisons symbolique (Two-digits)</b>	MSM (12)	-.150	-.07 (12)	.945
	GSM (35)	.84	.56 (35)	.580
<b>Comparaisons non-symboliques (points)</b>	MSM (12)	7.75	4.16 (12)	≤ .001
	GSM (35)	3.06	1.60 (35)	.117
<b>Additions (symboliques) (score/6)</b>	MSM (12)	1.55	1.47 (12)	.168
	GSM (35)	-.03	-.05 (35)	.963
<b>Quel est le chiffre manquant ? (score/10)</b>	MSM (12)	1.20	1.02 (12)	.326
	GSM (35)	.05	.06 (35)	.953

Lorsqu'on s'intéresse aux scores des enfants après l'intervention (post-tests), comme l'illustrent les Figures 4.1 et 4.2, les enfants du groupe NP obtiennent des scores plus élevés que les enfants du groupe REP pour toutes les tâches, excepté celles de comptage à rebours à partir d'une borne supérieure, de lecture de nombres à voix haute, et de comparaisons symboliques de nombres à 2 chiffres ( $ps \geq .073$ ).

#### **4. Comparaison selon le support d'entraînement**

Les enfants du groupe REP ont utilisé 2 supports d'entraînements : 8 enfants ont utilisé les jeux de société (JS) et 10 enfants ont utilisé les tablettes numériques (Tab). Lorsqu'on s'intéresse à l'évolution des scores pour chaque tâche, nous n'observons pas de différence significative selon le support d'entraînement (JS versus Tab) ( $ps \geq .089$ ).



Les enfants monolingues bénéficient plus du support JS que du support Tab pour les tâches de vitesse motrice ( $ps = .026$ ) et de complétion du chiffre manquant ( $p = .011$ ). Tandis que les élèves bilingues bénéficient plus du support JS que du support Tab pour les tâches de comparaisons symboliques de nombres à 1 chiffre ( $ps = .033$ ). Nous n'observons pas de différence significative pour les autres tâches ( $ps \geq .067$ ), pour aucun des 2 groupes (JS versus Tab).

Le Tableau 8 illustre les effets du support sur les résultats des enfants du groupe REP, bénéficiant d'un suivi orthophonique. Nous observons une différence significative entre le groupe JS et le groupe Tablettes pour la tâche de complétion du chiffre manquant ( $ps = .015$ ).

**Tableau 8 : Comparaison des résultats des effets du support (Tablettes versus Jeux de Société) en fonction du suivi orthophonique.**

Tâche	Groupe JS	Groupe Tablettes	<i>t</i> (dl)	<i>p</i>
Comptage libre	11.80 (14.04)	13.00 (5.66)	-.11 (5)	.915
Comptage à partir de... (score/5)	1.00 (2.34)	.00 (.00)	.57 (5)	.593
Comptage en arrière (score/5)	1.20 (.837)	.50 (.707)	1.03 (5)	.350
Dénombrement (score/6)	1.20 (1.09)	-.50 (.71)	1.97 (5)	.105
Lecture de nombres à voix haute (score/18)	3.60 (3.21)	1.50 (2.12)	.83 (5)	.444
Vitesse motrice	5.80 (9.31)	7.50 (6.36)	-.23 (5)	.827
Comparaisons symbolique (One-digit)	3.60 (5.41)	5.00 (1.41)	-.34 (5)	.746
Comparaisons symbolique (Two-digits)	-3.20 (4.55)	2.50 (.71)	-1.67 (5)	.156
Comparaisons non-symboliques (points)	4.00 (3.16)	6.00 (.00)	-.84 (5)	.437
Additions (symboliques) (score/6)	1.60 (2.79)	1.00 (.00)	.29 (5)	.786
Quel est le chiffre manquant ? (score/10)	5.20 (1.92)	.00 (.00)	3.61 (5)	.015

## Discussion

Au cours de cette étude, l'efficacité d'un protocole d'entraînement des compétences mathématiques précoces a été évaluée selon différents paramètres. Celui-ci s'inscrit dans le vaste domaine de la recherche en cognition mathématique, et vient aussi compléter une série de mémoires réalisée dans le cadre du projet KIDS e-Stim. D'un point de vue théorique, les résultats sont donc discutés selon la littérature existante dans ce domaine. D'un point de vue clinique, ils permettent également d'enrichir la pratique de différents professionnels travaillant auprès de jeunes enfants. Enfin, ce travail amène à de nouvelles pistes de recherche, qui pourront être explorées lors de la réalisation de futurs mémoires.

# **1. Mesure de l'effet de l'entraînement sur les compétences mathématiques précoces**

## **1.1. Evolution entre les pré et post-tests pour chacun des groupes (NP et REP)**

Le premier objectif de cette étude était de permettre aux enfants de maternelle de développer leurs compétences mathématiques précoces. Pour ce faire, deux types de supports ont été utilisés ; des jeux de société et des activités sur tablette. Les résultats suggèrent un bénéfice des entraînements pour toutes les tâches, excepté celles de comparaisons symboliques entre nombres à 2 chiffres, d'additions symboliques et de complétion de séries de chiffres.

