

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

Louise GUILLAUME

qui sera soutenu publiquement en juin 2022

**Lien entre la cognition mathématique, le langage
écrit et la zone d'éducation**
**Action de repérage dans différentes zones éducatives des
Hauts-de-France**

MEMOIRE dirigé par

Sandrine MEJIAS, maître de conférences, Département d'orthophonie, Université de Lille
Sophie RAVEZ, orthophoniste et enseignante, Département d'orthophonie, Université de Lille

Lille – 2022

Remerciements

Je souhaiterais tout d'abord remercier mes directrices de mémoire, Mme MEJIAS et Mme RAVEZ, pour leur encadrement et leurs conseils apportés pour la rédaction de ce mémoire et lors de la collecte des données.

J'adresse également mes remerciements à ceux qui ont permis à cette étude de voir le jour : les inspecteurs et inspectrices de circonscriptions de l'Éducation nationale ayant accepté mon intervention, les directeurs et directrices des établissements scolaires m'ayant reçue, l'équipe enseignante des écoles ayant accepté de me consacrer du temps. Merci également aux parents des élèves qui ont consenti à la collecte ainsi qu'aux élèves eux-mêmes, qui se sont montrés très enthousiastes à l'idée d'effectuer ces passations et qui ont transformé ces interventions en réels moments de plaisir. J'associe à ces remerciements les étudiantes en orthophonie qui ont contribué à l'encodage des données.

J'exprime enfin ma profonde gratitude envers ma famille et mes amis, qui m'ont apporté tant de soutien et de bienveillance tout au long de ces cinq années.

Résumé :

Le repérage précoce des difficultés scolaires est essentiel afin de proposer un accompagnement optimal aux élèves. Les mathématiques, la lecture et l'écriture forment les apprentissages fondamentaux de l'école primaire. Ces compétences, fréquemment associées, font l'objet de diverses études dans la littérature scientifique de par le lien étroit qu'elles entretiennent. Elles peuvent être influencées par le milieu socioéconomique et socioscolaire, globalement plus défavorisé dans les zones d'éducation prioritaire. Ces constatations ont motivé l'élaboration de ce mémoire.

En vue de préciser le lien entre les performances en langage écrit et celles en mathématique, mais également de confronter les résultats des élèves issus de différentes zones éducatives, nous avons soumis à 2 tests de repérage 205 élèves scolarisés en classe de CP, CE1 et CE2, provenant de zones éducatives diverses (prioritaire et non prioritaire). Nous avons pu observer des corrélations entre le langage écrit et les mathématiques, notamment entre la lecture et la résolution d'additions. Nous avons également pu constater que, contrairement à notre hypothèse de départ, aucune différence significative n'a été établie entre les résultats des élèves issus d'écoles en zone d'éducation prioritaire et non prioritaire. Il serait intéressant d'enrichir les données en poursuivant ces actions de repérage ; les résultats pourraient alors être généralisés à l'échelle nationale.

Mots-clés : langage écrit, cognition mathématique, repérage, zone éducative, éducation prioritaire.

Abstract :

Early identification of learning difficulties is essential in order to offer optimal support to pupils. Mathematics, reading and writing are the fundamental learning skills in primary school. These skills are frequently associated and are the subject of various studies in the scientific literature because of the close link they share. They may be influenced by the socio-economic and socio-school environment, which is generally more disadvantaged in priority education areas. These observations motivated the preparation of this thesis.

In order to clarify the link between written language and mathematical performance, but also to compare the results of pupils from different educational areas, we subjected 205 pupils from different educational areas (priority and non-priority) to 2 screening tests in Year 2, 3 and 4 classes. We were able to observe correlations between written language and mathematics, particularly between reading and addition skills. We also found that, contrary to our original hypothesis, there was no significant difference between the results of pupils from priority and non-priority areas. It would be interesting to enrich the data by continuing these tracking actions; the results could then be extended to the national scale.

Keywords : written language, numerical cognition, screening, education zone, priority education.

Table des matières

Introduction.....	1
Contexte théorique, buts et hypothèses.....	2
1. Les capacités académiques chez l'enfant d'âge scolaire.....	2
1.1. L'apprentissage progressif du langage écrit.....	2
1.1.1. Mise en place du langage écrit.....	2
1.1.2. Acquisition de la lecture et de l'écriture selon deux modèles de référence.....	2
1.1.3. Les compétences langagières écrites selon l'Éducation nationale.....	4
1.1.4. Définition des troubles du langage écrit.....	4
1.2. Développement et atteinte des compétences mathématiques.....	5
1.2.1. Approche pré-scolaire et développement des mathématiques selon deux systèmes numériques	5
1.2.2. Les compétences mathématiques selon l'Éducation nationale.....	6
1.2.3. Définition des troubles de la cognition mathématique.....	7
1.3. Corrélation entre le langage écrit et la cognition mathématique.....	7
1.3.1. Introduction de la notion de trouble spécifique des apprentissages.....	7
1.3.2. Liens neuro-anatomiques entre la lecture et les mathématiques.....	8
1.3.3. Corrélation et influence entre ces deux compétences.....	8
2. Les différentes zones d'éducation.....	9
2.1. Apprentissage et milieu : la diversité des zones éducatives.....	9
2.2. L'impact du niveau socioéconomique et socioscolaire.....	9
2.3. La répartition des établissements selon leur zone éducative.....	10
2.3.1. En France (métropolitaine et d'outre-mer).....	10
2.3.2. Dans les Hauts-de-France.....	11
3. L'importance du repérage précoce des difficultés scolaires.....	11
3.1. La prévention, clé initiale de la prise en soins précoce.....	12
3.2. La place des enseignants dans le repérage des troubles.....	12
4. Buts et hypothèses.....	13
Proposition de méthodologie.....	13
1. Sujets de l'étude.....	13
1.1. Présentation de l'échantillon et recrutement des participants.....	14
2. Présentation des outils.....	15
2.1. Questionnaire parental.....	15
2.2. La batterie du TRDM.....	15
2.3. La batterie du PeRLe.....	16
3. Procédures.....	16
3.1. Contact des écoles, recueil des autorisations parentales.....	16
3.2. Passation des tests.....	17
3.3. Cotation des tests et traitement des données.....	17
Résultats.....	18
1. Résultats obtenus aux épreuves et classements.....	18
1.1. Résultats obtenus au TRDM.....	18
1.2. Résultats obtenus au PeRLe.....	20
2. Comparaison entre les zones éducatives et corrélation entre les résultats.....	22
2.1. Comparaison des scores selon la zone éducative.....	22
2.2. Corrélation entre les performances en lecture, en orthographe et en mathématique.....	22
Discussion.....	24
1. Interprétation des résultats	24
1.1. Rappel des objectifs de l'étude.....	24
1.2. Lien entre les résultats et l'appartenance à une zone éducative.....	24
1.3. Liens observables entre les résultats en lecture, en orthographe et en mathématique.....	25

