

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



 Université
de Lille



MEMOIRE

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

Rachel PHEULPIN

qui sera soutenu publiquement en juin 2023

L'influence des habitudes de jeu et du milieu sur les performances en mathématiques Etude auprès d'enfants de primaire Sénégalais et Martiniquais

MEMOIRE dirigé par

Sandrine MEJIAS, Enseignant-Chercheur, Département d'orthophonie, Université de Lille
Manuel GARÇON, Directeur des études du Master MEEF 1er degré, Campus de Fort-de-France

Lille – 2023

Remerciements

Je remercie en premier lieu mes directeurs de mémoire, Mme Mejias et M. Garçon, pour leur accompagnement, leurs conseils et leur disponibilité durant ces deux années de rédaction du mémoire.

Je remercie le jury pour l'attention accordée à ce travail.

Merci aux enfants, parents, enseignants, inspecteurs, responsables mathématiques de circonscription de Martinique et du Sénégal pour leur participation et sans qui la collecte des données n'aurait pu avoir lieu.

Merci aux orthophonistes qui m'ont accueillie en stage pour le partage bienveillant de leurs expériences, pour leur bonne humeur et leur soutien durant mon parcours universitaire.

Je remercie ma famille et mes proches pour leur présence à mes côtés dans les bons et les moins bons moments.

Merci à Nicolas pour ses chaleureux encouragements et ses relectures à des heures peu communes.

Enfin, merci à Benoît, Carla, Elise, Inès, Maëlys, Lou et Nahia, du Nord et d'ailleurs, pour ces belles années d'études et d'amitié.

Résumé :

L'influence du milieu socioscolaire sur les performances mathématiques des enfants est rapportée dans la littérature. De même, la pratique d'activités numériques à domicile améliorerait les compétences en numératie des enfants du préscolaire et du primaire. Cependant, des divergences apparaissent quant à l'influence du milieu socioéconomique sur les performances en mathématiques et en calcul mental. Ce travail propose une approche culturelle des mathématiques et du calcul mental, en étudiant l'impact du contexte et des habitudes de jeu sur les performances mathématiques de 156 enfants sénégalais et 257 martiniquais (issus de zones d'éducation prioritaire ou non prioritaire) de primaire (du CE1 au CM2). Les liens entre la spécificité du type d'enseignement, l'environnement socioéducatif et socioculturel, les activités pratiquées à la maison et les performances en mathématiques des enfants ont été examinés. Pour ce faire, des données ont été collectées auprès d'enfants et leurs parents, par le biais d'un questionnaire. Les enfants ont pris part à des épreuves de calcul selon leur niveau scolaire. Les résultats montrent que les enfants sénégalais (éducation transmissive) réussissent mieux en mathématiques que les enfants martiniquais. En Martinique, des écarts de performances apparaissent en faveur des zones non prioritaires. Les parents sénégalais rapportent une utilisation plus fréquente des nombres et du calcul mental dans la vie quotidienne que les parents martiniquais. De plus, on retrouve une corrélation entre la fréquence des activités ludiques et la performance mathématique. Le type de jeux influencerait en outre les performances mathématiques : les enfants jouant à des jeux spécifiquement numériques (manipulant les nombres) réussissent mieux que les enfants jouant à des jeux de plateau traditionnels. Nos résultats sont conformes à la littérature. Ils soulignent l'importance de ces activités et des interactions de qualité entre les enfants et leurs aidants.

Mots-clés :

Cognition mathématique – performance mathématique – école primaire – niveau socioéconomique – jeux

Abstract :

Influence of social-school environment on children's mathematical performance has been reported in literature. Similarly, practice of digital activities at home would improve the numeracy skills of pre-school and primary school children. However, discrepancies appear regarding the influence of socioeconomic background on mathematical and mental calculation performance. This study proposes a cultural approach to mathematics and mental arithmetic by studying the impact of the context and play habits on the mathematical performance of 156 Senegalese and 257 Martinican children (from priority and non-priority education zones) in primary school (from 2^d to 5th grade). Links between the specificity of teaching type, the socioeducational and sociocultural environment, activities practised at home and children's mathematical performance were examined. For this purpose, data were collected from children and their parents by means of a questionnaire. The children took part in calculation tests according to their school level. Results show that Senegalese children (transmissive education) perform better in mathematics than Martinican children. In Martinique, performance gaps appear in favour of non-priority areas. Senegalese parents report a more frequent use of numbers and mental arithmetic in daily life than Martinique parents. Furthermore, there is a correlation between the frequency of play activities and mathematical performance. The type of games also influenced mathematical performance: children playing specifically numerical games (manipulating numbers) were more successful than children playing traditional board games. Our results are in line with the literature. They underline the importance of these activities and of quality interactions between children and their caregivers.

Keywords :

Numerical cognition – mathematical performance – primary school children – socio-economic status – games

Table des matières

Introduction.....	1
Contexte théorique, buts et hypothèses.....	2
1.Développement de la cognition mathématique et apprentissages scolaires	2
1.1.Systèmes numériques et apprentissages informels.....	2
1.2.Apprentissages formels et émergence du calcul mental.....	3
1.3.Définition du calcul mental et sa place dans les modèles du traitement numérique.....	3
1.4.Les fonctions cognitives qui sous-tendent le développement et la mise en œuvre du calcul mental.....	4
2.Calcul mental en primaire et milieux scolaires.....	5
2.1.Milieu scolaire et éducation prioritaire.....	6
2.2.Les attendus des programmes scolaires martiniquais et sénégalais en mathématiques et en calcul mental à l'école primaire.....	6
2.3.Méthodes d'enseignement des mathématiques et du calcul mental en Martinique et au Sénégal.....	7
2.4.Influence du milieu scolaire sur les compétences en mathématiques et en calcul mental.....	8
3.Conséquences du milieu socioéconomique (MSE) sur les habiletés mathématiques et le calcul mental.....	8
3.1.Influence du milieu socioéconomique sur la scolarité des élèves de primaire.....	8
3.2.Corrélation entre milieu socioéconomique et compétences mathématiques.....	9
4.Rôle des activités et des jeux numériques pratiqués à domicile dans les performances des enfants en mathématiques et en calcul mental.....	10
4.1.Corrélation entre activités mathématiques, jeux à domicile et compétences en mathématiques et en calcul mental.....	10
4.2.L'influence non négligeable des facteurs familiaux et environnementaux sur les compétences mathématiques des enfants	11
4.3.Les fonctions cognitives et les compétences remodelées par ces différents facteurs et types de jeux.....	12
5.Objectifs et hypothèses.....	12
Méthode.....	13
1.Participants.....	13
2. Matériel.....	14
2.1.TRDM (Test de Repérage des Difficultés en Mathématiques).....	14
2.2.Questionnaires.....	16
3.Procédure générale.....	16
4.Etude 1.....	17
4.1.Méthode de l'étude 1.....	17
4.1.1.Participants de l'étude 1.....	17
4.1.2.Procédure de l'étude 1.....	18
4.2.Résultats de l'étude 1.....	18
4.2.1.Présentation des résultats des élèves des deux pays au test.....	18
4.2.2.Comparaison des scores selon les pays.....	19
4.2.3.Comparaison des scores par niveau selon les pays.....	19
4.3.Discussion de l'étude 1.....	19
5.Etude 2.....	20
5.1.Méthode de l'étude 2.....	20
5.1.1.Participants de l'étude 2.....	20
5.1.2.Procédure de l'étude 2.....	20
5.2.Résultats de l'étude 2.....	20
5.2.1.Présentation des résultats des élèves martiniquais au test.....	20
5.2.2.Comparaison des scores selon les zones éducatives.....	21

5.2.3.Comparaison des scores par niveau selon le type de zone éducative.....	21
5.3.Discussion de l'étude 2.....	22
6.Etude 3.....	22
6.1.Méthode de l'étude 3.....	22
6.1.1.Participants.....	22
6.1.2.Procédure.....	22
6.2.Résultats de l'étude 3.....	23
6.2.1.Comparaison des activités pratiquées entre les foyers sénégalais et martiniquais.....	23
6.2.2.Étude de corrélation entre la fréquence de jeu et les performances en mathématiques des enfants sénégalais.....	23
6.2.3.Comparaison des performances des enfants sénégalais selon le type de jeu.....	23
6.3.Discussion de l'étude 3.....	23
Discussion.....	24
1.1.Interprétation générale des résultats.....	24
1.1.1.Différences de performances entre les enfants martiniquais et sénégalais.....	24
1.1.2.Facteurs explicatifs de ces différences de performances.....	25
1.1.3.Différences de performances entre les enfants scolarisés en zones non prioritaires et en REP.....	25
1.1.4.Facteurs explicatifs de ces différences de performances entre les enfants en zone non prioritaire et les enfants en zone REP.....	26
1.1.5.Différences d'activités et de jeux pratiqués selon les pays et facteurs explicatifs.....	26
1.1.6.Corrélation entre la fréquence de jeu et les performances en mathématiques des enfants sénégalais, facteurs explicatifs.....	27
1.1.7.Différences de performances mathématiques des enfants sénégalais selon le type de jeu pratiqué et facteurs explicatifs	28
1.2.Limites de la recherche	28
1.2.1.Limites liées à la méthodologie.....	28
1.2.2.Limites liées à la population.....	30
1.3.Implications pratiques.....	30
1.4.Pistes de recherche.....	31
Conclusion.....	31
Bibliographie	33
Liste des annexes.....	41
Annexe A1 : Autorisation de captation image-voix mineur.....	41
Annexe A2 : Lettre accord interview personne majeure.....	41
Annexe A3 : Tableau 3. Statistiques descriptives et t test - Résultats des enfants martiniquais et sénégalais au TRDM par niveau.....	41
Annexe A4 : Résultats des enfants martiniquais au TRDM par niveau selon la zone éducative et t-test.....	41
Annexe A5 : Figure 1. Fréquence d'utilisation des nombres et du calcul mental dans des activités de la vie courante chez les enfants martiniquais et sénégalais.....	41
Annexe A6 : Figure 2. Fréquence d'utilisation de jeux utilisant les nombres chez les enfants martiniquais et sénégalais.....	41
Annexe A7 : Figure 3. Corrélation entre la fréquence de jeu et les performances des enfants sénégalais en multiplication en une minute	41
Annexe A8 : Figure 4. Corrélation entre la fréquence de jeu et les performances des enfants sénégalais en calculs rapides en une minute.....	41
Annexe A9 : Figure 5. Performances mathématiques des enfants sénégalais selon le type de jeu pratiqué.....	41

Introduction

Les mathématiques représentent une part capitale de notre quotidien, et en particulier le calcul mental, qui a fait l'objet d'un bulletin officiel spécial du gouvernement en Avril 2018 (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2018) dans lequel le sens du nombre et des opérations ainsi que le développement des automatismes de calcul "sont recommandés dès les premières années de l'école primaire". En effet, cette période de la scolarité des jeunes enfants est primordiale pour le développement des habiletés mathématiques sous-jacentes au calcul mental comme le comptage, la connaissance des faits arithmétiques et les connaissances procédurales (Von Aster, 2000 ; Butterworth, 2005).

L'acquisition de ces habiletés mathématiques précoces paraît liée à la réussite académique et professionnelle de ces jeunes élèves (Aunio & Niemivirta, 2010 ; Duncan & al., 2007 ; Mejias, Muller, & Schiltz, 2019) et semble être un enjeu à la fois politique et social dès la maternelle (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2019). Si certains auteurs avancent l'idée que les milieux socioscolaire et socioéconomique ont une influence sur les compétences en mathématiques et en calcul mental des enfants de maternelle (Jordan & Levine, 2009 ; Mejias & Schiltz, 2013), d'autres soulignent l'importance de prendre en compte de multiples variables susceptibles d'interférer avec les résultats rapportés dans leurs études (Bernabini & al., 2020), comme le type d'apprentissages ou encore les activités numériques pratiquées à la maison (Girard & al., 2021). À la lumière de ces éléments, on peut se demander si la pratique à domicile d'activités ludiques centrées sur les mathématiques et le calcul mental stimule réellement les compétences des enfants, ou si les effets observés relèvent plutôt des aspects relationnels liés à ces activités.

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre du projet transdisciplinaire Africa 2020, qui vise à modéliser les mécanismes mentaux et les artéfacts culturels concernant le calcul mental, en fonction des environnements socioculturels de la Martinique et du Sénégal. Dans la présente étude, nous nous focalisons sur l'influence des habitudes de jeu et du milieu sur les performances des enfants sénégalais et martiniquais du CP au CM2. À notre connaissance, une telle étude n'a jamais été menée et propose une approche culturelle des mathématiques et du calcul mental via une analyse comparée des conceptions entre les deux régions. Nos objectifs sont de nous positionner par rapport aux liens entre les stimulations reçues au domicile et les performances mathématiques effectives des enfants, en nous intéressant à l'impact de ces stimulations au travers de leur scolarité et en regard des particularités du milieu, notamment socioculturel et socioscolaire (zone d'éducation prioritaire ou non). Il s'agira aussi : 1) de dégager l'intérêt de ces éléments pour la pratique clinique, c'est-à-dire de déterminer comment utiliser ces activités pour permettre la continuité des rééducations de la cognition mathématique au domicile de l'enfant, et ainsi de renforcer le partenariat parental, 2) de renforcer les actions de prévention en milieu scolaire en fonction des résultats obtenus, 3) de diffuser les résultats de la présente recherche au colloque international des Journées de la Recherche en Éducation 2022.

Nous commencerons par exposer le contexte théorique sur lequel nous nous appuyons, puis nous détaillerons nos objectifs et nos hypothèses. Dans une deuxième partie, nous aborderons le matériel et la méthodologie utilisés. Après avoir annoncé les résultats de nos analyses, nous présenterons une discussion critique de notre mémoire et nous conclurons ce travail de fin d'études.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. Développement de la cognition mathématique et apprentissages scolaires

Le développement des habiletés mathématiques a largement été étudié ces dernières années chez l'enfant tout venant ou ayant un trouble des apprentissages mathématiques (TAM).

1.1. Systèmes numériques et apprentissages informels

A l'instar d'autres espèces vertébrées et invertébrées (voir pour revue Bortot, Regolin, & Vallortigara, 2021 ; Howard, Avarguès-Weber, Garcia, Greentree, & Dyer, 2019), l'homme vient au monde, selon certains auteurs, avec deux systèmes numériques universels et innés permettant de traiter les quantités non symboliques (Vanmarle, Chu, Mou, & Geary, 2016). Le système numérique approximatif (SNA) permet aux animaux, nouveaux-nés et jeunes enfants (voir pour revue Lorenzi, Perrino, & Vallortigara, 2021) d'appréhender de grandes numérosités, c'est-à-dire de discriminer ou de comparer dès la naissance la quantité d'éléments présents dans deux ensembles distincts (Bernabini & al., 2020 ; Krajcsi, Fedele, & Reynvoet, 2023 ; Mejias & Schiltz, 2013), indépendamment de la nature et de la modalité de présentation des stimuli, qu'elle soit auditive ou visuelle (Lafay, St. Pierre, & Macoir, 2013). Plus tard, le SNA permet l'estimation de numérosités ainsi que des calculs approximatifs. C'est ce système qui donne une intuition immédiate du concept de nombre, appelé "sens du nombre" (Dehaene, 1997). Ces habiletés, présentes aux stades pré-verbal (donc non dépendantes de la langue de l'individu) et pré-symbolique mûrent peu à peu avec le développement de l'enfant, ses expériences de vie, ses interactions avec ses proches, son entrée à l'école et ses apprentissages futurs. Nouveaux-nés et jeunes enfants peuvent ainsi discriminer des quantités numériques avant même leur entrée à l'école (Levine, Jordan, & Huttenlocher, 1992). Certaines études distinguent du SNA un système numérique précis, ou exact (SNE), permettant quant à lui le traitement immédiat de petites quantités analogiques grâce au subitizing (Krajcsi et al., 2023). Ce système serait particulièrement efficace pour les numérosités inférieures à quatre. L'exposition quotidienne des enfants aux quantités et aux nombres leur permet de développer la suite numérique verbale et de compter des objets. Le dénombrement par comptage, régi par les cinq principes de Gelman et Gallistel (Dehaene, 1992 ; Fayol, 2008 ; Gelman & Gallistel, 1978), succède à la formation de cette comptine numérique verbale et se développe en parallèle du langage (Fayol, 2008 ; Praet, Titeca, Ceulemans, & Desoete, 2013). Il ne s'agit plus uniquement d'énumérer des objets, mais de produire, à l'oral ou à l'écrit, le nombre correspondant à la quantité présentée (cardinalité d'un ensemble) en utilisant la comptine numérique. La consolidation de ces habiletés permet à l'enfant d'associer une quantité au mot-nombre correspondant (LeFevre & al., 2010) et de se forger une représentation mentale du nombre de plus en plus précise sous forme de ligne numérique orientée de gauche à droite (Odic & Starr, 2018). Chez l'homme, les apprentissages informels, c'est-à-dire les apprentissages fréquents effectués en dehors des situations et établissements prévus à cet effet, sans intention particulière d'acquérir de nouvelles connaissances (Cristol & Muller, 2013), permettent le développement progressif de ces compétences mathématiques socles nécessaires ultérieurement à l'acquisition du calcul mental, à la résolution d'opérations ou de problèmes.