Des études similaires ont été menées à partir de l'emploi de jeux de société dans l'environnement scolaire. Ramani & Siegler (2012) ont mis en place un protocole auprès de 62 enfants de maternelle. Leur étude comprenait 4 sessions de 20 minutes de jeu en petits groupes pendant 4 semaines. 2 groupes d'enfants ont pu jouer au jeu « The Great Race », un jeu de plateau linéaire constitué de 10 cases de taille identique. Dans la version proposée au premier groupe, les cases étaient numérotées, contrairement à celle proposée au second groupe. Ainsi, le premier plateau stimulait le code arabe (via les nombres arabes) et le code verbal (en énonçant le nombre de déplacements). Tandis que le second ne stimulait aucun code ; l'enfant était invité à énoncer les couleurs des cases lors des déplacements. Ils ont démontré que les enfants ayant joué au jeu de plateau numéroté ont amélioré la précision de leur ligne numérique mentale ainsi que leurs performances en comparaison de magnitudes, d'identification de nombres et de comptage. Les enfants ayant joué au jeu de plateau non-numéroté n'ont pas progressé de manière significative. Ces résultats concordent avec ceux obtenus lors d'une précédente étude (Ramani & Siegler, 2008), durant laquelle les enfants jouaient individuellement. La nouvelle mallette créée comporte des jeux de plateaux comparables à celui présenté ci-dessus. Néanmoins, ils ne sont pas numérotés. Cependant, la modalité numérique est toujours présentée dans les jeux de la mallette, par exemple sur un dé analogique ou arabe. Nous pouvons donc supposer que leur similarité avec le matériel étudié dans la littérature nous a permis d'obtenir le bénéfice observé pour les tâches de comparaisons (non symbolique et symbolique à 1 chiffre), de lecture de nombres et de comptage. L'absence de bénéfice pour la tâche de comparaisons de nombres à 2 chiffres pourrait s'expliquer par le peu de stimulation des numérosités supérieures à 9 lors des entraînements. En effet, comme indiqué en Annexe 5, seules 2 activités sur tablettes et 2 jeux de société stimulent des numérosités allant de 1 à 20. De même, nous pouvons supposer que les résultats à la tâche d'additions symboliques n'ont pas progressé, car elles n'ont pas été entraînées directement. Comme nous l'avons vu précédemment dans la partie théorique, l'apprentissage des additions ne fait pas partie du programme de maternelle, mais est plutôt enseigné en classe de CP ([eduscol.education.fr](http://eduscol.education.fr)).

Le bénéfice observé lors de la tâche de comparaisons symboliques de nombres à 1 chiffre pourrait être lié à la présentation visuelle des jeux de plateaux, qui a également son

importance. En effet, une présentation linéaire permet une meilleure correspondance avec la ligne numérique mentale (Siegler & Ramani, 2009) et une amélioration des capacités d'estimation (Whyte & Bull, 2008). Les jeux de plateaux linéaires apportent plusieurs indices kinesthésiques, auditifs, visuels et temporels : plus la numérosité est grande, (1) plus le nombre de mouvements augmente, (2) plus l'enfant énonce et/ou entend des mots-nombres, (3) plus la distance parcourue par le pion augmente, (4) plus le temps écoulé depuis le début du tour augmente (Siegler, 2009). La mallette de jeux comporte des jeux de plateaux linéaires. Ceux-ci apportent les mêmes indices que ceux étudiés par Siegler (2009), excepté le déplacement d'un pion. Prenons l'exemple du jeu « Aligne tes jetons 1-10 (arabe) » dont la consigne est la suivante : « Vous voyez ces petites filles ? Il faut les aider à aligner leurs jetons sur les lignes ! Vous avez chacun une ligne à remplir jusqu'à l'étoile. Pour cela, il faut lancer le dé, regarder le nombre indiqué et mettre la même quantité de jetons dans votre ligne, de gauche à droite. A chaque fois qu'on lance le dé, on change de couleur de jetons. Le premier qui remplit sa ligne a gagné. ». On retrouve une similarité des indices dans les 2 jeux de plateaux linéaires, comme l'illustre le Tableau 9. Ceci suggère que les bénéfices observés lors de la tâche de comparaisons symboliques de nombres à 1 chiffre sont liés à une précision de la ligne numérique mentale durant la période d'entraînements. Ces résultats peuvent, dans une certaine mesure, être attribués à la présentation visuelle des jeux de plateaux. Une autre part de cette évolution peut être attribuée à des facteurs externes. Comme précisé par Von Aster & Shalev (2007), la ligne numérique mentale représente la dernière étape de leur modèle, après l'apprentissage des codes symboliques. En effet, même les enfants qui connaissent la chaîne numérique en maternelle apprennent à compter avant de se représenter les magnitudes de manière linéaire (Whyte & Bull, 2008). De plus, la tâche de comparaison de nombres symboliques implique d'autres compétences comme la connaissance du code arabe. L'interprétation des résultats doit donc être nuancée, en raison de la maturation cognitive et de la conception de la tâche.

