

MEMOIRE

en vue de l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophoniste
présenté au jury par

Charline KAYSER

en juin 2020

Impact des expériences de jeux de société à la maison sur le Système Numérique Exact chez des enfants de maternelle

MEMOIRE dirigé par

Sandrine MEJIAS, Maître de conférences, Université de Lille

Remerciements

Je voudrais remercier en premier lieu Madame Sandrine MEJIAS, ma directrice de mémoire, pour sa gentillesse, sa disponibilité, ses encouragements et ses précieux conseils tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Ensuite, merci à Candice, pour son implication dans cette collaboration, effectuée à distance et dans la bonne humeur.

Je tiens également à remercier mes maîtres de stage, spécialement Céline THOMAS, Emeline TISSERAND-KROL et Anne WOLFF, pour leurs conseils et leurs remarques constructives, leur bienveillance et les nombreuses discussions que nous avons pu partager.

Merci aussi aux membres du jury de prendre le temps de lire et d'évaluer ce travail.

J'exprime également ma reconnaissance à mes amis d'Alsace, qui m'ont toujours soutenue dans mes rêves personnels et professionnels, et ce même de loin.

Un merci tout particulier à Camille, Fanny, Loane, Nora, Pauline et Thibault pour tous ces merveilleux moments passés ensemble. Cette aventure n'aurait pas été la même sans vous.

Enfin, un immense merci à mes parents, Véronique et Rémy, à ma sœur Camille et à mon frère Etienne. Je ne vous remercierai jamais assez d'avoir fait de moi la personne que je suis, d'être toujours là et de croire en moi.

Résumé :

Certaines compétences mathématiques précoces sont liées aux apprentissages informels. Il est admis que les expériences de jeu des enfants peuvent consolider le développement de celles-ci. Néanmoins dans un contexte de société digitalisée, on ignore si ces acquisitions profitent d'autant plus aux enfants qu'ils soient plutôt confrontés aux jeux sur tablette ou aux jeux classiques, à des fréquences et durées de jeux faibles ou élevées. Dans la présente étude, les habitudes de jeu à la maison de 148 enfants (âge moyen : 5 ans 11 mois) de moyenne et de grande section de maternelle, ont été relevées au moyen d'un questionnaire parental. De plus, leur intelligence non verbale et leurs compétences mathématiques précoces ont été évaluées. Les résultats ont montré que les habitudes de jeu (joue, ne joue pas) sur tablette n'ont pas d'effet significatif sur ces compétences mathématiques précoces, contrairement aux habitudes de jeux classiques ou aux deux types d'habitudes de jeu combinées. Concernant la temporalité des jeux sur tablette (fréquence, durée), il est préférable de jouer à une fréquence faible. La durée de jeu a une légère influence positive. L'analyse de la temporalité des jeux classiques révèle qu'une fréquence élevée de jeu a peu d'effet. Une durée élevée de jeu profite aux enfants plus âgés. Les jeux peuvent avoir un impact positif sur les compétences mathématiques précoces. Les orthophonistes ont donc un important rôle de prévention à tenir auprès des enfants de maternelle et de leurs parents en quête de recommandations.

Mots-clés :

Compétences mathématiques précoces, maternelle, habitudes et temporalités de jeu, tablette numérique, jeu classique.

Abstract :

Some early mathematical skills are related to informal learning. It is recognized that children's play experiences can consolidate their development. However, in the context of a digitalized society, it is not known whether these acquisitions benefit children although when they are confronted with tablet games or classic games, at low or high game timing frequencies and durations. In the present study, the home play habits of 148 children (average age 5 years 11 months) in year two of preschool and in the last year of kindergarten were recorded through of a parental questionnaire. In addition, their nonverbal intelligence and early mathematical skills were assessed. The results showed that tablet playing habits did not have a significant effect on these early mathematical skills, in contrast to either classic games or both types of games combined. Regarding the temporality of tablet habits (frequency, duration), it is preferable to play at low frequency. The duration of play has a slight positive influence. The analysis of the temporality of classic games reveals that a high frequency of play has little effect. Older children benefit from a high duration of play. Games can have a positive impact on early mathematical skills. Speech and language therapists therefore have an important preventive role to play with kindergarten children and their parents seeking referrals.

Keywords :

Early mathematical skills, kindergarten, playing habits and temporalities, numerical tablet, classic game.

Introduction.....	1
Contexte théorique, buts et hypothèses.....	2
.1. Le développement mathématique et les compétences mathématiques précoces	2
.2. Intérêts et limites des types de jeu	3
.2.1. Jeu sur tablette.....	3
.2.2. Jeu classique.....	5
.3. Habitudes de jeu à la maison.....	5
.4. Buts et hypothèses de cette étude.....	6
Méthode	7
.1. Population	7
.2. Mesures	8
.2.1. Questionnaire parental	8
.2.2. Test.....	9
Résultats.....	10
.1. Population	11
.2. Type de jeu.....	11
.2.1. Jeu sur tablette.....	11
.2.2. Jeu classique.....	12
.2.2.1. Tous les enfants.....	12
.2.2.2. MSM uniquement	12
.2.2.3. GSM uniquement.....	12
.2.3. Jeu sur tablette et jeu classique	13
.2.3.1. Tous les enfants.....	13
.2.3.2. MSM uniquement	13
.2.3.3. GSM uniquement.....	14
.3. Temporalité	14
.3.1. Fréquence de jeu sur tablette.....	14
.3.1.1. Tous les enfants.....	14
.3.1.2. MSM uniquement	15
.3.1.3. GSM uniquement.....	15
.3.2. Durée de jeu sur tablette.....	15
.3.2.1. Tous les enfants.....	15
.3.2.2. MSM uniquement	16
.3.2.3. GSM uniquement.....	16
.3.3. Fréquence de jeux classiques	16
.3.3.1. Tous les enfants.....	16
.3.3.2. MSM uniquement	16
.3.3.3. GSM uniquement.....	17
.3.4. Durée de jeux classiques	17

.3.4.1.	Tous les enfants.....	17
.3.4.2.	MSM uniquement	17
.3.4.3.	GSM uniquement.....	17
Discussion		18
.1.	Habitudes de jeu.....	18
.2.	Temporalité	20
.3.	Implications futures.....	21
.4.	Limites de l'étude.....	22
Conclusion		23
Bibliographie.....		25
Liste des annexes		27

Introduction

Les compétences mathématiques prédisent le mieux la réussite scolaire (Duncan et al., 2007). Elles sont omniprésentes dans la vie de tout un chacun et ce, dès le plus jeune âge. En effet, certaines compétences innées et partagées avec d'autres espèces (Cantlon & Brannon, 2007 ; Rugani, Regolin, & Vallortigara, 2007) permettent une représentation approximative des quantités (Dehaene, 2001). D'autres en revanche, comme les représentations symboliques, requièrent un apprentissage formel (Dehaene, 1992 ; Fayol, 2008 ; von Aster & Shalev, 2007).

Aussi, des difficultés d'ordre mathématique peuvent avoir de lourdes conséquences sur les apprentissages scolaires, le choix d'orientation et la vie quotidienne (Duncan et al., 2007 ; Passolunghi, Vercelloni & Schadee, 2007).

Les inégalités en termes de niveau mathématique existent déjà dès l'entrée à l'école maternelle et celles-ci s'accroissent avec l'avancée dans la scolarité (Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi, 2004). En outre, il a été montré que les compétences mathématiques précoces prédisent les capacités mathématiques futures (Desoete & Grégoire, 2006). Les orthophonistes prennent en charge les enfants présentant des troubles de la cognition mathématique et ont ainsi toute leur place dans la recherche et la prévention de ces difficultés.

Notre mémoire s'intéresse donc aux compétences mathématiques précoces qui sont dépendantes des apprentissages. Celles-ci peuvent être développées par un apprentissage formel, comme à l'école par exemple, mais également grâce à des expériences plus informelles vécues à la maison (LeFevre et al., 2009). Le jeu est notamment connu pour être un moyen efficace pour accompagner le développement mathématique (Ramani & Siegler, 2008). La présente étude concernera plus particulièrement deux modalités de jeux : le jeu sur tablette, en plein essor dans une société digitalisée, et le jeu classique (ex. jeux de plateaux, jeux de cartes), présent depuis toujours au sein des familles. Or, il n'existe dans l'état actuel de nos connaissances aucune étude ayant comparé l'impact de ces deux modalités de jeu sur les compétences mathématiques précoces des enfants de maternelle.

C'est dans ce contexte que le projet Kids e-stim, dans lequel s'inscrit la présente étude, a vu le jour. Ce projet vise à identifier les activités et entraînements qui sont les plus efficaces pour développer les compétences mathématiques précoces. Ainsi, un questionnaire parental nous a permis de recenser les habitudes de jeu (ex. joue ou ne joue pas à des jeux sur tablette et/ou à des jeux classiques) d'enfants de maternelle, et la temporalité à laquelle ils jouent (ex. fréquence et durée de jeu). Ces données ont été confrontées aux performances des enfants à des épreuves évaluant leur intelligence non verbale et leurs compétences mathématiques précoces, afin de déterminer la(les) modalité(s) de jeu qui favorise(nt) le plus le développement de ces compétences.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. Le développement mathématique et les compétences mathématiques précoces

Avant de s'intéresser plus particulièrement aux différentes modalités de jeu, il convient d'expliquer le développement mathématique et de définir ces compétences précoces. Le développement des compétences mathématiques a été décrit dans plusieurs modèles. Le modèle du triple code du traitement des nombres (Dehaene, 1992) est une référence dans le domaine de la cognition mathématique. Il postule que les nombres sont représentés sous des formes analogiques innées et sous des formes symboliques dépendantes d'un apprentissage formel. La représentation analogique comprend une représentation exacte des petites quantités et une représentation approximative des magnitudes. Elles sont innées, intuitives et rapides. Les deux autres représentations sont dites symboliques puisqu'elles nécessitent l'apprentissage de codes arbitraires, verbaux et arabes (Fayol, 2008). Le code auditivo-verbal correspond à la forme orale du nombre (ex. [katʁ]), et permet à la fois les activités de comptage, de récupération et d'utilisation des faits arithmétiques (ex. additions, multiplications). Enfin, le code arabe correspond à la forme visuelle du nombre (ex. [4]) et est impliqué dans la résolution de calculs mentaux complexes et dans le jugement de parité (pair ou impair).

Von Aster et Shalev (2007) proposent un modèle développemental des mathématiques en quatre étapes ayant des points communs avec le modèle du triple code du traitement des nombres. A la base de ce modèle, on retrouve la représentation analogique, présente de manière innée. L'enfant acquiert ensuite les représentations verbale et arabe durant les périodes précédant et accompagnant les apprentissages formels. Ces représentations seront un préalable à la constitution d'une ligne numérique mentale, qui est une représentation linéaire de la quantité. Dans cette étude, ce sont les compétences précoces, dépendantes des apprentissages, qui nous intéresseront plus particulièrement.

Un développement optimal des compétences mathématiques précoces est un défi de la plus haute importance pour un enfant, puisque ceci lui permettra d'évoluer dans un monde où les nombres sont omniprésents. Cette appropriation est d'autant plus importante que les compétences mathématiques précoces sont le meilleur prédicteur de la réussite scolaire (Duncan et al., 2007). Ainsi, il apparaît que ces aptitudes, que sont notamment la connaissance de la chaîne numérique, le dénombrement, l'identification de nombres ou les petites additions (Desoete et Grégoire, 2006), doivent être stimulées le plus précocement possible (Jordan, Kaplan, Oláh, & Locuniak, 2006). En effet, à l'entrée à l'école maternelle, tous les enfants ne disposent pas du même savoir mathématique (Ramani & Siegler, 2008), et ces inégalités s'accroissent avec l'avancée dans la scolarité (Aunola et al., 2004). Cette différence de niveau mathématique pourrait s'expliquer par les différences d'expériences auxquelles les enfants sont confrontés à la maison (LeFevre et al., 2009 ; Ramani & Siegler, 2008). En effet, les habitudes quotidiennes ne sont pas les mêmes dans toutes les familles, et certaines proposent plus d'activités liées aux mathématiques que d'autres. Certains aspects socio-émotionnels, tels que l'attitude des parents par rapport aux mathématiques et la façon dont ils transmettent leurs connaissances, entrent également en ligne de compte lors des apprentissages (Kaufmann, Wood, Rubinsten, & Henik, 2011).

