

MEMOIRE

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

Océane VASSEUR

soutenu publiquement en juin 2019

Habitudes de jeu (numérique) et compétences mathématiques

MEMOIRE dirigé par

Sandrine MEJIAS, Maître de Conférences Universitaire, Université de Lille, Lille

Lille – 2019

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement Madame Mejias, ma directrice de mémoire à l'origine de l'étude Kids e-Stim, pour sa gentillesse, sa disponibilité, ses conseils, ses encouragements et ses paroles rassurantes tout au long de cette aventure.

Merci aux membres du jury pour leur implication et le temps passé à lire ce mémoire.

Je remercie également les anciennes étudiantes de cinquième année, diplômées en 2018, pour leur implication dans le projet, leurs conseils et pour nous avoir permis d'assister à leurs soutenances et de lire leurs mémoires.

Merci aux étudiantes de cinquième année avec lesquelles j'ai travaillé ces deux dernières années pour ce projet. J'adresse une mention particulière à Aurélia avec qui j'ai pu travailler en étroite collaboration, notamment sur l'encodage des questionnaires.

Un grand merci aux enseignants, parents et enfants sans lesquels cette étude n'aurait pas eu lieu.

Merci à mes maîtres de stage pour m'avoir formée, écoutée et conseillée tout au long du chemin. J'ai pu grandir dans ma pratique professionnelle et ma démarche réflexive en leur compagnie.

Merci à Bruno et Valentin pour leur aide rédactionnelle en anglais.

Enfin, merci à ma famille et à Lucien pour leur soutien inconditionnel.

Résumé :

Alors que l'utilisation des écrans fait débat dans la société, aucune étude portant sur les habitudes de jeu numérique n'a été, à ce jour, recensée dans la littérature scientifique. Ce mémoire a pour objectif de déterminer l'impact des habitudes de jeu numérique sur le développement des compétences mathématiques des enfants scolarisés en grande et moyenne section de maternelle. L'analyse croisée des données issues d'un questionnaire parental et de tests généraux et mathématiques effectués par 148 enfants participant à l'étude « Kids e-Stim » a permis de répondre à cette problématique. Les résultats montrent que le type de jeu utilisé influence positivement ou négativement le développement des compétences mathématiques et générales, et qu'une durée de jeu trop importante est délétère. Toutefois, la validité des résultats obtenus peut être renforcée en augmentant le taux de réponse au questionnaire. Pour cela, nous avons cherché à améliorer ce dernier en nous appuyant sur des analyses statistiques et des remarques qualitatives. Nous avons donc uniformisé la présentation des items, changé leur ordre d'apparition et revu les propositions de réponse. Afin d'augmenter la précision des réponses fournies par les participants, les exemples proposés peuvent être repensés.

Mots-clés :

cognition mathématique, développement numérique, représentations exactes, représentations approximatives, tablette numérique

Abstract :

Whilst the use of screens is a subject for debate in the Society, there has been no study concerning digital gaming habits identified in the scientific literature. The purpose of this thesis is to determine the impact of digital gaming habits on the development of mathematical skills on children attending school in middle and older sections of kindergarten. The cross analysis of data from a parental questionnaire and from general and mathematical tests, performed by 148 children participating at the « Kids e-Stim » study, provided an answer to this problematic. The results show that the type of game used influences positively or negatively the development of mathematical and general skills, and that a too long gaming time has a deleterious effect. However, the validity of the results can be reinforced by increasing the response rate to the questionnaire. To this end, we have been looking for ways to further improve the questionnaire, building on statistical analysis and qualitative comments. We therefore standardized the presentation of items, changed their order and revised proposals for answer. In order to increase the precision of the answers given by participants, the proposed examples can be redesigned.

Keywords :

numerical cognition, early numeracy, exact representations, approximate representations, numerical tablet

Table des matières

Introduction.....	1
Contexte théorique, buts et hypothèses.....	1
1. Acquisition des habiletés numériques de base.....	2
1.1. Importance des habiletés numériques de base.....	2
1.1.1. Système numérique approximatif (SNA).....	2
1.1.2. Système numérique exact.....	3
1.2. Intérêt des différents supports d'apprentissage proposés dans l'étude.....	3
1.2.1. Apport des jeux de société.....	3
1.2.2. Apport des outils numériques.....	4
2. Questionnaire parental.....	5
2.1. Intérêts.....	5
2.2. Inconvénients.....	5
3. Conception d'un questionnaire valide.....	5
3.1. Contenu du questionnaire.....	5
3.2. Format du questionnaire.....	6
3.3. Analyse de la pertinence du questionnaire.....	7
3.4. But et hypothèses.....	7
Méthode.....	8
1. Population.....	8
2. Matériel et méthode.....	9
2.1. Questionnaires.....	9
2.2. Pré-tests.....	10
2.3. Analyse statistique.....	12
Résultats.....	12
1. Analyse des habitudes de jeu numérique et développement des compétences mathématiques.....	12
1.1. Statistiques descriptives de facteurs potentiels de développement des compétences mathématiques.....	12
1.2. Analyses de corrélation.....	13
1.2.1. Analyse des résultats obtenus aux pré-tests en fonction des habitudes générales de jeu numérique.....	13
1.2.2. Analyse en fonction de l'utilisation de jeux d'action et d'aventure.....	14
1.2.3. Analyse en fonction de l'utilisation de jeux éducatifs.....	14
1.2.4. Analyse en fonction de l'utilisation de jeux de cartes et de société.....	15
1.2.5. Analyse en fonction de l'utilisation de jeux autres.....	16
2. Analyse du questionnaire parental.....	17
2.1. Statistiques descriptives.....	17
2.2. Statistiques corrélées.....	18
Discussion.....	18
1. Impact des habitudes de jeu numérique sur le développement des compétences mathématiques.....	18
1.1. Impact de l'ordonnalité du mode de jeu tablette numérique.....	19
1.1.1. Impact sur le développement des compétences générales.....	19
1.1.2. Impact sur le développement du SNA.....	19
1.1.3. Impact sur le développement du SNE.....	20
1.2. Impact de la fréquence de jeu sur tablette numérique.....	20
1.2.1. Impact sur le développement du SNA.....	20
1.2.2. Impact sur le développement du SNE.....	21
1.3. Impact de la durée de jeu par utilisation de la tablette numérique.....	21
1.3.1. Impact sur le développement des compétences générales.....	21

1.3.2. Impact sur le développement du SNA.....	22
1.3.3. Impact sur le développement du SNE.....	22
2. Améliorations du questionnaire parental.....	23
2.1. Amélioration de la forme.....	23
2.2. Amélioration de la formulation des items.....	24
2.3. Amélioration des propositions de réponses.....	24
Conclusion.....	25
Bibliographie.....	27
Liste des annexes.....	29
Annexe n°1 : Questionnaire parental initial.....	29
Annexe n°2 : Nouvelle version du questionnaire parental.....	29
Annexe 1 : Questionnaire parental initial.....	1
Annexe 2 : Nouvelle version du questionnaire parental.....	3

Introduction

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre de l'étude KIDS e-Stim, dirigée par Sandrine Mejias, Maître de Conférences Universitaire à l'Université de Lille. Le projet porte sur l'importance des pré-requis mathématiques, avec un objectif de prévention et de dépistage en moyenne et grande sections de maternelle. Il est mené conjointement par le Département d'Orthophonie et le laboratoire SCALab de l'Université de Lille, le laboratoire COSA de l'Université du Luxembourg, l'École Supérieure du Professorat et de l'Éducation (ESPE) et le Ministère de l'Éducation. Son objectif est de pouvoir examiner les bénéfices liés à un type d'entraînement spécifique en fonction du type de population (moyenne versus grande sections de maternelle, et le milieu socio-économique de l'école c'est-à-dire dans les réseaux d'éducation prioritaire ou non).

Selon le dernier rapport PISA datant de 2015, le niveau en mathématiques en France tend à baisser ses dernières années (moins quatre points en trois ans), tout en restant dans la moyenne mondiale (le score moyen français est de 493 points). De plus, depuis 2006, l'écart de performances en mathématiques entre les élèves issus de milieux socio-économiques faible et élevé se creuse en défaveur du premier. Rappelons que le rapport PISA porte, entre autre, sur les compétences mathématiques jugées nécessaires dans la vie quotidienne. Au Japon, les enfants ont souvent des activités périscolaires mathématiques, et leurs résultats dans cette discipline s'en trouvent augmentés (Dehaenne, 1997), ce qui laisse à penser que l'entraînement serait l'un des facteurs ayant un effet bénéfique sur ce type d'acquisitions. Une étude a d'ailleurs montré que les aires cérébrales activées chez les violonistes sont plus étendues chez ceux ayant commencé l'apprentissage de leur instrument pendant l'enfance que chez ceux l'ayant débuté à l'âge adulte (Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh & Taub, 1995), ce qui est en faveur de l'existence d'une période critique de plasticité cérébrale.

Ainsi, il est pertinent de se demander si une intervention précoce en mathématiques, visant, à court terme, à entraîner les habiletés numériques de base, pourrait permettre à l'enfant de développer plus efficacement ses compétences en mathématiques, nécessaires à une bonne insertion professionnelle (Rivera-Batiz, 1992). Pour déterminer si les habitudes de jeu numérique de l'enfant ont un impact ou non sur l'abord des acquisitions mathématiques, il est intéressant de proposer un questionnaire parental concernant ces-dites habitudes de jeu afin de les mettre en regard des performances obtenues aux tests.

Après avoir passé en revue les données issues de la littérature scientifique concernant le développement des habiletés numériques de base et la conception d'un questionnaire parental, nous nous intéresserons à la méthode employée dans cette étude pour découvrir s'il existe des liens entre jeu sur tablette numérique et développement des compétences mathématiques. Puis, nous analyserons les résultats issus de cette étude qui nous pousseront à réviser le questionnaire parental proposé à l'heure actuelle.

Contexte théorique, buts et hypothèses

Pour une pleine compréhension de l'objet de ce mémoire, il est nécessaire de s'intéresser dans un premier temps aux fondements de l'étude qui le sous-tendent, à savoir le développement des habiletés numériques de base. Il sera alors pertinent de développer l'intérêt d'utiliser les données issues d'un questionnaire parental. Ce questionnaire ayant pour

but d'appréhender les différents facteurs intervenants dans les apprentissages de l'enfant. Nous nous intéresserons ensuite aux éléments à prendre en compte dans l'optique d'établir un questionnaire le plus fiable possible.

1. Acquisition des habiletés numériques de base

Il est, dans un premier temps, fondamental de définir les différentes habiletés numériques de base afin d'avoir une vision nette de l'étendue des connaissances que l'enfant a à acquérir. Seulement ensuite, nous pourrions examiner divers supports permettant de développer de manière optimale les compétences attendues.

1.1. Importance des habiletés numériques de base

Les habiletés numériques de base sont classiquement divisées en deux grands systèmes numériques. Un premier système, approximatif, serait inné, viendrait ensuite un second système, exact, dépendant des apprentissages (Feigenson, Dehaene & Spelke, 2014).

1.1.1. Système numérique approximatif (SNA)

La comparaison analogique, qui est la première composante du SNA, est la capacité à pouvoir comparer deux ensembles et à déterminer lequel des deux est le plus grand. Cette habileté possède trois caractéristiques. La première est l'effet de distance qui consiste à distinguer plus facilement des numérosités éloignées que des numérosités proches. La deuxième est l'effet de taille, en effet nous parvenons plus aisément, à intervalle égal, à comparer deux petits ensembles d'éléments que deux grands (ex. comparer des ensembles de 4 versus 6 éléments est plus facile que comparer des ensembles de 44 versus 46 éléments) (Dehaene, 1997). De plus, cette capacité est innée puisque des nourrissons de quelques mois réussissent déjà à l'exercer (Von Aster & Shalev, 2007).