1.2. Apprentissages formels et émergence du calcul mental

L'appréhension de la notion de quantité et du sens du nombre, l'acquisition de la suite numérique verbale, le comptage et le dénombrement, sont des compétences constituant les fondements sur lesquels les apprentissages mathématiques formels pourront se développer avec l'entrée à l'école (von Aster, 2000 ; von Aster & Shalev, 2007). Apparaît dès lors l'élaboration de stratégies plus complexes de résolution de calculs, comme le comptage sur les doigts, l'utilisation de stratégies procédurales apprises au préalable ou la récupération des résultats en mémoire à long terme. En primaire, les enfants apprennent à résoudre de petites opérations arithmétiques comme les additions et les soustractions, capacité susceptible d'être altérée s'ils ne sont pas parvenus au préalable à comprendre le sens de l'opération et à associer un mot-nombre à sa quantité et au symbole correspondant (Krajewski & al., 2009 ; Malone, Heron-Delaney, Burgoyne, & Hulme, 2019 ; Purpura & Ganley, 2014). La résolution de tels calculs est d'ordinaire rapide grâce à la récupération en mémoire à long terme des faits arithmétiques, c'est-à-dire des opérations auxquelles l'enfant est fréquemment exposé et qu'il finit par retenir par coeur (petites additions et soustractions, compléments à 10, tables de multiplication). On distingue selon certains auteurs trois étapes de développement des stratégies de calcul : la résolution d'opérations en utilisant les doigts et le comptage comme supports à la mémoire de travail ou à la comptine verbale, la "décomposition" de calculs complexes en opérations plus simples utilisant des combinaisons et des faits arithmétiques connus, et enfin la récupération immédiate en mémoire à long terme des résultats des opérations via les faits arithmétiques (Baroody, 2006 ; Aunio & Niemivirta, 2010). Des connaissances conceptuelles et procédurales en arithmétique sont utiles également pour engrammer les solutions des calculs mentaux un peu plus complexes (Cowan, Donlan, Shepherd, Cole-Fletcher, Saxton, & Hurry, 2011).

Finalement, résoudre mentalement 10×2 par exemple nécessite de multiples compétences au moment de ces apprentissages formels : se représenter mentalement les quantités, connaître le nom des nombres pour pouvoir les produire, connaître le symbole opératoire et ainsi comprendre le sens de l'opération (Dellatolas, von Aster, Willadino-Braga, Meier, & Deloche, 2000), récupérer le résultat de l'opération en mémoire à long terme ou le calculer via une stratégie procédurale assez rapide, connaître le système en base 10, et maîtriser les équivalences. On peut donc voir que le calcul mental dépend d'abord des capacités des enfants à acquérir la notion de quantité et à comprendre qu'elle est mesurable ("numérosité") selon Dehane (1992). Les liens que fait l'enfant entre les apprentissages mathématiques informels et formels lui permettent d'aboutir petit à petit à l'appréhension de la notion de sens du nombre.

1.3. Définition du calcul mental et sa place dans les modèles du traitement numérique

Le calcul mental occupe une place toute particulière à l'école primaire, où l'élève doit être capable d'automatiser la résolution des opérations pour réduire la charge mentale lors de la résolution de problèmes plus complexes par la suite (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2018). Nous l'avons évoqué, le calcul mental repose sur de multiples compétences mathématiques interconnectées acquises préalablement grâce aux apprentissages informels et formels. De ce fait, il nous semblait nécessaire de définir le calcul mental, de déterminer les fonctions cognitives qui permettent son développement, et d'analyser grâce aux

modèles existants les processus mentaux sous-jacents à sa mise en oeuvre.

Le calcul consiste en la transformation d'ensembles par l'ajout ou la soustraction d'éléments (Levine & al., 1992). Ces éléments peuvent être regroupés ou partagés en plusieurs autres (Dehaene, 1992). Le résultat de la transformation d'ensembles peut être fourni oralement ou à l'écrit. Lorsque ces calculs sont effectués de tête, sans support écrit ni calculatrice, on parle de calcul mental. Selon MacLellan (2001) la solution à donner est, selon le type de calcul demandé, soit exacte soit approximative. S'ajoute à cette définition l'existence de processus mentaux non traditionnels, qui correspondraient aux stratégies utilisées pour fournir une réponse à une question mathématique résolue mentalement (Proulx, 2017). Il y aurait donc autant de stratégies différentes et innovantes que d'individus susceptibles d'effectuer ces tâches. Par exemple, l'enfant peut compter à partir du nombre le plus grand proposé dans une addition (parler de counting on/all etc), ou récupérer les faits arithmétiques en mémoire, etc. (Dehaene, 1992 ; MacLellan, 2001). Ainsi, l'individu devrait réaliser ces exercices intérieurement, sans possibilité de soulager sa mémoire ou son raisonnement par un quelconque support.

Des modèles aujourd'hui reconnus présentent le traitement des nombres et des quantités, ainsi que les processus cognitifs sollicités pendant une tâche de calcul mental. Il convient de les comprendre pour analyser les mécanismes mentaux mis en place pendant ces activités en primaire. McCloskey, Caramazza, & Basili (1985) ont décrit les mécanismes de calcul de façon modulaire et distinguent la compréhension des nombres, leur production, et leur calcul. Ce dernier système est composé des modules de traitement des mots et des symboles opérationnels, de stockage des faits arithmétiques et d'exécution des procédures de calcul. Comme nous l'avons évoqué plus haut, les compétences sollicitées par ces modules sont en lien avec le système de traitement des nombres sur les versants de la compréhension et de la production (Beauchesne, Macoir, & Bier, 2009 ; Commodari & La Rosa, 2021). Le modèle localisationniste du triple code de Dehaene et Cohen (1995) succède à celui que nous venons de voir. Il fait intervenir les systèmes interconnectés suivants : la représentation analogique, innée et indépendante de la langue (sens du nombre), la représentation verbale (orale et écrite) dépendante de la langue et acquise pendant la période préscolaire, et la représentation visuelle indo-arabe, qui ne dépend pas du langage et s'acquiert avec la scolarisation. Cette dernière représentation permet la résolution de calculs exacts et de calculs mentaux en visualisant mentalement les chiffres (Beauchesne & al., 2009). Quant à la représentation verbale, elle permet le comptage, les calculs exacts et la mémorisation des faits arithmétiques via les représentations auditives des nombres. D'un point de vue développemental, le code analogique correspond à la première étape du modèle de von Aster et Shalev (2007), suivie par le développement du code verbal et du code arabe, aboutissant finalement, étape par étape, à la constitution d'une ligne numérique mentale plus précise (par association de grandes quantités numériques à leur symbole).

1.4. Les fonctions cognitives qui sous-tendent le développement et la mise en œuvre du calcul mental

L'ajout ou la soustraction d'éléments de tête, tout comme la mise en place de stratégies de résolution de calculs, sont possibles grâce au concours de grandes fonctions cognitives.

La littérature tend à confirmer l'importance des fonctions exécutives et de la mémoire de travail, dont l'administrateur central, pour le développement du calcul mental, même si son degré d'

influence dépend du stade d'apprentissage de l'enfant et de son expérience en calcul mental (Vanbinst & De Smedt, 2016). En outre, une mémoire de travail performante expliquerait mieux que l'âge la rapidité du dénombrement et de l'exécution d'additions simples (Lépine & al., 2003). Plus généralement, une bonne mémoire de travail impliquerait une plus grande fluence de calcul, une meilleure application des stratégies opératoires et augmenterait la probabilité de fournir des réponses précises aux calculs proposés (Peng et al., 2016). Friso-van den Bos et al. (2013) auraient par ailleurs confirmé dans une méta-analyse la corrélation positive et significative entre les performances mathématiques et l'efficacité des modules de la mémoire de travail.

Les calculs mentaux reposent également sur le langage, en particulier lorsqu'il faut fournir oralement une réponse exacte impliquant les aires cérébrales qui lui sont dédiées (Van Rinsveld & al., 2015). Les aires fronto-temporales et pariétales sont par exemple activées respectivement dans les additions et les soustractions (Cohen et al., 2000 ; Benn et al., 2012). Plus encore, d'après Goëbel et al. (2014), les caractéristiques propres à la langue de chaque individu, auraient une influence sur les habiletés arithmétiques d'enfants de primaire, notamment via la construction syntaxique des nombres. Les auteurs postulent que des enfants allemands âgés de 7 à 9 ans auraient plus de difficultés que des enfants italiens de même âge à résoudre des additions nécessitant une retenue (augmentation du temps de réponse et du nombre d'erreurs). Ceci s'expliquerait par la différence de syntaxe des mots nombres entre chaque langue : l'allemand présente d'abord les unités (21 → **ein**undzwanzig), tandis que l'italien présente les mots nombres à l'instar du français, c'est-à-dire d'abord les dizaines puis les unités (21 → **ventuno**).

Enfin, le calcul mental engendre l'utilisation de ressources attentionnelles importantes. Le sujet doit être capable de maintenir son attention durablement sur la tâche tout en réalisant l'opération. La majeure partie des études fait part d'une relation entre l'attention et les habiletés arithmétiques de façon globale. Par exemple, les soustractions mentales sollicitent le sillon intra-pariétal (Dehaene et al., 2004) et le lobe pariétal postérieur et supérieur, sièges de l'attention spatiale liée aux nombres (Ishii et al., 2014). Hawes et al. (2019) confirment dans leur méta-analyse le rôle de ces régions dans les tâches d'arithmétique mentale. Toutefois, ces tâches seraient selon eux plus grandement corrélées à l'activité des gyri frontaux inférieur et médian gauche ainsi qu'au gyrus frontal médian droit, c'est-à-dire aux processus de contrôle exécutif plutôt qu'attentionnel. Un article récent de Massé et Nadeau (2019a) adressé au personnel scolaire rappelle les impacts d'un déficit attentionnel (ici chez les enfants avec un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité) sur les compétences mathématiques et le calcul mental : on retrouve principalement des stratégies de calcul immatures, une mauvaise mémorisation des faits arithmétiques, et des erreurs de calcul, surtout lorsque de multiples étapes sont nécessaires à leur résolution.

Nous avons vu que le calcul mental était une habilité qui reposait sur de nombreuses compétences cognitives et mathématiques entrelacées, qu'il se construisait progressivement chez l'enfant et enfin que l'entrée à l'école primaire entraînait l'accroissement et la complexification des compétences en calcul.

2. Calcul mental en primaire et milieux scolaires

Nous cherchons maintenant à déterminer si, d'après la littérature scientifique, les performances des enfants de primaire en calcul mental sont influencées par le milieu scolaire. Il semble nécessaire de comprendre le contenu des programmes scolaires concernant le calcul mental

et la façon dont il est enseigné. Ceci nous sera utile pour comparer les performances des enfants en fonction de leur milieu socioscolaire (REP ou non REP).

2.1. Milieu socioscolaire et éducation prioritaire

Selon le Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports (2021), l'éducation prioritaire vise à "corriger l'impact des inégalités sociales et économiques sur la réussite scolaire par un renforcement de l'action pédagogique et éducative dans les écoles et établissements des territoires qui rencontrent les plus grandes difficultés sociales". Pour renforcer les apprentissages dans ces milieux sociaux, des réseaux d'éducation prioritaire (REP et REP+) ont été créés en 2014, anciennement zones d'éducation prioritaire (ZEP) et réseaux de réussite scolaire (RRS). Les REP regroupent les collèges et écoles rencontrant des difficultés sociales plus significatives que celles des collèges et écoles situés hors éducation prioritaire (SNUipp, 2019). Les REP+ regroupent les secteurs où la population rencontre le plus de difficultés sociales impactant les apprentissages scolaires. Les moyens mis en place consistent à renforcer l'enseignement explicite du socle commun afin d'élever le niveau général des élèves, en permettant notamment une meilleure formation des enseignants, une meilleure coopération entre le personnel scolaire et les parents, le dédoublement des classes de CP et de CE1 depuis 2019, la favorisation d'un climat scolaire aussi agréable qu'astreignant, et le soutien financier des familles les plus en difficultés (Ministère de l'Éducation Nationale, 2021). Depuis 2016, le classement des établissements en REP ou REP+ se fait grâce à un nouvel indice, l'IPS (Indice de Position Sociale), qui permet de rationaliser les moyens attribués aux établissements en fonction des déficits sociaux constatés. Il combine des indicateurs sociaux, économiques et culturels qui donnent une valeur quantitative aux professions et catégories socio-professionnelles (PCS) et permettent plus précisément de distinguer le statut social d'élèves d'une même PCS, mais aussi d'établir le profil social d'individus à l'échelle de groupe (Rocher, 2016 ; DEPP, 2018).

En Martinique, on recensait en avril 2021 treize REP (13 collèges, 67 écoles) et neuf REP+ (9 collèges, 53 écoles) (Académie de Martinique, 2021). A notre connaissance, ces réseaux n'existent pas au Sénégal. Cependant, dans les années 2000 à 2011, un vaste programme de renforcement du système éducatif a été mis en place, visant comme en France à apporter aux établissements les moyens d'atteindre leurs objectifs éducatifs et à améliorer la qualité des enseignements en leur fournissant des subventions (PASEC, 2016).

2.2. Les attendus des programmes scolaires martiniquais et sénégalais en mathématiques et en calcul mental à l'école primaire

En France, l'enseignement en primaire correspond au cycle 2, qui regroupe les classes du CP au CE2, et au cycle 3, qui regroupe celles du CM1 à la sixième. Au Sénégal, l'école élémentaire s'étend du cours d'initiation (équivalent du CP) jusqu'au CM2 (de 7 à 12 ans), et se clôture par le Certificat de Fin d'Études Élémentaires (Loi n°91-22 d'Orientation de l'Éducation Nationale, 1991 ; UNESCO, 2016). En mathématiques, dans les deux pays, une grande place est accordée au calcul mental, au calcul en ligne et au calcul posé. Au cycle 2, les élèves apprennent à résoudre des additions, soustractions et multiplications, à utiliser des décompositions et des faits arithmétiques plus complexes avec des nombres de plus en plus grands. Les enfants découvrent également les

mécanismes du calcul posé pour ces mêmes opérations. Le cycle 3 permet la poursuite de ces apprentissages en introduisant en supplément la nature des nombres et leurs différentes formes écrites. La pose des opérations se limite aux nombres entiers et décimaux, avec un diviseur entier concernant les divisions. Pour plus de détails, les Services Culture Éditions Ressources pour l'Éducation Nationale, ou SCEREN (2010) présentent de façon détaillée les attendus en matière de manipulation des nombres, de calcul mental et posé, ainsi que la nature des nombres utilisés et la progression mise en place dans l'enseignement des nombres aux cycles 2 et 3. Les objectifs communs aux deux pays sont le développement du sens du nombre, la compréhension du système de numération et du sens des opérations, le développement des compétences en calcul et en résolution de problèmes de façon "concrète et inductive" (République du Sénégal, 2008), mais aussi l'acquisition des faits arithmétiques susceptibles de faciliter la résolution d'opérations plus complexes (Eduscol, 2022). Ainsi, malgré quelques différences relevant plutôt de la nature du système éducatif, les attendus en mathématiques sont globalement similaires dans les deux pays.

2.3. Méthodes d'enseignement des mathématiques et du calcul mental en Martinique et au Sénégal

Le style d'enseignement se définit comme la façon d'organiser la relation enseignant-enseigné-apprenant dans une situation d'apprentissage. Il est à relier aux stratégies d'enseignement, soit à l'ensemble des comportements didactiques visant la facilitation d'apprentissages donnés, et aux domaines personnel, relationnel et didactique de l'enseignant (Therer & Willermart, cités par Chartier, 2003).

Les enseignants sénégalais de primaire avaient, avant 2013, un style d'enseignement plutôt transmissif et traditionnel, c'est-à-dire centré sur la matière et le contenu plutôt que sur les apprenants ou les méthodes d'enseignement (Akyeampong, Lussier, Pryor, & Westbrook, 2013). Chaque apprentissage était amené par une séquence figée (ex. un problème d'arithmétique à résoudre) ne tenant pas compte du contexte, du lien entre la manipulation et le concept ou de l'adaptation des élèves et s'intéressant peu à leurs procédés d'apprentissage ou de compréhension. Dans ces circonstances, les enseignants ne conçoivent pas leur enseignement des mathématiques comme un apprentissage dans lequel le professeur développe ses propres compétences pour aider l'élève à en atteindre les étapes supérieures en s'adaptant aux apprenants (Akyeampong & al., 2013 ; Pryor, Akyeampong, Westbrook, & Lussier, 2012). La politique sénégalaise en matière d'éducation témoigne de la volonté des dirigeants de moderniser ce système éducatif, passant successivement d'une approche fondée sur le contenu à une approche fondée sur les objectifs puis, comme actuellement, à une approche fondée sur les compétences (Diasse, & Ishizaka, 2019), semblable à celle mise en place en France. Dans les deux pays, l'enseignant suivant cette approche se place dans une posture de "facilitateur" de l'apprentissage permettant d'installer l'élève dans une posture active d'apprenant faisant face à des situations concrètes de plus en plus complexes nécessitant d'utiliser des compétences pré-définies (Diasse, & Ishizaka, 2019). Les enseignants sénégalais rapportent des difficultés à mettre en pratique cette approche à cause d'un manque de formation, notamment à l'évaluation des élèves en situations nécessitant la mobilisation et l'intégration de compétences multiples (Diasse, & Ishizaka, 2019). En France, les mathématiques sont actuellement enseignées de façon explicite (Delahaye, 2015) et structurée (Ministère de l'Éducation Nationale, 2018), ce qui serait adapté aux élèves de REP et REP+ ayant besoin d'être très guidés dans les apprentissages.