S'il existe de nombreux moyens permettant de développer les compétences mathématiques, le Ministère de l'Education nationale et de la recherche scientifique s'accordent pour dire que le jeu est

un excellent prélude à l'exploration mathématique (Ramani & Siegler, 2011). De ce fait, l'impact du jeu sur l'apprentissage des mathématiques ne doit pas être sous-estimé (Samara & Clements, 2009).

.2. Intérêts et limites des types de jeu

Le jeu est la porte d'entrée vers l'apprentissage chez le jeune enfant. Il suscite la motivation et permet d'augmenter des compétences telles que les habiletés de coopération, de communication ou encore de résolution de problèmes (Sauvé, Renard, & Gauvin, 2007). Le présent article s'intéresse plus particulièrement à deux modalités de jeux : le jeu sur tablette et le jeu dit classique.

.2.1. Jeu sur tablette

Actuellement, le jeu numérique, sur console, ordinateur ou tablette est en plein essor. Effectivement, la société se numérise de plus en plus et les écrans font désormais partie du quotidien des enfants et ce, dès le plus jeune âge. Les enfants de zéro à deux ans passeraient en moyenne cinquante minutes par jour devant les écrans. Ce chiffre grimperait à 2h45 pour les enfants de 2 à 4 ans (Rideout, 2017). Le sujet du développement du numérique fait débat dans la société. En effet, si certains mettent en avant les avantages tirés de l'utilisation des nouvelles technologies, d'autres en revanche, tels que Desmurget (2019), alertent sur ses conséquences nocives sur le développement des enfants.

L'Education nationale considère que le passage au numérique est bénéfique. Elle est aujourd'hui favorable aux écrans dans les écoles. Elle a notamment lancé en 2015 un plan pour introduire les Technologies de l'Information et de la Communication (TICs) dans les établissements scolaires. Ainsi, les TICs faisant partie intégrante de notre époque, le plan « Le numérique au service de l'école de la confiance » (2018) a pour but de permettre à tous les élèves de savoir les utiliser, et de s'en servir pour les apprentissages élémentaires. Ceci devrait permettre à tous les enfants d'être égaux par rapport aux nouvelles technologies. Il s'agit également pour les professeurs de pouvoir mieux s'adapter au niveau de chaque élève. Des tablettes ont donc été distribuées dans certaines classes à des fins expérimentales, mais le but est bien de généraliser cette pratique d'ici quelques années.

Des études ont pu mettre en évidence des effets positifs de jeux numériques sur les compétences mathématiques. C'est le cas par exemple de celle de Räsänen, Salminen, Wilson, Aunio et Dehaene en 2009. Ces auteurs ont utilisé deux jeux : Graphogame-math qui a pour but d'aider les enfants à associer des numérosités exactes à leur mot-nombre et The Number Race, prévu pour renforcer l'accès au sens du nombre. Ils ont donc proposé ces jeux quotidiennement et durant trois semaines à deux groupes d'enfants finlandais scolarisés en maternelle ayant des difficultés mathématiques. Le groupe contrôle, constitué d'enfants n'étant pas en difficulté, a participé aux pré-tests et posts-tests mais pas aux sessions de jeu. Les performances en comparaison de nombres ont augmenté chez les enfants ayant joué à l'un des jeux, ce qui n'était pas le cas du groupe contrôle. Wilson, Dehaene, Dubois et Fayol (2009) ont également utilisé le jeu The Number Race, mais cette fois auprès d'enfants français ayant un niveau socio-culturel faible, également scolarisés en maternelle. Les enfants ont été répartis en deux groupes et ont bénéficié de deux types de stimulations : The Number Race durant six sessions de vingt minutes et un jeu de lecture durant quatre sessions. L'ordre de présentation des logiciels a été contrebalancé. Les résultats montrent que The Number Race permettait une amélioration de l'accès au sens du nombre via les codes symboliques chez ces enfants. L'absence d'amélioration au jeu de lecture a permis de conclure que celle-ci n'était pas uniquement due à l'utilisation de l'ordinateur en général, mais bien du jeu mathématique. Enfin, Obersteiner, Reiss et

Ufer (2013) ont aussi proposé des jeux numériques à des enfants de six ans. Ces jeux sur ordinateur, entraînaient soit les compétences approximatives (ex. comparaison de nombres entre eux, estimation d'une quantité sous forme analogique, addition et soustraction d'une quantité sous forme analogique, estimation sur une ligne), soit les compétences exactes (ex. association d'un nombre arabe et d'une quantité analogique, déplacement sur une ligne numérique). Un pré-test et un post-test ont été administrés. Ils consistaient en un test informatisé évaluant le traitement des nombres. Le versant approximatif comprenait des tâches de comparaisons de magnitude, de nombres et du calcul approximatif, tandis que le versant exact comprenait une tâche de subitizing (perception quasi-instantanée de petites quantités présentées aléatoirement) et une tâche de subitizing conceptuel (même tâche mais les quantités sont présentées selon les constellations de dés). Ils consistaient également en un test d'arithmétique papier-crayon. Ainsi, 45 items étaient répartis dans 5 sous-échelles : séquences de chiffres, additions et soustractions, ligne numérique, ordre des nombres, chiffre manquant. L'utilisation du logiciel a permis d'améliorer les performances des enfants dans leurs tâches respectives (approximatives ou exactes). Toutefois, pour chaque tâche reposant sur la représentation approximative, seule l'approche approximative a permis une amélioration. De même que pour chaque tâche reposant sur la représentation exacte, seule l'approche exacte a permis une amélioration des performances. De ce fait, bien qu'aucun transfert n'ait été observé, les compétences mathématiques peuvent être renforcées grâce à des jeux numériques.

Il y a cependant des limites à l'emploi des tablettes numériques. Tout d'abord, l'utilisation des écrans aurait un effet délétère sur des domaines favorisant le développement tels que le sommeil, l'attention, le langage, les interactions sociales, les apprentissages scolaires ou encore l'intelligence (Desmurget, 2019). En effet, il s'agit surtout du problème du « temps volé » (Harlé & Desmurget, 2012), puisque les stimulations des écrans sont bien moins riches que celles de l'environnement direct d'un enfant. L'utilisation des TICs dans les écoles a également montré un faible degré voire une absence d'efficacité. D'après l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE, 2015), les pays ayant le plus investi ces nouvelles méthodes progressent en réalité moins vite que les autres et les inégalités entre les enfants ne sont pas comblées. Ceci peut notamment s'expliquer par les nombreuses distractions qu'offrent les écrans et qui détournent l'attention des apprentissages (Fried, 2008 ; Junco, 2012). L'OCDE (2015) indique en outre que les enfants qui ont le moins recours à des TICs en classe et à la maison sont les enfants les plus performants du point de vue de la réussite scolaire. Il paraît donc plus important d'assurer des connaissances de base en français et en mathématiques par exemple, plutôt que dans les nouvelles technologies, qui peuvent toujours être acquises plus tard (Godard, 2015, cité par Desmurget, 2019 ; OCDE, 2015).

Dans cette optique de limitation de l'utilisation des écrans par les enfants, des recommandations ont été mises en place. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dans un communiqué de presse du 24 avril 2019, annonce que jusqu'à cinq ans, il n'est pas recommandé que les enfants soient exposés plus d'une heure par jour aux écrans. Elle suggère donc qu'idéalement, cette exposition soit inférieure à une heure. C'est à partir de ces recommandations, et du concept de période sensible relatif à l'acquisition du langage notamment (Montessori, 1936, citée par Poussin, 2017), que Desmurget (2019) propose que les écrans soient bannis avant l'âge de six ans.

Devant les actuelles divergences d'avis concernant l'utilisation du numérique par l'enfant, il est légitime de s'intéresser à un autre type de jeu : le jeu classique.

.2.2. Jeu classique

Le jeu classique est utilisé depuis toujours. Il constitue également un support permettant d'exercer les habiletés mathématiques (Elofsson, Gustafson, Samuelsson, & Träff, 2016 ; Ramani & Siegler, 2008 ; Scalise, Daubert, & Ramani, 2017). En effet, la fréquence d'exposition à des jeux classiques serait corrélée positivement aux connaissances mathématiques (Mazzocco, Feigenson, & Haberda, 2011 ; Passolunghi et al., 2007). Elle permettrait notamment d'exercer la reconnaissance des constellations de dés, la comptine numérique lorsque l'enfant distribue des cartes ou le dénombrement du nombre de cases à avancer, le tout en manipulant et en s'amusant. Dans leur étude menée aux Etats-Unis, Ramani et Siegler (2008) ont proposé à 124 enfants de maternelle de 4 à 5 ans issus de familles ayant un niveau socio-économique faible de jouer à des jeux de plateaux. L'expérimentation s'est déroulée sur deux semaines, à raison de quatre sessions de quinze à vingt minutes. Le jeu de plateau linéaire comprenait soit des chiffres (modalité expérimentale), soit des couleurs (modalité contrôle). Les enfants ayant expérimenté le jeu comprenant des chiffres ont vu leurs performances augmenter dans les tâches de comparaison de magnitude, d'estimation de la ligne numérique, de comptage et d'identification de nombres, ce qui n'était pas le cas pour le groupe contrôle. Ces mêmes auteurs ont pu montrer que les performances mathématiques des enfants étaient meilleures lorsqu'ils jouaient avec un plateau linéaire plutôt que circulaire (Ramani & Siegler, 2011). Elofsson et al. (2016) ont répliqué l'étude de Ramani et Siegler (2011) auprès d'enfants suédois tout-venant, en y ajoutant un groupe contrôle actif participant à un jeu mathématique non-linéaire (ex. loto, jeu de cartes) et un groupe contrôle passif. Le groupe ayant participé au jeu de plateau linéaire a amélioré ses performances dans la tâche d'estimation de ligne numérique et de calcul arithmétique, ce que n'ont pas fait les autres groupes. Enfin, Scalise et al. (2017) ont montré qu'une intervention basée sur un jeu de bataille pouvait améliorer les compétences en comparaison symbolique d'enfants ayant un faible niveau socio-économique. Ainsi, le jeu classique peut également améliorer les compétences mathématiques précoces.

Face à deux types de jeux pouvant accompagner le développement mathématique, nous pouvons nous intéresser aux habitudes des enfants, et plus particulièrement à leurs expériences de jeu à la maison. En effet, ces expériences qui sont faites dès le plus jeune âge, peuvent prendre diverses formes, et ainsi avoir des impacts différents sur le développement de leurs habiletés mathématiques.

.3. Habitudes de jeu à la maison

Les expériences vécues à la maison peuvent être classées en deux catégories : les activités directes et les activités indirectes (LeFevre et al., 2009). Les activités directes ou formelles visent à faire acquérir aux enfants des connaissances spécifiquement mathématiques (ex. compter, connaître le nom des chiffres), quand les activités indirectes ou informelles seraient davantage liées à l'utilisation du nombre dans la vie quotidienne (ex. cuisiner, bricoler, faire des jeux de société, connaître les dates d'anniversaire).

Quelques études ont analysé le lien existant entre les habitudes de jeu à la maison et les performances mathématiques. C'est le cas de LeFevre et al. (2009), qui ont en effet demandé à des parents d'enfants canadiens scolarisés en maternelle de remplir un questionnaire au sujet des activités informelles liées aux mathématiques qui étaient pratiquées à la maison. Les réponses au questionnaire ont été mises en corrélation avec les compétences mathématiques des enfants. Les résultats ont révélé une corrélation positive entre la fréquence à laquelle les enfants pratiquent ces activités mathématiques indirectes et leurs performances mathématiques. Benavides-Varela et al. (2016) ont

distribué deux questionnaires visant à connaître l'exposition mathématique indirecte d'enfants italiens scolarisés en maternelle : un à destination des enfants et l'autre pour leurs parents. Les enfants ont ensuite été évalués sur leurs habiletés mathématiques. Les résultats montrent que les connaissances mathématiques acquises à la maison prédisent les capacités d'utilisation du nombre au quotidien (ex. former deux groupes de fruits pour qu'en tout il y ait sept fruits ; comparer le nombre de citrons et de fraises) et les représentations exactes du nombre (ex. faire correspondre un nombre arabe et une quantité d'objets).

Si certaines données sont disponibles dans la littérature, il convient de préciser qu'à ce jour, dans l'état actuel de nos connaissances, aucune étude relative aux habitudes de jeu indirect n'a été menée auprès d'une population d'enfants français. De plus, aucune étude à notre connaissance n'a établi de comparatif entre les jeux sur support numérique et les jeux classiques, et leur influence sur les compétences mathématiques précoces. Enfin, nous n'avons pas connaissance d'études ayant porté sur la fréquence et la durée des jeux classiques, alors que des recommandations existent pour les jeux sur support numérique. Le présent travail a donc vu le jour afin de tenter de répondre à ces questionnements.