La ligne numérique, qui est la seconde composante du SNA, correspond à une représentation spatiale et linéaire des nombres. Les petits nombres se situent donc à gauche de cette ligne, et les grands à droite. Ses caractéristiques sont au nombre de trois (Habib, 2014). Tout d'abord, elle présente un effet de taille, que nous avons défini dans le paragraphe traitant de la comparaison analogique (Dehaene, 1997). Deuxièmement, l'effet de distance fait qu'il est plus facile et rapide de comparer deux nombres éloignés que deux nombres rapprochés (ex. 25 et 90 seront plus faciles à comparer que 54 et 56). Enfin, l'effet SNARC consiste à répondre plus rapidement avec la main droite pour les grands nombres et avec la main gauche pour les petits nombres que l'inverse (Dehaene, 1997). Ce qui démontre bien que la ligne numérique est orientée spatialement de gauche à droite.

Cette ligne numérique est très fortement corrélée aux compétences mathématiques, notamment dans la compréhension et la résolution des additions (Schneider, Grabner & Paetsch, 2009). De plus, elle est prédictive des capacités de rétention des réponses issues de problèmes d'additions nouveaux pour l'enfant. En outre, donner à l'élève la représentation visuelle de cette ligne numérique lui permet de mieux appréhender la résolution du problème (Booth & Siegler, 2008). On note une association significative entre la précision de l'estimation sur une ligne numérique et les compétences mathématiques, c'est-à-dire que plus l'estimation est précise, plus les performances en mathématiques sont élevées (Sasanguie, De Smedt, Defever & Reynvoet, 2012).

On observe une association significative entre comparaison de nombres symboliques (nombres arabes) et compétences en mathématiques. Cette association est particulièrement

forte au jardin d'enfant (maternelle), mais elle diminue avec l'âge (Sasanguie & al., 2012). La diminution de la force de cette association avec l'âge est toutefois très controversée dans la littérature. À contrario, on ne remarque aucune association significative entre comparaison de nombres non symboliques (ensemble de points) et compétences en mathématiques (Sasanguie & al., 2012). Ce qui montrerait que le SNA ne contribuerait pas aux différences interindividuelles en habiletés mathématiques. Cependant, une autre étude tend à démontrer le contraire. Pour ces auteurs, la précision du sens du nombre peut évoluer en fonction des expériences mathématiques qu'a vécues la personne tout au long de sa vie (Halberda, Ly, Wilmer, Naiman & Germine, 2012). Les représentations numériques symboliques seraient, pour certains, plus importantes que les non symboliques pour développer les compétences mathématiques (Sasanguie & al., 2012). Néanmoins, cette donnée reste très controversée dans la littérature. Tout ceci justifie de nous intéresser maintenant au système numérique exact (SNE).

1.1.2. Système numérique exact

Le SNE est composé de plusieurs codes qui ont été décrits par Dehaene et Cohen en 1995 dans leur modèle du triple code. Le code verbal est celui dans lequel on retrouve l'organisation syntaxique des nombres oraux / trwa / et écrits « trois ». Il permettrait le comptage et l'utilisation des faits arithmétiques (dont les tables de multiplications). Le code arabe permettrait les calculs mentaux complexes ainsi que le jugement de parité. Il est donc impératif de maîtriser les différents transcodages (passage d'un code à l'autre) pour aborder sereinement les mathématiques (Dehaene & Cohen, 1995).

Le comptage et le dénombrement sont complémentaires. Le premier consiste à énumérer un à un des objets en une comptine numérique, tandis que le second permet de préciser combien d'objets se trouvent dans une collection. Pour dénombrer un ensemble, il est nécessaire de comprendre que le dernier nombre énoncé lors du comptage est la réponse attendue (Habib, 2014).

Le comptage tient une place importante dans la résolution des additions puisque avant de pouvoir récupérer en mémoire la réponse attendue, les élèves incrémentent par pas de un (Groen & Parkman, 1972). De même, concernant les soustractions, le comptage joue un rôle essentiel. En effet, les enfants utilisent en premier lieu l'incréméntation ou la décrémentation de un en un pour parvenir au résultat de l'opération (Woods, Rosnick & Groen, 1975).

1.2. Intérêt des différents supports d'apprentissage proposés dans l'étude

L'aspect motivationnel ayant une part importante dans les apprentissages (Kaufmann, Wood, Rubinsten & Henik, 2011), il est essentiel de proposer un support attractif à l'enfant. Ainsi, nous parlerons ici des jeux de société de type plateau et des outils numériques.

1.2.1. Apport des jeux de société

Une étude a démontré que les jeux de société de type jeux de plateau font partie intégrante des activités permettant d'améliorer les apprentissages mathématiques. Pour arriver à cette conclusion, les auteurs ont évalué les performances mathématiques chez 110 enfants d'âge pré-scolaire (âge moyen = 5;11 ans), en testant le SNA et le SNE. Ces résultats ont ensuite été analysés au regard de questionnaires parentaux (Benavides-Verala, Butterworth & Burgio, Acara, Lucangeli & Semenza, 2016). En effet, en effectuant ce type d'activité,

l'enfant se familiarise avec différentes notions mathématiques comme le dénombrement, la comptine numérique, la ligne numérique mentale, la magnitude, et la correspondance terme à terme (Ramani et Siegler, 2008).

1.2.2. Apport des outils numériques

Les outils numériques comme support d'apprentissage pour les enfants, et plus généralement les écrans, sont actuellement au cœur d'un grand débat dans notre société. Pendant que certains défendent l'idée que le support numérique serait un bon support d'apprentissage, d'autres y sont farouchement opposés. Or, peu d'études ont été réalisées sur ce sujet, notamment chez les plus jeunes, ce qui ne permet pas de trancher la question. Toutefois, un avis de l'Académie des Sciences a été publié en 2013 afin d'émettre des recommandations quant à l'utilisation des écrans de toute sorte chez l'enfant. Il est recommandé de ne pas laisser un enfant devant la télévision avant l'âge de 3 ans, les publicités étant particulièrement nocives pour son développement psychique. A partir de 3 ans, si l'enfant est exposé aux écrans, il est nécessaire de parler avec lui de ce qu'il voit pour qu'il puisse développer ses capacités narratives. Avant l'âge de 6 ans, il est conseillé de ne pas laisser un enfant jouer seul avec une console quelle qu'elle soit et de contrôler le temps d'exposition aux écrans. En outre, ce temps doit être bien inférieur à celui passé à réaliser d'autres activités (Bach, Oudé, Léna & Tisseron, 2013).

On note qu'une méta-analyse de 39 études montre que l'approche numérique donnerait généralement de meilleurs résultats que l'approche dite classique en matière d'apprentissage, ce qui tendrait à justifier l'emploi des outils numériques. Cependant, cette méta-analyse en appelle une autre car les études incluses dans celle-ci présentent des méthodologies très différentes (Wouters, Van Nimwegen, Van Oostendorp & Van Der Spek, 2013).

Une étude s'est attachée à découvrir quel système, exact ou approximatif, il était préférable d'entraîner afin d'améliorer les compétences mathématiques chez l'enfant. Cette étude portait sur 56 enfants, scolarisés en maternelle, et âgés en moyenne de 5;9 ans. Les entraînements ont été réalisés par le biais d'une tablette numérique à raison de 10 séances d'entraînement. Les enfants étaient répartis en 3 groupes, à savoir un groupe contrôle, un groupe entraînant le SNE et un groupe entraînant le SNA. Seul le groupe ayant reçu un entraînement du SNE a vu ses compétences s'améliorer significativement (Honoré et Noël, 2016). Ce qui va dans le sens des résultats obtenus par Sasanguie et ses collègues en 2012. Ainsi, on remarque qu'il est important de stimuler le SNE. Toutefois, l'intérêt de stimuler le SNA reste encore à prouver.

Une étude a permis de s'intéresser au développement du sens du nombre chez l'enfant scolarisé en école maternelle, et plus précisément en zone d'éducation prioritaire en France. Cinquante-trois enfants, âgés de 4 à 6 ans, ont donc participé à cette étude qui avait pour but de valider les effets du logiciel « The Number Race » sur le développement du sens du nombre. Le logiciel permet d'accéder à trois grands types d'activités, à savoir, la comparaison entre deux nombres arabes et le lien entre nombre et espace, le lien entre les représentations symbolique et non-symbolique d'un même nombre, et la réalisation d'additions et de soustractions simples. Les résultats de cette étude sont des progrès conséquents concernant le développement du sens du nombre, notamment chez les élèves les plus défavorisés. Cependant, l'absence de groupe contrôle ne permet pas d'être certain de la validité de ces résultats (Wilson, Dehaene, Dubois & Fayol, 2009).

A l'heure actuelle, dans la littérature, s'il ressort qu'un usage particulier du numérique permet le développement de compétences mathématiques, peu voire aucune étude ne s'intéresse au lien entre habitudes de jeu numérique à la maison et développement des compétences mathématiques. Ainsi, il est intéressant de réaliser un questionnaire parental pour recueillir des données issues de la vie quotidienne de l'enfant et pallier ce manque.

2. Questionnaire parental

Le questionnaire parental étant un outil de recueil de données parmi d'autres, il est intéressant d'exposer ses avantages et ses inconvénients afin de justifier de son emploi dans cette étude.

2.1. Intérêts

Les parents sont les personnes les plus proches de l'enfant, sans compter les membres de l'équipe éducative, ce qui leur permet de donner des renseignements pertinents, notamment dans le cadre du quotidien.

Le questionnaire est un outil de recueil d'informations très facile à utiliser dans la mesure où il est correctement construit. De plus, il permet de recueillir des informations qui ne pourraient être observées que très difficilement (Sabourin, Valois & Lussier, 2005). Il est également administrable à une très large population dans la mesure où la présence d'un expérimentateur n'est pas indispensable. A noter qu'il permet d'éviter le biais de désirabilité sociale dans une certaine mesure, puisque la présence d'un tiers a tendance à modifier le comportement des personnes.

2.2. Inconvénients

Le fait de poser des questions aux parents sur leur quotidien avec leur enfant peut les amener à se sentir jugés. En effet, la crainte de passer pour un « mauvais parent » peut les pousser à changer leurs réponses pour que celles-ci correspondent à une attente sociale, c'est ce qu'on appelle un biais de désirabilité sociale (Crowne & Marlowe, 1960).

Le questionnaire ne permet d'obtenir que des réponses standardisées, prédéfinies par son concepteur. Les participants n'ont, dans la plupart des cas, pas l'opportunité d'apporter des précisions. Il est néanmoins possible d'obtenir des justifications dans le cadre d'une question ouverte. Ce type d'items n'est cependant pas très répandu car il allonge considérablement le temps de réponse et engendre des données plus difficiles à encoder et à traiter.

3. Conception d'un questionnaire valide

Un questionnaire n'étant réellement utile que s'il est valide, il est essentiel de développer ici les critères de validité et les biais potentiels à éviter. Nous parlerons également dans cette partie du but de ce mémoire et des hypothèses à vérifier.

3.1. Contenu du questionnaire

L'objectif du questionnaire doit être clairement défini par son concepteur afin d'être le plus efficace possible dans le choix des questions posées et d'optimiser le temps de remplissage par le participant (Hogan, 2012).

Les énoncés des questions doivent être clairs, pertinents et neutres (Mayer & Ouellet, 1991). Ainsi, le lexique employé se doit d'être simple et accessible à chacun. La syntaxe ne doit quant à elle ne laisser qu'une seule possibilité d'interprétation. Aucun jugement, qu'il soit positif ou négatif, ne doit transparaître afin d'éviter d'engendrer un biais de désirabilité sociale.