<u>2.Limites de cette étude.....</u>	<u>26</u>
<u>2.1.Critiques liées au matériel et aux conditions de passation.....</u>	<u>26</u>
<u>2.2.Critiques méthodologiques.....</u>	<u>27</u>
<u>3.Perspectives pour la suite du projet.....</u>	<u>27</u>
<u>Conclusion.....</u>	<u>28</u>
<u>Bibliographie.....</u>	<u>29</u>

Introduction

De nombreux liens ont été établis dans la littérature concernant le langage écrit et les mathématiques. Ces deux compétences académiques partagent de multiples processus cognitifs et circuits neuronaux (Evans et al., 2016) ; il existe effectivement des associations significatives entre les capacités de lecture et les performances en mathématique (Ashkenazi et al., 2017). Ces acquisitions se développent en grande partie grâce à l'enseignement explicite proposé à l'école. Elles peuvent être entravées par différents facteurs et entraîner des répercussions sur le quotidien de l'enfant (Desrochers et al., 2012). Parmi ces facteurs, nous pouvons retrouver le milieu socioculturel et socioéconomique dans lequel évolue l'enfant ; il peut avoir un fort impact sur les performances scolaires précoces (OCDE, 2011). En effet, un milieu défavorisé cumule davantage d'inégalités qu'un milieu non défavorisé. Ces inégalités peuvent être d'ordre économique, culturel, social, socioprofessionnel (Liénard et Mangez, 2006) et provoquer un écart entre les différents niveaux socioéconomiques, socioculturels et socioscolaires. Cet écart peut être remarqué au niveau des résultats scolaires. Pour contrer cette disparité, des zones d'éducation prioritaire, que l'on nomme aujourd'hui « réseaux d'éducation prioritaire » (REP), ont été créées dans plusieurs régions sur le territoire français. L'objectif principal de ces réseaux est de réduire au maximum, voire de supprimer, les écarts entre les performances scolaires (en français et en mathématique) des élèves scolarisés en éducation prioritaire et celles des élèves scolarisés en zones d'éducation non prioritaire. Le repérage précoce des difficultés scolaires des élèves joue également un rôle dans cette volonté de réduire les inégalités et d'éviter l'ancrage de l'échec scolaire. Repérer précocement les difficultés d'un enfant lui accorde une chance d'évoluer favorablement en lui donnant accès à une aide pédagogique et / ou à une intervention extérieure (suivi médical, paramédical, psychologique...). Cette action de repérage précoce peut être menée par les enseignants qui sont des professionnels en contact permanent avec l'enfant, dès lors au fait de ses difficultés, de ses réussites et de ses besoins (Masson, 2014). Pour cela, des tests de repérage sont à la disposition des enseignants afin qu'ils puissent effectuer eux-mêmes les passations, ce qui leur permettrait de signaler rapidement les élèves en difficulté et leur proposer un accompagnement et / ou une prise en charge le plus précocement possible.

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre du projet LoLeMath qui a pour but de développer des outils adaptés au repérage précoce des difficultés des élèves par les enseignants. Ces derniers pourront effectuer les passations d'épreuves individuelles ou collectives auprès de leurs élèves, à partir de tests étalonnés, auprès d'une large population d'élèves (issus de différents types d'établissements scolaires, milieux socioculturels, régions...). Cet étalonnage a pour objectif d'être le plus représentatif possible du niveau scolaire global des élèves scolarisés du CP au CM2. Nous nous intéresserons, dans le cadre de ce mémoire, aux tests de langage écrit (le PeRLe, pour les élèves de CE1 et de CE2) et de cognition mathématique (le TRDM, pour les élèves du CP au CM2). Au terme du projet, ces tests pourront être téléchargés par les enseignants en libre accès sur une plateforme Internet. Les parents, les enseignants et les professionnels de santé pourront également y trouver des outils et des informations concernant le développement général des enfants.

Notre étude approfondira dans quelle(s) mesure(s) les compétences en lecture et en mathématique sont liées. Elle visera également à déterminer si l'appartenance à une zone éducative peut se répercuter sur les résultats scolaires (en langage écrit et en mathématique). Tout d'abord,

nous exposerons le contexte théorique dans lequel s'inscrit notre travail et à partir duquel s'établissent nos hypothèses. Nous présenterons ensuite la méthodologie employée pour mener à bien cette étude ; nous exposerons alors les résultats obtenus, ce qui laissera place à une interprétation de ces derniers et mettra en évidence les limites de cette étude.

Contexte théorique, buts et hypothèses

La première partie du travail proposera un condensé des données actuelles issues de la littérature, concernant la mise en place, le développement et les potentielles atteintes du langage écrit et de la cognition mathématique. Dans un second temps, nous présenterons les différentes zones d'éducation en France ainsi que leur répartition à l'échelle nationale et régionale. Nous terminerons cette présentation théorique par une note sur l'intérêt du repérage précoce des difficultés scolaires des élèves, notamment par les enseignants.

1. Les capacités académiques chez l'enfant d'âge scolaire

Dans un premier temps est proposé un résumé des articles issus de la littérature en accord avec les références établies par l'Éducation nationale concernant le langage écrit, la cognition mathématique, et la corrélation qui les définit. Il paraît essentiel de définir ces compétences afin de comprendre pourquoi et dans quelle(s) mesure(s) elles sont liées.