L'approche par compétence existe également et semble mieux fonctionner qu'au Sénégal, car à l'inverse de ce que relèvent Diasse et Ishizaka (2019), les enseignants font des retours aux élèves sur leur performance et leur enseignent peut-être davantage de stratégies de résolution de calculs, ce qui permet de les responsabiliser et de leur fournir un renforcement positif concernant leurs compétences (voir pour revue Lacombe, De Chambrier, & Dias, 2021).

2.4. Influence du milieu socioscolaire sur les compétences en mathématiques et en calcul mental

Wassongma et Fall (2019) ont suggéré via une étude menée sur 151 enfants sénégalais que la performance scolaire était globalement corrélée à un ensemble de facteurs intra-scolaires comme les conditions d'apprentissage et les infrastructures, le ratio manuel-élève salaire des enseignants, leur grade, leur âge, mais aussi leur niveau de connaissance des mathématiques (Metzler & Woessmann, 2012). Ils évoquent en outre un effet délétère du milieu socioscolaire sur la performance des enfants dans les écoles primaires de zones urbaines, qui pourraient au vu de leurs ressources être plus performantes que celles de zones rurales. Ces résultats ont été recueillis grâce à six questionnaires portant sur les caractéristiques de l'école (ressources pédagogiques, infrastructures), sur les performances des enseignants en mathématiques, langues et pédagogie, leur salaire, leur absentéisme et enfin sur le niveau des élèves. De plus, l'Insee (2021) a montré que les enfants scolarisés en REP+ étaient moins performants en mathématiques que ceux scolarisés en REP, eux-mêmes moins performants que ceux issus d'un milieu scolaire standard, notamment en résolution de problèmes qui nécessitent différents calculs plus ou moins complexes, une bonne maîtrise du langage oral, mais aussi des capacités de raisonnement et de déduction ainsi que le concours des fonctions exécutives. Les membres du PASEC (2016) ont analysé les performances des enfants en début et en fin de primaire, notamment en mathématiques. 79,1% des élèves sénégalais se situent au-dessus du seuil de compétences en début de primaire, contre 65% en fin de primaire. Les variables reliées aux performances en mathématiques sont dans ce relevé : le genre, l'aide aux devoirs à la maison, la présence de livres au domicile, le redoublement, la taille des classes, les infrastructures et les équipements.

L'inconvénient est qu'il est difficile d'uniformiser ces variables, car elles diffèrent en fonction du pays dans lequel l'étude est menée ou encore du système scolaire du pays et peuvent aussi être mêlées à d'autres variables qui concernent plutôt le milieu socioéconomique. C'est pourquoi nous essayons de distinguer les effets propres au milieu socioscolaire de ceux relevant plutôt du niveau socioéconomique et d'examiner dans quelle mesure ce milieu impacte les habiletés mathématiques et les compétences en calcul mental des enfants.

3. Conséquences du milieu socioéconomique (MSE) sur les habiletés mathématiques et le calcul mental

3.1. Influence du milieu socioéconomique sur la scolarité des élèves de primaire

Le seuil de pauvreté est un indicateur qui permet d'étudier les inégalités entre différentes

académies ou régions et qui se mesure différemment selon les pays. Il est fixé en France à 60% du niveau de vie médian de la population. En Martinique en 2017, 28.6% des personnes vivaient sous le seuil de pauvreté (Insee, 2020), contre 32,6% au Sénégal. Les milieux défavorisés sont source d'inégalités économiques, sociétales et culturelles impactant les performances scolaires dès le CP (Caille & Rosenwald, 2006), d'où l'utilité de concentrer les efforts éducatifs dans ces environnements notamment grâce à la création des REP que nous avons évoquées précédemment.

De multiples études établissent un lien entre le MSE et la scolarité (voir pour revue von Stumm, Cave, & Wakeling, 2022). Les inégalités créées par ce milieu retentiraient sur la scolarité de l'enfant dès la maternelle (Mejias & Schiltz, 2013). Contrairement à ce qui est généralement avancé, une étude de cohorte anglaise a permis de mettre en évidence une stabilité de l'association entre le MSE de l'enfant et sa performance scolaire au cours du temps ($p = .28$, IC = [0.22;0.34]) (von Stumm et al., 2022). Les inégalités dues au MSE ne se creuseraient donc pas au fur et à mesure du cursus scolaire de l'enfant. Par ailleurs, une étude longitudinale (Larson, Russ, Nelson, Olson, & Halfon, 2015) menée sur 6 600 enfants américains nés en 2001, a examiné l'ampleur et l'influence au cours de l'enfance de cinq gradients de niveau socioéconomique (NSE) sur les compétences en lecture et en mathématiques. Ils ont investigué les potentiels facteurs explicatifs de ces gradients, tels que l'environnement familial (ethnie, structure familiale), la santé des parents et de l'enfant à la naissance, les activités d'apprentissage menées à la maison, le style et les croyances parentales, les soins et l'éducation précoce apportés à l'enfant. Les enfants issus d'un foyer de faible NSE auraient une mère plus jeune, moins de livres et utiliseraient moins l'ordinateur. Les facteurs ci-dessus expliquent un peu plus de la moitié de tels gradients avec une influence des situations d'apprentissage à la maison (18%), le style et les croyances parentales (14-15%) et l'environnement familial (8-13%). Cette étude permet de garder à l'esprit la diversité des facteurs expliquant (et régulant) l'influence du NSE sur le développement cognitif.

3.2. Corrélation entre milieu socioéconomique et compétences mathématiques

Bien que la corrélation entre le MSE et les compétences en mathématiques varie selon les pays selon Baird (2012), ici dans dix-neuf pays riches dont la Belgique, l'Angleterre, les Etats-Unis ou l'Australie, la plupart des études montrent que les enfants issus d'un MSE faible auraient de moins bonnes capacités en mathématiques et dans les tâches nécessitant des calculs que ceux issus d'un milieu plus favorable (Conseil National d'Evaluation du Système Scolaire, 2015 ; Jordan & al., 2006). Ceci pourrait s'observer dès l'âge préscolaire chez les enfants américains (Jordan & Levine, 2009), avec par la suite un retentissement du faible MSE sur les compétences des enfants en résolution de problèmes arithmétiques (ex. « Marie a 5 oranges, Clément lui en prend deux. Combien d'oranges a maintenant Marie ? ») et sur l'utilisation de stratégies de comptage (les enfants de faible MSE s'appuieraient moins sur l'utilisation de leurs doigts comme support à la mémoire de travail). En France, des écarts de performances entre les enfants de faible et de haut MSE se creuseraient même entre le CE2 et la 6ème (CNESCO, 2015). Un tel MSE altérerait les habiletés mathématiques acquises culturellement, qui impacteraient à leur tour les compétences innées d'enfants belges (Mejias & Schiltz, 2013). Ces arguments semblent être confirmés par les derniers rapports de l'enquête PISA de la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, ou Depp (2018) selon lesquels on constate des écarts de performances en mathématiques entre les élèves selon leurs milieux socioéconomique et culturel, qui auraient néanmoins tendance à

s'amenuiser depuis 2018. Mais d'autres études plus récentes comme celle de Bernabini et al. (2020) en Italie contredisent ces idées. Soixante-quatre enfants et leurs parents ont passé des tests évaluant leur fonctionnement intellectuel, leurs compétences mathématiques formelles et leurs compétences en comparaison symbolique et non symbolique. Les parents ont répondu à un questionnaire sociodémographique et portant sur les habitudes de numératie à la maison (connaissances fondamentales en mathématiques permettant d'utiliser, appliquer, critiquer, communiquer les informations mathématiques). Les compétences mathématiques précoces ne seraient pas corrélées ($r < 0,2$) au NSE. Ce dernier impacterait plutôt d'autres facteurs régulateurs comme la numératie à la maison, le langage mathématique utilisé avec l'enfant ou les croyances familiales. En outre, les résultats de la littérature à ce propos contrastent en raison de la diversité des variables et des mesures utilisées, selon les pays, pour appréhender et évaluer ce milieu.

La littérature semble montrer des arguments contrastés concernant les faibles habiletés mathématiques des enfants issus de milieux socioéconomique et socioscolaire fragiles. Comme certains auteurs font part du rôle du cercle familial dans les compétences mathématiques des enfants, on peut se demander si la stimulation des enfants à domicile notamment via des jeux et des activités numériques s'avérerait être un moyen efficace d'améliorer les compétences d'enfants issus de faibles MSE.

4. Rôle des activités et des jeux numériques pratiqués à domicile dans les performances des enfants en mathématiques et en calcul mental

En orthophonie, nous constatons au cours des stages et de la pratique clinique que le jeu permet de se rapprocher un peu plus des situations de la vie quotidienne, créant plaisir et motivation et permettant de mieux fixer l'apprentissage, d'où l'intérêt relativement récent et croissant de la recherche pour ce sujet. Le jeu permettrait en outre de dédramatiser les situations mathématiques dans lesquelles un enfant ayant des difficultés d'apprentissage des mathématiques serait susceptible d'éprouver de l'anxiété. Nous essayons de déterminer à travers la littérature si la mise en place d'activités mathématiques et/ou de jeux éducatifs (dont numériques) dans l'environnement de l'enfant influence sa performance en mathématiques et en calcul mental.

4.1. Corrélation entre activités mathématiques, jeux à domicile et compétences en mathématiques et en calcul mental

Les résultats de la littérature tendent à montrer une association entre les activités de calcul à domicile et les compétences en mathématiques (Thompson, Napoli, & Purpura, 2017) avec cependant des différences de sélection des mesures et de prise en compte des variables. Thompson et al. (2017) ont montré une corrélation significative et positive entre les compétences en numératie d'enfants de trois ans et les activités directes et indirectes suivantes : le comptage d'objets ($r = .30$, $p = .025$), l'usage des termes « plus » ou « moins » ($r = .30$, $p = .024$) et le comptage de monnaie ($r = -.37$, $p = .007$). A quatre ans une telle corrélation se retrouve avec : le comptage à rebours ($r = .20$, $p = .047$), l'apprentissage de sommes simples ($r = .27$, $p = .006$) et l'identification du nom de nombres écrits ($r = .26$, $p = .009$), même en calculant les corrélations partielles tenant compte de l'éducation des parents. D'après Hart, Ganley, et Purpura (2016) l'environnement mathématique à la

maison se décomposerait en activités de calcul formel (tâches spécifiques et semblables aux conditions scolaires comme la résolution d'opérations arithmétiques ou de problèmes, etc.) et informel (jeux numériques, faire la cuisine). Les activités informelles (ici jouer aux cartes, aider à réciter les nombres dans l'ordre, jouer à des jeux impliquant le comptage, les additions ou soustractions) semblent prédire uniquement les performances en arithmétique non symbolique chez les enfants d'âge préscolaire (Ramani, Rowe, Eason, & Leech, 2015 ; Skwarchuk, Sowinski, & LeFevre, 2014), et non pas la connaissance des nombres symboliques. L'utilisation de jeux numériques (utilisant les nombres) permettrait de bonnes compétences non symboliques d'abord, agissant secondairement sur les compétences symboliques de plus haut niveau nécessaires au calcul mental. Fokides (2017) montre que les jeux éducatifs numériques (sur écran) entraînent une meilleure réussite d'enfants de primaire de six à douze ans à des exercices mathématiques portant sur les acquis attendus à ces âges. Le groupe d'enfants ayant accompli ces exercices de façon conventionnelle, sans utiliser le jeu numérique, sont moins performants. Girard, Bastelica, Léone, Epinat-Duclos, Longo, & Prado (2021) affinent ces recherches en contrôlant les variables non prises en compte dans les études antérieures susceptibles d'interférer dans ces corrélations (niveau socioéconomique, QI de l'enfant, etc.). Ils retrouvent une corrélation positive spécifique au domaine numérique entre pratiques numériques élaborées, calcul et fluence arithmétiques, à condition qu'elles soient suffisamment formelles et stimulantes.

En clinique, les jeux de plateau ou spécifiquement orthophoniques sont globalement privilégiés. Moeller et al. (2015, cités par Marcon & Lafay, 2020) rapportent par exemple l'efficacité d'un entraînement papier-crayon de la ligne numérique avec jeu de plateau sur les performances en placement des nombres sur cette ligne et en représentation de la magnitude. Cependant, l'efficacité de l'entraînement serait plus importante et tout aussi ciblée en modalité informatisée comme avec le programme DéCaLigne (Helloin & Lafay, 2018) qui permet le maintien des performances dans le temps (Marcon & Lafay, 2020). On peut supposer par ailleurs qu'un support informatisé serait plus attractif et motivant pour les enfants, tout en permettant une certaine adaptation des entraînements à la maison comme en séance.

4.2. L'influence non négligeable des facteurs familiaux et environnementaux sur les compétences mathématiques des enfants

Une méta-analyse permet de nuancer cette corrélation entre activités mathématiques à domicile et compétences en mathématiques et en calcul mental, rendant compte de la variété des facteurs à considérer pour cette problématique : les compétences en mathématiques et en calcul dépendraient des interactions entre l'enfant et ses aidants et de la spécificité des divers stimuli environnementaux qu'ils reçoivent (Daucourt, Napoli, Quinn, Wood, & Hart, 2021). Le rôle des parents semble primordial : plus on trouve d'activités mathématiques à domicile, plus ils déclarent que leurs enfants ont de bonnes compétences mathématiques (Hart, 2016). Leurs attentes académiques prédiraient alors directement le type d'activités numériques formelles mentionnées précédemment, tandis que leur attitude en numératie influencerait directement la connaissance des nombres symboliques et les performances des enfants en arithmétique non symbolique (Skwarchuk & al., 2014). Zippert et Ramani (2016) ont par exemple mesuré, grâce à des questionnaires parentaux comparés avec les réponses des enfants à ces mêmes questionnaires, les compétences mathématiques de base (comptage, identification de nombres arabes), avancées (comparaison de

magnitudes symboliques, opérations arithmétiques) et non symboliques (comparaison de magnitudes, additions non symboliques) de quarante-trois enfants de trois à cinq ans. Les parents feraient plus d'activités mathématiques de base avec leurs enfants et estimerait mieux les compétences numériques non symboliques de leurs enfants que les deux autres types de compétences. En conséquence, les enfants performaient mieux dans les tâches non symboliques. Plus encore, les parents engageraient leurs enfants dans des tâches numériques avancées s'ils pensent leurs enfants capables d'y participer. Les dimensions affective et cognitive de la parentalité impacteraient aussi les performances scolaires des enfants : l'aide parentale pour le comptage et les calculs simples dans des tâches informelles du quotidien améliorerait les performances mathématiques de jeunes enfants, notamment dans les foyers à faible revenu (Leyva, 2019). Les compétences mathématiques ne seraient donc pas uniquement sous effet des milieux socioéconomique et socioculturel.

4.3. Les fonctions cognitives et les compétences remodelées par ces différents facteurs et types de jeux

Nous l'avons vu, l'appréhension du sens du nombre est le socle qui permet le développement de l'arithmétique puis du calcul mental. La manipulation d'objets concrets via les jeux visuels, les jeux de plateau, de course (Dehaene, 2012) favoriserait ces compétences mieux que les jeux sur écrans (Carr & Montialoux, 2012) en confrontant l'enfant aux représentations canoniques sur les dés, au code arabe, à sa ligne numérique mentale pour une meilleure conceptualisation des nombres. Ils entraînent aussi en partie les habiletés visuo-spatiales, corrélées aux habiletés mathématiques précoces et importantes dans l'apprentissage formel de l'arithmétique à l'école primaire (Cornu et al., 2019). A l'inverse, Fokides (2017) mentionne l'aspect motivationnel important des jeux numériques, surtout chez les jeunes enfants qui grandissent avec ce type de jeu (Johnson, Adams, Cummins, Estrada, Freeman, & Ludgate, 2012). Le rôle des parents et de l'environnement scolaire est primordial dans la mise en place de ces activités ludiques, qui ont tendance à être moins développées en milieu défavorisé (Hart, Ganley, & Purpura, 2016). Elles permettent, selon les neurosciences cognitives, de solliciter l'attention, un engagement actif de l'enfant ainsi qu'un retour de l'adulte sur ses performances, avantageant l'apprentissage des mathématiques. Les élèves issus d'écoles Montessori du Wisconsin (qui encouragent ce type d'apprentissage) obtiennent par exemple de meilleurs scores en mathématiques à des tests standardisés que des élèves d'un milieu scolaire classique (Lillard & Else-Quest, 2006).