3.2. Format du questionnaire

Différents formats de questions existent et peuvent être utilisés au sein d'un même questionnaire selon ce qu'on cherche à savoir (Hogan, 2012). Nous relevons donc les questions fermées, qui appellent une réponse binaire, « oui » ou « non ». Le concepteur peut, s'il le désire, inclure le choix de réponse « ne sait pas » pour donner au participant la possibilité de ne pas prendre position. Dans cette catégorie de questions fermées, nous comptons également les questions à choix multiples (QCM) qui permettent d'obtenir une ou plusieurs réponses à une même question. Ce type d'item est le plus répandu. Pour ce type de question, il faut veiller à proposer le bon nombre d'alternatives pour obtenir des données probantes et non biaisées par une potentielle réponse hasardeuse ou une réponse par dépit. Nous avons ensuite les questions ouvertes, utilisées préférentiellement dans une démarche qualitative, qui permettent au participant de s'exprimer librement. Il est essentiel de ne pas abuser de ce type de question dans un souci temporel aussi bien pour l'analyste que pour le participant. De plus, il est nécessaire de bien formuler la question pour que la réponse ne puisse pas simplement être binaire « oui » ou « non ». Enfin, les échelles permettent de nuancer la réponse du participant.

L'échelle de Likert est généralement présentée sous la forme d'une échelle en cinq points. Néanmoins, il est tout à fait envisageable de réduire ou d'augmenter ce nombre en fonction de la précision de réponse souhaitée. Plus l'échelle comporte de points, plus le participant doit être précis dans sa réponse. Le fait de choisir un nombre de points impair donne au participant la possibilité de ne pas prendre position s'il choisit celui du milieu. Dans l'idéal, il faut alterner le sens des réponses pour éviter un biais d'acquiescement. Par exemple, « tout à fait d'accord » se situera une fois à droite de l'échelle et une autre fois à gauche de l'échelle (Hogan, 2012).

Chaque item présent doit avoir un but précis pour ne pas surcharger inutilement le questionnaire. Le nombre d'items doit donc être le plus petit possible tout en permettant d'obtenir des informations de qualité (Marquis, 2002). La fidélité du questionnaire est d'ailleurs corrélée à son nombre d'items. Or, la validité est corrélée à la fidélité (Hogan, 2012). Ainsi, il est essentiel que le questionnaire comporte un nombre suffisamment grand d'items. Attention toutefois, le temps passé par le participant à répondre au questionnaire ne doit pas lui faire abandonner sa tâche. Il est donc important de trouver un bon compromis entre nombre suffisamment grand d'items et temps nécessaire pour répondre au questionnaire. Dans cette optique, les questions à réponses fermées ou échelle de Likert présentent l'avantage de demander moins de temps que les questions à réponse ouverte. Ainsi, on peut, pour un même temps de passation, utiliser plus de questions à réponses fermées ou échelle de Likert que de questions à réponses ouvertes.

L'ordre des items joue un rôle très important. Les énoncés recouvrant un même thème doivent être regroupés pour que le participant s'y retrouve facilement et donc pour que l'effort cognitif de ce dernier soit moindre. Les thèmes généraux seront abordés dans un premier temps afin que le participant appréhende sereinement le questionnaire. Les thèmes plus

spécifiques, qui demandent donc plus de réflexion, seront ainsi placés préférentiellement en seconde partie. De la même manière, au sein d'un même thème, les items généraux précéderont les items spécifiques (Mayer & Ouellet, 1991).

Un questionnaire doit être le plus neutre possible, notamment dans l'analyse des réponses des participants. Les questions à réponses ouvertes sont, de nature, moins propices à une bonne fidélité inter-juge (Hogan, 2012). C'est pourquoi il est fondamental de ne pas abuser de ce type de question, et de préférer des questions à réponses fermées ou une échelle de Likert qui permet de nuancer la réponse du participant tout en lui laissant une palette de réponses plutôt confortable.

Le biais de désirabilité sociale peut être contrôlé par la présence de deux questions pour le recueil d'une même information (Hogan, 2012). Ces deux questions comportent des nuances syntaxiques et sémantiques. Les réponses du participant doivent donc être en adéquation pour qu'elles soient considérées comme valides.

3.3. Analyse de la pertinence du questionnaire

Une simulation de passation avec un sujet neutre peut être envisagée pour déceler d'éventuels biais avant de distribuer le questionnaire aux participants (Hogan, 2012). Cette simulation serait effectuée par un sujet ne participant pas à l'étude, mais correspondant à la population cible, et en présence du créateur du questionnaire. Le sujet répondrait à l'ensemble du questionnaire en verbalisant l'intégralité de ses pensées. Ainsi, le créateur pourrait ajuster son questionnaire (formulation des items, ordre des items...) en fonction de cette expérience, en prenant en compte les ressentis du sujet neutre et les réponses aux différents items. Répéter cette simulation avec plusieurs sujets neutres, entre cinq et dix, permet d'améliorer de façon pertinente le questionnaire avant son envoi à la population cible.

3.4. But et hypothèses

Le but premier de ce mémoire est de déterminer si les habitudes de jeu sur support numérique à la maison, et en l'occurrence sur tablette numérique, ont un impact sur les compétences mathématiques chez l'enfant scolarisé en moyenne ou grande section de maternelle. Les résultats attendus sont cependant assez flous. En effet, si certaines études montrent que le support numérique donne de meilleurs résultats que le support classique en matière de développement des compétences mathématiques (Wouters & al., 2013), ce qui nous pousserait à penser que plus la fréquence de jeu sur support numérique est élevée plus l'enfant développe ses compétences mathématiques, les jeux utilisés à la maison sur support tablette ne permettent peut-être pas le développement de ces compétences spécifiques.

Dans tout questionnaire, des biais existent. Néanmoins, moins il en comporte, plus il est valide. Ce mémoire a donc pour second objectif de critiquer de manière constructive le questionnaire parental créé spécialement pour l'étude « Kids e-Stim », et ce, afin de l'améliorer en réduisant son nombre de biais potentiels. Le questionnaire ayant été créé dans la précipitation, par manque de temps dans la mise en place de l'étude, nous pouvons nous attendre à déceler de nombreux biais dans sa conception. Il devrait donc, selon toute attente, être perfectible afin d'en extraire plus de données exploitables. En effet, des données recueillies de façon biaisées sont difficilement interprétables, voire totalement ininterprétables.

Méthode

L'étude Kids e-Stim a reçu l'approbation de la CNIL concernant l'anonymisation des données (traitement n° SC20171127-001), et du Comité d'Éthique d'Établissement de l'Université de Lille 3 (2017-1-S55).

L'étude Kids e-Stim reprend la méthodologie de l'étude de Cornu et al. publiée en 2017. La problématique de ce mémoire ne concernant qu'une partie restreinte de l'étude, nous développerons donc uniquement les parties méthodologiques le concernant (en violet sur la Figure 1 ci-dessous). Pour connaître la méthode complète de l'étude, vous pouvez consulter les autres mémoires s'y rattachant.

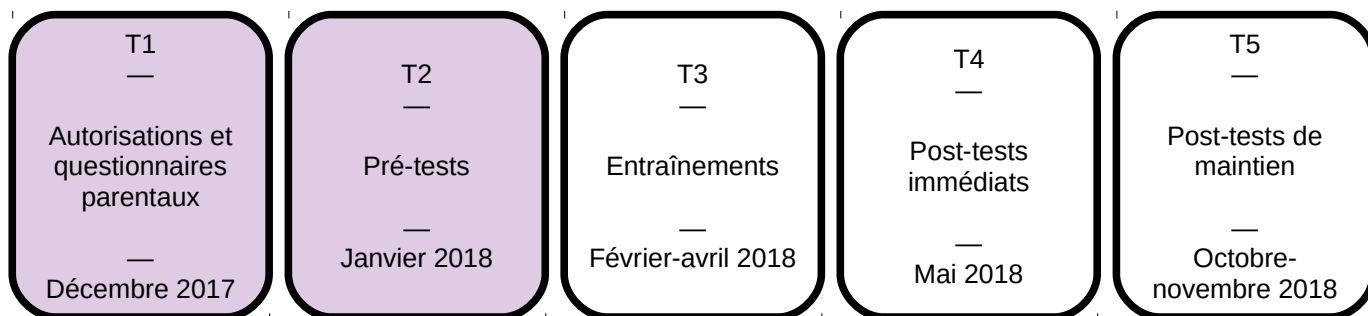


Figure 1. Déroulé de l'étude

1. Population

Cette étude porte sur des enfants scolarisés en moyenne section de maternelle (MSM) et en grande section de maternelle (GSM) en région Hauts-de-France. Les écoles sélectionnées se situent dans les circonscriptions d'Arras et de Lille. A l'heure actuelle, l'étude n'a été conduite que dans la circonscription d'Arras. Nous développons donc à la suite la sélection de la population dans cette circonscription.

Pour être inclus dans l'étude, les enfants devaient présenter quatre critères principaux, à savoir, être scolarisés dans les écoles sélectionnées par l'Éducation Nationale pour ce projet, avoir un certain niveau scolaire (MSM ou GSM), ne pas avoir de dossier MDPH et avoir une autorisation parentale. La figure suivante (cf. Figure 2) permet d'appréhender efficacement le nombre de participants aux différents temps de l'étude.

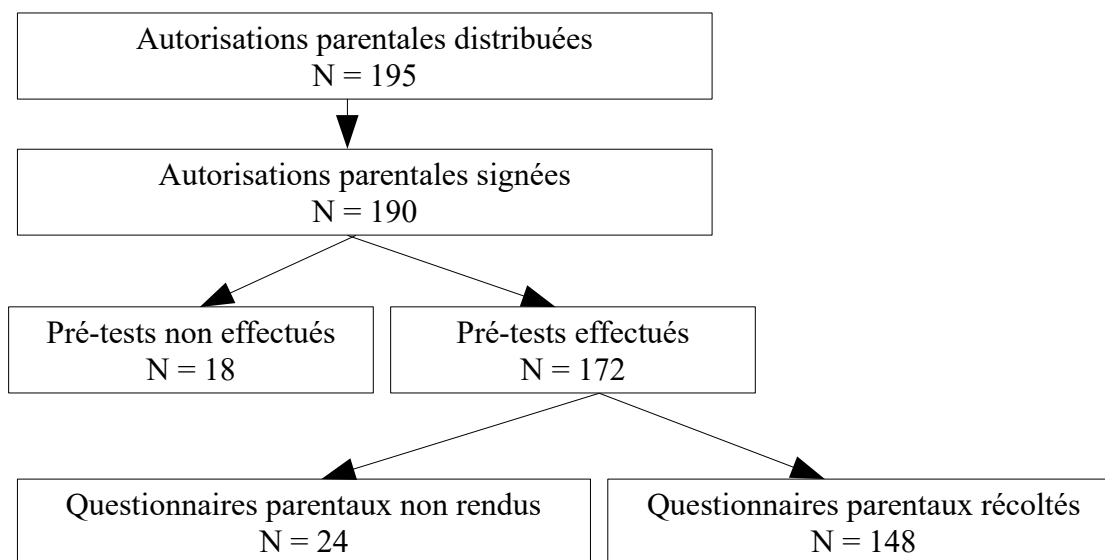


Figure 2. Suivi et répartition des effectifs

Initialement, 195 élèves ont donc été recrutés dans 8 classes différentes de la circonscription d'Arras. Ces classes étaient réparties dans 5 écoles en zone d'éducation non-prioritaire.