1.1. L'apprentissage progressif du langage écrit

Les capacités langagières écrites de l'enfant seront abordées sous différents angles : leur mise en place, leur développement typique en référence avec les données issues des programmes de l'Éducation nationale, puis leurs potentielles atteintes.

1.1.1. Mise en place du langage écrit

L'apprentissage de l'écrit s'accomplit sur le long cours tant ses composantes sont nombreuses et complexes (lecture, écriture, syntaxe, grammaire, conjugaison, graphisme...). Elles sont découvertes et acquises progressivement par l'enfant, qui met plusieurs années à les maîtriser (Fayol, 2017).

Nous pouvons mettre en lien cette découverte de l'écrit avec la notion de « zone proximale de développement », présentée par Vygotski. Cela correspond à l'environnement -soutenu et appuyé par l'adulte- dans lequel évolue l'enfant et grâce auquel il peut fortifier ses apprentissages et en acquérir des nouveaux (Plaza, 2014). C'est dans ce contexte idéal que se développe l'apprentissage du langage écrit, qui devient explicite à la fin de la maternelle.

Plusieurs compétences sont nécessaires pour permettre un apprentissage optimal de la lecture. Pour ne citer que les principales : l'exploration visuelle qui permet aux yeux de se fixer sur les mots afin de les lire, le principe alphabétique selon lequel l'enfant prend conscience que les lettres forment un mot, l'intégrité du système phonologique qui permet de donner une signification aux sons (Gombert, 2003).

1.1.2. Acquisition de la lecture et de l'écriture selon deux modèles de référence

Dans la petite enfance, nous apprenons de manière implicite à reconnaître des lettres, des mots. Le modèle d'acquisition de la lecture et de l'écriture de Frith (cf. Figure 1), datant de 1985, parle de stade logographique. Le mot est alors considéré comme un objet visuel, reconnaissable par des indices visuels : les lettres. L'enfant n'a cependant pas encore conscience de la valeur et de la signification de ces dernières. Cette prise de conscience se produit au stade alphabétique : l'enfant prend connaissance de l'identité et de l'ordre des graphèmes, phénomène possible grâce à un décodage séquentiel (de la gauche vers la droite) et grâce à une conversion des phonèmes en graphèmes. La phonologie est un facteur qui étaye l'apprentissage de la lecture : la notion de « triade phonologique » qui comprend la conscience phonologique, la mémoire à court terme et la dénomination rapide est introduite (Ramus et Szenkovits, 2008). Ces compétences sont, selon ces auteurs, nécessaires à un apprentissage efficace du langage écrit. Elles permettront à l'enfant de décomposer le mot vu et à associer un phonème à chaque graphème ; il utilise alors ce que l'on nomme la voie d'assemblage. En parallèle et grâce à la pratique régulière de la lecture, l'enfant accède au stade orthographique. La phonologie occupe alors une place beaucoup moins importante : l'enfant ne décompose plus les mots qu'il possède déjà, car les ayant déjà lus plusieurs fois, il en a automatisé la lecture et peut les récupérer directement dans son stock orthographique. Il utilise alors la voie d'adressage.

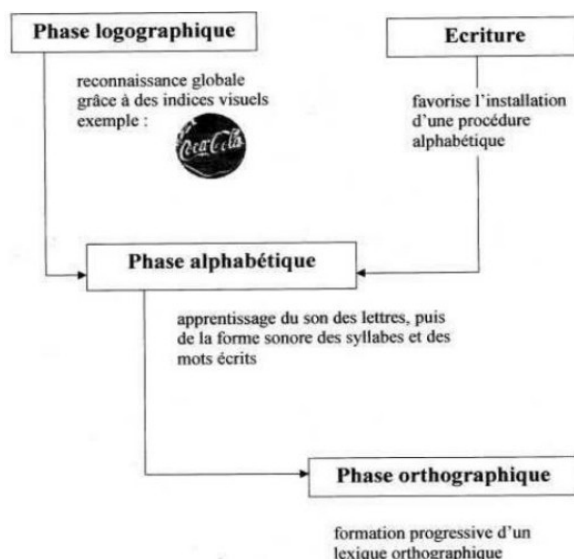


Figure 1 : Modèle d'acquisition de la lecture et de l'écriture de Frith (d'après Totereau, 2004).

L'apprentissage de l'orthographe joue un rôle dans l'acquisition de la lecture : l'enfant, en encodant / écrivant, acquiert les correspondances grapho-phonémiques des mots qu'il connaît déjà oralement. Ces deux voies, que l'on nomme aussi respectivement non-lexicale / indirecte / d'assemblage et lexicale / directe / d'adressage, sont utilisées par l'enfant tout au long de son développement et même au-delà. En effet, lorsque nous rencontrons un mot que nous ne connaissons pas ou qui n'existe pas dans notre langue (un pseudo-mot), nous empruntons cette voie indirecte qui permet la segmentation du mot et sa décomposition en des unités phonémiques que l'on assemble par la suite pour permettre sa lecture. Ces deux voies, résumées schématiquement dans le modèle à double voie de la lecture de Coltheart datant de 1978 (cf. Figure 2), reposent sur des systèmes cérébraux différents.

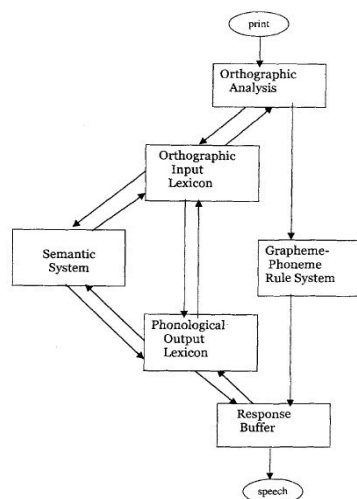


Figure 2 : Architecture du modèle de lecture DRC (d'après Coltheart et al, 2001)

1.1.3. Les compétences langagières écrites selon l'Éducation nationale

Le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse a publié le 23 avril 2015 le Bulletin officiel présentant le Socle commun de connaissances, de compétences et de culture. Ce dernier « rassemble l'ensemble des connaissances, compétences, valeurs et attitudes nécessaires pour réussir sa scolarité, sa vie d'individu et de futur citoyen » en cinq domaines (www.education.gouv.fr). Dans le cadre de notre travail, nous nous pencherons essentiellement sur le premier domaine (« les langages pour penser et communiquer ») qui concerne notamment la langue française et le langage mathématique. Nous nous intéresserons particulièrement au programme du cycle 2, le cycle des apprentissages fondamentaux (CP, CE1, CE2), puisque c'est lors de ce cycle que le développement du langage écrit et des mathématiques prend toute son importance.