**Tableau 9 : Comparaison des indices relevés dans 2 jeux de plateaux linéaires.**

Indices relevés par Siegler (2009)	Indices relevés dans le jeu de plateau « Aligne tes jetons »
<b>Plus la numérosité est grande...</b>	
(1)... plus le nombre de mouvements augmente (kinesthésique)	...plus l'enfant pose de jetons
(2)... plus l'enfant énonce des mots-nombres (auditif)	...plus l'enfant compte de jetons
(3)... plus la distance parcourue par le pion augmente (visuel)	Pas de pion Les jetons prennent plus de place sur le plateau
(4)... plus le temps écoulé depuis le début du tour augmente	...plus l'enfant met de temps à poser les jetons

Les résultats des études vues précédemment démontrent que la présence de la modalité numérique, ainsi que la présentation visuelle des jeux de plateaux, sont essentielles pour obtenir une amélioration des compétences mathématiques précoces grâce aux jeux de plateaux. La mallette de jeux Kids e-stim contient également d'autres supports d'entraînements, comme les jeux de cartes, qui peuvent être liés aux bénéfices observés. Tout comme les jeux de plateaux numérotés, les jeux de cartes peuvent permettre une association

entre une représentation symbolique et non-symbolique des magnitudes (Scalise et al., 2017). Les auteurs prennent comme exemple le jeu de bataille dans lequel 2 joueurs s'affrontent. Chaque joueur retourne une carte, et celui qui possède la carte représentant la plus grande quantité remporte les 2 cartes. Ceci implique donc des compétences de comptage, d'identification de nombres et de comparaison non-symbolique. Le jeu de *Memory*, durant lequel 2 joueurs doivent retrouver 2 cartes identiques, implique des compétences similaires. Pour évaluer l'efficacité d'un entraînement à partir de jeux de cartes, Scalise et ses collègues (2017) ont réalisé une expérience à partir du jeu de bataille, avec des enfants issus d'un faible milieu socio-économique. Les cartes utilisées lors des entraînements comportent une représentation analogique (points) et symbolique de la quantité (nombre arabe). Les numérosités s'étendent de 1 à 10. Elles sont présentées soit sous la forme d'un jeu de bataille, soit sous la forme d'un jeu de *Memory*. Les résultats montrent une amélioration significative des compétences de comptage, de comparaisons symboliques et d'identification de nombres. De plus, ils concordent avec les résultats étudiés dans l'étude de Ramani & Siegler (2008 ; 2012), ainsi que dans notre étude, pour les mêmes compétences. La mallette de jeux de société du protocole Kids e-stim comporte des jeux de cartes similaires en termes de numérosités et de représentations de la quantité (« Memory 1-7 », « Bataille 1-10 »). Ceci suggère que les bénéfices observés dans notre étude pour les tâches de comparaisons (non symbolique et symbolique à 1 chiffre), de lecture de nombres et de comptage ont été favorisés par l'utilisation de jeux de cartes spécifiques.

## **1.2. Mesure de l'effet du milieu socio-économique avant, pendant et après l'intervention**

Le second objectif était de réduire l'écart observé en début de moyenne section entre les jeunes enfants issus de milieux socio-économiques plus ou moins favorisés. Pour cela, nous avons tout d'abord comparé les résultats des prétests entre les enfants concernés par le dispositif de l'éducation prioritaire (groupe REP) et ceux qui ne le sont pas (groupe NP). Les résultats ne semblent pas indiquer de différence significative entre les enfants des 2 groupes (NP versus REP) ( $ps \geq .060$ ), excepté pour les tâches de comptage libre, de comptage à partir d'une borne inférieure et de dénombrement. En effet, les enfants du groupe REP obtiennent de moins bons résultats que leurs pairs pour ces tâches. Ces résultats ne concordent pas avec ceux observés dans la littérature scientifique. En effet, des différences de développement des compétences mathématiques précoces entre les enfants issus de milieux socio-économiques défavorisés et ceux issus de milieux plus favorisés sont observées dès leur plus jeune âge (Jordan et al., 2006). Dès l'âge de 4 ans, les enfants issus de milieux socio-économiques moyens ont développé plus de compétences mathématiques précoces que leurs pairs. Sans intervention spécifique, cet écart est non seulement présent en début de moyenne section, mais aussi en fin d'année scolaire (Starkey et al., 2004). Par conséquent, cet écart est retrouvé l'année suivante : à la fin de la grande section de maternelle, les enfants issus de milieux défavorisés obtiennent de moins bons résultats que leurs pairs dans la plupart des tâches (comptage, stabilité de la chaîne numérique, reconnaissance et lecture de nombres, estimation, résolution d'opérations et de problèmes) (Jordan et al., 2006). A partir d'une étude

longitudinale évaluant les compétences à 4 reprises au cours de l'année scolaire, les auteurs ont démontré que les élèves avaient pourtant évolué de la même manière.

C'est pourquoi nous avons également évalué la progression des enfants dans notre étude. L'analyse de l'écart pré et post-entraînement selon le milieu socio-économique semble être en contradiction avec la littérature, puisqu'elle indique un bénéfice plus important au profit des enfants du groupe NP en MSM, pour les tâches de vitesse motrice, de comparaison symbolique de nombres à 1 chiffre, et de comparaison non-symbolique. Le second objectif n'a pas été atteint, car même si les enfants du groupe REP ont progressé durant l'entraînement, l'intervention n'a pas permis de réduire l'écart avec leurs pairs. Après l'intervention, les enfants du groupe NP obtiennent des scores plus élevés que les enfants du groupe REP pour toutes les tâches, excepté celles de comptage à rebours à partir d'une borne supérieure, de lecture de nombres à voix haute, et de comparaisons symboliques de nombres à 2 chiffres ( $ps \geq .073$ ).