Lors de la phase de pré-tests, les élèves étaient âgés de 3 à 7 ans, avec une moyenne d'âge à 5;3 ans. En étudiant les résultats, quatre enfants ont été exclus de l'étude en raison de résultats trop faibles au test de QI et/ou parce qu'il y avait trop de données manquantes. La répartition selon le sexe et la classe est retranscrite dans le tableau ci-dessous (cf. Tableau 1). On retrouve un bon équilibre de genre chez les GSM, et un léger déséquilibre chez les MSM avec plus de garçons que de filles. A noter que plus de GSM ont participé à l'étude que de MSM.

Tableau 1. Répartition des effectifs selon la classe et le sexe

Effectifs	Garçon	Fille	Total
MSM	44	16	60
GSM	57	55	112
Total	101	71	172

2. Matériel et méthode

Madame Cornu, qui a réalisé une étude en 2017, a permis à l'équipe Kids e-Stim de reprendre la méthodologie employée dans cette-dite étude. La phase de pré-test, qui est décrite ici, en est donc issue. Les questionnaires utilisés au temps 1 (cf. Figure 1) de cette nouvelle étude ont été réalisés spécialement par les étudiantes en orthophonie de Lille (cf. Annexe 1).

La phase de pré-tests a eu lieu au mois de janvier 2018, sur une période de trois semaines. La phase de distribution des autorisations parentales et des questionnaires s'est quant à elle déroulée en amont.

2.1. Questionnaires

Le questionnaire (cf. Annexe 1) se compose de trois grandes parties. La première a pour but de recenser l'intégralité des types de jeu de l'enfant, la deuxième est focalisée plus spécifiquement sur le jeu numérique, et la troisième est orientée sur les jeux de société. Seules la deuxième et la troisième parties du questionnaire comportent plusieurs questions. Ces dernières ont pour objectif de recueillir la fréquence de jeu, le temps de jeu et le style de jeux utilisés par l'enfant. La partie « jeu numérique » comporte deux questions supplémentaires qui ont pour objectif de recueillir les informations suivantes : si l'enfant possède sa propre tablette numérique et le nom des jeux préférés de l'enfant.

Les questionnaires ont été distribués par les professeurs des écoles sous format papier aux parents des enfants. Lorsque l'enfant avait deux foyers (parents séparés), deux questionnaires ont été distribués. Les professeurs des écoles ont ensuite centralisé les questionnaires pour nous les remettre.

Les données recueillies ont été encodées dans un tableur afin de pouvoir les analyser. Pour les enfants ayant deux foyers, un seul questionnaire a été encodé pour une des deux raisons suivantes : l'un des questionnaires a été rendu non rempli ou les deux questionnaires étaient identiques.

Les données manquantes ou non interprétables (ex. réponse non attendue) sont symbolisées par un point pour être prises en compte comme donnée manquante. En effet, elles sont alors différenciées de la réponse « non », laquelle est symbolisée par le nombre « 0 », ce qui leur donne une importance toute particulière.

2.2. Pré-tests

Lors de la phase de pré-tests, on cherche à évaluer différentes compétences qui seront de nouveau testées en phases de post-tests. Ainsi, les compétences numériques, les compétences visuo-spatiales, les gnosies digitales et la mémoire de travail ont été évaluées. De plus, un test de quotient intellectuel a également été administré à chaque enfant. Le tableau 2 est un récapitulatif de l'ensemble des tâches proposées lors de ces pré-tests avec un bref descriptif de ces dernières.

Le test est constitué d'épreuves au format papier-crayon uniquement, aucune épreuve sur tablette n'a donc été utilisée. Afin d'administrer le pré-test, il est nécessaire d'avoir avec soi un livret de passation sur lequel on note les réponses de l'enfant, un protocole d'évaluation afin d'avoir les consignes, et le matériel nécessaire à la réalisation de l'épreuve Galifret-Granjon (contour de mains gauche et droite, boîte perforée pour cacher la main de l'enfant).

La phase de pré-tests s'est déroulée au mois de janvier 2018. Les enfants y ont participé en passation individuelle de 40 à 60 minutes environ. Les consignes, qui étaient données à l'enfant à l'oral, étaient standardisées pour que la fidélité inter-juge soit bonne. De ce fait, elles étaient écrites sur le protocole pour que les différents testeurs donnent les mêmes explications à chaque enfant en utilisant la même formulation.

Les données recueillies ont ensuite été encodées dans un tableur. Cette étape a été réalisée en deux temps : encodage par le testeur puis vérification par une seconde personne.

Tableau 2. Description des épreuves du pré-test

Nom de la tâche	Descriptif de la tâche
Compétences générales (non spécifiques aux mathématiques)	
Matrices non verbales de la WNV	Compléter une matrice incomplète, en choisissant l'item manquant parmi plusieurs.
Aptitudes visuo-spatiales <ul style="list-style-type: none"> • orientation spatiale • lequel est différent ? • lesquels sont les mêmes ? • relations spatiales 	Montrer la forme qui est différente des autres. Montrer la forme qui est identique au modèle. Relier les points comme sur le modèle.
Gnosies digitales (Galifret-Granjon)	Sur un contour de main, l'enfant montre le doigt qui est touché par le testeur. La main de l'enfant est cachée.
Mémoire à court terme <ul style="list-style-type: none"> • Mémoire de travail verbale (répétition à l'envers) • Mémoire visuo-spatiale (Corsi) 	Répéter, dans l'ordre inverse, des couleurs énoncées par le testeur. Montrer, dans l'ordre, des boîtes bleues précédemment montrées par le testeur.
Système numérique approximatif	
Lignes numériques	Sur une ligne bornée (0-20) non graduée, placer différents nombres.
Comparaison <ul style="list-style-type: none"> • vitesse motrice • comparaison symbolique (nombre à un chiffre) • comparaison symbolique (nombre à deux chiffres) • comparaison non symbolique (ensemble de points) 	Attention ! Épreuves chronométrées ! Barrer la forme noire parmi 2 formes. Barrer le plus grand chiffre parmi 2. Barrer le plus grand nombre parmi 2. Barrer le plus grand ensemble de points parmi 2.
Système numérique exact	
Comptage / Dénombrement <ul style="list-style-type: none"> • comptage libre • comptage à partir de • comptage en arrière • how many task ? 	Toutes les épreuves se font à voix haute. Compter le plus loin possible. Compter à partir de... Compter à rebours à partir de... Dénombrer un ensemble de cailloux.
Lecture de nombres à voix haute	Lire le nombre présenté en chiffre arabe.
Quel est le chiffre manquant ?	Énoncer le nombre manquant dans la suite de nombres arabes.
Addition <ul style="list-style-type: none"> • addition verbale avec support digital • addition verbale avec chiffres arabes 	Donner le résultat d'une addition présentée à l'oral et visuellement (doigts). Donner le résultat d'une addition présentée à l'oral et visuellement (nombre arabe).

2.3. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée en deux temps. En effet, le mémoire a changé d'orientation à la lumière de la première série d'analyses, ce qui a amené une seconde série d'analyses par la suite.

Dans un premier temps, les analyses statistiques effectuées ont eu pour but de déterminer si les habitudes de jeu numérique ont un impact ou non sur le développement des compétences mathématiques de l'enfant. Ainsi, l'ordonnalité du mode de jeu tablette numérique, la fréquence de jeu sur tablette numérique et la durée de jeu sur tablette numérique par utilisation ont été croisées avec les résultats aux différentes épreuves évaluant les compétences mathématiques et générales proposées lors des pré-tests (cf. Tableau 2).

Dans un second temps, les analyses statistiques ont eu pour but d'évaluer la validité de certains items dans un but d'amélioration du questionnaire. Ainsi, il a été nécessaire d'analyser la pertinence des questions, c'est pourquoi nous avons utilisé les méthodes d'analyses suivantes. Le taux de non-réponse est analysé pour chaque question, ce qui permet de déterminer si la question est correctement formulée ou non. Ce critère est également utilisé au regard de la réponse donnée au premier item de la section et permet ainsi de déterminer si l'ordre des questions est pertinent ou s'il engendre un effet de halo.

Résultats

Le nombre de pré-tests administrés ($N = 172$) étant plus élevé que le nombre de questionnaires complets recueillis ($N = 148$), les différentes analyses statistiques effectuées lors de ce mémoire ne prendront en compte que les données issues des 148 participants ayant rendu leur questionnaire rempli.

1. Analyse des habitudes de jeu numérique et développement des compétences mathématiques

Les questionnaires parentaux nous permettent d'obtenir des informations concernant les habitudes de jeu de l'enfant dans son quotidien. Nous nous intéressons spécifiquement ici aux habitudes de jeu numérique comme facteurs potentiels pouvant participer au développement des compétences mathématiques chez l'enfant.

1.1. Statistiques descriptives de facteurs potentiels de développement des compétences mathématiques

Les réponses aux différentes questions posées dans le questionnaire à propos de l'usage de la tablette numérique ont été regroupées puis converties en pourcentages, afin d'être plus représentatives de l'ensemble des enfants participant à l'étude.

L'ordonnalité du mode de jeu tablette numérique est reprise dans le tableau 3, présenté ci-dessous. Les parents devaient classer ce mode de jeu selon sa fréquence d'utilisation par leur enfant en comparaison à d'autres modes de jeux (jeux de société, activités manuelles etc.).

Tableau 3. Ordonalité de l'utilisation de la tablette numérique

	Le plus souvent	Souvent	Moins souvent	Rarement	Le moins souvent	Jamais	Non réponse
Effectif (en%)	8,1	10,1	10,8	12,2	21,6	22,3	14,9

On apprend également par les parents que 43,24 % des enfants participant à cette étude possèdent leur propre tablette numérique. A l'inverse, 37,16 % d'entre eux n'en possèdent pas.

Le tableau 4, ci-dessous, permet d'appréhender la fréquence d'utilisation de la tablette numérique par les enfants au cours d'une semaine type selon leurs parents.

Tableau 4. Fréquence d'utilisation de la tablette numérique

	1 à 2 fois par semaine	3 à 4 fois par semaine	5 à 6 fois par semaine	Tous les jours	Non réponse
Effectif (en%)	34,5	10,8	4,7	8,8	41,2

Enfin, le tableau 5 présente les enfants répartis selon le temps qu'ils passent par utilisation à jouer sur la tablette numérique, ce temps a été rapporté par leurs parents.

Tableau 5. Durée de jeu sur tablette numérique par utilisation

	Moins d'une heure	Au moins une heure	Au moins deux heures	Plus de deux heures	Non réponse
Effectif (en%)	35,8	20,3	7,4	2,0	34,5

1.2. Analyses de corrélation

Pour analyser les potentielles corrélations entre les différentes données, nous avons utilisé la corrélation de Pearson en bilatéral (r). Cette dernière est une corrélation bivariée qui permet de mesurer la relation linéaire, aussi appelée proportionnalité, établie entre deux variables. Pour qu'une corrélation soit significative, elle doit atteindre le niveau .05. Ainsi, pour chaque analyse, nous avons regardé s'il y avait corrélation entre acquisition des différentes compétences mathématiques et ordonnalité du mode de jeu tablette numérique, durée de jeu sur tablette numérique par utilisation et fréquence de jeu sur tablette numérique.

1.2.1. Analyse des résultats obtenus aux pré-tests en fonction des habitudes générales de jeu numérique

Aucune corrélation **positive** n'a pu être mise en évidence.