5. Objectifs et hypothèses

Nous avons pu constater à travers la littérature que le milieu semblait influencer sur les habiletés en mathématiques et en calcul mental des élèves de l'école élémentaire. Nous souhaitons pouvoir nous positionner par rapport à ces précédents travaux.

Dans le présent travail, nous nous focalisons sur l'influence des habitudes de jeu et du milieu (dont les méthodes d'enseignement) sur les performances des enfants sénégalais et martiniquais du CP au CM2 afin de proposer une approche culturelle du calcul mental via une analyse comparée des perceptions entre les deux pays. Nos objectifs étaient de pouvoir :

1. Nous positionner par rapport aux liens entretenus entre les types de stimulations reçues au

domicile et les performances mathématiques réelles des enfants au TRDM (Mejias et al., 2019), et

2. étudier l'impact de ces stimulations au travers de la scolarité de l'enfant (du CP au CM2), en regard des spécificités du milieu socioscolaire (zone défavorisée ou non) et socioculturel.
3. Dégager l'intérêt de ces éléments pour la pratique clinique, c'est-à-dire de déterminer comment utiliser ces activités pour :

- a) permettre la continuité des rééducations des retards d'apprentissage des mathématiques au domicile de l'enfant, et ainsi de renforcer le partenariat parental,

- b) renforcer les actions de prévention en milieu scolaire en fonction des résultats obtenus.

4. Diffuser les résultats de la présente recherche au colloque international des Journées de la Recherche en Éducation 2022.

Nous avons émis les hypothèses suivantes :

Hypothèse 1 : les enfants bénéficiant d'un enseignement transmissif (dans le contexte sénégalais) seraient moins performants que les enfants bénéficiant d'une pédagogie plus didactique (contexte martiniquais). Nous devrions alors retrouver de meilleures performances mathématiques chez les enfants martiniquais.

Hypothèse 2 : d'après la littérature, les enfants issus de milieux socioscolaires défavorisés seraient plus en difficulté que les enfants issus de milieux socioscolaires plus favorisés. Nous devrions alors observer de moins bonnes performances en mathématiques et en calcul mental chez les enfants martiniquais scolarisés dans une école située en milieu plus défavorisé.

Hypothèse 3 : les différences culturelles entraîneraient l'usage différent d'activités et de jeux utilisant les nombres et le calcul entre les deux pays.

Hypothèse 4 : les enfants jouant chez eux à des jeux nécessitant d'utiliser les nombres seraient meilleurs que ceux n'y jouant pas (ou peu). Les résultats de leurs tests seraient alors meilleurs que ceux des enfants ne jouant pas à ces jeux. Nous chercherions donc une potentielle corrélation entre la fréquence de jeu et les performances mathématiques des enfants.

Hypothèse 5 : le type de jeu utilisé à domicile influencerait les performances des enfants en mathématiques et en calcul mental. On s'attendrait donc à une variabilité des performances mathématiques des enfants des deux régions en fonction du type de jeu pratiqué.

Nous proposerons de potentiels facteurs susceptibles d'expliquer ces différences de performances.

Méthode

1. Participants

Quatre-cent treize enfants du CE1 au CM2, issus d'écoles martiniquaises (N = 257) et sénégalaises (N = 156) ainsi que leurs parents (ou tuteur légal) ont participé à cette étude. Le tableau 1 présente les caractéristiques des participants. Nous précisons que nous disposons uniquement de l'âge des enfants sénégalais (M = 9,39, ET = 1,8). En ce qui concerne le Sénégal, les élèves étaient scolarisés dans trois écoles différentes, issues du milieu public, privé laïque et privé catholique (pourcentages). Les élèves martiniquais étaient quant à eux scolarisés dans quatre écoles différentes provenant de zones d'éducation prioritaire (N = 98) et de zones d'éducation non prioritaire (N = 159) du sud de l'île.

Cette étude a été menée en accord avec les recommandations d'un comité d'éthique d'établissement (Université de Lille, n° 2019-372-S76) pour ce qui est de la collecte de données réalisée en France, et du comité local associé au Ministère de l'Éducation pour le Sénégal. Les

formulaire d'information et de consentement ont été distribués aux parents des enfants des deux régions, conformément aux principes éthiques de la déclaration d'Helsinki (World Medical Association, 2014). Concernant la protection des données, toutes sont traitées de manière anonyme en respectant les règles en vigueur de chaque région (déclaration à la CNIL GED n°201987).

2. Matériel

2.1. TRDM (Test de Repérage des Difficultés en Mathématiques)

Les élèves ont pris part à un test, le TRDM (version n°2) permettant d'évaluer leur compétence en mathématiques et comprenant quatre sous-tests, adaptés en regard du niveau scolaire (voir Mejias et al., 2019). Il existe donc une version du TRDM par niveau scolaire. Nous distinguons les trois premiers sous-tests (évaluant la construction du nombre) de celui de calcul rapide.

(1) Écriture de nombres arabes sous dictée : permet d'évaluer la capacité des élèves à associer correctement un nombre à sa représentation chiffrée (Garçon & Nguirane, 2022). Les enfants doivent écrire le nombre entendu dans la case dédiée. Un exemple est montré au tableau avec 2. Ces cases sont présentées séquentiellement en ligne. Une couleur différente est attribuée à chaque case, et l'enseignant indique aux enfants dans quelle case écrire le nombre afin d'éviter qu'ils ne se perdent ("Dans la case bleue, écrivez 4" etc.). Les nombres sont présentés oralement aux enfants. Le score maximum est de 10, un point est attribué par bonne réponse même lorsque le nombre est écrit en miroir. Le temps requis pour effectuer le sous-test est de 180s.

- En CP : six nombres à un chiffre (4, 7, 1, 6, 5, 9) et quatre nombres à deux chiffres (10, 11, 13, 16) sont présentés aux enfants.

- En CE1 : un nombre à un chiffre (6), quatre nombres à deux chiffres (14, 78, 43, 55), quatre nombres à trois chiffres (607, 199, 872, 121) et un nombre à quatre chiffres (1200) sont présentés aux enfants.

- En CE2 : un nombre à deux chiffres (16), trois nombres à trois chiffres (614, 772, 897), quatre nombres à quatre chiffres (1000, 1223, 4768, 9169), et deux nombres à cinq chiffres (10 000, 60 735) sont présentés aux enfants.

- En CM1 : six nombres à trois chiffres (500, 318, 630, 772, 809, 897), deux nombres à quatre chiffres (4768, 9169) et deux nombres à cinq chiffres (10 000, 60 735) sont présentés aux enfants.

- En CM2 : deux nombres à trois chiffres (614, 772), deux nombres à quatre chiffres (1223, 4768), trois nombres à cinq chiffres (90 712, 10 000, 60 735) et trois nombres à six chiffres (413 009, 882 215, 725 173) sont présentés aux enfants.

(2) Comparaison de symboles numériques visuels (comparaison de nombres arabes) : permet d'évaluer la compétence des élèves à positionner correctement ces nombres sur une échelle de grandeurs en identifiant deux quantités et en les associant aux nombres arabes correspondants (Garçon & Nguirane, 2022). Les enfants doivent entourer le plus grand des deux nombres arabes exposés. Douze paires de nombres sont présentées aux enfants. Un exemple est donné au préalable sur le tableau avec 1 et 2. Le score maximum est de 12, un point est attribué par bonne réponse. Le temps requis pour effectuer le sous-test est de 210s.

- En CP : les nombres présentés sont compris entre 2 et 420, dont quatre paires de nombres à un chiffre avec une différence de 1 à 6, six paires de nombres à deux chiffres avec une différence de 1 à 50, deux paires de nombres à trois chiffres avec une différence de 17 et 69.

- En CE1 : les nombres présentés sont compris entre 3 et 1382, dont deux paires de nombres à un chiffre avec une différence de 1 à 6, quatre paires de nombres à deux chiffres avec une différence de 13 à 50, cinq paires de nombres à trois chiffres avec une différence de 12 à 201, une paire de nombres à quatre chiffres avec une différence de 144.
- En CE2 : les nombres présentés sont compris entre 7 et 300 313, dont une paire de nombres à un chiffre avec une différence de 1, deux paires de nombres à deux chiffres avec une différence de 18 à 50, deux paires de nombres à trois chiffres avec une différence de 81 à 238, trois paires de nombres à quatre chiffres avec une différence de 18 à 213, deux paires de nombres à cinq chiffres avec une différence de 118 à 360, une paire de nombres à quatre et cinq chiffres avec une différence de 33 232 et une paire de nombres à cinq et six chiffres avec une différence de 167 297.
- En CM1 : les nombres présentés sont compris entre $\frac{1}{9}$ et 300 31, dont deux paires de fractions à un chiffre avec une différence de 0,1 à 0,41, une paire de nombres décimaux à un chiffre en partie entière et un chiffre en partie décimale avec une différence de 0,1, une paire de nombres décimaux à deux chiffres en partie entière et un chiffre en partie décimale avec une différence de 1,6, une paire de nombres à trois chiffres avec une différence de 81, trois paires de nombres à quatre chiffres avec une différence de 18 à 213, une paire de nombres à quatre et cinq chiffres avec une différence de 33 232, deux paires de nombres à cinq chiffres avec une différence de 118 à 360 et une paire de nombres à cinq et six chiffres avec une différence de 286 997.
- En CM2 : les nombres présentés sont compris entre 0,01 et 300 313, dont deux paires de fractions à un chiffre avec une différence de 0,1 à 0,41, deux paires de nombres décimaux et de fractions avec une différence de 0,09 à 0,75, une paire de nombres décimaux à un chiffre en partie entière et un chiffre en partie décimale avec une différence de 0,1, une paire de nombres décimaux à deux chiffres en partie entière et un chiffre en partie décimale avec une différence de 1,3, une paire de nombres à trois chiffres avec une différence de 81, deux paires de nombres à quatre chiffres avec une différence de 144 à 213, une paire de nombres à quatre et cinq chiffres avec une différence de 33 232, une paire de nombres à cinq chiffres avec une différence de 118, une paire de nombres à cinq et six chiffres avec une différence de 286 997.

(3) Résolution de problèmes arithmétiques de base (résolution de problèmes arithmétiques) : sous-test faisant appel aux processus mentaux nécessaires au calcul mental (Garçon & Ngirane, 2022). Les enfants doivent résoudre un maximum d'additions simples présentées sous forme de « maisons ». Un point est attribué par bonne réponse même si le nombre est écrit en miroir. Le temps moyen nécessaire pour réaliser le sous-test est de 6 min.

- En CP : « maisons » de 4, 5 et 6 ($N = 18$). Les opérateurs et les résultats des problèmes arithmétiques sont compris entre 0 et 6. Le score maximum est de 18.
- En CE1 : « maisons » de 24, 100 et 100. Les opérateurs et les résultats des problèmes arithmétiques sont compris entre 0 et 100. Le score maximum est de 30, de même pour les niveaux scolaires suivants.
- En CE2 : « maisons » de 100, 1000 et à nouveau 1000. Les opérateurs et les résultats des problèmes arithmétiques sont compris entre 24 et 996.
- Au CM1 : « maisons » de 90, 1000 et 10 000. Les opérateurs et les résultats des problèmes arithmétiques sont compris entre 14 et 9996.
- Au CM2 : « maisons » de 10, 1000 et 10 000. Certains opérateurs sont des nombres décimaux à un chiffre en partie entière et un chiffre en partie décimale. Les opérateurs et les résultats des problèmes arithmétiques sont compris entre 0,1 et 9996.

(4) Le Tempo Test Rekenen (TTR) de Devos (1992), test de fluence arithmétique : nécessite une bonne vitesse de traitement de l'information, l'exécution rapide et précise du calcul, et le contrôle du résultat *a posteriori* (Garçon & Ngirane, 2022). Des listes d'opérations rapides de nombres de un à deux chiffres sont présentées aux enfants. Cette dernière épreuve est chronométrée. Les enfants doivent résoudre le plus d'opérations en 1 min par liste. Le sous-test est conçu de façon à ce qu'il y ait suffisamment d'opérations pour que l'enfant ne les termine pas avant le temps imparti. Une réponse correcte est cotée 1, une réponse fausse est cotée 0. Le score total obtenu par l'enfant à cette épreuve correspond à la somme de toutes les bonnes réponses obtenues.

- En CP : deux listes d'opérations rapides consistant respectivement en une série d'additions et une série de soustractions sont exposées aux enfants.

- En CE1 : trois listes d'opérations rapides consistant respectivement en une série d'additions, de soustractions et de multiplications sont présentées aux enfants.

- En CE2 : quatre listes d'opérations rapides consistant respectivement en une série d'additions, de soustractions, de multiplications et de divisions sont présentées aux enfants, de même en CM1 et CM2.

2.2. Questionnaires

Des questionnaires ont été remplis par les enfants et leur parent ou tuteur afin de recueillir des informations qualitatives complémentaires sur:

- (1) la perception des parents concernant les compétences en mathématiques de leur enfant,

- (2) l'intérêt des enfants pour les mathématiques et le calcul mental,

- (3) l'intérêt des enfants pour la manipulation à domicile de jeux utilisant le calcul et pour les activités du quotidien nécessitant les nombres. Plusieurs catégories de jeux sont à distinguer: 1. jeux de plateau, puzzles, jouer à tenir une boutique, aider les parents à tenir une boutique, faire les boutiques, autres activités nécessitant un comptage sans déplacement du corps ni activité mathématique spécifique ; 2. jeux d'extérieur impliquant le comptage et le corps (*ex* : marelle) ; 3. jeux mathématiques spécifiques, jeux numériques, y compris sur écran ; 4. combinaison de 1. et 3. ; 5. combinaison de 2. et 3. ; 6. combinaison de 1. et 2. ; 7. combinaison de 1. 2. et 3.

Le questionnaire enfant comportait huit questions dont deux questions fermées à réponse unique « oui » ou « non », quatre questions ouvertes courtes et deux questions fermées à réponse unique parmi cinq niveaux de réponse sur échelle de Likert. Le questionnaire parent contenait douze questions dont trois questions fermées à réponse unique « oui » ou « non », une question fermée à choix multiple, une question à réponse unique parmi les propositions d'une échelle de fréquence et sept questions à réponse ouverte courte.

3. Procédure générale

Les élèves ont effectué collectivement le TRDM au sein de leur classe. Il a été administré sur protocole papier et corrigé manuscritement par leur enseignant, avec parfois l'aide du responsable mathématique de circonscription (RMC). Les consignes étaient énoncées oralement et un point a été attribué pour chaque bonne réponse, 0 dans le cas contraire. Le temps nécessaire pour effectuer l'ensemble du test était d'environ 14 minutes. Les questionnaires étaient distribués en parallèle en version papier. Les parents ou tuteurs et les enfants répondaient respectivement et

manuscritement à leur questionnaire.

Les données ont été recueillies en juin 2022 dans les classes sénégalaises et en octobre 2022 dans les classes martiniquaises. En raison de ce décalage, nous avons choisi, pour comparer les performances des enfants des deux pays, de regrouper les enfants en niveaux les plus homogènes possibles. Ainsi, le niveau 1 comprend les enfants sénégalais du troisième trimestre de CP ainsi que les enfants martiniquais de CE1. Le niveau 2 regroupe les CE1 sénégalais et les CE2 martiniquais. Le niveau 3 comporte les CE2 sénégalais et les CM1 martiniquais. Enfin, le niveau 4 regroupe les CM1 sénégalais et les CM2 martiniquais. Toutes les données ont été traitées avec le logiciel IBM® SPSS Statistics (version 29 pour Mac) afin de réaliser les analyses descriptives et le test *t* de Student, qui permet de mesurer les différences existantes entre les moyennes de deux groupes (ici les totaux obtenus par les enfants de nos deux régions pour chaque classe) ou d'un groupe par rapport à une valeur standard. Les résultats sont significatifs lorsque la *p* valeur est inférieure à .05, marginaux lorsqu'ils sont compris entre .05 et .08.

Pour plus de clarté, nous distinguons trois études dans ce travail.

4. Etude 1

L'objectif de cette étude était de déterminer s'il existait des différences de performances en mathématiques entre les enfants des deux pays et d'identifier, le cas échéant, les facteurs explicatifs de ces différences de performances afin d'établir dans quel contexte les enfants étaient les plus performants. Nous pourrions ainsi faire un lien avec le mode d'enseignement des mathématiques existant dans chaque pays.

4.1. Méthode de l'étude 1

4.1.1. Participants de l'étude 1

L'échantillon comprenait l'ensemble des enfants des deux pays ($N = 257$), dont 127 garçons et 130 filles martiniquais et 72 garçons et 84 filles sénégalais ($M = 9.39$, $ET = 1.8$).