.4. Buts et hypothèses de cette étude

Dans le contexte actuel, toujours plus numérique, il paraît important de s'intéresser aux habitudes de jeu des enfants au sein de leur famille et aux conséquences sur les apprentissages mathématiques. Peu d'études ont à ce jour étudié ce lien, et à notre connaissance, aucune auprès d'enfants francophones. En effet, Wilson et al. (2009) ont bien mené leur étude en France mais ils ont étudié le lien entre un entraînement direct via un jeu sur tablette et les performances mathématiques des enfants. Leur visée n'était ainsi pas la même que celle de la présente étude : ils ont proposé un entraînement spécifique aux enfants, mais n'ont pas cherché à connaître les habitudes de jeu quotidiennes de ces enfants au moyen d'un questionnaire.

Le but de cette étude est donc d'étudier les effets des expériences de jeu à la maison sur les compétences mathématiques précoces chez des enfants tout-venant de moyenne section de maternelle (MSM) et de grande section de maternelle (GSM).

Deux grandes questions seront abordées. Nous nous intéresserons dans un premier temps à la question de l'influence des habitudes de jeu : les compétences mathématiques précoces sont-elles davantage favorisées par le fait de jouer à des jeux sur tablette ou à des jeux classiques ? En effet, la question du type de jeu et de son impact sur les compétences mathématiques précoces ne nous semble pas avoir été soulevée dans la littérature. Dans un second temps, nous nous demanderons quelle est l'influence de la temporalité sur ces compétences mathématiques précoces. Ainsi, l'étude aura pour but de récolter des données concernant l'impact de la fréquence et de la durée de jeu sur tablette et de jeu classique.

Ainsi, concernant le premier questionnement relatif aux habitudes de jeu, nous faisons l'hypothèse que les enfants jouant sur tablette auront des scores plus faibles que ceux n'y jouant jamais aux épreuves évaluant les compétences précoces. Effectivement, bien que certaines études aient montré un effet bénéfique de la tablette sur les compétences mathématiques (Wilson et al., 2009 ; Räsänen et al., 2009), nous faisons l'hypothèse que les effets délétères de la tablette sur les apprentissages (Desmurget, 2019) pourraient modérer son impact sur les compétences précoces. A l'inverse, nous nous attendons à ce que les enfants jouant à des jeux classiques aient des scores plus élevés que ceux n'y jouant jamais, car plusieurs études ont révélé le bénéfice du jeu classique sur les compétences mathématiques (Elofsson et al., 2016 ; Ramani & Siegler, 2011). Enfin, nous nous

attendons à ce que les enfants jouant à la fois à des jeux sur tablette et à des jeux classiques aient de meilleurs résultats que ceux ne jouant pas à ces deux types de jeux combinés. L'étude de LeFevre et al. (2009) a en effet montré un effet positif des expériences informelles sur les compétences mathématiques, sans tenir compte du type d'activité.

Concernant le second questionnement relatif à la temporalité, nous nous attendons à ce que les enfants jouant sur tablette à une fréquence faible aient des scores plus élevés que ceux y jouant à une fréquence élevée. Cette hypothèse est formulée compte tenu des effets nocifs des écrans sur les apprentissages (Desmurget, 2019). Nous nous attendons également à ce que les enfants ayant une activité de jeu sur tablette d'une durée faible par utilisation aient des scores plus élevés que ceux y jouant plus longtemps. Cette hypothèse est également formulée au vu des effets délétères des écrans sur les apprentissages (Desmurget, 2019) et des recommandations de l'OMS (2019) dans lesquelles il est inscrit qu'une exposition d'une heure par jour doit être le maximum pour les enfants de deux à cinq ans. Nous faisons également l'hypothèse que les enfants jouant à des jeux classiques à une fréquence faible auront des scores plus faibles que ceux y jouant à une fréquence élevée. En effet, Benavides-Varela et al. (2016) ont pu montrer une corrélation positive entre la fréquence de jeux classiques et les compétences de comptage chez des enfants de maternelle. Toutefois, il n'existe pas à notre connaissance de données dans la littérature concernant la durée de jeu classique. Nous ne savons conséquemment pas quels en seront les effets sur les compétences mathématiques précoces des enfants.

Méthode

La présente étude est issue du protocole expérimental Kids e-stim, visant à identifier les entraînements les plus efficaces pour améliorer les compétences mathématiques précoces. Ce protocole a été mis en place conformément aux recommandations d'Helsinki et a obtenu l'aval du Comité d'Ethique d'Etablissement de l'Université de Lille (KIDS E-STIM, 2017-1-S55). Un consentement écrit et éclairé a été rempli par les parents de tous les enfants. Kids e-stim s'inspire de la méthodologie de Cornu, Schiltz, Pazouki et Martin (2019), et comprend plusieurs phases. Le présent travail ne s'attache qu'à une partie restreinte du protocole de recherche. La méthodologie ci-dessous concernera donc uniquement les deux premiers temps du protocole (cf. Figure 1).

Temps 1 Autorisations et questionnaires parentaux (décembre 2017)	Temps 2 Pré-tests (janvier 2018)	Temps 3 Entraînements (février – avril 2018)	Temps 4 Post-tests immédiats (mai 2018)	Temps 5 Post-tests de maintien (octobre – novembre 2018)
--	--	---	--	--

Figure 1. Différents temps du protocole Kids e-stim.

1. Population

Au total, 148 enfants ont été inclus dans l'étude. Ils étaient âgés de 3 à 7 ans, l'âge moyen était de 5;3 ans. Ils ont été recrutés dans 5 écoles publiques en zone d'éducation non-prioritaire dans les Hauts-de-France, dans 8 classes différentes de MSM (N = 57) et de GSM (N = 91). Il y avait une répartition différente des sexes chez les MSM (16 filles et 44 garçons) ainsi que chez les GSM (55 filles et 57 garçons), $\chi^2(1) = 7.173, p < .007$.

Les enfants qui ont participé à l'étude devaient être scolarisés dans des écoles sélectionnées par l'Éducation Nationale, en MSM ou en GSM, ne pas disposer de dossier à la Maison Départementale des Personnes Handicapées et avoir une autorisation parentale. Les enfants qui n'ont pas correspondu à ces critères méthodologiques ou dont les parents n'ont pas rempli le questionnaire parental ont été exclus. De ce fait, sur les 195 participants présents initialement, les performances de 148 enfants ont été étudiées. La figure 2 présente les effectifs présents aux différents temps de l'étude.

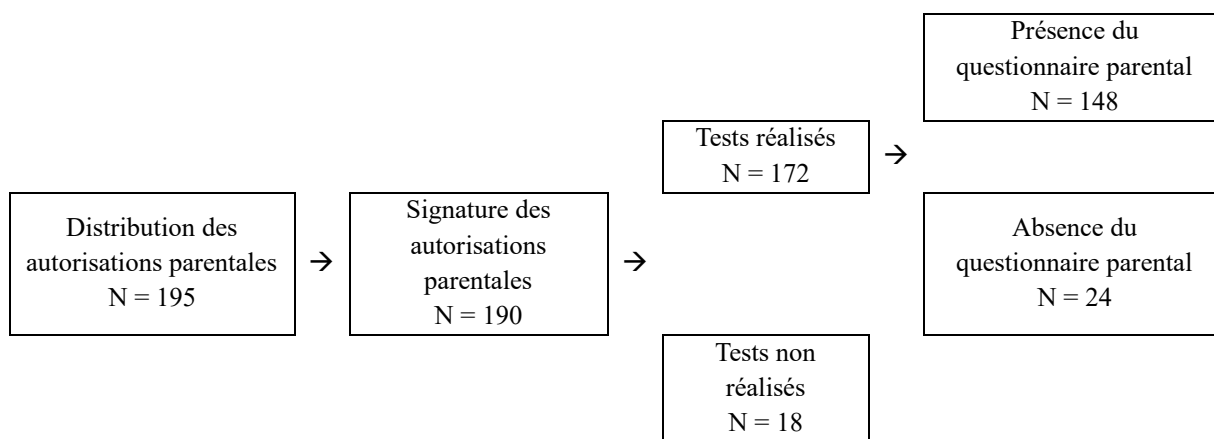


Schéma 2. Présentation des effectifs aux différents temps de l'étude.

.2. Mesures

Conformément à l'étude de Cornu et al. (2019), il a été proposé aux parents des enfants de remplir un questionnaire puis de le remettre aux expérimentateurs. Ce questionnaire parental constitué de trois parties, a été conçu de sorte que l'on puisse récolter des données relatives aux habitudes de jeu à la maison. Il est décrit dans la section suivante.

En outre, une batterie de tâches s'intéressant à l'évaluation de l'intelligence non verbale et à des compétences mathématiques précoces a été administrée aux enfants. Les tâches étaient les suivantes : « matrices non verbales » de l'Echelle non verbale d'intelligence de Wechsler (Wechsler & Naglieri, 2009), « comptage », « dénombrement », « lecture de nombres à voix haute », « énonciation du chiffre manquant dans une suite de nombres », « additions ». Les tests ont été administrés au mois de janvier 2018, individuellement dans une salle de classe, sur le temps scolaire. Une description détaillée desdites tâches est proposée dans la section 2.2.

.2.1. Questionnaire parental

Le questionnaire parental (cf. Annexe 1) a pour but d'apprécier les habitudes de jeu à la maison. Il a été distribué aux parents par les professeurs des écoles, sous format papier. Une fois rempli, il a été restitué aux enseignants puis aux expérimentateurs. Concernant les enfants vivant dans deux foyers, si l'un des questionnaires était rendu non rempli ou si les deux exemplaires étaient identiques, un seul d'entre eux a été pris en compte. Les données manquantes ont été différenciées des autres.

Le questionnaire était composé de trois parties. La première permettait de connaître les différents types d'activités ludiques pratiquées par les enfants à la maison. La deuxième concernait plus particulièrement le jeu sur tablette et la dernière se focalisait sur les jeux de société qui seront ici appelés jeux classiques. Les deuxième et troisième parties collectaient les informations concernant la fréquence et la durée de jeu ainsi que le style de jeux préférés des enfants.

Ainsi, pour la modalité « tablette », les parents ont dû renseigner le(s) type(s) de jeu(x) préféré(s) de leur enfant. Dans la présente étude, seuls les types de jeux pouvant être regroupés selon le fait qu'ils faisaient appel aux compétences précoces et qu'ils avaient le même mode de fonctionnement ont été inclus. Ce choix visait une correspondance plus probante des résultats et analyses. Ainsi, cette variable « tablette » comprenant initialement les jeux d'action et d'aventure, jeux éducatifs, jeux de carte et de société était constituée au final des jeux éducatifs, des jeux de cartes et de société sur tablette. En outre, les parents ont dû indiquer la fréquence d'utilisation lors de ces activités. Initialement, celle-ci était découpée en quatre tranches : une à deux fois par semaine, trois à quatre fois par semaine, cinq à six fois par semaines, tous les jours. Elle a été décomposée ici en deux parties afin d'obtenir une vision plus binaire des réponses : une à quatre fois par semaine (fréquence faible) et plus de cinq fois par semaine (fréquence élevée). Enfin, ils ont renseigné la durée de jeu. Initialement dans le questionnaire, elle était séparée en quatre tranches : plus de deux heures, au moins deux heures, au moins une heure et moins d'une heure de jeu par utilisation. Elle a également été dissociée en deux parties : moins d'une heure (durée faible) et plus d'une heure (durée élevée) de jeu par utilisation, selon les recommandations de l'OMS (2019) limitant l'exposition aux écrans à une heure par jour chez les enfants de deux à cinq ans.

Pour la modalité « jeux classiques », ils ont également dû renseigner le(s) type(s) de jeu(x) préféré(s) de leur enfant. Initialement, ils avaient le choix entre : les jeux de cartes, jeux de plateau, jeux de chiffres et de lettres. Une fois encore par souci de correspondance des résultats et analyses, cette variable « jeux classiques » a finalement compris les jeux de cartes et des jeux de plateau. La variable fréquence qui était à renseigner était la même que pour les jeux sur tablette. Elle a finalement été découpée selon le même modèle. Enfin, la variable durée, également à renseigner ici était originellement découpée selon des tranches d'utilisation par semaine : moins de cinq heures, entre cinq et dix heures, plus de dix heures. Pour plus de lisibilité, elle a été scindée en deux : moins de cinq heures par semaine (durée faible) et plus de cinq heures par semaine (durée élevée).