La durée de jeu sur tablette numérique par utilisation est corrélée **négativement** à l'épreuve visuo-spatiale « Lequel est différent ? » ($r = -.200$; $p = .045$), au comptage libre ($r = -.202$; $p = .043$), au comptage « à partir de » ($r = -.211$; $p = .034$), à la moyenne des épreuves de comptage « à partir de » et à rebours ($r = -.209$; $p = .036$), à l'épreuve de dénombrement « How many task ? » ($r = -.229$; $p = .021$), aux additions verbales avec

support digital ($r = -.233$; $p = .021$) et à l'exactitude des réponses données à l'épreuve de comparaison à un chiffre ($r = -.244$; $p = .020$).

Ces résultats semblent donc montrer un lien entre la durée de jeu sur tablette numérique et certaines compétences numériques, celles-ci étant amoindries si l'enfant passe plus de temps à jouer par utilisation.

1.2.2. Analyse en fonction de l'utilisation de jeux d'action et d'aventure

Pour les enfants qui ne jouent pas aux jeux d'action et d'aventure sur tablette numérique, on trouve les résultats suivants.

L'ordonnalité du mode de jeu tablette numérique est corrélée **positivement** à l'exactitude des réponses données à l'épreuve de comparaison non symbolique ($r = .288$; $p = .045$).

Aucune corrélation **négative** n'a pu être mise en évidence.

Ceci semble donc montrer un lien entre ordonnalité du mode de jeu tablette numérique et performances en comparaison non symbolique, ces dernières étant améliorées si l'enfant joue plus à ce mode de jeu qu'à un autre et qu'il n'utilise pas de jeux d'action et d'aventure.

Concernant les enfants qui jouent aux jeux d'action et d'aventure sur tablette numérique, on trouve les résultats suivants.

La fréquence de jeu sur tablette numérique est corrélée **positivement** à la précision de la ligne numérique ($r = .355$; $p = .018$).

La durée de jeu sur tablette numérique par utilisation est corrélée **positivement** à la précision de la ligne numérique ($r = .325$; $p = .028$). Elle l'est cependant **négativement** au comptage « à partir de » ($r = -.369$; $p = .011$), à la moyenne des épreuves de comptage « à partir de » et à rebours ($r = -.314$; $p = .032$).

Il semble donc y avoir un lien entre fréquence de jeu sur tablette numérique et compétences à utiliser une ligne numérique, celles-ci étant améliorées si l'enfant joue fréquemment et qu'il utilise des jeux d'action et d'aventure. Il semble également y avoir un lien entre durée de jeu sur tablette numérique et certaines compétences numériques si l'enfant utilise des jeux d'action et d'aventure, ces dernières étant amoindries pour certaines (comptage « à partir de » et à rebours) et améliorées pour d'autres (précision de la ligne numérique).

1.2.3. Analyse en fonction de l'utilisation de jeux éducatifs

Pour les enfants qui ne jouent pas aux jeux éducatifs sur tablette numérique, on trouve les résultats suivants.

L'ordonnalité du mode de jeu tablette numérique est corrélée **positivement** à l'exactitude des réponses données à l'épreuve de comparaison non symbolique ($r = .466$; $p = .016$).

La fréquence de jeu sur tablette numérique est corrélée **négativement** à l'exactitude des réponses données à l'épreuve de comparaison de nombres à un chiffre ($r = -.582$; $p = .001$) et à l'exactitude des réponses données à l'épreuve de comparaison non symbolique ($r = -.417$; $p = .030$).

La durée de jeu sur tablette numérique par utilisation est corrélée **négativement** à la mémoire de travail verbale ($r = -.405$; $p = .029$), à l'épreuve de mémoire visuelle Corsi ($r = -.447$; $p = .015$), au comptage libre ($r = -.421$; $p = .023$), au comptage à rebours ($r = -.455$; $p = .013$), à la moyenne des épreuves de comptage « à partir de » et à rebours ($r = -.400$; $p = .032$), à la comparaison non symbolique ($r = -.382$; $p = .041$) et à la précision de la ligne numérique ($r = -.422$; $p = .022$). Elle est également corrélée **négativement** à l'épreuve de

dénombrément « How many task ? » ($r = -.527$; $p = .003$), à la lecture de nombres arabes ($r = -.481$; $p = .008$), à la réalisation d'additions ($r = -.484$; $p = .009$) et à l'exactitude des réponses données à l'épreuve de comparaison de nombres à un chiffre ($r = -.679$; $p = .000$).

Ces résultats semblent montrer un lien entre ordonalié du mode de jeu tablette numérique et performances en comparaison non symbolique si l'enfant ne joue pas aux jeux éducatifs, ces dernières étant améliorées si l'enfant joue plus à ce mode de jeu qu'à un autre. Ils semblent aussi montrer un lien, si l'enfant ne joue pas à des jeux éducatifs, entre fréquence de jeu sur tablette numérique et certaines compétences mathématiques (comparaison de nombres à un chiffre et comparaison non symbolique), ces dernières étant amoindries si l'enfant joue fréquemment à la tablette numérique. Enfin, il semble également y avoir un lien entre durée de jeu sur tablette numérique par utilisation et certaines compétences générales et mathématiques si l'enfant ne joue pas à des jeux éducatifs. Certaines semblent amoindries (mémoire de travail verbale, mémoire visuelle, comptage libre et à rebours, comparaison non symbolique et précision de la ligne numérique), tandis que d'autres semblent améliorées (dénombrément, lecture de nombres arabes, additions et comparaison de nombres à un chiffre) si l'enfant passe plus de temps à jouer par utilisation et qu'il ne joue pas à des jeux éducatifs sur tablette.

Concernant les enfants qui jouent aux jeux éducatifs sur tablette numérique, on trouve les résultats suivants.

L'ordonalié du mode de jeu tablette numérique, la fréquence et la durée passée par utilisation sur la tablette ne sont corrélées **ni positivement, ni négativement** à l'acquisition des différentes compétences mathématiques.

Il ne semble donc pas y avoir de lien entre ordonalié, fréquence ou durée d'utilisation de la tablette numérique et les compétences mathématiques si l'enfant utilise des jeux éducatifs sur tablette.

1.2.4. Analyse en fonction de l'utilisation de jeux de cartes et de société

Pour les enfants qui ne jouent ni aux jeux de cartes, ni aux jeux de société sur tablette numérique, on trouve les résultats suivants.

Aucune corrélation **positive** n'a pu être mise en évidence.

La fréquence de jeu sur tablette numérique est corrélée **négativement** à l'épreuve de dénombrément « How many task ? » ($r = -.243$; $p = .038$). La durée de jeu sur tablette numérique par utilisation est corrélée **négativement** à l'épreuve visuo-spatiale « Lequel est différent ? » ($r = -.230$; $p = .044$) et à l'exactitude des réponses données à l'épreuve de comparaison de nombres à un chiffre ($r = -.263$; $p = .021$).

Ceci semble montrer un lien entre fréquence de jeu sur tablette et compétences en dénombrément si l'enfant ne joue ni aux jeux de cartes ni aux jeux de société sur tablette numérique. Plus l'enfant joue fréquemment, plus ces-dites compétences sont amoindries. Il semble également y avoir un lien entre durée de jeu par utilisation et certaines compétences mathématiques (compétences de repérage visuo-spatial et comparaison de nombres à un chiffre) si l'enfant ne joue ni aux jeux de cartes ni aux jeux de société sur tablette numérique. Ces dernières étant amoindries si l'enfant passe plus de temps à jouer par utilisation.

Concernant les enfants qui jouent aux jeux de cartes et/ou aux jeux de société sur tablette numérique, on trouve les résultats suivants.

Aucune corrélation **positive** n'a pu être mise en évidence.

La durée de jeu par utilisation de la tablette numérique est corrélée **négalement** à la mémoire de travail verbale ($r = -.478$; $p = .018$) et à la lecture de nombres arabes ($r = -.508$; $p = .011$).

Ces résultats semblent montrer un lien entre durée de jeu par utilisation de la tablette numérique et mémoire de travail verbale si l'enfant joue à des jeux de cartes ou des jeux de société sur tablette numérique. Cette dernière étant amoindrie si l'enfant passe plus de temps à jouer par utilisation. Ils semblent également montrer un lien entre durée de jeu par utilisation de la tablette numérique et lecture de nombres arabes si l'enfant joue à des jeux de cartes ou des jeux de société sur tablette numérique. Cette capacité mathématique étant moindre si l'enfant passe plus de temps à jouer par utilisation.

1.2.5. Analyse en fonction de l'utilisation de jeux autres

Pour les enfants qui ne jouent pas à d'autres types de jeux sur tablette numérique que ceux indiqués précédemment, on trouve les résultats suivants.

Aucune corrélation **positive** n'a pu être mise en évidence.

L'ordonnalité du mode de jeu tablette numérique est corrélée **négalement** à l'épreuve de gnosies digitales pour la main droite ($r = -.294$; $p = .025$), à l'épreuve du chiffre manquant ($r = -.269$; $p = .041$) et à l'exactitude des réponses données à l'épreuve de comparaison non symbolique ($r = -.280$; $p = .033$).

La durée de jeu par utilisation de la tablette numérique est corrélée **négalement** à la moyenne des épreuves de comptage « à partir de » et à rebours ($r = -.261$; $p = .037$) et à la réalisation d'additions avec support digital ($r = -.293$; $p = .020$).

Ces résultats semblent montrer un lien entre ordonnalité du mode de jeu tablette numérique et certaines compétences numériques (comparaison non symbolique, repérage du chiffre manquant et gnosies digitales pour la main droite), celles-ci étant amoindries si l'enfant joue plus à ce mode de jeu qu'à un autre et qu'il ne joue pas à d'autres types de jeux sur tablette numérique que ceux développés précédemment. Il semble également y avoir un lien entre durée de jeu par utilisation de la tablette numérique et d'autres compétences mathématiques (comptage « à partir de » et à rebours, additions avec support digital) si l'enfant ne joue pas à d'autres types de jeux sur tablette numérique que ceux développés précédemment.. Ces dernières étant amoindries si l'enfant passe plus de temps à jouer par utilisation de la tablette.

Concernant les enfants qui jouent à d'autres types de jeux sur tablette numérique que ceux indiqués précédemment, on trouve les résultats suivants.

Aucune corrélation **positive** n'a pu être mise en évidence.

La fréquence de jeu sur tablette numérique est corrélée **négalement** à la comparaison de nombres à deux chiffres ($r = -.346$; $p = .042$).

Ceci semble montrer un lien entre fréquence de jeu sur tablette numérique et compétences de comparaison de nombres à deux chiffres, ces dernières étant amoindries si l'enfant joue fréquemment et qu'il utilise d'autres types de jeux sur tablette numérique que ceux développés précédemment..

2. Analyse du questionnaire parental

Les analyses statistiques menées sur le questionnaire parental de l'étude ont pour but premier la compréhension des habitudes de jeu numérique de l'enfant. De ce fait, il est nécessaire d'étudier chaque item et chaque réponse en lien avec l'utilisation d'une tablette numérique.

De plus, elles ont pour but secondaire l'amélioration du-dit questionnaire. Ainsi, il est également essentiel de décrire les items et réponses potentiellement révisables.

2.1. Statistiques descriptives

Le taux de réponse à chacun des items du questionnaire est reporté dans le tableau 6 ci-dessous. Ces taux semblent montrer que les résultats issus des données du questionnaire sont représentatifs de la population cible.