Tableau 1. Répartition et âge des enfants dans les classes martiniquaises et sénégalaises.

Classe	Pays	N (<i>garçons</i>)	Age moyen en mois (<i>écart-type</i>)	Étendue
CP	Martinique	.	.	.
	Sénégal	40 (18)	89.40 (0.89)	72-132
CE1	Martinique	44 (25)	.	.
	Sénégal	29 (14)	101.28 (0.64)	84-120
CE2	Martinique	82 (37)	.	.
	Sénégal	29 (13)	116.40 (1.27)	96-168
CM1	Martinique	71* (37)	.	.
	Sénégal	29 (14)	127.32 (1.03)	108-168

CM2	Martinique	60 (30)	.	.
	Sénégal	29 (13)	138,96 (0,95)	120-168
Total	Martinique	257* (129)	.	.
	Sénégal	156 (72)	9.39 (1.8)	72-168

**dont trois enfants pour lesquels la variable sexe n'a pas été renseignée*

4.1.2. Procédure de l'étude 1

Les enfants des deux régions ont passé le TRDM et ont rempli les questionnaires parent et enfant. Les données des enfants ont été recueillies dans un tableur, celle des enfants absents ou n'ayant pas effectué le test ont été retirées des analyses. En raison des items différents dans le sous-test (3) des "maisons" en fonction de la version du TRDM utilisée, nous avons décidé de calculer un score total obtenu à la batterie avec et sans ce sous-test, mais nous ne tiendrons pas compte de cette épreuve par la suite. Les analyses statistiques ont été menées afin de comparer les scores des enfants de chaque pays et en regard du niveau scolaire. Nous avons réalisé le test *t* de Student pour échantillons indépendants qui permet de comparer les performances des enfants de chaque pays par niveau et pour chaque épreuve. Nous nous sommes appuyés sur le test de Levene évaluant l'égalité des variances afin de déterminer si les résultats étaient significatifs ou non grâce à la *p*-valeur correspondante.

4.2. Résultats de l'étude 1

4.2.1. Présentation des résultats des élèves des deux pays au test

Les tableaux 2 et 3 présentent respectivement les résultats des enfants des deux pays aux épreuves du TRDM pour chaque épreuve et les résultats des enfants des deux pays par niveau, d'après les protocoles papiers recueillis (voir annexe A3).

Tableau 2. Statistiques descriptives - Résultats des enfants martiniquais et sénégalais au TRDM.

Épreuves	N	Martinique		N	Sénégal		<i>t</i> -test
		Moyenne (<i>écart-type</i>)	Étendue		Moyenne (<i>écart-type</i>)	Étendue	
Dictée de nombres /10	257	8.95 (2.24)	0-10	156	9.53 (1.36)	0-10	<i>t</i> (410.99) = -3.23 <i>p</i> < .001
Comparaison de nombres /12	257	10.87 (1.98)	0-12	156	11.46 (1.27)	1-12	<i>t</i> (409.76) = -3.71 <i>p</i> < .001
Maisons (% de réussite)	257	58.55 (36.91)	0-166.67	156	87.22 (23.71)	0-100	<i>t</i> (409.68) = -9.61 <i>p</i> < .001
Additions 1 min	256	15.90 (6.42)	0-36	156	33.90 (8.27)	0-40	<i>t</i> (267.53) = -23.25 <i>p</i> < .001
Soustractions 1 min	256	11.6 (6.08)	0-31	156	31.70 (8.91)	6-40	<i>t</i> (243.59) = -25.41 <i>p</i> < .001

Multiplications 1 min	218	10.32 (5.831)	0-29	116	28.90 (10.92)	0-48	$t(150.69) = -17.07$ $p < .001$
Divisions 1 min	130	4.01 (4.41)	0-17	87	28.22 (11.63)	0-40	$t(102.74) = -18.55$ $p < .001$
Total calcul 1 min	257	37.74 (19.04)	0-97	156	102.83 (38.58)	27-160	$t(201.53) = -19.67$ $p < .001$
Total sans maisons	257	19.82 (3.67)	0-22	156	20.99 (1.90)	11-22	$t(402.54) = -4.24$ $p < .001$

4.2.2. Comparaison des scores selon les pays

Nous constatons dans le tableau 2 que les enfants sénégalais obtiennent une moyenne supérieure à celle des enfants martiniquais dans toutes les épreuves, avec des scores légèrement plus dispersés autour de la moyenne donc une plus grande variance des données. Nous notons également que la plus faible moyenne obtenue par les enfants martiniquais concerne l'épreuve "divisions en une minute", alors que les moyennes des enfants sénégalais en calcul rapide sont plus homogènes dans l'ensemble des épreuves.

4.2.3. Comparaison des scores par niveau selon les pays

Nous constatons également que les moyennes obtenues par les enfants sénégalais sont meilleures que celles des enfants martiniquais pour chaque niveau. Plus le niveau scolaire augmente, plus la différence entre les moyennes des enfants des deux pays augmente, et ce jusqu'au niveau 4 (CM1 sénégalais et CM2 martiniquais). Comme précédemment, la variance des données autour de la moyenne est plus importante concernant les performances des enfants sénégalais. Le t test permet d'indiquer des moyennes significativement différentes entre les deux groupes d'enfants, sauf pour les épreuves de dictée de nombres (niveaux 1 et 3) et de comparaison de nombres (niveaux 2, 3 et 4) (voir annexe A3 pour une présentation détaillée des résultats).

4.3. Discussion de l'étude 1

Les analyses statistiques ont permis de mettre en évidence une différence significative de performances en mathématiques entre les enfants sénégalais et les enfants martiniquais, à la fois pour les épreuves du TRDM et pour les épreuves de calcul rapide. Ces différences sont en faveur des enfants sénégalais et sont significatives pour chacune des épreuves de la batterie. Elles apparaissent dès le CP et sont présentes jusqu'en CM1, même en retirant les enfants martiniquais scolarisés en REP des analyses. En outre, ces différences s'accroissent avec l'augmentation du niveau scolaire. Les moyennes obtenues aux épreuves « dictée de nombres », « comparaison de nombres » et « maisons » laissent supposer que les enfants sénégalais auraient une meilleure construction du nombre que les enfants martiniquais, ce qui entraînerait de meilleures performances en calcul mental également. En effet, selon les modèles de la cognition numérique, ces épreuves nécessitent de se représenter les nombres sur une ligne numérique mentale, d'appréhender le sens du nombre, en mobilisant les représentations visuelles indo-arabe et analogique des nombres largement décrites dans la littérature. Ces compétences socles conditionnant en partie l'apprentissage du calcul mental, il semble cohérent que les enfants sénégalais aient de meilleures performances également au sous-test de calcul rapide.

5. Etude 2

D'après la littérature, les enfants issus de milieux socioscolaires défavorisés seraient plus en difficulté que les enfants issus de milieux socioscolaires plus favorisés. Nous souhaitons apporter des informations complémentaires sur cette affirmation en comparant la performance mathématique des enfants selon le type de zone éducative (REP ou non REP). Nous nous attachons ici plus particulièrement à l'étude du contexte martiniquais. Nous nous attendons à observer de moins bonnes performances en mathématiques et en calcul mental chez les enfants martiniquais scolarisés dans une école située en milieu plus défavorisé.

5.1. Méthode de l'étude 2

5.1.1. Participants de l'étude 2

L'échantillon consistait en l'ensemble des enfants martiniquais scolarisés en écoles REP et non REP.

Tableau 4. Répartition des enfants martiniquais dans les classes par niveau et par zone éducative.

Classe	Zone éducative	N (<i>garçons</i>)	Total
CE1	Non REP	20 (12)	44 (25)
	REP	24 (13)	
CE2	Non REP	62 (24)	82 (37)
	REP	20 (13)	
CM1	Non REP	41 (17)	71* (37)
	REP	30 (20)	
CM2	Non REP	36 (15)	60 (30)
	REP	24 (15)	
Total	Non REP	159 (68)	257* (129)
	REP	98 (61)	

**dont trois enfants pour lesquels la variable sexe n'a pas été renseignée*

5.1.2. Procédure de l'étude 2

La procédure et les tests sont identiques à ceux de l'étude 1, mais appliqués à l'échantillon martiniquais uniquement. Nous avons cette fois comparé les performances des enfants issus d'école non REP à celles des enfants issus d'écoles en REP, par niveau et pour chaque épreuve.

5.2. Résultats de l'étude 2

5.2.1. Présentation des résultats des élèves martiniquais au test

Le tableau 5 présente les résultats des enfants martiniquais aux épreuves du TRDM selon le type de zone éducative pour chaque épreuve. Nous présentons aussi leurs résultats selon la zone

éducative et par niveau, d'après les protocoles papiers recueillis (voir annexe A4 pour une présentation détaillée des résultats par niveau).

Tableau 5. Résultats des enfants martiniquais au TRDM par épreuve selon la zone éducative et *t*-test.

Épreuves	Non REP		REP		<i>t</i> -test
	N	Moyenne (<i>écart-type</i>)	N	Moyenne (<i>écart-type</i>)	
Dictée de nombres /10	159	9.35 (1.74)	98	8.32 (2.76)	$t(145.07) = 3.31$ $p = .001$
Comparaison de nombres /12	159	11.25 (1.42)	98	10.24 (2.54)	$t(135.04) = 3.59$ $p < .001$
Maisons (% de réussite)	159	61.00 (35.87)	98	54.57 (38.39)	$t(255) = 1.36$ $p = .175$
Additions 1 min	158	16.94 (5.53)	98	14.21 (7.35)	$t(164.46) = 3.16$ $p = .002$
Soustractions 1 min	158	12.66 (5.59)	98	8.74 (6.09)	$t(254) = 5.27$ $p < .001$
Multiplications 1 min	138	11.41 (5.40)	80	8.43 (6.09)	$t(216) = 3.76$ $p < .001$
Divisions 1 min	76	4.68 (4.54)	54	3.06 (4.08)	$t(128) = 2.10$ $p = .038$
Total calcul 1 min	159	41.57 (18.26)	98	31.52 (18.71)	$t(255) = 4.24$ $p < .001$
Total sans maisons	159	20.60 (2.57)	98	18.56 (4.71)	$t(133.14) = 3.93$ $p < .001$

5.2.2. Comparaison des scores selon les zones éducatives

Les moyennes des enfants scolarisés en zones non prioritaires semblent plus élevées que celles des enfants scolarisés en REP et ceci pour toutes les épreuves. L'écart-type apparaît globalement plus restreint chez les élèves scolarisés en zones non prioritaires que chez les élèves scolarisés en REP, sauf dans l'épreuve des divisions en une minute. Le *t* test indique des moyennes significativement différentes ($p < .05$) entre les enfants scolarisés en zone non prioritaire et les enfants scolarisés en REP, pour toutes les épreuves du TRDM et de calcul rapide, sauf pour celle des maisons. La moyenne la plus basse pour chaque groupe d'enfants est obtenue à l'épreuve de divisions en une minute.

5.2.3. Comparaison des scores par niveau selon le type de zone éducative

Les moyennes des enfants scolarisés en zone non prioritaire sont meilleures que celles des enfants scolarisés en REP, ce pour chaque niveau scolaire. L'écart entre les moyennes des deux groupes d'enfants est présent dès le CE1 et augmente au fur et à mesure de la scolarité des enfants, notamment dans les épreuves de calcul rapide. Les *t*-tests permettent de mettre en évidence une

différence significative entre les moyennes de chaque groupe d'enfants ($ps < .05$), sauf pour la dictée de nombres au CE1 ($p = .461$) et au CM1 ($p = .884$), la comparaison de nombres au CE2 ($p = .138$) et au CM2 ($p = .950$), les soustractions au CE1 ($p = .844$), les multiplications ($p = .688$) et divisions ($p = .681$) du CM1, et le total sans les maisons au CE1 ($p = .093$) et au CM1 ($p = .215$) (voir annexe A4 pour les résultats complets).

5.3. Discussion de l'étude 2

Il apparaît une différence de performances en mathématiques entre les enfants des écoles martiniquaises de zones non prioritaires et ceux des écoles martiniquaises en REP. Cette différence est significative pour chaque épreuve, pour la batterie comme pour l'épreuve de calcul rapide et est en faveur des enfants issus du réseau non prioritaire. Ces écarts de performances naissent dès le CE1 et augmentent jusqu'en CM1 ($p < .005$). Les enfants en REP auraient donc une moins bonne construction du nombre et des performances moindres en calcul mental rapide que les enfants des zones non prioritaires.

6. Etude 3

Nous souhaitons préciser s'il existait des variations au niveau des activités réalisées à la maison entre les familles sénégalaises et martiniquaises et donc vérifier s'il existe un lien entre le milieu culturel et l'utilisation des nombres et du calcul. Ceci permettrait de mettre en regard les performances des enfants en mathématiques avec les mœurs de chaque région. Nos hypothèses étaient que les enfants jouant chez eux à des jeux nécessitant d'utiliser les nombres seraient meilleurs que ceux n'y jouant pas (ou peu). Les résultats de leurs tests seraient alors meilleurs que ceux des enfants ne jouant pas à ces jeux. On chercherait alors une potentielle corrélation entre la fréquence de jeu et les performances mathématiques des enfants. D'après la littérature, le type de jeu utilisé à domicile influencerait les performances des enfants en mathématiques et en calcul mental. On s'attendrait donc à une variabilité des performances mathématiques des enfants des deux régions en fonction du type de jeu pratiqué.

6.1. Méthode de l'étude 3

6.1.1. Participants

L'échantillon comprenait l'ensemble des enfants des deux régions.

6.1.2. Procédure

La procédure est identique à celle des études 1 et 2. Nous avons à nouveau utilisé le test t de Student afin de comparer la fréquence de jeu moyenne chez les enfants martiniquais et sénégalais. Comme les enfants martiniquais n'ont pas assez précisé à quel type de jeu ils jouaient, nous avons une nouvelle fois le t -test chez les enfants sénégalais uniquement, pour comparer leurs performances selon le type de jeu (de plateau ou spécifiquement numérique). Pour les mêmes raisons, la corrélation r de Bravais-Pearson exprimant le sens et la force d'une éventuelle relation linéaire entre des variables quantitatives (ici, la fréquence de jeux et les performances mathématiques) a également été calculée uniquement chez les enfants sénégalais.

Afin de faciliter les comparaisons nous avons distingué les jeux de plateau (comme le Ludo, le Monopoly, le Uno), des jeux spécifiquement numériques, c'est-à-dire des jeux ciblant explicitement la manipulation des nombres, le calcul ou le raisonnement mathématique (comme game maths, le 2048).

6.2. Résultats de l'étude 3

6.2.1. Comparaison des activités pratiquées entre les foyers sénégalais et martiniquais

Nous constatons des différences au niveau de la fréquence des activités pratiquées à la maison entre les enfants martiniquais et les enfants sénégalais. Cette fréquence est plus élevée chez les enfants sénégalais. Le t -test indique que ces différences sont significatives ($t(164) = -2.603, p = .01$) (voir annexe A5 pour une illustration des résultats).

Nous constatons des différences au niveau de la fréquence d'utilisation de jeux utilisant les nombres entre les enfants martiniquais et les enfants sénégalais. Cette fréquence semble plus élevée chez les enfants sénégalais, mais le t -test indique que ces différences ne sont pas significatives ($t(168) = -1.658, p = .137$) (voir annexe A6 pour une exposition des résultats).

6.2.2. Étude de corrélation entre la fréquence de jeu et les performances en mathématiques des enfants sénégalais

Une corrélation positive significative entre la fréquence de jeu et les performances des enfants en multiplication en une minute est retrouvée ($r = .319, p = .002$). Plus un enfant joue à des jeux utilisant les nombres et le calcul mental, plus sa moyenne en multiplication rapide augmente (voir annexe A7).

Une corrélation positive significative entre la fréquence de jeu et les performances des enfants en calculs rapides est retrouvée ($r = .245, p = .008$). Plus un enfant joue à des jeux utilisant les nombres et le calcul mental, plus sa moyenne en calcul rapide est élevée (voir annexe A8).

6.2.3. Comparaison des performances des enfants sénégalais selon le type de jeu

Des performances mathématiques supérieures sont retrouvées chez les enfants sénégalais quand il s'agit de jeux numériques plutôt que de jeux de plateau. Ces différences de performances sont significatives d'après le t -test ($t(67) = -1.999, p = .050$). Nous précisons que le niveau scolaire n'a pas d'influence sur cette analyse (voir annexe A9 pour une illustration des résultats).