.2.2. Test

Toutes les épreuves ont été administrées en passation individuelle de 40 à 60 minutes, au calme dans une salle de classe sur le temps scolaire. Le matériel nécessaire à l'administration de ce test papier-crayon se composait d'un livret de passation sur lequel les réponses de l'enfant étaient inscrites et d'un protocole d'évaluation sur lequel étaient écrites les consignes. Les consignes de passation et de cotation étaient standardisées. Le test était composé de plusieurs épreuves s'intéressant à l'évaluation de l'intelligence non verbale et de compétences mathématiques. Dans cette étude basée sur le protocole expérimental de Kids e-stim, portant sur l'impact du jeu sur les compétences mathématiques précoces, seules les tâches suivantes ont été conservées et analysées : « matrices non verbales » de l'Echelle non verbale d'intelligence de Wechsler (Wechsler & Naglieri, 2009), « comptage », « dénombrement », « lecture de nombres à voix haute », « énonciation du chiffre manquant dans une suite de nombres », « additions ». Une description détaillée de chaque subtest suit.

Les « matrices non verbales » (Matrices) de l'Echelle non verbale d'intelligence de Wechsler (Wechsler & Naglieri, 2009) ont permis d'évaluer le raisonnement fluide, le raisonnement perceptif et les processus simultanés. Les enfants devaient observer une matrice incomplète et sélectionner celle qui manquait parmi quatre ou cinq propositions de réponses. Un point était attribué par bonne réponse. La note totale maximale était de 41 points.

L'épreuve de « comptage » comprenait trois subtests évaluant la chaîne numérique. Le premier subtest consistait en une tâche de comptage libre (CptLibre). Les enfants devaient compter le plus loin possible à voix haute, 30 étant le maximum. L'expérimentateur notait le dernier élément de la chaîne numérique correctement énoncé, ainsi que l'utilisation absente, partielle ou forte des doigts. Le deuxième subtest évaluait le « comptage à partir d'un nombre » (CptApartirde). Les enfants devaient compter à voix haute, à partir d'un chiffre imposé. Un point était accordé par bonne réponse. La note totale maximale était de cinq points. Enfin, un subtest évaluait le « comptage en arrière » (CptArrière). Les enfants devaient compter à rebours à partir de chiffres imposés. Un point était accordé par bonne réponse. La note totale maximale était également de cinq points.

L'épreuve de « dénombrement » (dénombrmt) évaluait les processus de quantification. Les enfants devaient dénombrer des ensembles visibles de pierres. Un point était accordé par réponse correcte. La note totale maximale était de trois points.

L'épreuve de « lecture de nombres à voix haute » évaluait les compétences des enfants en lecture de nombres arabes présentés dans un ordre pseudo-aléatoire sur une feuille A4. Ils devaient effectuer cette tâche le plus vite possible. Un point était accordé par réponse correcte. Trois scores ont été pris en compte pour cette épreuve : un score pour la « lecture de nombres à un chiffre » (LVHUnité, noté sur cinq points), un score pour la « lecture de nombres à deux chiffres » (LVHDizaine, noté sur treize points), ramenant le score total à dix-huit points (LVHtotal).

L'épreuve intitulée « trouver le chiffre manquant » a permis d'évaluer la capacité des enfants à énoncer le nombre manquant dans une suite croissante de nombres arabes. Un point était attribué par bonne réponse. A nouveau, trois scores ont été pris en compte pour cette épreuve : un score lorsqu'il s'agissait de trouver un nombre à un chiffre (CfMqUnité, noté sur six points), un score lorsque le nombre recherché se composait de deux chiffres (CfMqDizaine, noté sur quatre points), et le score total (CfMqttotal) sur dix points.

L'épreuve des « additions » comprenait deux subtests. Le premier était celui des « additions verbales avec support digital » (AdDoigt). Des additions étaient présentées aux enfants sous forme digitale et orale (ex. « X et X, ça fait combien ? ») ; ils devaient alors énoncer un résultat. Le deuxième subtest était celui des « additions verbales avec des supports symboliques » (AdSymbole). Cette fois-ci, les enfants devaient réaliser des additions à partir de nombres arabes présentés visuellement et à l'oral (ex. « X et X, ça fait combien ? »). Un point était accordé pour chaque bonne réponse. La note maximale était de six points pour chacun des subtests.

Résultats

Les résultats obtenus par les enfants dans chacune des tâches mesurant leurs compétences en mathématiques ont été encodés dans un tableur Excel®. Les analyses statistiques permettant de comparer les performances des enfants selon différentes variables (comme le fait de jouer ou non à des jeux classiques ou sur la tablette), ont été réalisées par le biais du logiciel SPSS Statistics (IBM, version 25). Ces comparaisons de moyennes ont été effectuées au moyen de tests-*t* de Student (analyses paramétriques).

Dans les paragraphes qui suivent, après une présentation succincte des caractéristiques de notre population, nous nous sommes intéressées à deux aspects de comportements de jeux (i.e., la présence ou l'absence de comportement de jeu, « joue » et « ne joue pas », aux jeux sur tablette, aux jeux classiques, à la fois aux jeux sur tablette et aux jeux classiques) et à l'impact de ces aspects de comportements de jeu sur le développement des compétences mathématiques. Dans un second temps,

nous nous sommes attachée à la question de la temporalité du jeu (i.e., fréquence et durée faibles ou élevées, concernant les jeux sur tablette et les jeux classiques) et à son impact sur les compétences mathématiques précoces. Ces analyses ont été effectuées, dans un premier temps sur les données collectées auprès de l'ensemble des enfants et dans un deuxième temps, en séparant les enfants selon leur classe (MSM et GSM).

.1. Population

Les variables d'intérêt de cette étude sont l'habitude de jeux (i.e., jeu sur tablette et/ou jeu classique) et la temporalité (i.e., fréquence et durée). Concernant la variable « habitude de jeux », le tableau 1 donne le détail du nombre d'enfants dans chaque condition.

Tableau 1. Effectifs selon la variable « habitude de jeu ».

Comportement	Classe	Joue à des jeux sur tablette	Joue à des jeux classiques	Joue à des jeux sur tablette et à des jeux classiques
Joue	MSM	29	43	52
	GSM	50	70	86
	Total	79	113	138
Ne joue pas	MSM	6	10	4
	GSM	17	18	4
	Total	23	28	8

Concernant la variable « temporalité », le tableau 2 donne le détail du nombre d'enfants dans chaque condition.

Tableau 2. Effectifs selon la variable « temporalité ».

Modalité	Intensité	Joue à des jeux sur tablette			Joue à des jeux classiques		
		MSM	GSM	Total	MSM	GSM	Total
Fréquence	Faible	25	42	67	44	75	119
	Élevée	7	22	29	8	12	20
Durée	Faible	20	33	53	47	74	121
	Élevée	14	34	48	7	13	20

.2. Type de jeu

.2.1. Jeu sur tablette

L'analyse comparant les scores des enfants jouant à des jeux sur tablette à ceux des enfants qui n'y jouent jamais n'a pas mis en évidence de différence significative entre ces deux groupes, et ce pour toutes les épreuves, $p > .05$. Le tableau 3 contient les résultats détaillés pour cette partie « jeu sur tablette ».

Tableau 3. Moyennes et écarts-types des performances des enfants (tous les enfants, MSM et GSM) qui jouent versus ne jouent pas aux jeux sur tablette aux différentes épreuves (en gras les moyennes les plus élevées).

Epreuves	Tous les enfants				MSM				GSM			
	Joue		Ne joue pas		Joue		Ne joue pas		Joue		Ne joue pas	
	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET
Matrices	11.43	3.59	12.22	2.76	9.69	3.86	10.17	1.83	12.44	3.03	12.94	2.70
CptLibre	24.09	11.39	25.17	14.96	18.52	9.66	16.33	9.31	27.32	11.14	28.29	15.52
CptApartirde	3.05	1.85	2.83	2.25	2.45	1.72	2.33	2.58	3.40	1.84	3.00	2.18
CptArrière	1.42	1.63	1.39	1.67	.76	1.35	.83	1.17	1.80	1.67	1.59	1.80

Epreuves	Tous les enfants				MSM				GSM			
	Joue		Ne joue pas		Joue		Ne joue pas		Joue		Ne joue pas	
	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET
Dénombrement	2.44	.76	2.35	.93	2.21	.98	2.17	.75	2.58	.57	2.41	1.00
LVHUnité	4.19	1.25	4.30	1.26	3.41	1.64	3.50	2.07	4.64	.63	4.59	.71
LVHDizaine	3.16	4.09	2.78	3.80	1.62	2.92	1.67	3.14	4.06	4.42	3.18	4.02
LVHtotal	7.35	4.76	7.09	4.44	5.03	3.94	5.17	4.49	8.70	4.71	7.76	4.35
AdDoigt	2.77	2.46	2.70	1.96	1.45	2.05	2.00	1.26	3.54	2.37	2.94	2.14
AdSymbole	1.70	2.06	2.22	2.07	.62	1.01	2.00	1.55	2.32	2.25	2.29	2.26
CfMqUnité	3.16	1.80	3.04	1.64	2.03	1.92	2.50	1.64	3.82	1.37	3.24	1.64
CfMqDizaine	1.42	1.83	1.35	1.77	.69	1.37	.67	.82	1.84	1.94	1.59	1.97
CfMqtotal	4.58	3.35	4.39	3.22	2.72	3.02	3.17	2.32	5.66	3.06	4.82	3.43

2.2. Jeu classique

L'analyse comparant les scores des enfants jouant à des jeux classiques à ceux des enfants qui n'y jouent jamais a mis en évidence des différences significatives entre ces deux groupes que nous détaillons dans les paragraphes ci-dessous. Le tableau 4 contient les résultats détaillés pour cette partie « jeu classique ».

Tableau 4. Moyennes et écarts-types des performances des enfants (tous les enfants, MSM et GSM) qui jouent versus ne jouent pas aux jeux classiques aux différentes épreuves (en gras les moyennes les plus élevées).

Epreuves	Tous les enfants				MSM				GSM			
	Joue		Ne joue pas		Joue		Ne joue pas		Joue		Ne joue pas	
	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET
Matrices	11.75	3.67	11.00	2.72	9.84	3.35	10.10	3.14	12.93	3.36	11.50	2.41
CptLibre	25.99	12.77	19.86	11.24	19.91	10.82	14.10	8.02	29.73	12.49	23.06	11.67
CptApartirde	3.11	1.93	2.57	1.81	2.40	1.87	1.90	1.73	3.54	1.85	2.94	1.80
CptArrière	1.60	1.69	1.04	1.45	.95	1.45	.30	.95	2.00	1.71	1.44	1.54
Dénombrement	2.50	0.76	2.25	0.84	2.37	.85	1.90	.99	2.59	.69	2.44	.70
LVHUnité	4.29	1.19	3.82	1.74	3.74	1.56	3.00	2.11	4.63	.71	4.28	1.36
LVHDizaine	3.40	4.04	2.14	3.31	2.00	3.37	1.80	2.94	4.26	4.20	2.33	3.56
LVHtotal	7.69	4.67	5.96	4.33	5.74	4.28	4.80	4.44	8.89	4.53	6.61	4.26
AdDoigt	2.92	2.30	2.29	2.19	1.84	2.05	1.20	1.62	3.59	2.20	2.89	2.27
AdSymbole	2.04	2.10	1.29	1.92	1.21	1.46	.50	1.27	2.54	2.27	1.72	2.11
CfMqUnité	3.25	1.78	2.89	1.91	2.44	1.93	1.40	1.78	3.74	1.49	3.72	1.45
CfMqDizaine	1.61	1.91	0.82	1.31	0.86	1.44	0.20	0.42	2.07	2.02	1.17	1.50
CfMqtotal	4.86	3.42	3.71	2.90	3.30	3.08	1.60	2.12	5.81	3.28	4.89	2.63

2.2.1. Tous les enfants

Les enfants jouant à des jeux classiques présentaient des scores plus élevés que ceux qui n'y jouent jamais dans les épreuves de « comptage libre », $t(139) = -2.327, p = .021$, de « lecture à voix haute », $t(139) = -1.774, p = .078$, « d'additions verbales avec chiffre arabe », $t(139) = -1.721, p = .087$ et lorsqu'il s'agissait de « trouver le chiffre manquant » dans une suite de nombres supérieurs à dix, $t(59.01) = -2.586, p = .012$. Aucun autre résultat n'était significatif.

2.2.2. MSM uniquement

Les enfants de MSM jouant à des jeux classiques présentaient des scores plus élevés que ceux qui n'y jouent jamais lorsqu'il s'agissait de « trouver le chiffre manquant » dans une suite de nombres supérieurs à dix, $t(48.15) = -2.570, p = .013$. Aucun autre résultat n'était significatif.