Certains facteurs peuvent influencer le niveau de compétences mathématiques des enfants, avant leur entrée en grande section. Les questionnaires parentaux sont un moyen d'étudier les différentes activités en lien avec les mathématiques dans l'environnement familial. Nous pouvons ainsi dégager 2 catégories : (1) les activités directement liées aux compétences mathématiques telles que le comptage ou la reconnaissance de nombres, (2) les activités indirectement liées aux compétences mathématiques telles que les jeux de société ou la cuisine (LeFevre et al., 2009). Il est intéressant de constater que les 2 catégories d'activités sont corrélées positivement avec le développement des compétences mathématiques, quel que soit le niveau scolaire (grande section, CP, ou CE1) (LeFevre et al., 2009). Ceci suggère que les expériences vécues dans l'environnement familial constituent un facteur important dans l'acquisition des compétences mathématiques précoces (Melhuish et al., 2008). Or, l'analyse des questionnaires parentaux ne révèle pas de différence significative ( $ps \geq .088$ ) entre les enfants du groupe NP et les enfants du groupe REP. Les habitudes de jeux ne permettent donc pas d'expliquer la progression plus importante des élèves du groupe NP.

### **1.3. Mesure de l'effet du support**

La mallette de jeux Kids e-stim propose une stimulation des compétences mathématiques par le jeu, à travers 2 supports différents : des jeux de société et des activités sur tablette numérique. Les deux types d'activités sont appariés en termes de codes, compétences et numérosités. L'une des hypothèses de cette étude était que l'absence de modalité verbale des activités sur tablette permettrait une meilleure généralisation des résultats à différents milieux linguistiques.

La compréhension des consignes est facilitée par leur présentation visuelle. Ainsi, tous les enfants peuvent bénéficier des mêmes explications, et les visualiser plusieurs fois s'ils le souhaitent (Pazouki et al., 2018). Cette caractéristique est d'autant plus importante, car les enfants bilingues sont plus à risque de développer un retard d'acquisition des compétences mathématiques que les enfants monolingues (Kleemans et al., 2011). Les élèves bilingues bénéficient plus du support JS que du support Tab pour les tâches de comparaisons symboliques de nombres à 1 chiffre ( $p = .033$ ). Nous n'observons pas de différence

significative pour les autres tâches ( $ps \geq .067$ ), pour aucun des 2 groupes (JS versus Tab). L'hypothèse selon laquelle les enfants bilingues bénéficieraient plus du support Tab ne peut donc être vérifiée. Le bénéfice induit par les JS peut être expliqué par une plus grande implication lors des entraînements, grâce à l'aspect ludique et convivial de ce support (Ramani et al., 2012). L'aspect convivial est retrouvé dans une moindre mesure lors des activités sur tablettes, puisque l'enfant joue seul. De plus, les tests utilisés avant et après le protocole d'entraînements impliquent la modalité verbale pour la plupart des tâches. Des tâches mathématiques non-verbales auraient peut-être permis de mieux interpréter les résultats des enfants bilingues.

Enfin, les enfants du groupe REP bénéficiant d'un suivi orthophonique (en raison d'un trouble langagier ou non) ne semblent pas profiter d'un support plus que d'un autre, excepté pour la tâche de complétion du chiffre manquant, en faveur du groupe JS. Les résultats sont difficilement interprétables, en raison d'un faible échantillon, ainsi que d'une absence de contrôle du diagnostic orthophonique des participants. Par exemple, nous aurions pu inclure uniquement les enfants avec des troubles langagiers car nous savons que ceux-ci peuvent être liés à d'autres difficultés d'apprentissage, comme celles des mathématiques.

#### **1.4. Limites méthodologiques**

Nous avons pu observer lors de la présentation des résultats que les analyses ont été effectuées sur des échantillons différents. En effet, ces différences sont dues à des fluctuations lors de l'étude, qui s'est déroulée sur plusieurs mois. Durant cette longue période, certains sujets ont été perdus de vue à cause de déménagements. D'autres n'ont pas pu être inclus dans certaines analyses, en raison de l'absence de résultats post-tests, qui n'ont pu être administrés avant la rédaction de ce mémoire. Enfin, certains questionnaires parentaux n'ont pas été récupérés, en raison d'un oubli des parents ou parce que les enseignants ne les ont pas transmis avant la fin de cette étude.

Les encodages des questionnaires parentaux du groupe REP ont été plus compliqués que ceux du groupe NP. Les questions sont probablement moins adaptées à des familles issues d'un milieu socio-économique défavorisé. La barrière de la langue semble être un facteur important de confusion, puisque certaines réponses n'étaient pas complétées. Dans de rares cas, certains parents ont bénéficié d'une aide (enseignant ou autre parent d'élève) pour remplir les questionnaires. La distinction entre les différents types d'activités (action, visuo-spatiales, numérique, etc.) paraît également difficile pour certains parents, qui ne savent pas à quelle catégorie appartiennent les jeux proposés à la maison. De plus, le concept de jeu de société est communément associé à des jeux classiques tels que le *Jeu de l'oie* ou le *Jeu des petits chevaux*. Quand vient la question « A quelle fréquence votre enfant joue-t-il aux jeux de société ? », les parents n'ont donc pas tous la même représentation de ce concept, ce qui peut entraîner un biais. Certains parents pourraient inclure d'autres types de jeux dans la définition, amenant par conséquent à des fréquences plus élevées. Tandis que d'autres parents pourraient se limiter à une définition plus restreinte, amenant à des fréquences plus faibles.