En ce qui concerne le langage écrit, l'enjeu essentiel concerne la maîtrise du code phonographique (correspondance son-lettre et lettre-son) qui permettra à long terme la construction du sens et de l'automatisation en lecture et en écriture. Ces derniers sont travaillés simultanément pour une maîtrise homogène. Pendant ces trois années, l'élève acquiert une autonomie en lecture afin de pouvoir, en fin de cycle, identifier des mots rapidement, lire et comprendre des textes adaptés à son âge, lire à voix haute de façon fluide.

Afin de mesurer ces acquisitions, des évaluations nationales sont effectuées. En classe de CP, au début et au milieu de l'année scolaire, plusieurs repères sont donnés : l'élève doit pouvoir reconnaître des sons, comprendre des mots, des phrases et des textes à l'oral puis à l'écrit, identifier les lettres de l'alphabet puis écrire des syllabes, des mots et finalement lire à voix haute. En classe de CE1, au début de l'année scolaire, l'élève doit être en mesure de comprendre des mots et des phrases à l'oral, comprendre des phrases et des textes à l'écrit, lire à voix haute et écrire des mots. Le but des évaluations nationales est de proposer à l'élève un enseignement adapté à ses compétences et ses difficultés individuelles.

1.1.4. Définition des troubles du langage écrit

Nous pouvons distinguer deux types de troubles du langage écrit : des troubles consécutifs à une / des cause(s) évidente(s) comme un handicap sensoriel et / ou moteur et / ou intellectuel ; et des troubles non consécutifs à ces causes, que l'on désigne par le terme « troubles spécifiques du langage écrit » (DSM 5, 2013). Selon le site www.ameli.fr, « les troubles du langage écrit correspondent à des difficultés d'apprentissage de la lecture (dyslexie), de l'expression écrite (dysorthographe) et/ou de l'écriture (dysgraphie) ».

L'ancienne terminologie « dyslexie » renvoie effectivement à un trouble spécifique, sévère et durable de l'acquisition de la lecture. C'est le trouble d'apprentissage le plus fréquent et le plus présent dans la littérature, malgré un faible consensus (inter)national quant à ses critères précis d'inclusion (Habib, 2015). Les critères d'exclusion du trouble spécifique du langage écrit font, quant à eux, l'unanimité : il s'agit des troubles sensoriels, neurologiques, des déficiences intellectuelles, d'une scolarisation inadaptée, des troubles psychiatriques et du comportement et des troubles sévères du langage oral (Mazeau et Pouhet., 2014). Ces critères d'exclusion et le recouplement de critères d'inclusion issus de trois grandes classifications (CIM 10, 1994 ; DSM 4, 1994 ; DSM 5, 2013) nous permettent d'établir une définition du trouble spécifique du langage écrit. On retrouve la présence d'une discordance entre les performances écrites de l'enfant par rapport à son âge chronologique et son quotient intellectuel, avec des résultats aux tests standardisés inférieurs aux attendus de son âge et un retentissement significatif sur sa scolarité. L'ancien terme de « dyslexie » regroupe quant à lui l'ensemble des troubles spécifiques et durables que l'on retrouve chez des personnes qui présentent d'importantes difficultés à reconnaître les mots écrits en tâche de lecture.

1.2. Développement et atteinte des compétences mathématiques

Dans une démarche logique de présentation en comparaison avec le langage écrit, nous aborderons là aussi les capacités mathématiques de l'enfant sous différents angles : leur mise en place, leur développement typique en référence avec les données issues des programmes de l'Éducation nationale, puis leurs potentielles atteintes.

1.2.1. Approche pré-scolaire et développement des mathématiques selon deux systèmes numériques

Le développement des compétences mathématiques est fondé sur le « sens du nombre », notion développée par Dehaene. Cette capacité cérébrale innée, présente très tôt chez le bébé (Noël et Palmers, 2003), permet d'appréhender approximativement une quantité, sans compter.

Nous pouvons distinguer en cognition mathématique deux systèmes, qui sont développés par l'enfant à des temps différents. Tout d'abord se met en place un système numérique approximatif (SNA), qualifié d'inné, élément primaire qui se précise en grandissant (Lafay et al., 2013). En effet, la représentation des grandes numérosités semble être présente très tôt et fournit aux enfants une intuition du nombre ; selon le modèle développemental de la cognition numérique (cf. Figure 3), les enfants peuvent estimer et comparer dès la petite enfance (Von Aster et Shalev, 2007). Ce modèle reprend schématiquement les apprentissages mathématiques en fonction des différentes périodes d'acquisition de l'enfant : la naissance, la période pré-scolaire et la période scolaire.

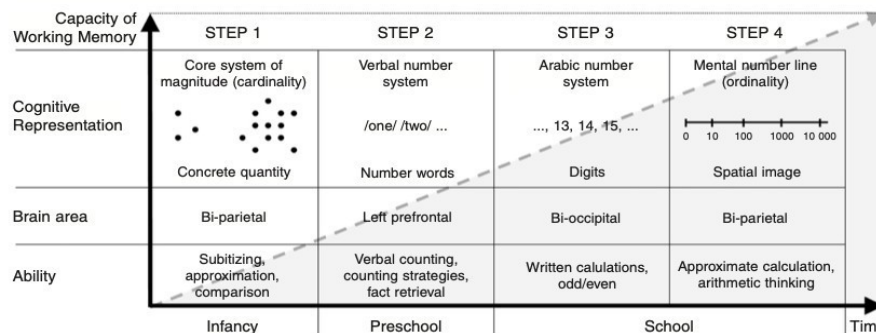


Figure 3 : Modèle développemental de la cognition numérique en quatre étapes (d'après Von Aster et Shalev, 2007).