6.3. Discussion de l'étude 3

Les parents sénégalais rapportent dans les questionnaires une utilisation des nombres par leur enfant significativement plus fréquente dans la vie courante que les parents martiniquais. Contrairement à ce que nous avons envisagé, les enfants sénégalais ne joueraient pas plus que les enfants martiniquais à des jeux impliquant les nombres et le calcul. La réalisation d'activités utilisant les nombres varierait donc bien en fonction du milieu culturel et des mœurs des familles, mais pas l'utilisation de jeux utilisant les nombres et le calcul mental. Les parents sénégalais attribueraient une plus grande place quotidienne aux activités informelles utilisant les nombres, comme : les occasions dans lesquelles les enfants peuvent compter de la monnaie (boutiques, aide

au magasin), le comptage de points dans les sports, les achats à faire dans les boutiques lorsqu'ils y sont envoyés par leurs parents.

Nous retrouvons une corrélation positive significative entre la performance mathématique des enfants sénégalais et la fréquence de jeu : les enfants qui jouent beaucoup à des jeux utilisant les nombres (plus de trois fois par semaine) sont meilleurs aux épreuves de calcul rapide et notamment en multiplications, que ceux qui n'y jouent qu'une fois par semaine.

Enfin, les enfants jouant à des jeux spécifiquement numériques auraient de meilleures performances mathématiques que les enfants jouant à des jeux de plateau classiques.

Discussion

Nous interpréterons les résultats des trois études décrites précédemment et nous aborderons leurs limites. Nous discuterons également des intérêts de ces résultats pour la pratique clinique et les futures recherches.

1.1. Interprétation générale des résultats

Nous souhaitons nous positionner par rapport aux éléments de la littérature concernant l'influence du milieu socioéconomique, du milieu socioscolaire et des habitudes de jeu sur les performances en mathématiques et en calcul mental des élèves de primaire, en nous concentrant sur l'étude d'enfants de primaire sénégalais et martiniquais CE1 au CM2. Nous avons émis plusieurs hypothèses. Premièrement, si le milieu socioscolaire influe sur les performances mathématiques, elles devraient varier selon le type d'enseignement et donc selon le pays. Nous devrions donc retrouver à la fois des performances différentes entre les enfants des deux pays et des performances en faveur des enfants martiniquais (pédagogie plus didactique). Deuxièmement, si le milieu socioéconomique influe sur les performances mathématiques, les enfants martiniquais scolarisés en REP devraient être moins performants en mathématiques et en calcul mental que les enfants martiniquais scolarisés en milieu non prioritaire. Troisièmement, le milieu culturel induirait une pratique différente dans les activités et les jeux utilisant les nombres et le calcul entre les deux pays. Quatrièmement, si les habitudes de jeu ont un impact sur les performances en mathématiques et en calcul mental, les enfants sénégalais jouant fréquemment chez eux à des jeux utilisant les nombres et le calcul seraient meilleurs que ceux qui n'y joueraient pas et on retrouverait une corrélation entre la fréquence du jeu et la performance mathématique. Cinquièmement, si le type de jeu utilisé à la maison influence les performances en mathématiques et en calcul mental de ces enfants, nous constaterions une variabilité de leurs résultats selon le type de jeu pratiqué.

1.1.1. Différences de performances entre les enfants martiniquais et sénégalais

Nous souhaitons déterminer s'il existait des différences de performances au TRDM entre les élèves des deux pays afin d'essayer de les relier au mode d'enseignement.

Les résultats de l'étude 1 vont dans ce sens et vérifient partiellement notre première hypothèse puisqu'ils diffèrent selon le pays mais sont, contrairement à ce que nous attendions, en faveur des enfants sénégalais : la pédagogie transmissive suggérant de meilleures performances des élèves en situation formelle d'évaluation des compétences mathématiques. En outre, ces résultats ne sont pas dus uniquement à un effet développemental, car ils ont été testés quatre mois avant les enfants martiniquais, soit en fin d'année scolaire, ils avaient donc un niveau d'apprentissage des

mathématiques moins avancé que celui des enfants martiniquais et sont tout de même plus performants. Nous avons par ailleurs choisi de comparer les enfants en créant cinq niveaux dans le but de réduire ces potentiels écarts dus aux périodes différentes de recueil des données. Pourtant, la littérature tend à considérer ce modèle transmissif d'enseignement comme trop figé et traditionnel (Diasse, & Ishizaka, 2019), ne permettant pas de comprendre les processus d'apprentissages et les mécanismes mentaux des élèves, car trop centré sur le contenu.

1.1.2. Facteurs explicatifs de ces différences de performances

Cette divergence avec la littérature est intéressante car elle permet d'envisager que le type d'enseignement ne suffirait pas à conditionner à lui seul les performances des élèves. En effet, les élèves martiniquais sont confrontés à un enseignement plus didactique permettant une certaine liberté dans la manière d'enseigner et s'adaptant à l'élève (Akyeampong & al., 2013). Or, ils sont tout de même moins performants. Peut-être que ce paradoxe s'expliquerait par le fait que les élèves sénégalais, face à un enseignement formel, doivent en cas de difficulté trouver eux-mêmes les ressources cognitives et les stratégies pour les surmonter (ce qui les rendrait plus autonomes en situation d'évaluation), tandis que les enfants martiniquais, même en disposant des stratégies adéquates (Lacombe et al. 2021), se trouveraient plus démunis en situation de test. Une autre explication des différences de performance entre les élèves des deux pays pourrait résider dans les mécanismes sollicités dans l'épreuve de calculs en une minute. Celle-ci nécessite de récupérer rapidement les faits arithmétiques en mémoire, donc de passer par le langage puisqu'ils sont stockés en mémoire à long terme sous forme verbale selon le modèle du triple code (Dehaene, 1992, 1995). C'est ce que semblent faire globalement les élèves sénégalais, qui résolvent plus d'opérations que les martiniquais et vont donc plus vite. Or, les enfants des deux pays parlent plusieurs langues à la maison, dont le français et le créole pour les enfants martiniquais. On peut se demander alors si le lexique mathématique et la structure syntaxique des langues n'influeraient pas, justement, sur la façon d'engrammer et de rappeler les faits arithmétiques pour ces enfants en se « parasitant » l'une l'autre. Dans le cas contraire, l'enfant passe par le calcul, ce qui est chronophage (maîtriser les règles opératoires et les stratégies de calcul, faire appel à la mémoire de travail...) et entraînerait une moyenne peu élevée à cette épreuve. C'est peut-être ce qui se produit chez les enfants martiniquais, ce qui expliquerait les très faibles moyennes obtenues par les deux groupes aux divisions en une minute.

Par ailleurs, les habitudes pédagogiques des enseignants sénégalais, plus formalisées, pourraient "conditionner" les enfants à certains exercices réalisés dans des situations types semblables aux épreuves présentées dans le TRDM et ainsi favoriser ces enfants qui se trouveraient en conditions relativement connues par rapport aux enfants martiniquais. Cette explication concorderait avec les travaux d'Akyeampong et al. (2013) et de Pryor et al. (2012).

1.1.3. Différences de performances entre les enfants scolarisés en zones non prioritaires et en REP

Nous souhaitons étudier la performance des élèves martiniquais via le prisme de la zone éducative afin d'établir un lien potentiel entre les performances mathématiques et le milieu socioéconomique (reflété par les zones éducatives).

Les résultats de l'étude 2 confirment notre deuxième hypothèse et sont en faveur d'une influence des inégalités socioéconomiques (dont les REP sont le reflet) sur les performances

mathématiques socles dès le CE1, qui se répercutent sur la suite du cursus scolaire des enfants scolarisés en zone REP et notamment dans les tâches plus complexes comme le calcul mental. Ces éléments concordent avec la littérature, dans laquelle l'influence de ces inégalités est retrouvée dès les premières années d'école primaire, voire avant (Caille & Rosenwald, 2006 ; Mejias & Schiltz, 2013 ; von Stumm et al., 2022). L'écart plus marqué entre les moyennes des deux groupes d'enfants au fur et à mesure du niveau scolaire dans les additions, soustractions, multiplications et divisions en une minute est en accord avec la publication du CNESEO (2015) où l'on relevait des inégalités de performances se creusant à partir du CE2. Dans notre étude, ces différences s'observent fortement à partir du niveau 4 (CM1 sénégalais et CM2 martiniquais) mais sont présentes dès le CE1, ce qui est également rapporté dans la littérature : on observe une influence précoce du milieu socioéconomique sur la performance mathématique des enfants de primaire, et les inégalités de performance selon ce milieu se creusent avec l'augmentation du niveau scolaire.

1.1.4. Facteurs explicatifs de ces différences de performances entre les enfants en zone non prioritaire et les enfants en zone REP

Les facteurs explicatifs de ces différences peuvent être multiples. Il est probable, conformément à la littérature, que les milieux défavorisés aient retenti sur le développement des compétences numériques non symboliques dès l'enfance, puis sur les compétences symboliques avec l'entrée de l'enfant dans les apprentissages formels. Ainsi, l'enfant issu d'un tel milieu accumulerait des difficultés dans les apprentissages mathématiques, impactant jusqu'aux compétences arithmétiques et de calcul mental (Caille & Rosenwald, 2006 ; Depp, 2018 ; Mejias & Schiltz, 2013 ; von Stumm & al., 2022).

Les enfants scolarisés en REP pourraient utiliser moins de stratégies de calcul mental que les enfants en zone non prioritaire (Jordan et Levine, 2009), ce qui expliquerait leurs difficultés accrues en calculs en une minute. Nous pourrions supposer aussi que les écoles en REP auraient moins de ressources matérielles, ou des infrastructures de moindre qualité influençant potentiellement la qualité d'apprentissage de ces élèves. Le revenu des parents de ces enfants pourrait en outre ne pas permettre de fournir suffisamment de ressources éducatives à la maison pour maintenir les apprentissages vus en classe.

Il est possible que les inégalités de performances augmentant avec le niveau scolaire soient majorées par la volonté d'adopter un enseignement adapté. En effet, adapter l'enseignement aux enfants de milieux prioritaires pourrait entraîner le risque de rendre les entraînements trop aisés pour eux (CNESEO, 2015) et que ces enfants n'acquièrent par les compétences requises en raison d'un niveau d'exigence inférieur à leur réel potentiel. Par ailleurs, le fait de se savoir scolarisés en milieu défavorisé pourrait altérer le sentiment d'efficacité et de compétence personnelles des élèves dans les tâches mathématiques, et créer une forme d'auto-sabotage de leurs performances dans ces milieux.

1.1.5. Différences d'activités et de jeux pratiqués selon les pays et facteurs explicatifs

Nous souhaitons également nous positionner par rapport aux liens entre les types de stimulations reçues au domicile et les performances mathématiques réelles des enfants au TRDM. Nous pourrions ainsi faire le lien entre les mœurs de chaque région (milieu culturel) et les performances en mathématiques et calcul mental.

Les résultats de notre étude 3 confirment partiellement notre troisième hypothèse. Les

questionnaires parentaux ont permis de mettre en évidence une utilisation des nombres et du calcul mental dans les activités de la vie quotidienne significativement plus fréquente chez les enfants sénégalais, et reflète probablement les différences culturelles et éducatives propres à chaque pays. Ces activités impacteraient positivement les performances des élèves en leur fournissant hors contexte scolaire des occasions d'entraîner leurs compétences numériques et de solliciter les fonctions cognitives nécessaires au développement et à la mise en œuvre des dites compétences (Goëbel et al., 2014 ; Hawes & al., 2019 ; Ishii & al., 2014 ; Massé & Nadeau, 2019 ; Peng & al., 2016). Ces éléments sont assez similaires aux corrélations retrouvées par Thompson et al. (2017). Les compétences numériques sont ainsi mobilisées quotidiennement et peuvent expliquer pourquoi les enfants sénégalais ont de meilleures performances au TRDM dans l'étude 1. L'utilisation des nombres au quotidien par les enfants sénégalais fournit de plus nombreuses occasions pour les manipuler et se les approprier avec leurs quantités dans un contexte plus écologique, autre que scolaire. Les enfants sénégalais auraient alors plus de facilités à acquérir et à entretenir leurs connaissances mathématiques une fois entrés à l'école grâce à leurs manipulations antérieures des nombres, qui auront permis de renforcer les codes arabe, verbal, et le sens du nombre (Dehaene & Cohen, 1995 ; Leyva, 2019). Il est possible que les parents martiniquais utilisent moins les nombres et le calcul mental dans les activités quotidiennes en raison d'une volonté de séparer les activités d'apprentissage mathématique des activités faites à la maison, mais nous ne pouvons pas le prouver ici.

Nous supposons aussi que des différences apparaîtraient entre les enfants des deux pays concernant l'utilisation de jeux utilisant les nombres. Cette hypothèse n'est pas confirmée et pourrait s'expliquer qualitativement par le fait que les enfants des deux pays semblent autant apprécier les uns que les autres de jouer à des jeux de ce type (d'après leurs réponses aux échelles des questionnaires demandant s'ils apprécient jouer à ce type de jeu et les exemples donnés).

1.1.6. Corrélation entre la fréquence de jeu et les performances en mathématiques des enfants sénégalais, facteurs explicatifs

Nous avons tout de même émis l'hypothèse que la fréquence de jeu serait corrélée aux performances des enfants sénégalais. Cette hypothèse est confirmée et en accord avec les données de la littérature. Plus les enfants jouent, notamment à des jeux utilisant les nombres, plus ils seraient performants en calcul rapide et en multiplications, diversifieraient les occasions d'apprentissage ludique, entraîneraient les fonctions cognitives utiles à ces apprentissages mathématiques, et interagiraient avec leurs aidants naturels. Exposés fréquemment à ces jeux, les enfants renforceraient leurs compétences non symboliques, qui nous l'avons dit, agiraient par la suite sur les compétences de plus haut niveau dont les compétences symboliques et l'arithmétique (Hawes & al., 2019 ; Ishii & al., 2014 ; Peng & al., 2016 ; Ramani & al., 2015 ; Skwarchuk & al., 2014), avantageant notablement les élèves sénégalais au TRDM (étude 1), qui utilisaient déjà plus fréquemment les nombres au quotidien (étude 2) que les enfants martiniquais.

Nous ne pouvons évoquer la fréquence de jeu sans parler du rôle des parents qui accompagnent probablement leurs enfants et s'impliquent dans ces activités. Qualitativement, nous avons en effet constaté que plusieurs jeux mentionnés se jouaient à plusieurs (que ce soit du côté martiniquais ou sénégalais), enfants et parents interagiraient donc ensemble autour de ces jeux. Les parents fournissent probablement des commentaires et des retours sur les performances de leurs enfants et leur façon de calculer ou de compter. Ils doivent aussi participer à la régulation de l'échange et

au maintien de l'attention de l'enfant sur la tâche. Tous ces éléments participent à la stimulation de grandes fonctions cognitives nécessaires à l'utilisation des compétences mathématiques sollicitées dans les épreuves du TRDM (Hawes & al., 2019 ; Ishii & al., 2014 ; Peng & al., 2016). Rappeler des faits arithmétiques dans les épreuves de calcul rapide par exemple, ou écrire les nombres sous dictée, serait plus facile pour les enfants jouant fréquemment car les faits arithmétiques seraient mobilisés plus souvent en mémoire à court terme et de travail grâce aux jeux. L'image visuelle des nombres arabes serait également actualisée plus fréquemment.

1.1.7. Différences de performances mathématiques des enfants sénégalais selon le type de jeu pratiqué et facteurs explicatifs

Enfin, nous souhaitons étudier le lien entre la performance mathématique et le type de jeu, dans le but de déterminer les stimuli les plus efficaces sur la performance des enfants. Notre dernière hypothèse était que le type de jeu utilisé à domicile influencerait les performances des enfants sénégalais.

Les résultats de l'étude 3 confirment également cette dernière hypothèse : les enfants jouant à des jeux spécifiquement numériques ont de meilleures performances que les enfants jouant à des jeux de plateau classiques. Même s'il n'existe pas de consensus dans la littérature à ce sujet, les jeux spécifiquement numériques sembleraient impacter positivement les performances numériques et cognitives des enfants de par la spécificité des compétences numériques qu'ils demandent d'acquérir ou de travailler (Carr, 2012 ; Cornu & al., 2019 ; Fokides, 2018 ; Johnson & al., 2012), tout en étant attractifs et motivants (surtout lorsqu'ils sont sous format informatisé). Ce type de jeu permettrait, notamment lorsqu'ils sont sur écran, de solliciter et renforcer les habiletés visuo-spatiales corrélées d'après Cornu et al. (2019) aux habiletés mathématiques précoces et à l'apprentissage formel de l'arithmétique à l'école primaire. Ainsi, ce type de jeu en situation informelle, couplée aux apprentissages formels, constituerait une forme de tremplin à l'acquisition des compétences mathématiques clés de primaire.

1.2. Limites de la recherche

1.2.1. Limites liées à la méthodologie

Nous ne pouvons pas véritablement conclure dans l'étude 1 sur le rôle de l'enseignement dans la performance mathématique des enfants, car pour cela il aurait fallu mettre en regard les résultats des élèves avec les réponses des enseignants au questionnaire portant sur leurs pratiques professionnelles, dont nous ne disposons pas. Par ailleurs, nous n'avons pas connaissance des conditions de passation du TRDM. Nous ne savons pas si les consignes ont été expliquées de manière adéquate, si les enfants les ont bien comprises, ni si l'environnement était propice à la mobilisation de leur attention durant la tâche. Or, nous savons que cette fonction cognitive est primordiale pour l'exécution de tâches mathématiques et notamment en calcul mental (Hawes & al., 2019 ; Massé & Nadeau, 2019), il aurait donc été intéressant de pouvoir vérifier le niveau d'attention des élèves afin de s'assurer que les différences de performances entre les deux groupes ne s'expliquent pas que par ce facteur.