L'une des hypothèses était qu'un protocole d'entraînements ciblé favoriserait le développement des compétences mathématiques précoces des élèves. Si les résultats indiquent

une progression par rapport à leur niveau antérieur, il convient néanmoins de prendre en compte d'autres facteurs. Des chercheurs ont formé des groupes contrôles dans des études similaires. Ces groupes permettent de contrôler certains facteurs externes qui pourraient influencer les résultats. Un groupe contrôle peut par exemple être créé au sein de la même école que les groupes d'entraînements. Certains groupes ont ainsi été formés en incluant des élèves issus des mêmes classes de moyenne section, et ayant eu les mêmes professeurs que le groupe d'intervention. Les auteurs ont donc supposé que les enfants des 2 groupes (contrôle et entraînements) ont connu des environnements d'apprentissages en classe similaires avant leur entrée en grande section (Starkey et al., 2004). Lors de la réalisation de notre étude, un ensemble d'élèves issus d'écoles n'ayant pas suivi le programme d'entraînements aurait dû constituer le groupe contrôle. Par conséquent, l'environnement scolaire de ces enfants aurait été différent sur certains points, notamment sur les méthodes des différents enseignants. Cependant, les tests n'ont pu être réalisés sur ces enfants. Les résultats doivent donc être interprétés avec prudence, car le protocole d'entraînements vient s'ajouter au programme d'enseignement des mathématiques classiquement réalisé en maternelle, qui permet déjà aux élèves de développer des compétences. Ces entraînements ne sont proposés que 2 fois par semaine, pour une durée totale d'environ 30 minutes. Ceci a pour avantage de mieux intégrer le protocole dans l'environnement scolaire, en raison des contraintes de temps des enseignants, mais peut paraître trop peu pour observer des résultats significatifs. Un groupe contrôle aurait donc permis de mesurer plus précisément les effets spécifiques du protocole d'entraînements, en contrôlant certains biais liés à la maturation cognitive et aux multiples expériences réalisées en dehors des entraînements.

Les évaluations de l'Education nationale, réalisée en milieu d'année de CP, servent de référence à l'évaluation du maintien des compétences acquises après les entraînements. En d'autres termes, une stabilité des résultats entre les post-tests et les tests de maintien permettraient de déduire un maintien des compétences à long terme, même après l'arrêt des entraînements. Les évaluations seront réalisées en milieu d'année scolaire. Les enfants réaliseront donc de nouveaux apprentissages en mathématiques pendant 4 mois avant d'être soumis aux tests, ce qui risque d'influencer les résultats. L'idéal aurait été d'effectuer les tests de maintien en grande section, ou en début de CP. Leur administration doit néanmoins respecter un certain délai après les post-tests, pour diminuer l'effet de pratique du test (Ramani & Siegler, 2008).

## **2. Implications dans la pratique**

Comme nous l'avons précédemment évoqué, la stimulation des compétences mathématiques précoces est un enjeu majeur, puisqu'elle détermine la réussite des élèves tout au long de leur scolarité. Lors de notre étude, les résultats laissent suggérer une influence du milieu socio-économique sur le développement des compétences numériques, en faveur des enfants les plus favorisés. Si les entraînements n'ont pas permis de réduire cet écart, nous pouvons néanmoins penser qu'ils ont permis aux enfants d'acquérir de nouvelles compétences mathématiques, quel que soit le milieu. Ceci pourrait offrir de nouvelles opportunités aux enseignants de maternelle de diversifier les activités proposées en classe. La mise à

disposition gratuite va prochainement être publiée sur un site internet. Celle-ci permettra à l'enseignant d'imprimer l'activité souhaitée, en fonction de ce qu'il veut travailler. Ce choix sera facilité par un tableau explicatif visible en Annexe 5, qui précise l'ensemble des compétences, codes et numérosités stimulées. Nous pouvons aussi imaginer que d'autres professionnels de l'enfance pourraient voir un avantage à l'utilisation de ces activités mathématiques. Les assistantes maternelles, par exemple, pourraient utiliser ces jeux lors d'activités en petits groupes. Dans ces différents exemples, les activités numériques jouent donc un rôle préventif, dans le but de prévenir les retards d'apprentissages mathématiques. Elles pourraient également jouer un rôle curatif, notamment pour les orthophonistes et leur champ de compétences, dont la prévention et le traitement des troubles d'apprentissages des mathématiques font partie. L'amélioration du repérage de ces troubles amène les orthophonistes à recevoir des patients de plus en plus précocement. Les jeux font déjà partie intégrante des rééducations, notamment pour leur aspect motivationnel. Ceux-ci peuvent d'ailleurs contribuer au développement des compétences mathématiques précoces, en amenant le patient à déplacer un pion sur un plateau et/ou à se servir d'un dé, même lorsque c'est un objectif langagier qui est ciblé. Les jeux numériques spécifiques, tels que ceux de la mallette Kids e-Stim, sont cependant moins retrouvés dans les cabinets, car il existe peu de matériel spécifique à la pratique orthophonique. L'étude approfondie des compétences, codes et numérosités stimulés par les activités présentées en Annexe 5 (Bisiaux, 2020 ; Poitou, 2020) pourrait donc permettre aux orthophonistes de mieux répondre à des demandes de plus en plus précoces.