2.2.3. GSM uniquement

Les enfants de GSM jouant à des jeux classiques présentaient des scores plus élevés que ceux qui n'y jouent jamais aux épreuves de « comptage libre », $t(86) = -2.047, p = .044$, de « lecture à voix

haute de nombres à deux chiffres », $t(86) = -1.784, p = .078$, de « lecture à voix haute (score total) », $t(86) = -1.923, p = .058$, et lorsqu'il s'agissait de « trouver le chiffre manquant » dans une suite de nombres supérieurs à dix, $t(34.5) = -2.110, p = .042$. Aucun autre résultat n'était significatif.

Pour résumer, les enfants jouant à des jeux classiques obtenaient de meilleurs résultats que ceux n'y jouant jamais et ce, de manière significative pour les épreuves : « trouver le chiffre manquant (supérieur à dix) » pour tous les enfants, les MSM et les GSM ; « comptage libre » et « lecture à voix haute (score total) » pour tous les enfants et les GSM ; « additions verbales avec chiffre arabe » pour tous les enfants ; et enfin « lecture à voix haute (nombres à deux chiffres) » pour les enfants de GSM.

2.3. Jeu sur tablette et jeu classique

L'analyse comparant les scores des enfants jouant à la fois à des jeux sur tablette et à des jeux classiques à ceux des enfants qui ne jouent pas à ces deux types de jeux combinés a mis en évidence des différences significatives entre ces deux groupes que nous détaillons dans les paragraphes ci-dessous. Le tableau 5 contient les résultats détaillés pour cette partie « jeu sur tablette et jeu classique ».

Tableau 5. Moyennes et écarts-types des performances des enfants (tous les enfants, MSM et GSM) qui jouent versus ne jouent pas à la tablette et aux jeux classiques aux différentes épreuves (en gras les moyennes les plus élevées).

Epreuves	Tous les enfants				MSM				GSM			
	Joue		Ne joue pas		Joue		Ne joue pas		Joue		Ne joue pas	
	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET
Matrices	11.66	3.53	9.13	1.36	9.85	3.34	8.75	1.50	12.76	3.19	9.50	1.29
CptLibre	24.84	12.57	17.00	12.99	18.88	10.57	14.25	9.18	28.44	12.35	19.75	17.02
CptAptirde	3.03	1.92	1.88	1.89	2.27	1.83	2.25	2.22	3.49	1.84	1.50	1.73
CptArrière	1.49	1.66	.63	1.19	.79	1.36	.75	1.50	1.91	1.69	.50	1.00
Dénombrement	2.46	.78	2.25	.71	2.29	.89	2.00	.82	2.56	0.70	2.50	.58
LVHUnité	4.24	1.24	3.13	2.23	3.60	1.61	3.00	2.45	4.63	.72	3.25	2.36
LVHDizaine	3.14	3.92	1.75	3.28	1.85	3.19	2.00	4.00	3.93	4.13	1.50	3.00
LVHtotal	7.38	4.59	4.88	4.82	5.44	4.16	5.00	5.72	8.56	4.46	4.75	4.65
AdDoigt	2.79	2.31	1.63	1.60	1.67	1.99	1.75	1.71	3.47	2.23	1.50	1.73
AdSymbole	1.88	2.08	1.25	1.75	1.06	1.42	1.25	1.89	2.37	2.27	1.25	1.89
CfMqUnité	3.20	1.80	2.00	2.00	2.27	1.92	.75	1.50	3.76	1.47	3.25	1.71
CfMqDizaine	1.47	1.84	0.38	0.74	.75	1.34	0.00	0.00	1.91	1.96	0.75	0.96
CfMqtotal	4.67	3.35	2.38	2.56	3.02	2.99	0.75	1.50	5.66	3.18	4.00	2.45

2.3.1. Tous les enfants

Les enfants jouant à la fois à des jeux sur tablette et à des jeux classiques présentaient des scores plus élevés que ceux qui ne jouent pas à ces deux types de jeux de manière combinée à l'épreuve des « matrices » de la WNV, $t(144) = -2.015, p = .046$ et à l'épreuve « d'additions verbales avec support digital », $t(8.79) = -1.948, p = .084$. Il en était de même lorsqu'il s'agissait de « trouver le chiffre manquant » dans une suite de nombres inférieurs à dix, $t(144) = -1.817, p = .071$, supérieurs à dix, $t(12.74) = -3.581, p = .003$, et pour le score total de cette épreuve, $t(144) = 1.899, p = .060$. Aucun autre résultat n'était significatif.

2.3.2. MSM uniquement

Nous n'avons pas obtenu de différence entre les enfants de MSM jouant à la fois à des jeux sur tablette et à des jeux classiques et ceux qui ne jouent pas à ces deux types de jeux de manière combinée.

.2.3.3. GSM uniquement

Les enfants de GSM jouant à la fois à des jeux sur tablette et à des jeux classiques présentaient des scores plus élevés que ceux qui ne jouent pas à ces deux types de jeux de manière combinée aux « matrices » de la WNV, $t(88) = -2.023, p = .046$. Il en était de même aux épreuves de « comptage à partir d'un nombre », $t(88) = -2.118, p = .037$, « d'additions verbales avec support digital », $t(3.48) = -2.186, p = .087$, et lorsqu'il s'agissait de « trouver un chiffre manquant » parmi une suite de nombres, $t(4.28) = -2.211, p = .087$. Aucun autre résultat n'était significatif.

Pour résumer, les enfants jouant à la fois à des jeux sur tablette et à des jeux classiques obtenaient de meilleurs résultats que ceux ne jouant pas aux deux types de jeux de manière combinée et ce, de manière significative pour les épreuves : « matrices non verbales », « additions verbales avec support digital » et « trouver le chiffre manquant (score total) pour tous les enfants et les GSM ; « trouver le chiffre manquant (inférieur et supérieur à dix) » pour tous les enfants ; et enfin, « comptage à partir de » pour les GSM. On ne retrouvait pas de différence significative concernant les MSM.

.3. Temporalité

.3.1. Fréquence de jeu sur tablette

L'analyse comparant les scores des enfants jouant sur tablette à une fréquence faible à ceux des enfants y jouant à une fréquence élevée a mis en évidence des différences significatives entre ces deux groupes que nous détaillons dans les paragraphes ci-dessous. Le tableau 6 contient les résultats détaillés pour cette partie « fréquence de jeu sur tablette ».

Tableau 6. Moyennes et écarts-types des performances des enfants (tous les enfants, MSM et GSM) aux différentes épreuves selon la fréquence de jeu sur tablette (en gras les moyennes les plus élevées).

Epreuves	Tous les enfants				MSM				GSM			
	Fréquence faible		Fréquence élevée		Fréquence faible		Fréquence élevée		Fréquence faible		Fréquence élevée	
	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET
Matrices	11.73	3.55	11.03	2.96	9.96	3.55	8.71	3.59	12.79	3.14	11.77	2.37
CptLibre	24.66	11.80	23.45	12.45	19.00	8.97	12.57	5.71	28.02	12.08	26.91	12.05
CptApartirde	2.93	1.92	3.28	1.83	2.72	1.74	1.71	1.80	3.05	2.02	3.77	1.57
CptArrière	1.37	1.70	1.31	1.39	.72	1.14	.14	.38	1.76	1.86	1.68	1.39
Dénombrement	2.54	0.77	2.17	0.85	2.40	.91	1.57	.79	2.62	.66	2.36	.79
LVHUnité	4.28	1.13	4.07	1.36	3.72	1.49	2.43	1.72	4.62	.66	4.59	.67
LVHDizaine	3.16	4.08	2.38	3.42	1.40	2.43	1.00	2.24	4.21	4.50	2.82	3.65
LVHtotal	7.45	4.66	6.45	4.16	5.12	3.31	3.43	3.60	8.83	4.82	7.41	3.92
AdDoigt	2.73	2.37	2.62	2.31	1.64	1.91	.29	.76	3.38	2.40	3.36	2.13
AdSymbole	1.81	2.11	1.72	2.02	.88	1.30	.43	.79	2.36	2.31	2.14	2.12
CfMqUnité	3.12	1.80	3.00	1.69	2.04	1.74	1.71	2.06	3.76	1.51	3.41	1.37
CfMqDizaine	1.48	1.85	.93	1.51	.56	1.08	.29	.49	2.02	2.01	1.14	1.67
CfMqtotal	4.60	3.38	3.93	2.91	2.60	2.57	2.00	2.52	5.79	3.27	4.55	2.81

.3.1.1. Tous les enfants

Les enfants jouant à une fréquence faible à des jeux sur tablette présentaient des scores plus élevés que ceux y jouant à une fréquence élevée à l'épreuve de « dénombrement », $t(94) = 2.076, p = .041$. Aucun autre résultat n'était significatif.

.3.1.2. MSM uniquement

Les enfants de MSM jouant à une fréquence faible à des jeux sur tablette présentaient des scores plus élevés que ceux y jouant à une fréquence élevée aux épreuves de « comptage en arrière », $t(28.77) = 2.149, p = .040$, de « dénombrement », $t(30) = 2.179, p = .037$, de « lecture à voix haute de nombres à un chiffre », $t(30) = 1.967, p = .059$ et « d'additions verbales avec support digital », $t(25.94) = 2.837, p = .009$. Aucun autre résultat n'était significatif.

.3.1.3. GSM uniquement

Les enfants de GSM jouant à une fréquence faible à des jeux sur tablette présentaient des scores plus élevés que ceux y jouant à une fréquence élevée lorsqu'il s'agissait de « trouver le chiffre manquant » dans une suite de nombres supérieurs à dix, $t(50.08) = 1.881, p = .066$. Aucun autre résultat n'était significatif.

Pour résumer, les enfants jouant à une fréquence faible à des jeux sur tablette obtenaient de meilleurs résultats que ceux y jouant à une fréquence élevée et ce, de manière significative pour les épreuves : « dénombrement » pour tous les enfants et les MSM ; « comptage en arrière », « lecture à voix haute (nombre à un chiffre) » et « additions verbales avec support digital » pour les MSM ; et enfin, « trouver le chiffre manquant (supérieur à dix) » pour les GSM.

.3.2. Durée de jeu sur tablette

L'analyse comparant les scores des enfants ayant une activité de jeux sur tablette d'une durée faible par utilisation à ceux des enfants y jouant longtemps a mis en évidence des différences significatives entre ces deux groupes que nous détaillons dans les paragraphes ci-dessous. Le tableau 7 contient les résultats détaillés pour cette partie « durée de jeu sur tablette ».

Tableau 7. Moyennes et écarts-types des performances des enfants (tous les enfants, MSM et GSM) aux différentes épreuves selon la durée de jeu sur tablette (en gras les moyennes les plus élevées).

Epreuves	Tous les enfants				MSM				GSM			
	Durée faible		Durée élevée		Durée faible		Durée élevée		Durée faible		Durée élevée	
	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET
Matrices	11.72	3.29	11.40	3.58	10.20	3.12	8.71	3.85	12.64	3.08	12.50	2.84
CptLibre	24.72	12.93	23.60	11.41	19.20	10.34	15.14	5.89	28.06	13.32	27.09	11.36
CptApartirde	2.96	1.84	3.00	2.05	2.60	1.86	2.00	1.75	3.18	1.81	3.41	2.05
CptArrière	1.45	1.60	1.29	1.61	.80	1.24	.43	.85	1.85	1.68	1.65	1.72
Dénombrement	2.55	.70	2.27	.89	2.25	.91	2.07	1.00	2.73	.45	2.35	.85
LVHUnité	4.28	1.18	4.13	1.33	3.55	1.57	3.14	1.88	4.73	.52	4.53	.75
LVHDizaine	2.89	3.82	3.10	4.10	1.60	2.44	.93	2.16	3.67	4.30	4.00	4.38
LVHtotal	7.17	4.37	7.23	4.87	5.15	3.44	4.07	3.45	8.39	4.46	8.53	4.81
AdDoigt	3.00	2.47	2.44	2.20	1.80	2.19	.93	1.14	3.73	2.36	3.06	2.24
AdSymbole	1.81	2.06	1.83	2.11	.75	1.33	1.00	1.11	2.45	2.17	2.18	2.33
CfMqUnité	3.13	1.87	3.10	1.64	1.80	1.99	2.36	1.55	3.94	1.25	3.41	1.60
CfMqDizaine	1.45	1.80	1.27	1.77	.70	1.30	.36	.50	1.91	1.93	1.65	1.97
CfMqtotal	4.58	3.39	4.38	3.17	2.50	3.09	2.71	1.94	5.85	2.94	5.06	3.35

.3.2.1. Tous les enfants

Les enfants ayant une activité de jeux sur tablette d'une durée faible par utilisation présentaient des scores plus élevés que ceux y jouant plus longtemps à l'épreuve de « dénombrement », $t(99) = 1.744, p = .084$. Aucun autre résultat n'était significatif.