Les capacités sous-tendues par le SNA augmentent et se précisent au fil du développement et grâce au bain culturel dans lequel évolue l'enfant, où les nombres sont très présents (Du Sautoy, 2015). Les enfants sont confrontés à des codes, représentés dans le modèle du triple code de Dehaene, datant de 1992 (cf. Figure 4). Il s'agit du code analogique qui partage des propriétés perceptives avec ce qu'il représente (capacité innée de traiter une quantité) et des codes arabe et verbal, qui sont symboliques, arbitraires et qui nécessitent un apprentissage.

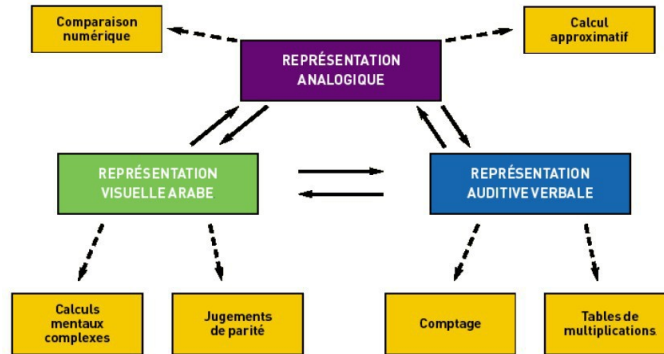


Figure 4 : Schéma du modèle du triple code de Dehaene et Cohen (d'après Lemer, 2003).

Le développement et la maîtrise de ces capacités analogiques (estimation, comparaison) permettent d'accéder et de prédire l'efficacité du système numérique exact (SNE) (Lafay et al., 2013). Celui-ci donne accès aux capacités de comptage et de dénombrement et aborde les notions de sens des opérations, de faits arithmétiques, etc. On passe d'une intuition du nombre (avec le code analogique) à un apprentissage de l'arithmétique symbolique, qui dépend principalement des apprentissages, du langage et de l'éducation (avec les codes arabe et verbal). L'acquisition de ces deux systèmes numériques (SNA et SNE) permettrait à plus long terme la maîtrise de l'arithmétique.

1.2.2. Les compétences mathématiques selon l'Éducation nationale

Le Bulletin officiel du 23 avril 2015 présente, dans le Socle commun de connaissances, de compétences et de culture et plus précisément dans le premier domaine (« les langages pour penser et communiquer »), le programme et les savoirs à acquérir en mathématique pour les différents cycles. Dans le cycle 2, la résolution de problèmes est au cœur du programme puisqu'elle aborde de nouvelles notions et permet de stimuler plusieurs compétences mathématiques, déjà abordées ou non, et qui sont supposées être acquises en fin de cycle : la compréhension, l'utilisation, la dénomination, la lecture, l'écriture et le calcul de nombres entiers. Au-delà des nombres et des calculs, d'autres domaines sont abordés en mathématique : les grandeurs et les mesures, l'espace et la géométrie.

Des évaluations nationales sont là aussi effectuées, afin d'apprécier les savoirs et connaissances de l'élève en mathématique. En classe de CP, au début et au milieu de l'année scolaire, plusieurs repères sont donnés : l'élève doit connaître et être en mesure d'utiliser les nombres jusqu'à 10 puis jusqu'à 39, identifier des formes, résoudre des problèmes puis calculer en ligne. En classe de CE1, au début de l'année scolaire, l'élève doit être capable de connaître et d'utiliser des nombres jusqu'à 100, calculer en ligne et mentalement, résoudre des problèmes par le calcul et l'identification de formes.

1.2.3. Définition des troubles de la cognition mathématique

Dans les années 1970 apparaît le terme de « dyscalculie » (Kosc, 1974), que l'on désigne aujourd'hui par « trouble des apprentissages mathématiques » (TAM). Ces termes, employés pour désigner le même trouble, renvoient à des difficultés à comprendre et utiliser les données numériques, à effectuer des calculs de façon rapide et efficace, à apprendre des faits arithmétiques. Ces termes concernent également des difficultés de raisonnement mathématique, bien qu'initialement, le terme de dyscalculie ne comprenne pas ce dernier élément dans ses principaux critères diagnostiques (DSM 5, 2013). Une atteinte du raisonnement verbal (qui n'est pas spécifique d'un trouble en mathématique) peut être due à un lexique trop pauvre pour permettre la compréhension d'un énoncé -mathématique ou non- et la maîtrise du langage élaboré.

Von Aster et Shalev évoquent également la présence de facteurs spécifiques dans le développement perturbé de la cognition mathématique ; en effet, les enfants présentant une « dyscalculie développementale pure » possèdent fréquemment des capacités visuo-spatiales déficitaires. Les enfants présentant une dyscalculie associée à une dyslexie éprouvent, quant à eux, des difficultés d'attention, de mémoire de travail et / ou de langage, ce qui retentit sur l'acquisition du concept du nombre (Von Aster et Shalev, 2007).

1.3. Corrélation entre le langage écrit et la cognition mathématique

Le langage écrit et la cognition mathématique forment des capacités académiques fortement liées au cours des apprentissages scolaires. Nous pouvons parler de « trouble spécifique des apprentissages » quand elles sont conjointement atteintes. Elles partagent de plus des liens neuro-anatomiques et exercent une certaine influence entre elles.