### **3. Pistes de futures recherches**

Cette étude s'inscrit dans la continuité du projet Kids e-Stim. Les analyses effectuées auprès d'enfants issus d'un milieu moins favorisé viennent s'ajouter à d'autres études, réalisées auprès d'enfants issus de milieux plus favorisés (Mohamed, 2019) à l'aide de l'ancienne mallette. Nous avons également collecté des données auprès de ces enfants, grâce à la nouvelle mallette de jeux, afin d'établir une comparaison entre les écoles des Réseaux d'éducation prioritaire et celles hors REP. Actuellement, le protocole d'entraînement dure environ 10 semaines, à raison de 2 entraînements de 15 minutes par semaine. Il serait intéressant de poursuivre les entraînements avec les mêmes enfants, notamment ceux de moyenne section, afin d'effectuer un suivi longitudinal et de mesurer s'ils bénéficient plus des entraînements en grande section et au long cours. La significativité des résultats pourrait aussi être améliorée en intégrant des groupes contrôles lors des futures recherches.

La comparaison des effets du support a été réalisée auprès des enfants des écoles REP. Il serait également intéressant de mesurer si le nouvel appariement des activités permettrait, ou non, d'observer une différence entre l'utilisation d'un média et d'un entraînement papier.



## Conclusion

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux effets d'un entraînement ciblé des compétences mathématiques précoces des enfants issus d'un milieu socio-économique défavorisé.

Pour cela, 146 enfants de maternelle issus de différents milieux socio-économiques ont été répartis en 2 groupes, selon s'ils faisaient partie d'un Réseau d'éducation prioritaire ou non. Ces enfants ont suivi un entraînement mathématique durant 10 semaines, à raison de 2 séances de 15 minutes par semaine, à partir de tablettes numériques ou de jeux de société. Les résultats ont ensuite été analysés, afin d'effectuer des comparaisons entre les différents milieux socio-économiques et les différents supports.

Par rapport à leurs camarades en REP, les enfants issus d'un milieu socio-économique plus favorisé auraient acquis plus de compétences en début d'année scolaire, que ce soit en moyenne section ou en grande section. Ils bénéficieraient plus des activités mathématiques, en acquérant davantage de compétences durant la durée du protocole. En revanche, nos résultats ne permettent pas de conclure quant à un éventuel effet du support selon les milieux socio-économiques et linguistiques. Nous ne pouvons pas non plus établir de lien entre les habitudes de jeux à la maison et les résultats observés.

L'intérêt d'une telle étude se porte sur différents professionnels de l'enfance, notamment les enseignants et les orthophonistes, d'un point de vue préventif, mais aussi curatif. Les corrélations entre le milieu socio-économique, le support et les habitudes de jeux semblent néanmoins difficiles à établir en raison de plusieurs limites méthodologiques et d'interprétation. Il serait donc intéressant de poursuivre ce travail lors de nouvelles études interventionnelles, dans le but de mieux contrôler certains facteurs externes ayant pu influencer nos résultats.

## Bibliographie

- Académie de Lille. (2021). *Les chiffres clés de l'académie : les établissements – rentrée scolaire 2020*. <http://www1.ac-lille.fr/cid156290/les-chiffres-cles-de-l-academie-les-etablissements-rentree-scolaire-2020.html>
- Azmitia, M. (1988). Peer Interaction and Problem Solving : When Are Two Heads Better Than One? *Child Development*, 59(1), 87-96. <https://doi.org/10.2307/1130391>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 47-89. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer : A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Barrouillet, P., Thevenot, C., & Fayol, M. (2010). Evidence for knowledge of the syntax of large numbers in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 105(3), 264-271. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.10.005>
- Benavides-Varela, S., Butterworth, B., Burgio, F., Arcara, G., Lucangeli, D., & Semenza, C. (2016). Numerical Activities and Information Learned at Home Link to the Exact Numeracy Skills in 5–6 Years-Old Children. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00094>
- Bisiaux, M. (2020). *Proposition d'une mallette d'entraînements spécifiques visant à favoriser les compétences mathématiques en maternelle* (Mémoire d'Orthophonie). Université de Lille, Lille.
- Butlen, D., Peltier-Barbier, M.-L., & Pézard, M. (2002). Nommés en REP, comment font-ils ? Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP : contradiction et cohérence. *Revue française de pédagogie*, 140, 41-52.
- Cooper, L. Z. (2005). Developmentally Appropriate Digital Environments for Young Children. *Library Trends*, 54(2), 286-302. <https://doi.org/10.1353/lib.2006.0014>
- Cornu, V., Schiltz, C., Pazouki, T., & Martin, R. (2019). Training early visuo-spatial abilities : A controlled classroom-based intervention study. *Applied Developmental Science*, 23(1), 1-21. Education Research Complete.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1-2), 1-42. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90049-n](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90049-n)
- Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122(3), 371-396. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.122.3.371>
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three Parietal Circuits for Number Processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3-6), 487. <https://doi.org/10.1080/02643290244000239>
- Duncan, G. J., Magnuson, K., & Votruba-Drzal, E. (2014). Boosting Family Income to Promote Child Development. *The Future of Children*, 24(1), 99-120.