.3.2.2. MSM uniquement

Nous n'avons pas obtenu de différence entre les enfants de MSM ayant une activité de jeux sur tablette d'une durée faible par utilisation et ceux y jouant plus longtemps.

.3.2.3. GSM uniquement

Les enfants de GSM ayant une activité de jeux sur tablette d'une durée faible par utilisation présentaient des scores plus élevés que ceux y jouant plus longtemps à l'épreuve de « dénombrement », $t(50.67) = 2.262, p = .028$. Aucun autre résultat n'était significatif.

Pour résumer, les enfants ayant une activité de jeux sur tablette d'une durée faible par utilisation obtenaient de meilleurs résultats que ceux y jouant longtemps et ce, de manière significative pour l'épreuve « dénombrement » pour tous les enfants et les GSM. On ne retrouvait pas de différence significative concernant les MSM.

.3.3. Fréquence de jeux classiques

L'analyse comparant les scores des enfants jouant à des jeux classiques à une fréquence faible à ceux des enfants y jouant à une fréquence élevée a mis en évidence des différences significatives entre ces deux groupes que nous détaillons dans les paragraphes ci-dessous. Le tableau 8 contient les résultats détaillés pour cette partie « fréquence de jeux classiques ».

Tableau 8. Moyennes et écarts-types des performances des enfants (tous les enfants, MSM et GSM) aux différentes épreuves selon la fréquence de jeux classiques (en gras les moyennes les plus élevées).

Epreuves	Tous les enfants				MSM				GSM			
	Fréquence faible		Fréquence élevée		Fréquence faible		Fréquence élevée		Fréquence faible		Fréquence élevée	
	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET
Matrices	11.63	3.60	11.50	3.24	9.61	3.15	11.25	4.20	12.81	3.32	11.67	2.61
CptLibre	24.81	12.47	23.80	13.41	19.50	11.10	15.50	7.27	27.92	12.25	29.33	13.92
CptApartirde	2.96	1.95	3.10	1.74	2.25	1.89	2.38	1.60	3.37	1.88	3.58	1.73
CptArrière	1.45	1.61	1.55	1.85	.93	1.48	.25	.46	1.76	1.61	2.42	1.93
Dénombrement	2.43	.80	2.60	.68	2.27	.90	2.38	.92	2.52	.72	2.75	.45
LVHUnité	4.22	1.28	4.15	1.42	3.64	1.70	3.63	1.30	4.56	.78	4.50	1.45
LVHDizaine	3.21	3.87	2.50	3.94	2.09	3.45	1.50	2.33	3.87	3.97	3.17	4.71
LVHtotal	7.43	4.58	6.65	4.64	5.73	4.46	5.13	3.23	8.43	4.37	7.67	5.26
AdDoigt	2.75	2.31	2.90	2.22	1.61	1.98	2.13	2.23	3.41	2.24	3.42	2.15
AdSymbole	1.87	2.06	1.80	2.17	1.14	1.53	.63	.92	2.29	2.21	2.58	2.43
CfMqUnité	3.16	1.81	3.10	1.94	2.30	1.98	1.63	1.77	3.67	1.49	4.08	1.38
CfMqDizaine	1.45	1.85	1.30	1.63	.80	1.44	.38	.52	1.84	1.96	1.92	1.83
CfMqtotal	4.61	3.38	4.40	3.27	3.09	3.13	2.00	2.20	5.51	3.21	6.00	2.89

.3.3.1. Tous les enfants

Nous n'avons pas obtenu de différence entre les enfants (toutes classes confondues) jouant aux jeux classiques à une fréquence faible et ceux y jouant à une fréquence élevée.

.3.3.2. MSM uniquement

Les enfants de MSM jouant aux jeux classiques à une fréquence faible présentaient des scores plus élevés que ceux y jouant à une fréquence élevée à l'épreuve de « comptage en arrière », $t(36.75) = 2.459, p = .019$. Aucun autre résultat n'était significatif.

.3.3.3. GSM uniquement

Nous n'avons pas obtenu de différence entre les enfants de GSM jouant aux jeux classiques à une fréquence faible et ceux y jouant à une fréquence élevée.

Pour résumer, les enfants de MSM jouant à une fréquence faible à des jeux classiques obtenaient de meilleurs résultats que ceux y jouant à une fréquence élevée et ce, de manière significative pour l'épreuve « comptage en arrière ». On ne retrouvait pas de différence significative concernant tous les enfants et les GSM.

.3.4. Durée de jeux classiques

L'analyse comparant les scores des enfants ayant une activité de jeux classiques d'une durée faible par semaine à ceux des enfants y jouant longtemps a mis en évidence des différences significatives entre ces deux groupes. Le tableau 9 contient les résultats détaillés pour cette partie « durée de jeux classiques ».

Tableau 9. Moyennes et écarts-types des performances des enfants (tous les enfants, MSM et GSM) aux différentes épreuves selon la durée de jeux classiques (en gras les moyennes les plus élevées).

Epreuves	Tous les enfants				MSM				GSM			
	Durée faible		Durée élevée		Durée faible		Durée élevée		Durée faible		Durée élevée	
	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET
Matrices	11.64	3.55	11.10	3.51	9.98	3.30	8.71	3.30	12.70	3.31	12.38	2.99
CptLibre	24.68	12.88	23.05	11.07	19.23	10.87	13.86	7.90	28.14	12.93	28.00	9.33
CptAptirde	2.94	1.93	3.10	1.92	2.30	1.90	2.00	1.53	3.35	1.85	3.69	1.89
CptArrière	1.40	1.60	1.80	1.79	.89	1.45	.29	.49	1.72	1.63	2.62	1.71
Dénombrement	2.45	.77	2.40	.88	2.28	.85	2.14	1.21	2.55	.71	2.54	.66
LVHUnité	4.19	1.31	4.10	1.52	3.72	1.64	2.57	1.72	4.49	.94	4.92	.28
LVHDizaine	3.07	3.87	3.05	3.91	2.15	3.42	.43	.79	3.65	4.05	4.46	4.22
LVHtotal	7.26	4.58	7.15	4.79	5.87	4.38	3.00	2.31	8.14	4.51	9.38	4.27
AdDoigt	2.68	2.34	3.20	1.85	1.64	2.03	2.00	1.63	3.34	2.30	3.85	1.68
AdSymbole	1.74	2.03	2.45	2.14	1.09	1.50	.86	.90	2.16	2.21	3.31	2.14
CfMqUnité	3.12	1.80	3.30	1.98	2.38	1.96	1.00	1.29	3.58	1.53	4.54	.78
CfMqDizaine	1.41	1.82	1.50	1.73	.81	1.39	.14	.38	1.78	1.97	2.23	1.74
CfMqtotal	4.52	3.34	4.80	3.43	3.19	3.06	1.14	1.57	5.36	3.25	6.77	2.31

.3.4.1. Tous les enfants

Nous n'avons pas obtenu de différence entre les enfants (toutes classes confondues) ayant une activité de jeux classiques d'une durée faible par semaine et ceux y jouant plus longtemps.

.3.4.2. MSM uniquement

Les enfants de MSM ayant une activité de jeux classiques d'une durée faible par semaine présentaient des scores plus élevés que ceux y jouant plus longtemps à l'épreuve de « lecture à voix haute de nombres supérieurs à dix », $t(42.93) = 2.962$, $p = .005$, et lorsqu'il s'agissait de « trouver le chiffre manquant » dans une suite de nombres inférieurs à dix, $t(52) = 1.800$, $p = .078$. Aucun autre résultat n'était significatif.

.3.4.3. GSM uniquement

Les enfants de GSM ayant une activité de jeux classiques d'une durée faible par semaine présentaient des scores moins élevés que ceux y jouant plus longtemps aux épreuves de « comptage en arrière », $t(85) = -1.825$, $p = .071$, de « lecture à voix haute de nombres inférieurs à dix », $t(65.46)$

= -3.267, $p = .002$, et lorsqu'il s'agissait de « trouver le chiffre manquant » dans une suite de nombres inférieurs à dix, $t(31.45) = -3.432$, $p = .002$. Aucun autre résultat n'était significatif.

Pour résumer, les enfants de MSM ayant une activité de jeux classiques d'une durée faible par semaine obtenaient de meilleurs résultats que ceux y jouant à une fréquence élevée et ce, de manière significative pour les épreuves « lecture à voix haute (nombres supérieurs à dix) », et « trouver le chiffre manquant (inférieur à dix) ». A l'inverse, les enfants de GSM ayant une activité de jeux classiques d'une durée faible par semaine obtenaient de moins bons résultats que ceux y jouant à une fréquence élevée et ce, de manière significative pour les épreuves « comptage en arrière », « lecture à voix haute (nombres inférieurs à dix) » et « chiffre manquant (inférieur à dix) ». On ne retrouvait pas de différence significative concernant tous les enfants.

Discussion

Dans la présente étude, nous proposons d'identifier avec précision les facteurs favorisant le développement des compétences mathématiques précoces chez les enfants scolarisés en MSM et en GSM. L'un des principaux enjeux est de savoir si le développement de ces premières acquisitions mathématiques est favorisé par un certain type d'habitudes de jeu à la maison. Ainsi, faut-il préconiser l'utilisation préférentielle d'un support de jeu : jeu sur tablette et/ou jeu classique ? Le second enjeu majeur de cette étude concerne l'influence de la variable « temporalité » sur le développement desdites capacités mathématiques précoces. Est-il préférable d'avoir recours à ces activités indirectes à une fréquence faible ou à une fréquence élevée ? Est-il souhaitable de privilégier une durée faible ou une durée élevée par utilisation ?

.1. Habitudes de jeu

Dans cette étude, les données recueillies indiquent que si les enfants jouent ou ne jouent pas aux jeux sur tablette, ils obtiennent les mêmes résultats aux tâches évaluant les compétences mathématiques précoces. Ces résultats ne sont pas en adéquation avec ceux qui sont disponibles dans la littérature. En effet, en accord avec les limites liées à l'emploi des nouvelles technologies, notamment du point de vue des apprentissages (Desmurget, 2019), nous aurions pu nous attendre à obtenir un effet délétère de l'utilisation de la tablette sur les compétences précoces. En effet, Fried (2008) et Junco (2012) indiquent que les écrans sont une source de distractibilité et un frein aux processus d'acquisitions chez l'enfant. Ainsi, nous aurions pu nous attendre à ce que les enfants qui jouent à des jeux sur tablette soient plus en difficulté sur l'ensemble des tâches proposées dans cette étude, que leurs pairs qui n'ont pas l'habitude d'avoir recours à ce type de support. Au contraire, conformément aux études menées par Räsänen et al. (2009), ou encore par Wilson et al. (2009), relatives à l'intérêt de l'utilisation du numérique sur les compétences mathématiques, des résultats positifs auraient pu être mis en évidence. Ces divergences observées entre cette dernière étude et la nôtre reposent hypothétiquement sur des différences méthodologiques. En effet, contrairement au matériel utilisé par Wilson et al. en 2009, les enfants qui ont participé à la présente étude n'ont pas joué à des jeux conçus pour solliciter spécifiquement des compétences mathématiques, mais à des jeux de cartes, des jeux éducatifs, et des jeux de société. Cette hypothèse pourrait être validée en comparant les résultats des enfants qui utilisent soit des jeux spécifiques à l'entraînement des compétences mathématiques, soit des jeux classiques tels qu'étudiés ici, soient des jeux de type jeux d'aventure qui ne comportent aucun volet d'apprentissage numérique.