Tableau 6. Taux de non-réponse et de réponse aux différents items du questionnaire

Item analysé	Taux de non-réponse (en%)	Taux de réponse (en%)
Ordonalité		
Tablette numérique	13,1	86,9
Télévision	10,3	89,7
Jeux de société	13,1	86,9
Jeux manuels	11,7	88,3
Jeux vidéos	18,6	81,4
Autre type de jeu	64,1	35,9
Tablette numérique		
Possession de sa propre tablette numérique	20,0	80,0
Fréquence d'utilisation	35,9	64,1
Durée de jeu par utilisation	32,4	67,6
Jeux utilisés : action et aventure	31,7	68,3
Jeux utilisés : éducatifs	31,7	68,3
Jeux utilisés : jeux de société et cartes	31,7	68,3
Jeux utilisés : autre type	31,7	68,3
Jeux de société		
Fréquence de jeu	6,2	93,8
Durée de jeu par semaine	4,8	95,2
Jeux utilisés : cartes	4,8	95,2
Jeux utilisés : jeux de plateau	4,8	95,2
Jeux utilisés : chiffres et lettres	4,8	95,2
Jeux utilisés : autre type	4,8	95,2

Le taux de non-réponse aux différents items du questionnaire (cf. Tableau 6), de par son existence pour chaque item, semble montrer que le questionnaire est améliorable.

On note que 64 parents ont indiqué que leur enfant ne possède pas leur propre tablette numérique, et que 55 autres ont spécifié que leur enfant possède leur propre tablette numérique.

2.2. Statistiques corrélées

Le taux de non-réponse aux items de la section 2 ayant pour thème la tablette numérique a été analysé en fonction de la réponse au premier item de la section, à savoir « Votre enfant possède-t-il sa propre tablette tactile ? ». Les résultats ont été reportés dans le tableau 7 présenté ci-dessous. On remarque que le taux de non-réponse aux items de la section « Tablette numérique » est beaucoup plus important si la réponse au premier item de la section est « non » que si celle-ci est « oui ».

Tableau 7. Taux de non-réponse en fonction de la réponse à l'item « possède sa propre tablette »

Item analysé dans la section « Tablette numérique »	Taux de non-réponse si réponse <i>non</i> à l'item « possède sa propre tablette » (en%)	Taux de non-réponse si réponse <i>oui</i> à l'item « possède sa propre tablette » (en%)
Fréquence d'utilisation	37,5	3,6
Durée de jeu par utilisation	32,8	0
Jeux utilisés : action et aventure	32,8	0
Jeux utilisés : éducatifs	32,8	0
Jeux utilisés : jeux de société et cartes	32,8	0
Jeux utilisés : autre type	32,8	0

Discussion

L'objectif initial de ce mémoire était de déterminer si les habitudes de jeu numérique ont un impact ou non sur le développement des compétences mathématiques chez l'enfant scolarisé en école maternelle. Ainsi, pour y parvenir, nous avons mis en regard les données obtenues via le questionnaire parental, notamment aux parties 1 et 2, aux résultats obtenus par les enfants aux pré-tests.

Cependant, notre analyse nous a menés à nous apercevoir que le questionnaire comportait des biais qui empêchaient de récolter les informations dont nous avons besoin. Ainsi, nous nous sommes, dans un second temps, penchés sur les possibilités d'améliorations du questionnaire en prévision de la poursuite de l'étude dans la circonscription de Lille.

1. Impact des habitudes de jeu numérique sur le développement des compétences mathématiques

La littérature scientifique actuelle ne nous donne pas d'indice quant à ce que l'on peut s'attendre à découvrir dans cette étude concernant l'impact des habitudes de jeu numérique

sur le développement des compétences mathématiques chez les enfants scolarisés en maternelle. En effet, à l'heure actuelle, seules des études ayant pour objet un entraînement spécifique sur tablettes numériques ont été menées (Honoré & Noël, 2016 ; Wilson & al., 2009). Ces deux études montrent, en outre, des résultats mitigés avec peu de généralisation des compétences travaillées. Celle de Wilson et al. (2009) n'a, de plus, montré une amélioration des compétences mathématiques que chez les enfants issus de milieux socio-économiques défavorisés. Aucune n'a, à ce jour, pris en considération les habitudes de jeu numérique à la maison.

1.1. Impact de l'ordonnalité du mode de jeu tablette numérique

Le taux de réponse au questionnaire parental est de 85,1 % pour l'ordonnalité du mode de jeu tablette numérique. Nous pouvons donc considérer que les résultats obtenus grâce à ce paramètre lors de cette étude sont fiables.

Les résultats montrent que l'ordonnalité du mode de jeu tablette numérique seule n'a pas d'impact sur le développement des compétences mathématiques. Toutefois, il est intéressant de creuser un peu plus et de faire le point sur chaque type de jeux utilisés ou non par les enfants. A noter que le taux de réponse aux différents types de jeux utilisés par les enfants sur tablette numérique est de 68,3 %. Nous pouvons donc considérer que les données recueillies sont représentatives de la population, même si le taux de réponse est améliorable.

1.1.1. Impact sur le développement des compétences générales

Les résultats montrent que si l'enfant joue plus au mode de jeu tablette numérique sans utiliser de jeux de type « autre », il développera de moins bonnes compétences en gnosies digitales pour la main droite. Ce résultat est assez surprenant dans la mesure où l'enfant utilise ses doigts pour jouer à la tablette numérique, on s'attendrait donc à ce que les compétences en gnosies digitales soient améliorées. En effet, Gracia-Bafalluy et Noël (2008) ont montré dans leur étude qu'entraîner la différenciation digitale améliore les compétences en gnosies digitales. Toutefois, il est vrai que l'enfant n'utilise en général que son index de la main dominante pour jouer sur tablette numérique, ses autres doigts sont alors mis de côté, ce qui peut expliquer le moins bon développement des gnosies digitales dans la présente étude.

Il aurait pu être intéressant d'analyser plus en détail les différents jeux utilisés par les enfants dans la catégorie « autre » pour mieux appréhender leurs spécificités. Néanmoins, le taux de réponse peu élevé ne permettant pas de faire une analyse de qualité sur ce point, celle-ci n'a donc pas été réalisée.

1.1.2. Impact sur le développement du SNA

Les résultats mettent en évidence deux effets opposés de l'ordonnalité du mode de jeu tablette numérique couplée à différents types de jeux sur le développement du SNA, à savoir un effet bénéfique et un effet délétère. Ces deux effets se réalisent sur la même compétence qui est la comparaison non symbolique.

On note donc un meilleur développement des compétences en comparaison non symbolique si l'enfant joue plus au mode de jeu tablette numérique sans utiliser de jeux d'action et d'aventure, ni de jeux éducatifs. A contrario, on note un développement moins bon des compétences en comparaison non symbolique si l'enfant joue plus au mode de jeu tablette numérique sans utiliser de jeux de type « autre ». Le type de jeu qui n'a pas été utilisé par l'enfant sur tablette numérique semble donc avoir une importance particulière pour le développement des compétences en comparaison non symbolique. Il serait donc préférable,

pour améliorer cette compétence, de n'utiliser ni jeux d'action et d'aventure, ni jeux éducatifs. Ce qui semble surprenant dans la mesure où l'objectif des jeux éducatifs est d'améliorer les compétences de l'enfant. On s'attendrait donc à une amélioration des compétences si l'enfant utilise des jeux éducatifs. Cependant, par le biais du questionnaire, nous ne savons pas précisément quels jeux éducatifs sont utilisés ou non par les enfants. Nous ne savons donc pas quelles compétences précisément sont entraînées ou non lors de l'utilisation des jeux.

De nouveau, il aurait pu être intéressant d'analyser plus en détail les différents jeux utilisés par les enfants dans la catégorie « autre » pour mieux appréhender leurs spécificités. Néanmoins, le taux de réponse peu élevé ne permettant pas de faire une analyse de qualité sur ce point, celle-ci n'a donc pas été réalisée.

1.1.3. Impact sur le développement du SNE

Les résultats montrent que si l'enfant joue plus au mode de jeu tablette numérique sans utiliser de jeux de type « autre », il développera de moins bonnes compétences en séabilité de la chaîne numérique. Cette fois encore, il aurait pu être intéressant d'analyser plus en détail les différents jeux utilisés par les enfants dans la catégorie « autre » pour mieux appréhender leurs spécificités. Néanmoins, le taux de réponse peu élevé ne permettant pas de faire une analyse de qualité sur ce point, celle-ci n'a donc pas été réalisée.

1.2. Impact de la fréquence de jeu sur tablette numérique

Le taux de réponse au questionnaire parental est de 64,1 % pour la fréquence de jeu sur tablette numérique. Nous pouvons donc considérer que les résultats obtenus grâce à ce paramètre lors de cette étude sont fiables, même si le taux de réponse est améliorable.

Les résultats montrent que la fréquence de jeu sur tablette numérique seule n'a pas d'impact sur le développement des compétences mathématiques. Toutefois, il est intéressant de creuser un peu plus et de faire le point sur chaque type de jeux utilisés ou non par les enfants. A noter que le taux de réponse aux différents types de jeux utilisés par les enfants sur tablette numérique est de 68,3 %. Nous pouvons donc considérer que les données recueillies sont représentatives de la population, même si le taux de réponse est améliorable.

1.2.1. Impact sur le développement du SNA

Les résultats montrent une amélioration du développement de la précision de la ligne numérique si l'enfant joue de manière plus fréquente à la tablette numérique et s'il utilise des jeux d'action et d'aventure. Certains d'entre eux proposent un mode de jeu orienté de gauche à droite (ex. Super Mario Run, Rayman Jungle Run) comme l'est la ligne numérique (Dehaene, 1997). Ainsi, le nombre d'objets récoltés augmente à mesure que l'enfant avance vers la droite de l'écran. Ce qui lui permettrait, en y étant exposé régulièrement, d'assimiler la notion d'orientation de la ligne numérique avec les petits nombres à gauche et les grands à droite.

Toutefois, si l'enfant joue fréquemment à la tablette numérique et s'il n'utilise pas de jeux éducatifs, alors on remarque un développement moins bon des compétences de comparaison, notamment de nombres à un chiffre et de numérosités non symboliques. Ce qui semble congruent avec l'objectif des jeux éducatifs qui est d'améliorer les compétences de l'enfant. De même, le développement des compétences de comparaison de nombres à deux chiffres est moins bon si l'enfant joue fréquemment à la tablette numérique et s'il utilise des jeux de type « autre ».

Cette fois encore, il aurait pu être intéressant d'analyser plus en détail les différents jeux utilisés par les enfants dans la catégorie « autre » pour mieux appréhender leurs spécificités. Néanmoins, le taux de réponse peu élevé ne permettant pas de faire une analyse de qualité sur ce point, celle-ci n'a donc pas été réalisée.

1.2.2. Impact sur le développement du SNE

Les résultats montrent que plus l'enfant joue fréquemment à la tablette numérique, et s'il n'utilise ni jeux de cartes ni jeux de société sur tablette, alors plus le développement de ses compétences en dénombrement sera moindre. Ce qui montre que le type de jeu utilisé est ici peut-être plus important que le mode de jeu (tablette numérique). En effet, les jeux de société classiques améliorent les compétences en dénombrement, en familiarisant l'enfant avec ses dernières (Benavides-Verala & al., 2016). Néanmoins, le fait que l'enfant joue seul à la tablette numérique, et non pas à plusieurs, à des jeux dits « de société » engendre peut-être une limitation du développement des compétences en dénombrement. En effet, lorsqu'il joue seul, l'enfant ne peut pas bénéficier d'un retour de l'adulte, des informations qui ne peuvent être apportées que par la communication.

1.3. Impact de la durée de jeu par utilisation de la tablette numérique

Le taux de réponse au questionnaire parental est de 67,6 % pour la durée de jeu par utilisation de la tablette numérique. Nous pouvons donc considérer que les résultats obtenus grâce à ce paramètre lors de cette étude sont fiables, même si le taux de réponse est améliorable.