- Elliott, L., & Bachman, H. J. (2018). SES disparities in early math abilities : The contributions of parents' math cognitions, practices to support math, and math talk. *Developmental Review*, 49, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2018.08.00>
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307-314. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.05.002>
- Fuson, K. C., Richards, J., & Briars, D. J. (1982). The acquisition and elaboration of the number word sequence. In C. J. Brainerd (Ed.), *Children's logical and mathematical cognition: Progress in cognitive development research* (pp. 33-92). New York: Springer-Verlag.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Oláh, L. N., & Locuniak, M. N. (2006). Number Sense Growth in Kindergarten : A Longitudinal Investigation of Children at Risk for Mathematics Difficulties. *Child Development*, 77(1), 153-175.
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.07.004>
- Kaufmann, L., Wood, G., Rubinsten, O., & Henik, A. (2011). Meta-Analyses of Developmental fMRI Studies Investigating Typical and Atypical Trajectories of Number Processing and Calculation. *Developmental Neuropsychology*, 36(6), 763-787. <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.549884>
- Kleemans, T., Segers, E., & Verhoeven, L. (2011). Cognitive and linguistic precursors to numeracy in kindergarten : Evidence from first and second language learners. *Learning and Individual Differences*, 21(5), 555-561. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.07.008>
- LeFevre, J.-A., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D., & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, 41(2), 55-66. <https://doi.org/10.1037/a0014532>
- Libertus, M. E., Feigenson, L., & Halberda, J. (2013). Is approximate number precision a stable predictor of math ability? *Learning and Individual Differences*, 25, 126-133. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.02.001>
- Majerus Steve. (2020). *Traité de neuropsychologie de l'enfant / [dirigé par] Steve Majerus, Isabelle Jambaqué, Laurent Mottron... [Et al.]* (2e édition). De Boeck supérieur.
- Melhuish, E. C., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., Taggart, B., Phan, M. B., & Malin, A. (2008). Preschool Influences on Mathematics Achievement. *Science*, 321(5893), 1161-1162.
- Ministère de l'Education Nationale, de la jeunesse et des sports. (2020). *J'enseigne au cycle 1*. <https://eduscol.education.fr/83/j-enseigne-au-cycle-1>
- Ministère de l'Education nationale, de la jeunesse et des sports (2021). *Evaluation 2021 : point d'étape CP – Premiers résultats*. <https://www.education.gouv.fr/evaluations-2021-point-d-etape-cp-premiers-resultats-322673>

- Mohamed, L. (2019). *Développement des prérequis mathématiques en maternelle : Analyse des effets des différents supports (jeux de plateau et tablettes) sur les compétences mathématiques* (Mémoire d'Orthophonie). Université de Lille, Lille.
- Moyer-Packenham, P. S., Lommatsch, C. W., Litster, K., Ashby, J., Bullock, E. K., Roxburgh, A. L., Shumway, J. F., Speed, E., Covington, B., Hartmann, C., Clarke-Midura, J., Skaria, J., Westenskow, A., MacDonald, B., Symanzik, J., & Jordan, K. (2019). How design features in digital math games support learning and mathematics connections. *Computers in Human Behavior*, *91*, 316-332. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.09.036>
- Namkung, J. M., Peng, P., & Lin, X. (2019). The Relation Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance Among School-Aged Students : A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, *89*(3), 459-496. <https://doi.org/10.3102/003465431984349>
- Pazouki, T., Cornu, V., Sonnleitner, P., Schiltz, C., Fischbach, A., & Martin, R. (2018). MaGrid : A language-neutral early mathematical training and learning application. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *13*(08), 4-18. doi:10.3991/ijet.v13i08.8271
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory : Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, *108*(4), 455-473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>
- Poitou, N. (2020). *Stimulation des prérequis mathématiques : proposition d'une mallette de jeux à destination des parents et des professionnels de la petite enfance* (Mémoire d'Orthophonie). Université de Lille, Lille.
- Ramani, G. B., & Siegler, R. S. (2008). Promoting Broad and Stable Improvements in Low-Income Children's Numerical Knowledge Through Playing Number Board Games. *Child Development*, *79*(2), 375-394. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01131.x>
- Ramani, G. B., & Siegler, R. S. (2011). Reducing the gap in numerical knowledge between low- and middle-income preschoolers. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *32*(3), 146-159. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2011.02.005>
- Ramani, G. B., Siegler, R. S., & Hitti, A. (2012). Taking it to the classroom : Number board games as a small group learning activity. *Journal of Educational Psychology*, *104*(3), 661-672. <https://doi.org/10.1037/a0028995>
- Sarnecka, B. W., & Carey, S. (2008). How counting represents number: What children must learn and when they learn it. *Cognition*, *108*(3), 662-674.
- Siegler, R. S. (2009). Improving the Numerical Understanding of Children From Low-Income Families. *Child Development Perspectives*, *3*(2), 118-124. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2009.00090.x>
- Siegler, R. S., & Ramani, G. B. (2009). Playing linear number board games—But not circular ones—Improves low-income preschoolers' numerical understanding. *Journal of Educational Psychology*, *101*(3), 545-560. <https://doi.org/10.1037/a0014239>
- Scalise, N. R., Daubert, E. N., & Ramani, G. B. (2017). Narrowing the Early Mathematics Gap : A Play-Based Intervention to Promote Low-Income Preschoolers' Number Skills. *Journal of Numerical Cognition*, *3*(3), 559-581. <https://doi.org/10.5964/jnc.v3i3.72>