En revanche, les résultats obtenus par les enfants jouant à des jeux classiques, indiquent que ceux-ci ont une influence significative sur leurs compétences précoces. La présente étude rejoint donc celles des nombreux auteurs qui soutiennent que les jeux classiques pratiqués à la maison exercent et renforcent les acquisitions mathématiques (Elofsson et al., 2016 ; Mazzocco et al., 2011 ; Passolunghi et al., 2007 ; Ramani & Siegler, 2008 ; Scalise et al., 2017). Elle rejoint également les études qui indiquent que les activités indirectes sur 21 supports classiques, effectuées à la maison, sont liées à l'acquisition de compétences numériques de base (LeFevre et al., 2009 ; Ramani & Siegler, 2008). Elle s'accorde alors avec l'étude de Ramani & Siegler (2008) concernant les bienfaits de ces activités sur les compétences de comptage et avec celles de Ramani & Siegler (2011) et de LeFevre et al. (2009), concernant l'intérêt de ce type d'expériences sur les compétences en arithmétique. La présente étude ajoute cependant que les aptitudes aux tâches de lecture de nombres à voix haute peuvent être améliorées. Il en est de même lorsqu'il s'agit d'énoncer le nombre manquant dans une suite croissante de nombres arabes. Notre étude rapporte donc que les jeux classiques présenteraient bel et bien un intérêt du point de vue du développement d'un grand nombre de compétences mathématiques précoces. Ainsi, quels que soient le niveau socio-économique des enfants et la classe à laquelle ils appartiennent, ce type de support semble leur donner l'occasion de consolider leurs apprentissages.

En outre, concernant les habitudes de jeu des enfants, leurs résultats sont également meilleurs s'ils jouent à la fois à des jeux sur tablette et à des jeux classiques, sauf si ces enfants sont en MSM. En effet, les performances des enfants de MSM sont identiques, qu'ils jouent ou ne jouent pas aux deux types de jeux combinés. Il est alors possible de supposer que considéré seul, le jeu sur tablette n'a pas d'effet significatif sur le développement des compétences précoces des enfants, mais qu'associé à l'utilisation du jeu classique, les enfants peuvent être plus performants que leurs pairs qui ne jouent pas à ces types de jeux combinés. Ces observations sont en adéquation avec les études de Benavides-Varela et al. (2016) et de LeFevre et al. (2009), qui ont pris en compte différents types de jeux pour asseoir leurs conclusions relatives aux bienfaits de l'exposition mathématique indirecte des enfants. En effet, la présente étude suggère que la pratique conjointe des jeux sur tablette et des jeux classiques est bénéfique. Avec ces deux modalités de jeux conjointes, les enfants obtiennent de meilleurs résultats à de nombreux subtests qui leur sont proposés lors des tâches mathématiques (ex. matrices non verbales, additions verbales avec support digital, chiffre manquant dans une suite de nombres au niveau du score total, chiffre manquant dans une suite de nombres inférieurs et supérieurs à dix, comptage à partir d'un nombre). Ces résultats n'ayant pas été observés chez les enfants de MSM, nous émettons l'hypothèse que leur âge pourrait en être l'une des causes. En effet, au regard des expériences qui ont été menées par différents auteurs tels que Obersteiner et al. (2013), Räsänen et al. (2009), Wilson et al. (2009), les enfants qui tiraient un bénéfice de l'exposition à des jeux sur tablette étaient au minimum scolarisés en GSM. Nous faisons donc l'hypothèse que cette modalité de jeu ne présente pas d'intérêt majeur lorsqu'elle est proposée à des enfants aussi jeunes que ceux de la présente étude. A l'inverse, conformément aux résultats obtenus par ces enfants en modalité de jeu classique seul, nous proposons que ce support d'apprentissage informel reste le plus efficace. En effet, l'inhibition et les habiletés liées à l'attention se développent principalement entre trois et sept ans (Reynolds & Richards, 2009). Nous avançons l'idée que les tablettes seraient, en comparaison des jeux classiques, trop distrayantes pour des enfants de MSM et qu'elles viendraient perturber leurs possibilités d'apprentissage.

.2. Temporalité

En ce qui concerne la variable « temporalité », nous avons étudié le lien qui pouvait exister entre les compétences mathématiques précoces, la fréquence et la durée de jeu sur tablette et de jeu classique. Pour ce qui est de la fréquence de jeu sur tablette, les résultats significatifs retrouvés étaient en faveur des enfants jouant à des jeux sur tablette à une fréquence faible, par rapport à ceux y jouant à une fréquence élevée. Plus précisément, des effets ont été retrouvés sur les épreuves de « dénombrement » (sauf chez les GSM), de « comptage en arrière », de « lecture à voix haute à un chiffre » et « d'additions verbales avec support digital » chez les enfants de MSM, et lorsqu'il s'agissait de trouver le chiffre manquant dans une suite de nombres supérieurs à dix chez les GSM. Ces différences d'effets sur certaines épreuves selon les classes pourraient être expliquées par la difficulté de ces épreuves pour les MSM (ex. « comptage en arrière ») ; ces enfants seraient alors plus sensibles à l'impact du jeu. A l'inverse, les GSM, qui ont des scores élevés, maîtriseraient déjà ces épreuves, qui ne seraient que peu influencées par le jeu. Les résultats retrouvés vont dans le sens de notre hypothèse de départ et des prises de position de Desmurget (2019), qui considère que la tablette et les écrans pourraient avoir des effets délétères sur le développement de l'enfant. Ces résultats sont en revanche en contradiction avec les études ayant fait apparaître une amélioration des compétences mathématiques grâce à des jeux sur tablette (Obersteiner et al., 2013 ; Räsänen et al., 2009 ; Wilson et al., 2009). Ces études avaient en effet des résultats positifs avec l'utilisation de la tablette et ce, pour une fréquence de jeu faible d'après notre découpage (ex. dix sessions sur quatre semaines pour Obersteiner et al., 2013) ou élevée (ex. une séance quotidienne pendant trois semaines pour Räsänen et al., 2009). Cependant, ces travaux sont des expérimentations qui ont lieu sur une période courte (la plus courte étant de trois semaines) alors que dans la présente étude, nous nous sommes intéressées aux habitudes quotidiennes de jeu. Ainsi, bien qu'une activité de jeu sur tablette à fréquence élevée puisse avoir des effets bénéfiques sur les compétences mathématiques précoces, il semble qu'au long court, cette pratique soit plutôt préjudiciable au développement de ces mêmes compétences.

Concernant la durée de jeu sur tablette, les résultats significatifs étaient en faveur des enfants ayant une activité de jeux sur tablette d'une durée faible par utilisation, par rapport à ceux y jouant longtemps, ce à quoi nous nous attendions, au vu des effets négatifs de la tablette sur les apprentissages (Desmurget, 2019). On ne retrouvait en revanche pas de différence significative concernant les MSM. De plus, la durée de jeu sur tablette semble avoir une influence uniquement sur la tâche de « dénombrement », chez les enfants toutes classes confondues et ceux de GSM. Ce résultat est en nouvelle fois en accord avec Desmurget (2019) et la mise en place de recommandations concernant la durée d'exposition aux écrans (OMS, 2019). Cependant, le fait qu'il n'y ait pas de différence significative pour les autres épreuves laisse à penser que la durée de jeu sur tablette semble n'avoir que peu d'effet sur les compétences mathématiques précoces. Ainsi, si certaines études ont pu montrer leur amélioration grâce à des interventions sur tablette de durée faible par utilisation (dix-quinze minutes par séance pour Räsänen et al., 2009 ; vingt minutes par séance pour Wilson et al., 2009), elles n'ont en revanche pas manipulé la durée de ces sessions, ce qui aurait pu être intéressant pour évaluer l'effet de la durée de jeu.

Pour la fréquence de jeux classiques, nous nous attendions à ce que les enfants jouant à ces jeux à une fréquence faible aient de moins bonnes performances que ceux y jouant à une fréquence élevée, mais les résultats ne sont pas en accord avec cette hypothèse. En effet, on ne trouvait de différence significative ni pour les enfants toutes classes confondues, ni pour les GSM. Et concernant les MSM, les enfants jouant à des jeux classiques à une fréquence faible présentaient de meilleures performances à la tâche de comptage en arrière par rapport à ceux y jouant à une fréquence élevée,

ce qui est contraire à notre hypothèse. Les données sont en contradiction avec les études de Ramani & Siegler (2008) et d'Elofsson et al. (2016), qui ont proposé des entraînements via des jeux classiques de fréquence faible selon notre découpage, allant respectivement de deux à trois fois par semaine. Ils ont montré une amélioration de certaines compétences mathématiques précoces. Mais dans ces études, la fréquence de jeu n'a pas été manipulée, ce qui aurait pu donner une idée de l'effet de cette variable sur les compétences mathématiques précoces. Nos résultats sont également opposés à ceux de Benavides-Varela et al. (2016), selon lesquels la fréquence de jeux de société à la maison était corrélée positivement aux performances de comptage des enfants. A nouveau, il semble donc d'après les résultats de la présente étude, que la fréquence de jeu classique ait peu d'effet sur les compétences mathématiques précoces. Cela peut notamment être dû au fait que nous ne savons pas précisément à quels jeux ont joué les enfants. En effet, nous connaissons la grande catégorie dans laquelle ils ont été classés (ex. jeu sur tablette et jeu classique), mais nous ne sommes pas sûres que ces jeux soient tous bénéfiques aux compétences mathématiques précoces. Dans les études expérimentales, au contraire, les jeux ont été créés spécifiquement pour améliorer ces compétences. Par exemple, nous pouvons imaginer qu'un jeu classique comme « Les petits chevaux », qui induit un déplacement de case en case selon la numérosité apparente sur un dé, apporte plus en termes mathématiques qu'un jeu comme le « Lynx® », qui repose sur l'attention et la mémoire visuelles, et dans lequel les concepts mathématiques exercés sont limités.

En dernier lieu, nous n'avons pas formulé d'hypothèse concernant la durée de jeu classique, compte tenu du fait qu'à notre connaissance, il n'existait pas de données à propos de cette variable. Les résultats étaient ici différents selon les classes. En effet, les enfants de MSM ayant une activité de jeux classiques d'une durée faible par semaine présentaient de meilleures performances par rapport à ceux y jouant longtemps aux tâches de « lecture à voix haute de nombres supérieurs à dix », et lorsqu'il s'agissait de « trouver le chiffre manquant » dans une suite de nombres inférieurs à dix, ce qui n'était pas le cas pour les deux autres groupes. A l'inverse, les enfants de GSM ayant une activité de jeux classiques d'une durée faible par semaine présentaient de moins bonnes performances par rapport à ceux y jouant plus longtemps aux tâches de « comptage en arrière », de « lecture à voix haute de nombres inférieurs à dix », et lorsqu'il s'agissait de « trouver le chiffre manquant » dans une suite de nombres inférieurs à dix. Ainsi, nous pouvons penser que les GSM tirent profit des jeux impliquant les mathématiques et peuvent peut-être également s'appuyer sur les connaissances mathématiques déjà acquises à l'école, pour améliorer leurs compétences mathématiques précoces. Au contraire, bien que la pratique des jeux classiques soit positive pour les MSM, plus la durée augmente, moins les enfants en tirent un bénéfice. Ceci pourrait venir de facteurs plus généraux, tels que les périodes d'attention qui sont plus courtes chez les petits (Janvier & Testu, 2005), ou la lassitude et le besoin de changer régulièrement de jeu, ce qui pourrait empêcher la situation de redondance nécessaire aux apprentissages (Montessori, 1996). Afin de répondre à ces questions, d'autres études s'intéressant à l'influence de la durée de jeu classique sur les compétences mathématiques précoces seront nécessaires dans le futur.

.3. Implications futures

La présente étude s'est attachée à étudier l'impact des habitudes et temporalités de jeu sur le développement des compétences mathématiques précoces des enfants de MSM et de GSM. Pour ce faire, des enfants tout-venant issus de classes socio-économiques moyennes ont été recrutés. Une reproduction de l'étude proposée par le projet Kids e-stim et intégrant cette fois des enfants évoluant dans des milieux défavorisés devrait être intéressante pour deux raisons. La première étant que la

littérature suggère que ces enfants sont plus enclins à se tourner vers l'utilisation des nouvelles technologies (Ramani & Siegler, 2008). Tout en précisant que malgré cette préférence pour les jeux numériques, les jeux sur supports classiques sont bénéfiques à ce type de population (Ramani & Siegler, 2008). Différents types d'entraînements leur seront alors proposés afin de pouvoir comparer leurs bienfaits. Il est par ailleurs intéressant de garder à l'esprit que ces enfants, qu'ils aient un niveau socio-économique moyen ou bas, peuvent être la cible d'actions de prévention. Celles-ci peuvent notamment être menées par les orthophonistes qui depuis quelques années, ont vu apparaître le domaine de la cognition mathématique dans le champ de leurs compétences. Ainsi, les résultats obtenus grâce à cette étude et aux études ultérieures, pourront être utilisés pour mener des actions de sensibilisation. Il sera alors enrichissant de pouvoir inciter les parents ainsi que les enseignants à se tourner vers un type précis d'expérience de jeu suivant le profil de l'enfant.