Les facteurs explicatifs des différences de performances selon le milieu socioéconomique restent imprécis car hormis la zone éducative à laquelle appartenaient les écoles des enfants, nous ne disposons pas d'informations sur le contexte socioéconomique des familles de nos participants,

ni des variables susceptibles d'influer sur les performances des enfants (niveau socioéconomique des familles, ressources humaines et matérielles des écoles, etc.). En disposer nous aurait permis de nous appuyer sur des travaux comme ceux de Larson et al. (2015). Par ailleurs, nous avons pu constater qu'en fonction des épreuves, certaines différences de performances n'étaient pas significatives. La dictée et la comparaison de nombres sont en effet les épreuves les plus faciles, où les enfants obtiennent globalement des scores proches du maximum. Ces éléments seraient en faveur d'un manque de sensibilité des épreuves de dictée et de comparaison de nombres. Elles nécessitent la mobilisation de compétences de base acquises avant même l'entrée à l'école ou adaptées au niveau scolaire actuel de l'enfant (mobilisation du code analogique pour la comparaison de nombres, transcodage du code verbal oral au code arabe pour la dictée, sens du nombre), elles ne sont donc pas censées poser particulièrement problème si les acquis se font normalement au cours de la scolarité des enfants. En revanche, le reste des épreuves est plus complexe et demande plus de ressources cognitives, ce qui accroît les écarts entre les enfants. on ne peut donc pas considérer que ces différences soient particulièrement alarmantes. Il est dommage de ne pas avoir d'équivalent aux zones REP au Sénégal, nous aurions pu comparer l'influence du milieu socioéconomique sur les performances mathématiques des élèves en fonction des deux pays.

Il aurait été intéressant également de pouvoir déterminer s'il existait une corrélation entre la fréquence de jeu et les performances des enfants martiniquais afin de comparer les deux pays. Malheureusement, les questionnaires que nous avons recueillis pour ce pays sont partiellement remplis et beaucoup de parents martiniquais n'ont donné qu'un exemple de jeu, ce qui limitait les comparaisons au vu du nombre de catégories de jeux que nous avons dû distinguer. Les parents sénégalais avaient au contraire donné plusieurs exemples, ce qui nous a permis de faire ces comparaisons. Par ailleurs, le mode de réponse sous forme d'échelles entraîne probablement un manque de spécificité des questionnaires. Enfin, la distinction que nous avons faite entre les jeux de plateau et les jeux numériques pose problème : les jeux numériques mentionnés dans les questionnaires enfant et parent contiennent en grande partie des jeux « informatiques ». Il est donc difficile de savoir si les scores des enfants sénégalais sont supérieurs avec les jeux dits « numériques » grâce au fait que ces jeux entraînent les compétences mathématiques sollicitées dans les épreuves du TRDM, ou si c'est l'aspect motivationnel des jeux « informatiques » qui permet de meilleurs scores. Nous voyons donc qu'il est nécessaire d'envisager également les facteurs propres à l'enseignant et à l'enfant susceptibles de causer ces différences de performances et ils peuvent être multiples. A notre connaissance, les auteurs ne font pas consensus concernant l'influence des types de jeu sur les performances en mathématiques d'enfants de primaire et la majorité des études semblent empiriques. Nous n'avons pas retrouvé d'études portant spécifiquement sur le Sénégal et la Martinique, ce qui reflète les difficultés globales que nous avons eues à trouver des recherches mentionnant spécifiquement ces deux régions du monde tout au long de notre travail.

Nous rajoutons qu'il aurait été judicieux, pour contrôler les conditions de passation, de filmer les enfants afin d'observer de manière qualitative les différentes manifestations physiques du manque d'attention, d'anxiété, ou encore d'avoir une idée de l'ambiance de travail, de la façon dont l'enseignant a annoncé les consignes et s'est adapté aux élèves. Recueillir les données des questionnaires enseignant, dont nous ne disposons pas, aurait permis d'obtenir des données quantitatives et qualitatives plus précises sur les relations entre le milieu socioscolaire et les performances en mathématiques des enfants. Pour interpréter efficacement les résultats de cette

étude, il conviendrait de contrôler un nombre considérable de variables : celles relatives aux enseignants (mode d'enseignement, posture de l'enseignant, etc.), à l'environnement scolaire (bruit, caractéristiques du groupe classe...), celles relatives aux enfants (état psychologique lors des passations, mesure du niveau d'attention, attrait pour les mathématiques...) et de prendre en compte toutes les variables susceptibles d'interférer avec nos résultats (dont les variables sociologiques), ce qui bien entendu n'est pas possible dans les limites de ce travail.

1.2.2. Limites liées à la population

Les différences de performances entre les élèves des deux pays sont à nuancer en tenant compte de la grande étendue d'âge des enfants sénégalais dans chaque classe : certains enfants sont bien plus âgés que la moyenne d'âge de leurs camarades, des différences dans les capacités à raisonner, à traiter les informations, ou encore dans la maîtrise du concept de nombre et dans la précision du sens du nombre ne sont pas à négliger et sont susceptibles d'influer sur les performances. De même, les performances des enfants martiniquais sont à interpréter avec prudence, car ils sont susceptibles d'avoir perdu certains de leurs acquis pendant les vacances précédant les passations, ce qui ne refléterait pas réellement leur performance. On peut supposer que dans ces circonstances, le manque de stimulation de la mémoire à court terme, l'absence de récupération en mémoire à long terme de certaines stratégies de résolution de calculs ou des faits arithmétiques peuvent augmenter le temps de traitement des calculs présentés et ainsi influencer la performance des enfants martiniquais en calcul rapide.

Nous avons obtenu plus de réponses aux questionnaires de la part des parents sénégalais, ce qui invite à interpréter les résultats avec prudence dans l'étude 3. En outre, les réponses des parents aux questionnaires ne sont pas objectives : ils ont pu, en voulant donner une bonne image de leur enfant, surestimer les activités utilisant les nombres et la fréquence de jeux en étant influencés par le contexte de l'étude.

1.3. Implications pratiques

Les résultats de l'étude sont particulièrement intéressants pour la pratique clinique. L'influence des milieux socioéconomique, socioscolaire et culturel sur les performances en mathématiques des enfants de primaire constituent autant de points sur lesquels l'orthophoniste devrait porter son attention dans la prise en soin globale d'enfants ayant des difficultés d'apprentissage des mathématiques. En effet, la prise en soin d'un enfant ne peut se faire sans considérer son environnement et les liens qu'il entretient avec ses aidants.

Les effets négatifs d'un milieu socioéconomique défavorisé sur les compétences cognitives et numériques des enfants renforcent l'idée présente dans la littérature qu'il est toujours nécessaire à l'heure actuelle de poursuivre les actions de repérage des difficultés en mathématiques dans les milieux sensibles, notamment dans les zones REP, même si depuis 2018 (Depp, 2018) les inégalités de performances mathématiques entre les élèves de milieu défavorisé et plus favorisé ont tendance à diminuer (du moins en France métropolitaine). Le fait que les inégalités du milieu socioéconomique se répercutent très précocement sur les habiletés mathématiques des enfants nous incitent, en tant que professionnel, à participer aux actions de repérage et de prévention (qui fait partie intégrante du décret d'actes des orthophonistes) menées dans les établissements scolaires, que ce soit directement ou indirectement via le partenariat avec les enseignants. Au vu des liens entre le milieu

socioscolaire (dont le style d'enseignement) et la performance des enfants en mathématiques et en calcul mental, le partenariat orthophoniste – enseignant semble encore plus important et notamment en zone REP. Il permettra de réduire les difficultés en coordonnant les actions avec le personnel scolaire, voire de les prévenir. En agissant de concert et à notre échelle sur l'adaptation du milieu scolaire aux difficultés des enfants, on pourrait ainsi favoriser la bonne acquisition des compétences numériques formelles nécessaires au calcul mental dans les classes dès le CP. La mise en évidence d'une corrélation entre la fréquence de jeu et les performances en mathématiques nous permet d'envisager un partenariat parental renforcé dans la rééducation des retards d'apprentissage de la cognition mathématique en incitant les parents à jouer au maximum avec leur enfant à des jeux utilisant les nombres. Les différences de performances mathématiques des enfants sénégalais selon le type de jeu pratiqué nous renseignent sur le type de jeu à privilégier, à domicile comme en séance. Le soutien de l'apprentissage des mathématiques par l'utilisation ciblée de jeux spécifiquement numériques à domicile, en classe ou en séance permettrait d'augmenter les performances mathématiques des enfants.

1.4. Pistes de recherche

Nous souhaitons étudier l'influence du milieu sur les performances en mathématiques et en calcul mental d'enfants de primaire du CP au CM2 martiniquais et sénégalais. Nous constatons que pour discuter plus efficacement de l'influence du style d'enseignement et donc du milieu socioscolaire sur la performance mathématique des élèves, il serait intéressant de réitérer cette étude en utilisant le questionnaire enseignant qui avait initialement été diffusé en même temps que les questionnaires parent et élève. Il permettrait de rassembler des données sur les formations des enseignants, les supports de cours, le matériel, les jeux et les rituels utilisés. Une suite de mémoire pourrait s'intéresser à l'impact des pratiques des enseignants sur le développement cognitif des enfants en utilisant ces réponses. Pour s'assurer de la représentativité des résultats, il conviendrait également de recueillir les données des enfants des deux pays au même moment et entre deux périodes de vacances afin de limiter les effets développemental, d'apprentissage et de maturation. Un doctorat permettrait de développer ce sujet de façon plus approfondie en reprenant une revue de littérature complète sur les effets des différents milieux concernant les compétences mathématiques des enfants d'école primaire des mêmes régions. Un questionnaire supplémentaire portant sur la manière dont les activités et les jeux utilisant les nombres et le calcul mental sont menés dans les foyers de chaque enfant pourrait être transmis. Ceci amènerait probablement des informations sur le type d'interaction parentale, le vocabulaire mathématique utilisé à la maison ou encore les signes de compréhension ou non montrés par l'enfant.

Conclusion

Notre étude s'inscrivait dans le projet global Africa 2020 dont les acteurs étudiaient les environnements socioculturels de la Martinique et du Sénégal. Leur but visait la compréhension des mécanismes mentaux et des phénomènes culturels concernant le calcul mental. Dans le présent travail nous nous sommes attachée à investiguer les relations entre les milieux socioéconomique, socioscolaire et les performances en mathématiques et en calcul mental d'enfants martiniquais et sénégalais des cycles 2 et 3. Nous avons également examiné leurs habitudes de jeu et le lien avec

leurs performances en mathématiques et en calcul mental.

Pour ce faire, nous avons évalué la construction du nombre et les compétences en calcul mental de 257 enfants martiniquais (dont certains scolarisés en REP) et 156 enfants sénégalais du CE1 au CM2. Les élèves ont passé le TRDM et des questionnaires parent et enfant ont été transmis pour compléter les analyses quantitatives. Les passations ont été faites dans les classes et les données ont été recueillies en juin 2022 pour le Sénégal et en octobre 2022 pour la Martinique.

Les résultats suggèrent des différences de performances en mathématiques et en calcul mental entre les enfants des deux régions, en faveur des enfants sénégalais. Des différences significatives de performances en mathématiques et en calcul mental ressortent également selon la zone éducative dans laquelle sont scolarisés les enfants martiniquais, au détriment du groupe REP. Concernant les habitudes de jeu, une fréquence significativement plus élevée d'utilisation des activités utilisant les nombres est retrouvée chez les enfants sénégalais. Aucune différence significative entre les deux pays n'apparaît concernant la fréquence d'utilisation de jeux utilisant les nombres. Mais une corrélation positive et significative est calculée entre la fréquence de jeu et les performances mathématiques des enfants sénégalais en calculs rapides et en multiplication. Enfin, des différences significatives de performances mathématiques chez les enfants sénégalais apparaissent en fonction du type de jeu et sont en faveur des jeux spécifiquement numériques. Des limites liées à nos échantillons, au matériel, aux variables à prendre en compte et à la pluralité des facteurs explicatifs invitent toutefois à interpréter prudemment les résultats.

Du point de vue orthophonique, ces résultats permettent d'insister sur l'importance de prendre en compte le patient dans sa globalité et dans son milieu, en particulier grâce au partenariat parental. Ils soulignent l'intérêt d'un enseignement adapté à la population cible et d'un travail de sensibilisation à l'utilisation des nombres dans les activités du quotidien. Enfin, ils nous permettent de sélectionner de façon pertinente le matériel rééducatif en tenant compte du lien entre le type de jeu choisi et les performances mathématiques des enfants.

Pour compléter le travail effectué dans ce mémoire, nous pourrions mener une étude longitudinale sur quelques enfants des mêmes écoles et des mêmes régions, en prenant en considération les variables sociologiques, scolaires et économiques dès le CP et jusqu'en CM2 afin d'étudier leur effet prédicteur sur les compétences mathématiques des enfants. Transférer cette étude en France pourrait être intéressant, en comparant la France métropolitaine et les DOM-COM pour voir s'il existe le même type de différences de performances en mathématiques entre les élèves et si les résultats sont similaires à l'échelle nationale.

Bibliographie

- Académie de Martinique. (2021). *Éducation prioritaire*. Repéré à : <https://www.ac-martinique.fr/Éducation-prioritaire-121563>
- Akyeampong, K., Lussier, K., Pryor, J., & Westbrook, J. (2013). Improving teaching and learning of basic maths and reading in Africa : Does teacher preparation count? *International Journal of Educational Development*, 33(3), 272-282. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2012.09.006>
- Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 427-435. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.06.003>
- Baird, K. (2012). Class in the classroom : The relationship between school resources and math performance among low socioeconomic status students in 19 rich countries. *Éducation Economics*, 20(5), 484-509. <https://doi.org/10.1080/09645292.2010.511848>
- Baroody, A. (2006). Why children have difficulties mastering the basic number facts and how to help them. *Teaching Children Mathematics*, 13, 22-31. <https://doi.org/10.5951/TCM.13.1.0022>
- Beauchesne, G.-L.-B., Macoir, J., & Bier, N. (2009). Nouns and numbers : Dissociation between semantic and numerical abilities in semantic dementia. *Revue de neuropsychologie*, 1(4), 299-311.
- Benn, Y., Zheng, Y., Wilkinson, I. D., Siegal, M., & Varley, R. (2012). Language in calculation : A core mechanism? *Neuropsychologia*, 50(1), 110. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.045>
- Bernabini, L., Tobia, V., Guarini, A., & Bonifacci, P. (2020). Predictors of Children's Early Numeracy : Environmental Variables, Intergenerational Pathways, and Children's Cognitive, Linguistic, and Non-symbolic Number Skills. *Frontiers in Psychology*, 11(1), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.505065>
- Bortot, M., Regolin, L., & Vallortigara, G. (2021). A sense of number in invertebrates. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 564, 37-42. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2020.11.039>
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 46(1), 318. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x>
- Caille, JP., & Rosenwald, F. (2006). *Les inégalités de réussite à l'école élémentaire : construction et évolution*. Insee. Repéré à : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1373137?sommaire=1373141>
- Carr, J. (2012). Does Math Achievement h'APP'en when iPads and Game-Based Learning are Incorporated into Fifth-Grade Mathematics Instruction? *Journal of Information Technology*

Education: Research, 11, 269-286. <https://doi.org/10.28945/1725>

Chartier, D. (2003). Les styles d'apprentissage, entre flou conceptuel et intérêt pratique. *Savoirs*, 2(2), 7-28.

Cohen, L., Dehaene, S., Chochon, F., Lehéricy, S., & Naccache, L. (2000). Language and calculation within the parietal lobe: A combined cognitive, anatomical and fMRI study. *Neuropsychologia*, 38(10), 1426-1440. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(00\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(00)00038-5)

Commodari, E., La Rosa VL. (2021). General academic anxiety and math anxiety in primary school. The impact of math anxiety on calculation skills. *Acta Psychol (Amst)*, 220(1). doi: 10.1016/j.actpsy.2021.103413.