- Schneider, M., Merz, S., Stricker, J., Smedt, B. D., Torbeyns, J., Verschaffel, L., & Luwel, K. (2018). Associations of Number Line Estimation With Mathematical Competence : A Meta-analysis. *Child Development*, 89(5), 1467-1484. <https://doi.org/10.1111/cdev.13068>
- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 99-120. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.002>
- Tobias, S., Fletcher, J. D., & Chen, F. (2015). Digital Games as Educational Technology : Promise and Challenges in the Use of Games to Teach. *Educational Technology*, 55(5), 3-12.
- Un référentiel pour l'éducation prioritaire*. (2014). Réseau Canopé. <https://www.reseau-canope.fr/education-prioritaire/accueil.html>
- Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(11), 868-873. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x>
- Whyte, J. C., & Bull, R. (2008). Number games, magnitude representation, and basic number skills in preschoolers. *Developmental Psychology*, 44(2), 588-596. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.44.2.588>

## **Liste des annexes**

**Annexe n°1 : Autorisation parentale & questionnaire**

**Annexe n°2 : Protocole de test**

**Annexe n°3 : Ordre des entraînements**

**Annexe n°4 : Notice d'impression des jeux de société**

**Annexe n°5 : Activités proposées dans la nouvelle mallette et compétences travaillées  
(Bisiaux, 2020 ; Poitou, 2020)**

**Stimulation des compétences mathématiques précoces**  
**Comparaison des effets des jeux de société versus tablettes numériques sur le compétences**  
**mathématiques des élèves de maternelle intégrés dans un réseau d'éducation prioritaire**  
Discipline : Orthophonie

Margot Histe

**Résumé :**

Les jeunes enfants développent de nombreuses compétences mathématiques précoces, grâce aux apprentissages réalisés dans le cercle familial. Ces compétences sont également entraînées de manière plus formelle dans l'environnement scolaire. C'est aussi durant l'enfance que les premières difficultés d'apprentissage des mathématiques sont observées, et notamment parmi les milieux socio-économiques les moins favorisés. L'objectif de cette étude était d'étudier les effets d'un entraînement réalisé à partir de deux supports de stimulation ludiques, les jeux de société et les tablettes numériques, sur le développement des compétences mathématiques précoces, selon le milieu socio-économique.

Nous avons comparé des enfants de moyenne et grande sections, selon s'ils faisaient partie d'un Réseau d'éducation prioritaire ( $N = 45$ ) ou s'ils n'en faisaient pas partie ( $N = 101$ ). Nous avons également étudié les effets du support d'entraînement, ainsi que les habitudes de jeux à la maison.

Nous avons observé un bénéfice des entraînements pour chacun des deux groupes. Néanmoins, l'intervention n'a pas permis de réduire l'écart initial constaté entre les enfants selon leur milieu socio-économique. En ce qui concerne les habitudes de jeux à la maison et les effets du support, notre étude n'a pas permis de révéler de différence significative.

Ces résultats semblent démontrer l'efficacité d'une intervention précoce et ludique. Néanmoins, le gain plus faible des enfants en REP ne corrobore pas les résultats observés dans la littérature. Ceci nous laisse supposer que l'amélioration du protocole doit être poursuivie et que la prévention précoce des troubles mathématiques représente un enjeu essentiel de la pratique orthophonique.

**Mots-clés :** compétences mathématiques précoces, jeux de société, tablettes, réseaux d'éducation prioritaire

**Abstract :**

Young children are developing a lot of early mathematical skills as a result of learning within the family circle. These skills are also trained more formally in the school environment. It is also during childhood that the first difficulties in learning mathematics are observed, especially among the least privileged socio-economic backgrounds. The aim of this study was to investigate the effects of training with two playful stimuli, board games and digital tablets, on the development of early mathematical skills, according to socio-economic background.

We compared children in preschool and 2<sup>nd</sup> kindergarten grade according to whether they were part of a priority education area (Réseau d'Education Prioritaire) ( $N = 45$ ) or not ( $N = 101$ ). We also studied the effects of the training medium, as well as the play habits at home.

We observed a benefit of the training sessions for both groups. Nevertheless, the intervention did not reduce the initial gap found between children according to their socioeconomic background. Regarding home play habits and the effects of support, our study did not reveal any significant difference.

These results seem to demonstrate the effectiveness of early and playful intervention. Nevertheless, the lower gain for children in REP does not support the results observed in the literature. This suggests that the protocol needs to be further improved and that early prevention of mathematical disorders is an essential challenge in speech-language pathologists' practice.

**Keywords :** early mathematical skills, board games, tablets, socio-economic factors

**Mémoire encadré par Mme Sandrine MEJIAS et Mme Sophie RAVEZ**

DEPARTEMENT ORTHOPHONIE  
FACULTE DE MEDECINE  
Pôle Formation  
59045 LILLE CEDEX  
Tél : 03 20 62 76 18  
[departement-orthophoni@univ-lille.fr](mailto:departement-orthophoni@univ-lille.fr)



 Université  
de Lille

 ufr35  
faculté  
de médecine