1.3.1. Introduction de la notion de trouble spécifique des apprentissages

Le terme de « trouble des apprentissages » est utilisé pour la première fois par Samuel Kirk et développé dans ses travaux (Kirk, 1977). Il mentionne la présence de critères de spécificité des troubles et de critères d'exclusion, à savoir un handicap sensoriel, une déficience intellectuelle, un trouble neurologique ou mental, une adversité psychosociale, un environnement familial ou social inadapté. Des auteurs définissent plus tard la catégorie de trouble spécifique des apprentissages comme « tout trouble instrumental affectant la mise en place et le bon fonctionnement d'apprentissages comme le langage oral, la lecture, l'écriture, le calcul, mais aussi les fonctions exécutives » (Brun et Guinard., 2015). Les troubles spécifiques des apprentissages regroupent les troubles de la lecture (anciennement dyslexie), les troubles de l'orthographe (anciennement dysorthographe) et les troubles des mathématiques (anciennement dyscalculie). Le DSM 5, classification de référence pour la pose de diagnostic, a établi quatre critères de « trouble spécifique des apprentissages ». La fréquence des troubles spécifiques des apprentissages concernerait 5 à 7% des enfants d'âge scolaire, soit un à deux élève(s) par classe (INSERM, 2017). L'impact de ces troubles dépend de plusieurs facteurs : la nature et le degré de sévérité du trouble, la présence de comorbidités (association de deux ou plusieurs troubles), la précocité du dépistage, du diagnostic et des interventions ciblées, la mise en place par l'enfant de stratégies de compensation, l'environnement familial et social. Si la prise en soins est inexistante ou inadaptée, l'enfant est exposé à des conséquences psychologiques et sociales comme le décrochage scolaire, la difficulté d'insertion sociale puis professionnelle, l'apparition de troubles psychologiques, affectifs et émotionnels (Albaret et Chaix, 2013).

Finalement, il est important de mentionner la fréquente comorbidité de ces troubles des apprentissages ; 40% des enfants touchés par un trouble spécifique des apprentissages présenteraient plusieurs troubles (INSERM, 2017). La dyslexie -qui est la forme la plus fréquente des troubles spécifiques des apprentissages- est rarement isolée et est souvent associée à un trouble de l'écriture, du calcul, du langage, de la mémoire ou de l'attention (Habib, 2015).

1.3.2. Liens neuro-anatomiques entre la lecture et les mathématiques

Les troubles des apprentissages sont issus d'interactions complexes entre des facteurs de risque et de protection, de nature biologique et environnementale. Certains sont spécifiques à un trouble et d'autres sont partagés, on parle alors de comorbidité (Landerl et Moll, 2010). Sur le plan neuro-anatomique, l'activation des régions cérébrales est spécifique selon la tâche ; en lecture, les circuits occipito-temporaux gauches, entre autres, sont sollicités pour l'identification de mots (Shaywitz et al., 2001 ; Dehaene et Cohen, 2011). En mathématique, il s'agit principalement des zones pariétales bilatérales (Wilson et Dehaene, 2007). Toutefois, ces compétences partagent des circuits neuronaux dans le gyrus temporal moyen droit et le gyrus temporal supérieur gauche, notamment lorsque les stratégies de récupération verbale sont impliquées, lors de la lecture et des additions de petits nombres (Evans et al., 2016).

1.3.3. Corrélation et influence entre ces deux compétences

D'importantes difficultés en mathématique -notamment en résolution de problèmes- sont fréquemment observées chez les élèves déjà atteints par d'autres troubles, comme la dyslexie (Theis et al., 2014). Pendant un certain temps, il a été présumé que les déficits phonologiques à l'origine de la dyslexie étaient également à la base de la dyscalculie (Geary et Hoard., 2001). Cependant, il a été établi que les déficits de conscience phonologique et de dénomination rapide n'étaient inhérents qu'à la dyslexie car les taux élevés de comorbidité des troubles étaient à l'origine de biais de sélection dans les échantillons des études sur les dyscalculiques, ce qui pouvait expliquer cette assimilation des déficits dyslexiques / dyscalculiques (Landerl et al., 2013). De même pour la dyscalculie, des études comparatives entre des personnes dyslexiques-dyscalculiques et des sujets seulement dyscalculiques ont montré qu'ils présentaient les mêmes déficits de traitement numérique. Ces derniers sont spécifiquement intrinsèques à la dyscalculie, indépendamment des autres atteintes (Landerl et al., 2013). Les profils cognitifs des troubles de la lecture et des troubles des apprentissages mathématiques sont distincts ; on retrouve un déficit phonologique en lecture et un déficit de la représentation des nombres en arithmétique (Landerl et al., 2009).

Le principe anglo-saxon « reading mathematics » décrivant la lecture comme un potentiel obstacle lors de l'apprentissage / du décodage des mathématiques -spécialement des énoncés- (Siegel et al., 1989) s'avère fragile. La lecture est une compétence essentielle mais non suffisante pour la résolution de problèmes mathématiques. Des auteurs ont ajouté à ce principe une perspective socioculturelle ; la classe, l'école ou encore la famille seraient également des facteurs influençant le niveau de lecture de l'enfant (Voyer et al., 2012).

Finalement, malgré une association fréquente des troubles de la lecture et des mathématiques, il serait plus juste d'affirmer que « les difficultés en lecture aggravent plutôt qu'elles ne causent les difficultés en mathématiques » (Jordan, 2007, p. 117). Ces difficultés s'additionnent et sont similaires lorsqu'elles sont isolées, en cas de trouble de lecture seul par exemple (Landerl et al., 2009).

2. Les différentes zones d'éducation

Dans un second temps, nous présenterons les différentes zones d'éducation en France, l'impact des niveaux socioéconomique et socioscolaire sur les résultats de l'élève et la répartition des établissements scolaires à l'échelle nationale et régionale (Hauts-de-France).

2.1. Apprentissage et milieu : la diversité des zones éducatives

Au XXe siècle, le système éducatif français a pu mettre en évidence une grande disparité des résultats scolaires selon la localisation et le type des écoles, l'origine socioculturelle des élèves ou encore l'environnement familial. Afin de réduire au maximum ces inégalités scolaires et éviter l'ancrage de l'échec scolaire chez ces élèves en grande difficulté, des zones d'éducation prioritaire (ZEP) ont été créées dans plusieurs régions grâce à la circulaire n°81-238 du 1er juillet 1981. Cette action mettant en avant une éducation prioritaire « incite les établissements à développer des projets éducatifs et des partenariats locaux en les dotant de ressources supplémentaires (crédits, postes, heures d'enseignement, etc.) » (Bénabou et al., 2005, p. 3). Plusieurs réformes se sont succédé concernant ces zones et l'éducation prioritaire a été revue à la rentrée 2014, avec pour objectif un écart à moins de 10% dans la maîtrise du français et des mathématiques entre les élèves en éducation prioritaire et les élèves en zones d'éducation non prioritaire.