Les résultats montrent que la durée de jeu par utilisation de la tablette numérique seule a un impact sur le développement des compétences mathématiques. Ainsi, le développement des compétences générales se trouve retardé, notamment en ce qui concerne les compétences visuo-spatiales. En outre, le développement du SNA est influencé négativement, notamment en ce qui concerne la comparaison de nombres à un chiffre. De même, le développement du SNE se trouve gêné, notamment en ce qui concerne le comptage libre et « à partir de », le dénombrement et les additions verbales avec support digital. Ces résultats viennent donc conforter la nécessité de suivre les recommandations émises en 2013 dans un avis de l'Académie des Sciences à propos du contrôle du temps d'exposition aux écrans (Bach, Oudé, Léna et Tisseron, 2013). Il y est recommandé de ne pas laisser trop longtemps les enfants devant les écrans. Nous pouvons ici dire que laisser l'enfant utiliser une tablette numérique pendant une durée trop longue nuit au bon développement de ses compétences mathématiques et visuo-spatiales.

Toutefois, il est intéressant de creuser un peu plus et de faire le point sur chaque type de jeux utilisés ou non par les enfants. A noter que le taux de réponse aux différents types de jeux utilisés par les enfants sur tablette numérique est de 68,3 %. Nous pouvons donc considérer que les données recueillies sont représentatives de la population, même si le taux de réponse est améliorable.

1.3.1. Impact sur le développement des compétences générales

La mémoire de travail verbale se développe moins bien si l'enfant joue longtemps à la tablette numérique et qu'il utilise des jeux de cartes ou des jeux de société sur ce support ou qu'il n'utilise pas de jeux éducatifs.

La mémoire visuelle se développe également moins bien si l'enfant joue longtemps à la tablette numérique et qu'il n'utilise pas de jeux éducatifs.

De même, les compétences visuo-spatiales se développent moins bien si l'enfant joue longtemps à la tablette numérique et qu'il n'utilise pas de jeux de cartes ou de jeux de société sur ce support.

1.3.2. Impact sur le développement du SNA

Seule la précision de la ligne numérique se développe mieux si l'enfant joue longtemps à la tablette numérique et qu'il utilise des jeux d'action et d'aventure. Certains d'entre eux proposent un mode de jeu orienté de gauche à droite (ex. Super Mario Run, Rayman Jungle Run) comme l'est la ligne numérique (Dehaene, 1997). Ainsi, le nombre d'objets récoltés augmente à mesure que l'enfant avance vers la droite de l'écran. Ce qui lui permettrait, en y étant exposé sur une longue durée, d'assimiler la notion d'orientation de la ligne numérique avec les petits nombres à gauche et les grands à droite, de par la redondance permise par le jeu. A contrario, elle se développe moins bien si l'enfant joue longtemps à la tablette numérique et qu'il n'utilise pas de jeux éducatifs.

Concernant les compétences de comparaison, ces dernières se développent moins bien si l'enfant joue longtemps à la tablette numérique et s'il n'utilise ni jeux éducatifs ni jeux de cartes et de société. Dans le premier cas, ce sont les compétences en comparaison de numérosités non symboliques et de nombres à un chiffre qui sont amoindries. Dans le second, seules les compétences en comparaison de nombres à un chiffre le sont. Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les jeux de cartes permettent en général de comparer des nombres à un chiffre (ex. UNO, bataille).

1.3.3. Impact sur le développement du SNE

Les résultats montrent que les compétences de comptage sont amoindries si l'enfant joue longtemps à la tablette numérique et qu'il utilise certains types de jeux sur ce support, notamment s'il utilise des jeux d'action et d'aventure ou s'il n'utilise pas de jeux de type « autre ». Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les jeux d'action et d'aventure comptent eux-mêmes les points que gagne l'enfant, ce dernier pouvant rester passif sur ce point et se concentrer sur l'objectif principal du jeu. De plus, on remarque que c'est spécifiquement la sécabilité de la chaîne numérique qui est amoindrie si l'enfant n'utilise pas de jeux d'action et d'aventure ou de jeux éducatifs.

La compétence de dénombrement se développe moins bien si l'enfant joue longtemps à la tablette numérique et s'il n'utilise pas de jeux éducatifs.

La lecture de nombres arabes est moins bonne si l'enfant joue longtemps à la tablette numérique et s'il n'utilise pas de jeux éducatifs ou s'il utilise des jeux de cartes et de société. Ce qui est étonnant dans la mesure où les jeux de cartes et de société comportent des nombres arabes (ex. UNO, jeu de l'oie), l'enfant est donc a priori familiarisé avec cette notion. Cependant, l'enfant est seul devant sa tablette, contrairement au jeu de société classique où il est entouré par des pairs ou des adultes qui peuvent lui faire un retour sur ce qu'il fait. On peut donc en conclure que c'est l'aspect communicationnel, plus que le jeu en lui-même, qui permet à l'enfant d'acquérir la compétence de lecture de nombre arabe.

Les compétences en additions se développent moins bien si l'enfant joue longtemps à la tablette numérique et s'il n'utilise pas de jeux éducatifs ou s'il utilise des jeux de type « autre ».

Cette fois encore, il aurait pu être intéressant d'analyser plus en détail les différents jeux utilisés par les enfants dans la catégorie « autre » pour mieux appréhender leurs spécificités.

Néanmoins, le taux de réponse peu élevé ne permettant pas de faire une analyse de qualité sur ce point, celle-ci n'a donc pas été réalisée.

2. Améliorations du questionnaire parental

Nous avons trouvé, dans la littérature, des indications pour créer un questionnaire parental en bonne et due forme (Hogan, 2012 ; Mayer & Ouellet, 1991). Nous avons donc utilisé ces informations pour comprendre en quoi le questionnaire parental initial de cette étude (cf. Annexe 1) était améliorable et ainsi créer un questionnaire dont les données seraient plus exploitables (cf. Annexe 2).

2.1. Amélioration de la forme

Mayer et Ouellet (1991) préconisent que les thèmes doivent être définis au sein d'un questionnaire et se succéder du plus général au plus spécifique pour ne pas perdre le participant. Puisque le questionnaire initial (cf. Annexe 1) suit cette recommandation, l'ordre des trois grands thèmes a donc été gardé dans la nouvelle version du questionnaire (cf. Annexe 2), à savoir l'ordonnalité des modes de jeux, la tablette numérique et les jeux de société. Néanmoins, pour donner encore plus de lisibilité au participant, les différents thèmes ont été délimités par des titres « PARTIE 1, 2, 3 ».

Afin d'optimiser le temps de remplissage du questionnaire, une question introductive a été ajoutée pour les thèmes tablette numérique et jeux de société. Cette question a pour but d'indiquer au participant s'il doit ou non répondre à l'intégralité des items du thème. En effet, si l'enfant ne joue vraiment jamais à l'une ou l'autre de ces activités, le parent ne sera alors pas en mesure de répondre aux items proposés. Il est donc pertinent, dans ce seul et unique cas, de passer directement au thème suivant.

Dans un souci d'économie cognitive, les propositions de réponses sont désormais présentées sous un format identique, à savoir une échelle de Likert (Hogan, 2012) ou un tableau. Ainsi, le participant n'a pas à réfléchir sur le moyen de répondre à chacune des questions et peut se concentrer uniquement sur la réponse attendue. Pour chaque tableau, le participant répond alors en cochant la ou les cases correspondant à la situation de son enfant. Seules les questions introductives des parties 1 et 2 sont présentées sous la forme d'une question fermée avec un choix de réponse binaire sous forme de liste.

Ce souci d'économie cognitive a réellement été le point essentiel de l'amélioration du questionnaire au niveau de sa forme, puisqu'il a également été à l'origine du changement de l'ordre des propositions de réponses au sein des échelles de Likert. En effet, ces échelles étaient une fois présentée dans le sens croissant, et une autre dans le sens décroissant. Nous avons donc présenté toutes les échelles dans le même sens, à savoir croissant. Ce qui peut éventuellement engendrer un biais d'acquiescement. Cependant, ce changement permet de réduire la probabilité d'avoir un biais d'encodage, et donc de réduire la probabilité d'analyser des données erronées.

La question « Votre enfant possède-t-il sa propre tablette tactile ? » engendrant un effet de halo, les participants ont tendance à ne pas répondre aux questions suivantes s'ils répondent non à celle-ci, il a été nécessaire de ne pas la laisser en première position de la partie numéro deux. Ainsi, il a été décidé de la placer en dernière position du thème tablette numérique.

2.2. Amélioration de la formulation des items

La formulation de la question introductive des parties 2 et 3 permet désormais au participant de comprendre que toutes les fréquences d'utilisation du mode de jeu par leur enfant permettent de répondre aux questions suivantes, même si la fréquence est très peu élevée. Ce point est mis en exergue par deux moyens. Le premier est la mention « même de manière très occasionnelle » qui est soulignée. Le second est une énumération de situations auxquelles les participants ne penseraient pas forcément de prime abord, puisqu'un peu éloignées du quotidien (ex. voiture, vacances, réunions de famille, etc.).

Les propositions de réponses étant maintenant faites sous forme de tableaux à cocher, il nous a semblé important de préciser au participant combien de cases il aurait à cocher au sein de chaque tableau. Ainsi, à la fin de chaque item, une parenthèse a été insérée pour spécifier s'il ne faut cocher qu'une seule case ou s'il est possible d'en cocher plusieurs.

2.3. Amélioration des propositions de réponses

Le premier item du questionnaire engendrant un taux de non-réponse d'au moins 10,3 %, il a été nécessaire de repenser l'item. Les questionnaires qui ont été inclus dans ce taux de non-réponse l'ont été parce que les participants n'ont soit pas répondu du tout, soit n'ont pas répondu de manière adéquate et les données n'étaient donc pas exploitables. Les personnes n'ayant pas répondu de manière adéquate n'ont fait que cocher les activités réalisées par l'enfant sans les ordonner. En effet, il était demandé aux parents d'indiquer devant chaque activité son ordonnalité. Cependant, les cases de réponses étaient très petites (cf. Annexe 1) et ne permettaient pas d'inscrire un chiffre à l'intérieur. Ainsi, si le parent remplissait rapidement le questionnaire, il pouvait passer à côté de la demande d'indication de l'ordonnalité. Il a donc été impératif de repenser le mode de réponse pour obtenir plus de données exploitables. Nous avons donc choisi de leur proposer un tableau à double entrée (cf. Annexe 2). De cette manière, les participants n'auraient plus qu'à cocher la case correspondant à l'ordonnalité pour chaque activité. La proposition de réponse « jamais » a été ajoutée. En effet, dans le questionnaire initial, la distinction n'était pas faite entre une activité très peu effectuée par l'enfant (classée en sixième position) et une activité que l'enfant ne faisait jamais, ce qui engendrait donc un biais d'interprétation qu'il était nécessaire de corriger.

Les fréquences de jeu, que ce soit pour la tablette numérique ou les jeux de société, ont été revues afin de prendre en compte une plus grande diversité de situations. En effet, seuls les parents ayant des enfants qui jouent à ces modes de jeux chaque semaine pouvaient répondre avec le questionnaire initial. Ainsi, trois propositions de réponse ont été ajoutées, à savoir « 1 à 3 fois par mois », « moins d'une fois par mois » et « jamais ». Cette dernière réponse permet de contrôler le biais de désirabilité sociale en proposant une redondance avec la question précédente « est-ce que l'enfant joue à ce mode de jeu ? » (Hogan, 2012).

Concernant les propositions de réponses pour la durée de jeu sur tablette numérique par utilisation, certaines d'entre elles étaient identiques « au moins 2 heures » et « plus de 2 heures ». Cette redondance a donc été supprimée. En outre, d'autres propositions de réponses ont été ajoutées pour permettre une analyse plus fine des résultats. Ainsi, la durée de jeu a été découpée en tranches de trente minutes avec des extrêmes à « moins de 30 minutes » et « plus de 2 heures » (cf. Annexe 2).