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), 121. <https://doi.org/10.1080/10888691.2016.1276835>

Cowan, R., Donlan, C., Shepherd, D.-L., Cole-Fletcher, R., Saxton, M., & Hurry, J. (2011). Basic calculation proficiency and mathematics achievement in elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 103(4), 786-803. <https://doi.org/10.1037/a0024556>

Cristol, D. & Muller, A. (2013). Les apprentissages informels dans la formation pour adultes. *Savoirs*, 32, 11-59. <https://doi.org/10.3917/savo.032.0011>

CNESCO, (2015). *Nombres et opérations : premiers apprentissages à l'école primaire*. https://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2017/04/Numeration_Dossier_synthese.pdf

Daucourt, M. C., Napoli, A. R., Quinn, J. M., Wood, S. G., & Hart, S. A. (2021). The home math environment and math achievement : A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 147(6), 565-596. <https://doi.org/10.1037/bul0000330>

Helloin, M.-C., Lafay, A. (2018). DéCaLigne

Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(12), 142. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90049-N](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90049-N)

Dehaene, S. (1997). *The Number Sense : How The Mind Creates Mathematics*. Oxford University Press, New York.

Dehaene S., & Cohen, L., (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Math. Cognit*, 1, 83-120.

Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L., & Wilson, A. J. (2004). Arithmetic and the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 14(2), 218-224. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2004.03.008>

Delahaye, J. P. (2015). Grande pauvreté et réussite scolaire. Le choix de la solidarité pour la réussite de tous. (Rapport de l'Inspection Générale). Paris: Ministère de l'Éducation Nationale de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Repéré à : <http://www.Éducation.gouv.fr/cid88768/grande-pauvrete-et-reussitescolaire-le-choix-de-la-solidarite-pour-la-reussite-de-tous.html>

Dellatolas, G., von Aster, M., Willadino-Braga, L., Meier, M., & Deloche, G. (2000). Number processing and mental calculation in school children aged 7 to 10 years: A transcultural comparison. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9(S2), 102-110. <https://doi.org/10.1007/s007870070003>

Depp (2018). *PISA 2018 : culture mathématique, culture scientifique et vie de l'élève*. Repéré à : <https://www.Éducation.gouv.fr/pisa-2018-culture-mathematique-culture-scientifique-et-vie-de-l-eleve-6209>

De Vos, T. (1992). Tempo Test Rekenen (TTR). Nijmegen: Berkhout.

Diasse, A., & Ishizaka, H. (2019). Introduction of The Competency Based Approach in Teaching and Learning Mathematics at Elementary School Level in Senegal -Successes And Challenges. *NUE Journal of International Educational Cooperation*, 13, 57-66. Repéré à : <https://www.semanticscholar.org/paper/Diasse-Ishizaka>

Eduscol. Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports - Direction générale de l'enseignement scolaire. *Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques au cycle 2*. (2022). Repéré à : <https://eduscol.Éducation.fr/177/mathematiques-cycle-2>

Fayol, M. (2008). L'acquisition de l'arithmétique élémentaire. *Médecine/sciences*, 24(1), 87-90. <https://doi.org/10.1051/medsci/200824187>

Fokides, E. (2017). *Education and Information* Digital educational games and mathematics. Results of a case study in primary school settings. *Education and Information Technologies*, 23(2), 851-867. DOI: [10.1007/s10639-017-9639-5](https://doi.org/10.1007/s10639-017-9639-5)

Friso-van den Bos, I., van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Éducational Research Review*, 10, 29-44. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.05.003>

Garçon, M., & Ngirane, C. (2022). Challenges of teaching mental arithmetic and school performances in a post-colonial context: a case study in senegalese primary schools. *Giornale Italiano di Educazione alla Salute, Sport e Didattica Inclusiva*, 6(4), 5-6.

Girard, C., Bastelica, T., Léone, J., Epinat-Duclos, J., Longo, L., & Prado, J. (2021). The relation between home numeracy practices and a variety of math skills in elementary school children. *PloS*

One, 16(9), 1-30. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255400>

Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). *The Child's Understanding of Number*. Harvard University Press.

General Assembly of the World Medical Association. (2014). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *The Journal of the American College of Dentists*, 81(3), 14-18.

Göbel, S. M., Moeller, K., Pixner, S., Kaufmann, L., & Nuerk, H.-C. (2014). Language affects symbolic arithmetic in children: the case of number word inversion. *Journal of Experimental Child Psychology*, 119, 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.10.001>

Hart, S. A., Ganley, C. M., & Purpura, D. J. (2016). Understanding the Home Math Environment and Its Role in Predicting Parent Report of Children's Math Skills. *PloS One*, 11(12), 1-30. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168227>

Hawes, Z., Sokolowski, H. M., Ononye, C. B., & Ansari, D. (2019). Neural underpinnings of numerical and spatial cognition : An fMRI meta-analysis of brain regions associated with symbolic number, arithmetic, and mental rotation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 103, 316-336. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.05.007>

Howard, S. R., Avarguès-Weber, A., Garcia, J. E., Greentree, A. D., Dyer, A. G. (2018). Numerical ordering of zero in honey bees. *Science*, 360(6393), 1124-1126. <https://doi.org/10.1126/science.aar4975>

Howard, S. R., Avarguès-Weber, A., Garcia, J. E., Greentree, A. D., Dyer, A. G. (2019). Numerical cognition in honeybees enables addition and subtraction. *Sci Adv*, 5(2), 1-6. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav0961>

Insee. (2020). *Pauvreté et niveau de vie : 29 % des Martiniquais vivent sous le seuil de pauvreté—Insee Analyses Martinique*. Repéré à : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4622691>

Insee. (2021). *Inégalités sociales dans l'enseignement scolaire – France, portrait social*. Repéré à : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5432431?sommaire=5435421&q=in%C3%A9galit%C3%A9s+scolaire#graphique-figure1>

Ishii, R., Canuet, L., Ishihara, T., Aoki, Y., Ikeda, S., Hata, M., Katsimichas, T., Gunji, A., Takahashi, H., Nakahachi, T., Iwase, M., & Takeda, M. (2014). Frontal midline theta rhythm and gamma power changes during focused attention on mental calculation : An MEG beamformer analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00406>

Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Ludgate, H. (2012). The NMC

horizon report: 2012 K-12. Austin: The New Media Consortium.

Jordan, N. C., & Levine, S. C. (2009). Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15(1), 60-68. <https://doi.org/10.1002/ddrr.46>

Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Olah, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number Sense Growth in Kindergarten : A Longitudinal Investigation of Children at Risk for Mathematics Difficulties. *Child Development*, 77(1), 153-175. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x>

Krajcsi, A., Fedele, M., Reynvoet, B. (2023). The approximate number system cannot be the leading factor in the acquisition of the first symbolic numbers. *Cognitive Development*, 65(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101285>

Krajewski, K., & Schneider, W. (2009). Early development of quantity to number-word linkage as a precursor of mathematical school achievement and mathematical difficulties : Findings from a four-year longitudinal study. *Learning and Instruction*, 19(6), 513-526. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.10.002>

Lacombe, N., De Chambrier, A.-F., & Dias, T. (2021). Des données probantes au service de l'enseignement différencié des mathématiques. *Revue De Mathématiques Pour l'école*, 236, 13–26. <https://doi.org/10.26034/vd.rm.2021.1441>

Lafay, A., St-Pierre, M.-C., & Macoir, J. (2013). Développement des systèmes numériques non symboliques et prédicteurs de réussite mathématique. *Glossa*, 112, 117.

Larson, K., Russ, S. A., Nelson, B. B., Olson, L. M., & Halfon, N. (2015). Cognitive Ability at Kindergarten Entry and Socioeconomic Status. *Pediatrics*, 135(2), 440-448. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-0434>

Lépine, R., Camos, V., & Barrouillet, P. (2003). Différences inter-individuelles chez l'enfant. Mémoire de travail et attention contrôlée. *Psychologie différentielle : recherches et réflexions*. Presses Universitaires de Rennes.

Levine, S. C., Jordan, N. C., & Huttenlocher, J. (1992). Development of calculation abilities in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 53(1), 72-103. [https://doi.org/10.1016/s0022-0965\(05\)80005-0](https://doi.org/10.1016/s0022-0965(05)80005-0)

Leyva, D. (2019). How Do Low-Income Chilean Parents Support Their Preschoolers' Writing and Math Skills in a Grocery Game? *Early Education and Development*, 30(1), 114-130. <https://doi.org/10.1080/10409289.2018.1540250>

Lillard, A., & Else-Quest, N. (2006). The early years. Evaluating Montessori education. *Science*, 313(5795), 1893-1894. <https://doi.org/10.1126/science.1132362>

- Lorenzi, E., Perrino, M., & Vallortigara, G. (2021). Numerosities and Other Magnitudes in the Brains : A Comparative View. *Frontiers in Psychology*, 12(1), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.641994>
- Maclellan, E. (2001). Mental Calculation : Its place in the development of numeracy. *Westminster Studies in Éducation*, 24(2), 145-154. <https://doi.org/10.1080/0140672010240205>
- Malone, S. A., Heron-Delaney, M., Burgoyne, K., & Hulme, C. (2019). Learning correspondences between magnitudes, symbols and words : Evidence for a triple code model of arithmetic development. *Cognition*, 187, 19. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.11.016>
- Marcon, L., Lafay, A. (2020). Intervention mathématique à l'aide du logiciel informatique DéCaLigne ciblant la ligne numérique et le calcul chez les enfants ayant un trouble des apprentissages en mathématiques. *Glossa*, 128(1), 27-52.
- Massé, L., & Nadeau, M.-F. (2019a). Comment aider les élèves ayant un TDAH à mieux réussir en mathématique ? *La foucade*, 19(2), 99-102.
- Massé, L., & Nadeau, M.-F. (2019b). Comment aider les élèves présentant un TDAH à mieux réussir en lecture ? *La foucade*.
- McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation : Evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4(2), 171-196. [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(85\)90069-7](https://doi.org/10.1016/0278-2626(85)90069-7)
- Mejias, S., & Schiltz, C. (2013). Estimation abilities of large numerosities in Kindergartners. *Frontiers in Psychology*, 4, 518. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00518>
- Mejias, S., Muller, C., & Schiltz, C. (2019). Assessing Mathematical School Readiness. *Frontiers in Psychology*, 10, 1-8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01173>
- Metzler, J., & Woessmann, L. (2012). The impact of teacher subject knowledge on student achievement : Evidence from within-teacher within-student variation. *Journal of Development Economics*, 99(2), 486-496. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2012.06.002>
- Ministère de l'Éducation Nationale. (1991, 16 février). *Loi d'Orientation de l'Éducation Nationale n° 91-22 du 16 février 1991*. <https://www.education.sn/fr/search/node?keys=loi+91-22>
- Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports (2018). *Bulletin officiel spécial n°3 du 5 avril 2018. Enseignement du calcul : un enjeu majeur pour la maîtrise des principaux éléments de mathématiques à l'école primaire*. Repéré à : <https://www.Éducation.gouv.fr/bo/18/Special3/MENE1809042N.htm>

Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports (2019). *Bulletin officiel n°22 du 29 mai 2019. Circulaire de rentrée 2019: les priorités pour l'école primaire*. Repéré à : https://www.education.gouv.fr/bo/19/Hebdo22/MENE1915810C.htm?cid_bo=142385

Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports. (2021). *L'éducation prioritaire*. Repéré à : <https://www.Éducation.gouv.fr/l-Éducation-prioritaire-3140>

Odic, D., Starr, A. (2018). An Introduction to the Approximate Number System. *Child Dev Perspect.*, 12(4), 223-229.

PASEC. (2016). PASEC2014 – Performances du système éducatif sénégalais : Compétences et facteurs de réussite au primaire. PASEC, CONFEMEN, Dakar

Peng, P., Namkung, J. M., Fuchs, D., Fuchs, L. S., Patton, S., Yen, L., Compton, D. L., Zhang, W., Miller, A., & Hamlett, C. (2016). A longitudinal study on predictors of early calculation development among young children at risk for learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 152, 221-241. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.07.017>

Praet, M., Titeca, D., Ceulemans, A., & Desoete, A. (2013). Language in the prediction of arithmetics in kindergarten and grade 1. *Learning and Individual Differences*, 27, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.07.003>

Proulx, J. (2017). Le calcul mental en mathématiques : Quels potentiels pour l'activité mathématique ? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Éducation*, 17(4), 288-307. <https://doi.org/10.1080/14926156.2017.1378833>

Pryor, J., Akyeampong, K., Westbrook, J., & Lussier, K. (2012). Rethinking teacher preparation and professional development in Africa : An analysis of the curriculum of teacher Éducation in the teaching of early reading and mathematics. *The Curriculum Journal*, 23(4), 409-502. <https://doi.org/10.1080/09585176.2012.747725>

Purpura, D. J., & Ganley, C. M. (2014). Working memory and language : Skill-specific or domain-general relations to mathematics? *Journal of Experimental Child Psychology*, 122, 104-121. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.12.009>

Ramani, G. B., Rowe, M. L., Eason, S. H., & Leech, K. A. (2015). Math talk during informal learning activities in head start families. *Cognitive Development*, 35, 15-33. doi:10.1016/j.cogdev.2014.11.002

République du Sénégal-Direction de l'enseignement élémentaire. (2008). *Module 1. Textes officiels et enseignement des mathématiques, sciences et technologie*. Repéré à : <https://apprendre.auf.org>

Rocher, T. (2016). Construction d'un indice de position sociale des élèves. *Éducation & formations*, 90, 527. <https://doi.org/10.48464/hal-01350095>

SCEREN. (2010). *Le nombre au cycle 2*. <https://media.eduscol.education.fr/>

Skwarchuk, S.-L., Sowinski, C., & LeFevre, J.-A. (2014). Formal and informal home learning activities in relation to children's early numeracy and literacy skills : The development of a home numeracy model. *Journal of Experimental Child Psychology*, 121, 63-84. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.11.006>

SNUipp (2019). *L'éducation prioritaire*. Repéré à : <https://www.snuipp.fr/metier/ecole/lEducation-prioritaire>

Therer, J., Willemart, C.-L. (1984). Styles et stratégies d'enseignement et de formation - Approche paradigmatique par vidéo, *Probio Revue*, 7(1).

Thompson, R.J., Napoli, A.R., & Purpura, D.J. (2017). Age-related differences in the relation between the home numeracy environment and numeracy skills. *Inf Child Dev*, 26(5), 1-13. <https://doi.org/10.1002/icd.2019>

UNESCO. (2016). *Sénégal*. Repéré à : <http://uis.unesco.org/fr/country/sn>

Vanbinst, K., & De Smedt, B. (2016). Individual differences in children's mathematics achievement : The roles of symbolic numerical magnitude processing and domain-general cognitive functions. *Progress in Brain Research*, 227, 105-130. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.04.001>

Vanmarle, K., Chu, F.-W., Mou, Y., Seok, J., Rounder, J., Geary, D. (2016). Attaching meaning to the number words: contributions of the object tracking and approximate number systems. *Developmental Science*, 21(1), 3-33. doi: [10.1111/desc.12495](https://doi.org/10.1111/desc.12495)

van Rinsveld, A., Brunner, M., Landerl, K., Schiltz, C., & Ugen, S. (2015). The relation between language and arithmetic in bilinguals : Insights from different stages of language acquisition. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2015.00265>

Vause, A., Dupriez, V., & Dumay, X. (2010). L'efficacité différenciée des pratiques pédagogiques sur les performances en mathématiques des élèves de sixième primaire en Belgique francophone. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, 42(4), 234-246. <https://doi.org/10.1037/a0018038>

von Aster, M. (2000). Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation : Varieties of developmental dyscalculia. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9 (2), 41-57. <https://doi.org/10.1007/s007870070008>

von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49(11), 868-873. doi:10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x

von Stumm, S., Cave, S. N., & Wakeling, P. (2022). Persistent association between family socioeconomic status and primary school performance in Britain over 95 years. *Npj Science of Learning*, 7(1), 1-6. <https://doi.org/10.1038/s41539-022-00120-3>

Wassongma, H., & Fall, F. S. (2019). Analyse de l'efficacité des écoles primaires sénégalaises à partir de la méthode des frontières stochastiques. *Revue d'économie du développement*, 27(4), 97-128.

Zippert, E., & Ramani, G. (2016). Parents' Estimations of Preschoolers' Number Skills Relate to at-Home Number-Related Activity Engagement. *Infant and Child Development*, 26(2), n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/icd.1968>

Liste des annexes

Annexe A1 : Autorisation de captation image-voix mineur.

Annexe A2 : Lettre accord interview personne majeure.

Annexe A3 : Tableau 3. Statistiques descriptives et *t* test - Résultats des enfants martiniquais et sénégalais au TRDM par niveau.

Annexe A4 : Résultats des enfants martiniquais au TRDM par niveau selon la zone éducative et *t*-test.

Annexe A5 : Figure 1. Fréquence d'utilisation des nombres et du calcul mental dans des activités de la vie courante chez les enfants martiniquais et sénégalais.

Annexe A6 : Figure 2. Fréquence d'utilisation de jeux utilisant les nombres chez les enfants martiniquais et sénégalais.

Annexe A7 : Figure 3. Corrélation entre la fréquence de jeu et les performances des enfants sénégalais en multiplication en une minute .

Annexe A8 : Figure 4. Corrélation entre la fréquence de jeu et les performances des enfants sénégalais en calculs rapides en une minute.

Annexe A9 : Figure 5. Performances mathématiques des enfants sénégalais selon le type de jeu pratiqué.