Depuis décembre 2014, l'appellation des ZEP a été modifiée : nous parlons désormais de Réseaux d'Éducation Prioritaire (REP) et de réseaux d'éducation prioritaire renforcée (REP+), avec pour ces derniers des difficultés sociales encore plus significatives. En 2020, l'Éducation nationale a publié une nouvelle liste des établissements en éducation prioritaire : on compte dorénavant 6647 écoles primaires en éducation prioritaire (4189 REP et 2458 REP+) sur le territoire français. Selon le ministère de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales, un établissement scolaire peut devenir REP s'il répond à quatre critères correspondant à un indice social : des taux élevés de catégories socioprofessionnelles défavorisées, d'élèves boursiers, d'élèves résidant dans un quartier prioritaire et d'élèves ayant redoublé la sixième. Ces établissements peuvent alors bénéficier d'une classe avec des effectifs réduits, de subventions pour financer sorties et projets, d'un soutien pour les élèves de sixième en difficulté et d'internats de proximité (<https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/>).

2.2. L'impact du niveau socioéconomique et socioscolaire

Les facteurs sociaux jouent un rôle important dans cette inégalité des chances. En effet, plusieurs auteurs s'accordent pour établir un lien entre la précarité socioculturelle / socioéconomique et la réussite scolaire, ce dès l'entrée à l'école (OCDE, 2011). Les parents qui font face à des situations complexes seraient moins disponibles pour accompagner leur enfant dans ses apprentissages (Hache, 2017). Toutefois, les résultats peuvent varier selon l'approche méthodologique employée (Arapı et al., 2018). Prenons pour exemple une étude datant de 2006, effectuée auprès de 1020 enfants parisiens issus de 20 écoles réparties selon 3 zones d'éducation (correspondant actuellement à des écoles non prioritaires, REP et REP+). Des tests étalonnés de lecture silencieuse, d'orthographe et de calcul ont été proposés aux enfants ; les résultats ont montré que le pourcentage d'élèves présentant des difficultés scolaires était plus élevé dans les zones défavorisées que dans les zones non défavorisées, surtout en ce qui concerne la lecture (Fluss et al., 2008). Le niveau socioéconomique constituerait un facteur de risque à prendre en compte dans le développement des

apprentissages de l'enfant, et pourrait avoir un impact sur le risque d'échec scolaire. Il faut cependant prendre garde à ne pas généraliser les résultats de cette étude relativement ancienne, qui n'a porté que sur un échantillon restreint. Les circulaires concernant l'éducation prioritaire ont évolué au fil des années et les dispositifs mis en place en 2006 n'étaient pas les mêmes qu'actuellement. De plus, certains auteurs précisent que bien que les enfants « bons lecteurs » soient moins nombreux dans les secteurs défavorisés, leur appartenance à un type d'établissement scolaire (prioritaire ou non prioritaire) n'est pas liée à leurs performances en lecture. Des enquêtes pédagogiques ont effectivement démontré « qu'à catégorie socioéconomique égale, la scolarisation en zone REP ou non-REP ne modifierait que peu les résultats scolaires » (Fluss et al., 2008, p. 1056).

2.3. La répartition des établissements selon leur zone éducative

À l'échelle nationale et régionale, nous pouvons observer une variété d'établissements scolaires, répartis différemment selon les zones géographiques. Il est important de comparer ces deux échelles afin de voir si la distribution des établissements scolaires est similaire et si les résultats perçus en méthodologie peuvent être généralisés à l'échelle nationale, ou non.

2.3.1. En France (métropolitaine et d'outre-mer)

La DEPP (direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance) a publié en juillet 2021 un écrit concernant l'information statistique actuelle sur le fonctionnement et les résultats du système éducatif français : « Repères et références statistiques – édition 2021 ». Le tableau ci-dessous (cf. Tableau 1) a été élaboré grâce à cette publication. Il présente la quantité totale d'écoles maternelles et élémentaires ou primaires publiques (REP, REP+, non prioritaires) et privées sous contrat à l'échelle nationale.

Tableau 1. Répartition des écoles publiques et privées selon la zone éducative en France en 2020

	Écoles publiques			Écoles privées sous contrat	Total
	REP	REP+	Zones non prioritaires		
Écoles maternelles	1 613	372	11 414	45	13 444
Écoles élémentaires ou primaires	2 576	2 086	26 201	4 642	35 505
Total	4 189	2 458	37 615	4 687	48 949

La répartition des écoles (maternelles et élémentaires ou primaires) en France apparaît inégale ; premièrement par rapport au secteur, le public comptabilise un nombre beaucoup plus important d'établissements scolaires que le privé, bien que la France soit un pays où l'enseignement privé est très présent et fortement lié au secteur public, tant au niveau pédagogique qu'au niveau financier (Fougère et al., 2017). Deuxièmement, nous remarquons que l'éducation prioritaire, les REP et REP+, est peu présente à l'échelle nationale. Cependant, les établissements en éducation prioritaire sont de plus en plus nombreux, notamment grâce au dédoublement des classes mis en place depuis la rentrée 2017 ; l'objectif était de passer de 24 à 12 élèves par classe en CP-CE1.

2.3.2. Dans les Hauts-de-France

L'Académie de Lille a publié en janvier 2022 un sommaire de tous ses établissements scolaires, recensés à la rentrée 2021. Voici, dans le tableau ci-dessous (cf. Tableau 2), un condensé de ce recensement, élaboré à partir de la synthèse « L'Académie de Lille en chiffres, 2020-2021 ». Il présente la quantité totale d'écoles maternelles et élémentaires ou primaires publiques (REP, REP+, non prioritaires) et privées sous contrat à l'échelle régionale.