.4. Limites de l'étude

Plusieurs limites ont pu être soulevées dans cette étude. Tout d'abord, au niveau du contenu du questionnaire parental, sa configuration ne nous a pas permis de savoir exactement à quels jeux ont joué les enfants, il n'a donc pas été possible d'interpréter complètement les données récoltées. En effet, les jeux de cartes ou de plateaux par exemple peuvent être très différents les uns des autres et ne pas présenter autant d'intérêt pour le développement des compétences mathématiques précoces. Par conséquent, il aurait été préférable de permettre aux parents de renseigner ces informations.

Ensuite, concernant la forme du questionnaire, celle-ci pouvait être peu lisible par les parents, ce qui a pu entraîner des absences de réponses à certaines questions. Le parent pouvait en effet ne pas forcément savoir à quelles questions il devait répondre selon si son enfant jouait à un et/ou aux deux types de jeux. De plus, une question appelait à classer les activités pratiquées à la maison par ordre de fréquence. Or, les espaces prévus pour y répondre n'étaient pas adaptés. Ce questionnaire a donc été repensé par Vasseur (2019), dans son mémoire d'orthophonie. Elle a harmonisé et clarifié les questions ainsi que les propositions de réponse, dans un souci d'économie cognitive. Cette nouvelle version du questionnaire sera utilisée dans la suite du projet Kids e-stim.

Une autre limite pourrait trouver sa source dans l'utilisation même d'un questionnaire parental, puisque celui-ci est subjectif. De ce fait, en lien avec le concept de désirabilité sociale, les réponses données par les parents peuvent ne pas refléter de manière fidèle les habitudes de jeu réelles de leur enfant, et pourraient par exemple avoir tendance à minimiser le temps d'exposition aux écrans. Ceux-ci pourraient aussi être tentés de maximiser le temps d'exposition aux jeux classiques. Ce phénomène a également été remarqué par Benavides-Varela et al., (2016). Il pourrait donc être intéressant de comparer les réponses à un questionnaire parental à celles d'un même questionnaire adapté, destiné et rempli par enfants.

En outre, l'étude menée ici n'est pas une expérimentation. Pour des questions d'éthique, les variables d'intérêt n'ont pas été manipulées, et les autres variables susceptibles de modifier les résultats n'ont pas pu être contrôlées. Ainsi, nous ne sommes pas sûres que les résultats trouvés soient bien dus aux habitudes de jeu. Il risque alors d'y avoir un biais de confusion, puisque les données recueillies pourraient être expliquées par d'autres facteurs, tels que les jeux pratiqués à l'école par exemple.

Enfin, bien que nous ayons comparé les habitudes de jeu selon les variables « joue » et « ne joue pas » aux différents types de jeu, il n'a pas été possible de comparer directement les différentes modalités de jeu, puisque certains enfants se retrouvaient à la fois dans le groupe « joue à des jeux sur tablette » et dans le groupe « joue à des jeux classiques ». Il serait intéressant dans de futures

études de pouvoir comparer directement ces deux modalités de jeu, au sein d'une expérimentation intégrant un groupe contrôle. Ceci permettrait de savoir réellement quelle est la modalité de jeu qui favorise le plus le développement des compétences mathématiques précoces.

Conclusion

Le jeu est un moyen d'améliorer les habiletés mathématiques. Aujourd'hui, le jeu sur tablette est largement répandu, notamment du fait de l'avancée des nouvelles technologies. Cependant, son utilisation par les enfants dans le cadre des apprentissages est controversée au niveau de la littérature scientifique, mais aussi du grand public. Il est donc intéressant d'étudier les habitudes de jeu au quotidien de jeunes enfants, et leur effet sur les compétences mathématiques précoces. Peu d'études ont à ce jour porté sur les habitudes de jeu, et à notre connaissance aucune n'a comparé les effets du jeu sur tablette et du jeu classique sur les compétences mathématiques précoces. La présente étude avait donc pour but de pallier ce manque.

Pour ce faire, 148 parents d'enfants de MSM et de GSM ont répondu à un questionnaire portant sur les habitudes de jeu (joue ou ne joue pas à la tablette et/ou à des jeux classiques) de leurs enfants, ainsi qu'à la temporalité (fréquence et durée) à laquelle ils jouent. Des épreuves évaluant l'intelligence non verbale et les compétences mathématiques précoces ont ensuite été administrées aux enfants.

Les résultats suggèrent que les habitudes de jeu sur tablette ne permettent pas d'améliorer les compétences mathématiques précoces. Par contre, les enfants jouant à des jeux classiques ou aux deux modalités de jeux combinés (jeu sur tablette et jeu classique) ont de meilleurs scores que ceux n'y jouant pas.

Concernant la temporalité, les enfants jouant à une fréquence faible à des jeux sur tablette ont de meilleurs scores que ceux y jouant à une fréquence plus élevée. La durée de jeu sur tablette n'a quant à elle que peu d'effet. Pour ce qui concerne les jeux classiques, la fréquence de jeu a peu d'impact sur les compétences mathématiques précoces, alors que la durée de jeu a des effets contradictoires selon l'âge des enfants. Effectivement, les enfants de MSM qui ont une activité de jeux classiques d'une durée faible par semaine ont de meilleurs scores que ceux y jouant plus longtemps. Au contraire, les enfants de GSM qui jouent de manière prolongée aux jeux classiques sont favorisés par rapport à ceux y jouant moins longtemps.

Ainsi, la présente étude apporte de nouvelles informations quant à l'impact des habitudes de jeu et de la temporalité de jeu sur les compétences mathématiques précoces. Elle sera poursuivie dans les prochaines années, notamment auprès d'enfants issus de milieux socio-économiques défavorisés, puisque ceux-ci pratiquent plus de jeux numériques et bénéficient à la fois plus des jeux classiques que leurs pairs issus de milieux moyens.

D'un point de vue personnel, ce mémoire nous a fait nous confronter d'une manière pratique à la recherche, et notamment à la rédaction d'un article scientifique. Ceci pourra nous être utile lorsque nous lirons des études afin de mettre à jour nos connaissances au fil de notre carrière d'orthophoniste. Ce travail nous aura également permis de nous familiariser davantage avec le domaine de la prévention, peu évoqué durant la formation initiale. Il nous permettra dans le futur de disposer de plus d'informations concernant la prévention dans le domaine de la cognition mathématique, et de les transmettre aux parents dans le cadre de l'accompagnement parental, ou à des publics divers au moyen d'actions de prévention.

La présente étude et celles qui suivront pourront alors guider les orthophonistes et autres professionnels travaillant auprès de jeunes enfants, dans l'accompagnement parental ainsi que dans la prévention des troubles de la cognition mathématique, et par extension, celle de l'échec scolaire.

Bibliographie

- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental Dynamics of Math Performance From Preschool to Grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 699-713.
- 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*, 1(7), 1-11.
- Cantlon, J.F., & Brannon, E.M. (2007). Basic Math in Monkeys and College Students. *PLOS Biology*, 5(12), 2912-2919.
- Cornu, V., Schiltz, C., Pazouki, T., & Martin, R. (2019). Training early visuo-spatial abilities : A controlled classroom-based intervention study. *Applied Developmental Science*, 23(1), 1-21.
- Dehaene, S. (2001). Precis of the number sense. *Mind & Language*, 16(1), 16-36.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1), 1-42.
- Desmurget, M. (2019). *La fabrique du crétin digital : Les dangers des écrans pour nos enfants*. Paris, France : Seuil.
- Desoete, A., & Grégoire, J. (2006). Numerical competence in young children and in children with mathematics learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, 16(2006), 351-367.
- Duncan, G.J., Claessens, A., Huston, A.C., Pagani, L.S., Engel, M., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School Readiness and Later Achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446.
- Elofsson, J., Gustafson, S., Samuelsson, J., & Träff, U. (2016). Playing number board games supports 5-year-old children's early mathematical development. *Journal of Mathematical Behavior*, 43(2016), 134-147.
- Fayol, M. (2008). L'acquisition de l'arithmétique élémentaire. *Médecine/Sciences*, 24(1), 87-90.
- Fried, C.B. (2008). In-class laptop use and its effects on student learning. *Computers & Education*, 50(3), 906-914.
- Harlé, B., & Desmurget, M. (2012). Effet de l'exposition chronique aux écrans sur le développement cognitif de l'enfant. *Archives de pédiatrie*, 19(2012), 772-776.
- Janvier, B., & Testu, F. (2005). Développement des fluctuations journalières de l'attention chez des élèves de 4 à 11 ans. *Presses Universitaires de France*, 57(2005/2), 155-170.
- Jordan, N., Kaplan, D., Oláh, L., & Locuniak, M. (2006). Number Sense Growth in Kindergarten : A Longitudinal Investigation of Children at Risk for Mathematics Difficulties. *Child Development*, 77(1), 153-175.
- Junco, R. (2012). In-class multitasking and academic performance. *Computers in Human Behavior*, 28(6), 2236-2243.
- Kaufmann, L., Wood, G., Rubinsten, O., & Henik, A. (2011). Meta-Analyses of Developmental fMRI Studies Investigating Typical and Atypical Trajectories of Number Processing and Calculation. *Developmental Neuropsychology*, 36(6), 763-787.
- Mazzocco, M.M, Feigenson, L., & Haberda, J. (2011). Impaired acuity of the approximate number system underlies mathematical learning disability (dyscalculia). *Child Development*, 82(4), 1224-1237.
- Ministère de l'Éducation nationale (2018). *Le numérique au service de l'école de la confiance*.
- Montessori, M. (1996). *L'éducation et la paix* (traduit par M. Valois). Paris, France : Editions Desclée de Brouwer.

- Obersteiner, A., Reiss, K., & Ufer, S. (2013). How training on exact or approximate mental representations of number can enhance first-grade students' basic number processing and arithmetic skills. *Learning and Instruction*, 23(2013), 125-135.
- Organisation de Coopération et de Développement Economiques (2015). *Connectés pour apprendre ? : Les élèves et les nouvelles technologies*.
- Organisation Mondiale de la Santé (24 avril 2019). Nouvelles lignes directrices de l'OMS sur l'activité physique, les comportements sédentaires et le sommeil de l'enfant de moins de cinq ans [Communiqué de presse]. Repéré à <https://www.who.int/fr/news-room/detail/24-04-2019-to-grow-up-healthy-children-need-to-sit-less-and-play-more>
- Passolunghi, M.C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning : Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, 22(2), 165-184.
- Poussin, C. (2017). *La pédagogie Montessori*. Paris cedex 14, France : Presses Universitaires de France.
- Ramani, G., & Siegler, R. (2008). Promoting Broad and Stable Improvements in Low-Income Children's Numerical Knowledge Through Playing Number Board Games. *Child Development*, 79(2), 375-394.
- Ramani, G., & Siegler, R. (2011). Reducing the gap in numerical knowledge between low- and middle-income preschoolers. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 32(2011), 146-159.
- Räsänen, P., Salminen, J., Wilson, A., Aunio, P., & Dehaene, S. (2009). Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills. *Cognitive Development*, 24(4), 450-472.
- Reynolds, G., & Richards, J. (2009). Cortical Source Localisation of Infant Cognition. *Developmental Neuropsychology*, 34(3), 312-329.
- Rideout, V. (2017). *The common sense census : Media use by kids age zero to eight*. Repéré sur le site de Common sense media : https://www.commonsensemedia.org/sites/default/files/uploads/research/csm_zerotoeight_fullreport_release_2.pdf
- Rugani, R., Regolin, L., & Vallortigara, G. (2007). Rudimental Numerical Competence in 5-Day-Old Domestic Chicks (*Gallus gallus*): Identification of Ordinal Position. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33(1), 21-31.
- Samara, J., & Clements, H. (2009). Building Blocks and Cognitive Building Blocks : Playing to Know the World Mathematically. *American Journal of Play*, 1(3), 313-337.
- Sauvé, L., Renaud, L., & Gauvin, M. (2007). Une analyse des écrits sur les impacts du jeu sur l'apprentissage. *Revue des sciences de l'éducation*, 33(1), 89-107.
- Scalise, N.R., Daubert, E.N., & Ramani, G.B. (2017). Narrowing the Early Mathematics Gap : A Play-Based Intervention to Promote Low-Income Preschoolers' Number Skills. *Journal of Numerical Cognition*, 3(3), 559-581.
- Vasseur, O. (2019). *Habitudes de jeu (numérique) et compétences mathématiques* (Mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste). Université de Lille, Lille.
- von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 868-873.
- Wechsler, D., & Naglieri, J.A. (2009). *Echelle non verbale d'intelligence*. Paris, France : ECPA.
- 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), 224-234.

Liste des annexes

Annexe n°1 : Questionnaire parental