Pour ce qui est du temps passé à jouer aux jeux de société, seules les propositions de réponses « moins de 5 heures par semaine » et « entre 5 et 10 heures par semaine » ont été

utilisées par les participants. De ce fait, il était pertinent de supprimer la proposition haute « plus de 10 heures par semaine » et d'introduire des propositions de réponses intermédiaires permettant une analyse plus fine des données. Il a également été décidé de ne plus demander le temps de jeu par semaine, mais par utilisation pour permettre aux personnes n'utilisant pas les jeux de société hebdomadairement de pouvoir répondre. Ainsi, les plages horaires utilisées en propositions de réponse sont « moins de 10 minutes », « de 10 à 20 minutes », « de 21 à 30 minutes », « de 31 minutes à 1 heure » et « plus de 1 heure ».

La question sur la possession ou non d'une tablette numérique semblait incomplète. En effet, certains parents ont précisé sur leurs questionnaires s'il s'agissait d'une tablette classique ou d'une tablette spéciale enfant. Cette précision nous intéresse car les types de jeux proposés sur chacun de ces supports sont différents. En effet, les tablettes spéciales enfants proposent plus facilement des jeux éducatifs, tandis que les tablettes classiques proposent un éventail plus large de types de jeux. Nous avons donc décidé d'insérer cette précision dans le questionnaire en ajoutant des propositions de réponses à la question « Votre enfant possède-t-il sa propre tablette ? », portant ainsi le nombre de propositions de réponse à quatre. Le participant spécifie ainsi si l'enfant possède une tablette et quel type de tablette il possède et/ou utilise.

La dernière des propositions d'amélioration n'a pas pu être effectuée en raison d'un manque de temps, elle pourrait ainsi l'être dans la poursuite de l'étude par le biais d'un autre mémoire l'année prochaine. Cette proposition a pour but de définir des exemples de jeux (numériques et de société) réellement utilisés par des enfants scolarisés en école maternelle, afin d'aider au maximum les participants à répondre au mieux au questionnaire. Pour déterminer quels sont les jeux les plus utilisés par les enfants, une enquête pourrait être envoyée à de nombreux parents pour qu'ils fassent une liste la plus exhaustive possible des jeux utilisés par leur enfant. A partir de ces nombreuses réponses, nous pourrions classer ces jeux en différentes catégories (ex. action, éducatif, etc.) et déterminer les exemples les plus parlant à tous. Cette proposition vient du fait que plusieurs parents ont répondu « autre » en pensant à des jeux qui entraient dans des catégories déjà précisées dans les propositions de réponses.

Conclusion

L'étude « Kids e-Stim », qui porte sur l'importance des pré-requis mathématiques, a pour but le dépistage et la prévention en MSM et en GSM. Nous nous sommes, dans ce mémoire, plus spécifiquement intéressés à l'importance des habitudes de jeu numérique à la maison dans le développement des compétences mathématiques. Puis, dans un second temps, nous avons tenté d'améliorer le questionnaire parental de l'étude.

A l'heure actuelle, un grand débat fait rage dans la société concernant l'utilisation des écrans chez les plus jeunes. Certains pensent que les écrans peuvent être un bon support d'apprentissage, tandis que d'autres sont farouchement opposés à l'idée de mettre des écrans à la disposition des enfants. Des études ont donc été menées pour déterminer si proposer des entraînements spécifiques sur support numérique aux enfants permettrait de développer diverses compétences chez eux. Cependant, nous avons remarqué que, dans la littérature scientifique, peu voire aucune étude ne portait sur les habitudes de jeu numérique. Ainsi, ce mémoire a pour but de pallier ce manque.

Cent quarante-huit enfants scolarisés en MSM et GSM dans la circonscription d'Arras ont donc permis à ce mémoire d'exister. Leurs parents ont rempli un questionnaire concernant leurs habitudes de jeu à la maison. Les enfants ont, quant à eux, participé aux pré-tests de l'étude générale, ces derniers permettant de tester les compétences générales, mais également le SNA et le SNE. Les différents résultats obtenus ont ensuite été analysés les uns au regard des autres.

Il en ressort que l'ordonnalité du mode de jeu « tablette numérique » seule et la fréquence de jeu sur tablette numérique seule n'ont pas d'impact sur le développement des compétences mathématiques. A contrario, la durée de jeu par utilisation de la tablette numérique seule a un impact négatif sur le développement des compétences visuo-spatiales et du SNA. Le type de jeu utilisé ou non par l'enfant lorsqu'il joue à la tablette numérique est très important puisqu'il influence le développement de ses compétences, que ce soit générales ou mathématiques. Les jeux d'action et d'aventure et les jeux éducatifs sur tablette numérique influencent les compétences mathématiques et générales de l'enfant à la fois positivement et négativement. Tandis que les jeux de cartes et de société, ainsi que les jeux de type « autre » sur tablette numérique n'influencent que négativement les compétences mathématiques et générales de l'enfant.

A priori, sur support tablette, il serait pertinent de conseiller plutôt des jeux de type action et aventure ou éducatifs pour les enfants scolarisés en MSM ou GSM. La durée de jeu par utilisation ne doit pas être trop importante.

Néanmoins, avec cette étude, nous ne connaissons pas précisément les jeux utilisés par les enfants à la maison et leurs spécificités, ni certaines variables environnementales comme la présence ou non d'un adulte lorsque l'enfant joue à la tablette numérique. Ces deux facteurs nous semblant primordiaux, il pourrait être bénéfique de les étudier afin de tirer des conclusions plus précises.

Le taux de réponse au questionnaire est très bon. Toutefois, il reste améliorable. Son augmentation permettrait de donner plus de légitimité aux résultats obtenus ci-dessus. C'est pourquoi, il a été décidé de revoir le questionnaire et de chercher à l'améliorer dans l'optique de l'utiliser dans la poursuite de l'étude.

Afin d'avoir des critères pertinents pour améliorer le questionnaire, nous avons analysé le taux de non-réponse à chaque item, puis le taux de non-réponse en fonction de la réponse donnée au premier item de la catégorie. Les annotations écrites par les parents sur les questionnaires ont également permis de tirer des conclusions sur la manière d'améliorer le questionnaire.

Le questionnaire a donc été uniformisé dans la présentation des items. Certaines propositions de réponse ont été changées afin d'être plus pertinentes. Enfin, l'ordre des items a été revu pour éviter tout effet de halo.

Le questionnaire ainsi révisé reste à tester sur un échantillon de parents afin de vérifier qu'il ne comporte pas de biais. Il pourra être utilisé dans l'étude seulement ensuite. Cette nouvelle version du questionnaire reste toutefois améliorable dans la mesure où nous pouvons proposer des exemples plus concrets aux parents dans les différents items. Pour ce faire, il serait intéressant de demander à différents parents d'indiquer précisément à quels jeux joue leur enfant sur tablette numérique, puis de les classer nous-mêmes en différentes catégories.

Bibliographie

- Bach, J.-F., Oudé, O., Léna, P., & Tisseron, S. (2013). L'enfant et les écrans. Repéré le 08.04.2019 sur <https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/avis0113.pdf>
- 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.
- Booth, J.L., & Siegler, R.S. (2008). Numerical Magnitude Representations Influence Arithmetic Learning. *Child development*, volume 79, No. 4, pp1016-1031.
- Cornu, V., Schiltz, C., Pazouki, T., & Martin, R. (2017). Training early visuo-spatial abilities : A controlled classroom-based intervention study. *Applied Developmental Science*.
- Crowne, D., & Marlowe, D. (1960). A new scale of social desirability independent of psychopathology. *Journal of Consulting Psychology*, volume 24, No. 4, pp349-354.
- Dehaene, S. (1997). *La bosse des maths* (1e édition). Paris : Éditions Odile Jacob.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an Anatomical and Functional Model of Number Processing. *Mathematical Cognition*. Lawrence Erlbaum Associates Limited.
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B., & Taub, E. (1995). Increased Cortical Representation of the Fingers of the Left Hand in String Players. *Science*, 270, pp305-307.
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core system of number. *Cognitive Sciences*, volume 8, No. 7, pp307-314.
- Gracia-Bafalluy, M., & Noël, M.-P. (2008). Does finger training increase young children's numerical performance ? *Elsevier Journal*, volume 44, No. 4, pp368-375.
- Groen, G.J., & Parkman, J.M. (1972). A chronometric analysis of simple addition. *Psychological Review*, volume 79, No. 4, pp329-343.
- Habib, M. (2014). *La constellation des dys* (1e édition). Paris : De Boeck supérieur.
- Halberda, J., Ly, R., Wilmer, J., Naiman, D., & Germine, L. (2012). Number sense across the lifespan as revealed by a massive Internet-base sample. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(28), pp11116-11120.
- Hogan, T. (2012). *Introduction à la psychométrie*. Montréal, Québec : Chenelière Éducation.
- Honoré, N., & Noël, M.-P. (2016). Improving Preschoolers' Arithmetic through Number Magnitude Training : The Impact of Non-Symbolic and Symbolic Training. *PLoS One*, 11(11).
- 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), pp763-787.
- Marquis, P. (2002). Développement et validation d'un questionnaire : état de l'art et niveau d'évidence requis. Dans Chassany, O., Caulin, C. *Qualité de vie liée à l'état de santé : critère d'évaluation*. (pp34-46). Paris : Springer.

- Mayer, R., & Ouellet, F. (1991). *Méthodologie de recherche pour les intervenants sociaux*. Montréal, Québec : Gaëtan Morin Éditeur.
- Rapport PISA (2015).
- Ramani, G. B., & Siegler, R. S. (2015). How informal learning activities can promote children's numerical knowledge. In R. Cohen Kadosh & A. Dowker (Eds.), *Oxford handbook of numerical cognition* (pp. 1135–1153). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Rivera-Batiz, F.L. (1992). Quantitative Literacy and the Likelihood of Employment among Young Adults in the United States. *The Journal of Human Resources*, volume 27, No.2, pp313-328.
- Sabourin, S., Valois, P., & Lussier, Y. (2005). L'Utilisation des questionnaires en recherche. Dans Bouchard, S. & Cyr, C (dir.), *Recherche psychosociale – Pour harmoniser recherche et pratique* (2e éd., p. 279-320). Québec, Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Sasanguie, D., De Smedt, B., Defever, E., & Reynvoet, B. (2012). Association between basic numerical abilities and mathematics achievement. *British Journal of Developmental Psychology*, volume 30, pp344-357.
- Schneider, M., Grabner, R.H., & Paetsch, J. (2009). Mental Number Line, Number Line Estimation, and Mathematical Achievement : Their Interrelations in Grades 5 and 6. *Journal of Educational Psychology*, volume 101, No. 2, pp359-372.
- Von Aster, M.G., & Shalev, R.S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, volume 49, issue 11, pp868-873.
- Wilson, A.J., Dehaene, S., Dubois, O. & Fayol, M. (2009). « Effects of an Adaptive Game Intervention on Accessing Number Sense in Low-Socioeconomic-Status Kindergarten Children ». *Mind, Brain, and Education* 3 (4)
- Woods, S.S., Rosnick, L.B., & Groen, G.J. (1975). An Experimental Test of Five Process Models For Subtraction. *Journal of Educational Psychology*, volume 67, No.1, pp17-21.
- Wouters, P., Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., & Van Der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of educational psychology*, 105(2), 249.

Liste des annexes

Annexe n°1 : Questionnaire parental initial.

Annexe n°2 : Nouvelle version du questionnaire parental.