Tableau 2. Répartition des écoles publiques et privées de l'Académie de Lille en 2021

	Écoles publiques			Écoles privées sous contrat	Total
	REP	REP+	Zones non prioritaires		
Écoles maternelles	200	125	576	4	905
Écoles élémentaires ou primaires	256	160	1506	351	2273
Total	456	285	2082	355	3178

Nous remarquons qu'à l'échelle régionale, la répartition globale des écoles apparaît similaire. En effet, on constate dans les Hauts-de-France, comme à l'échelle nationale, une importante majorité d'écoles publiques non prioritaires. Cependant, les établissements en éducation prioritaire sont plus nombreux dans les Hauts-de-France, comme le démontrent les diagrammes ci-dessous (cf. Figure 5). Ce phénomène peut être expliqué par des indicateurs socioéconomiques plus faibles dans cette région que dans les autres régions françaises (INSEE, 2018).

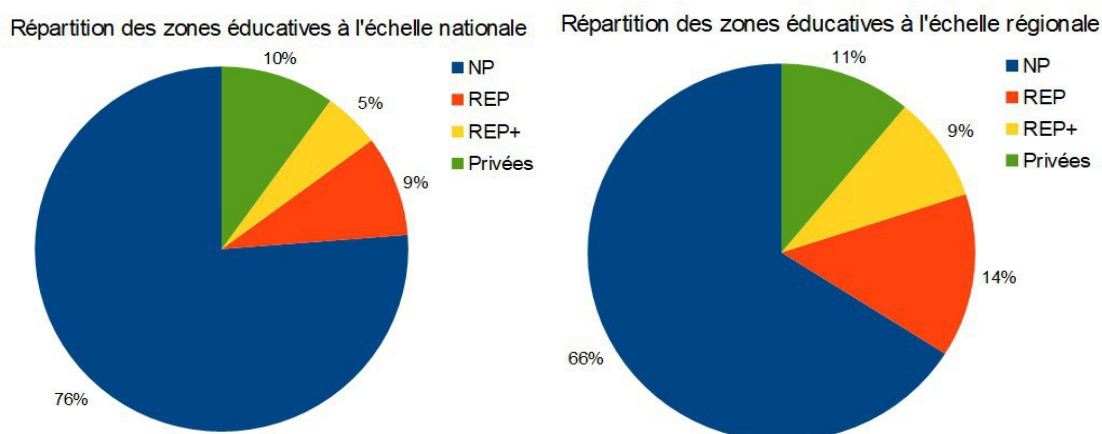


Figure 5 : répartition des zones éducatives aux échelles nationale et régionale

3. L'importance du repérage précoce des difficultés scolaires

Il est primordial de pouvoir repérer le plus précocement possible les enfants à risque de développer des retards et des troubles des apprentissages, afin d'agir sur ces difficultés pour les atténuer, les compenser voire les supprimer. C'est un rôle que peuvent jouer les enseignants qui partagent le quotidien scolaire de l'enfant.

3.1. La prévention, clé initiale de la prise en soins précoce

À l'issue de la Charte d'Ottawa de 1986, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) définit la promotion de la santé comme un processus qui « a pour but de donner aux individus davantage de maîtrise de leur propre santé et davantage de moyens de l'améliorer ». La promotion de la santé passe indéniablement par la prévention, qui est décrite comme « l'ensemble des mesures visant à éviter ou réduire le nombre et la gravité des maladies, des accidents et des handicaps » (OMS, 1948). Ainsi, dans le cadre des troubles langagiers et des apprentissages, les actions de prévention permettent de faciliter la prise de conscience d'une nécessaire prise en charge précoce. En effet, la prévention des troubles langagiers chez l'enfant d'âge pré-scolaire constitue un défi de taille pour la santé publique (Masson, 2014). Leur repérage précoce peut permettre à l'enfant de corriger son retard de langage et de bénéficier de plus de chances d'entrer de façon idéale dans les apprentissages scolaires. Le service de recommandations et de références professionnelles affirme que « le repérage et le dépistage des troubles du langage oral chez l'enfant de 3 à 6 ans doivent être systématiques même en l'absence de plainte » (ANAES, 2001, p. 178).

3.2. La place des enseignants dans le repérage des troubles

L'enseignant est un professionnel très présent dans le quotidien de l'enfant, il partage son environnement scolaire, est témoin de ses difficultés et de ses réussites. Selon Saint-Laurent, les enseignants doivent connaître la définition et la teneur des troubles d'apprentissage et de comportement des élèves ; ils doivent également disposer de moyens d'intervention adaptés et valides pour contrer ces difficultés, dans le but d'inclure les élèves en difficulté au sein des classes (Saint-Laurent, 2008).

Dès lors, le rôle de l'enseignant se situe à plusieurs niveaux : le repérage des difficultés d'apprentissage, la mise en œuvre de moyens d'intervention adaptés pour lutter contre ces difficultés, l'orientation vers le médecin de l'Éducation nationale (qui décidera des consultations complémentaires nécessaires), la demande d'intervention de professionnels de santé si ces difficultés persistent, la participation à l'élaboration d'un projet pédagogique individualisé et adapté à chaque élève. Dans les différentes étapes du diagnostic que sont le repérage, le dépistage et le diagnostic pluridisciplinaire, l'enseignant se situe, au même titre que les parents et les professionnels de la petite enfance, à la première étape : le repérage. Celui-ci est possible grâce aux connaissances que l'enseignant possède sur le développement typique mais aussi sur le développement atypique de l'enfant. Il est souvent le premier à tirer la sonnette d'alarme et à signaler à l'entourage de l'enfant les difficultés langagières et / ou d'apprentissage que présente ou pourrait présenter ce dernier.

Le repérage précoce des difficultés des élèves peut être fait grâce à des tests collectifs, fiables et peu coûteux, qui peuvent mettre en évidence un décalage significatif entre le niveau de l'élève et le niveau des élèves de son âge et / ou de sa classe (Fluss et al., 2008). Différents tests de repérage à l'intention des enseignants existent actuellement : le DPL3 en langage oral, réalisé par l'enseignant en maternelle mais interprété par un orthophoniste. En ce qui concerne le langage écrit, nous pouvons retrouver OURA LEC (édité depuis 2013, pour les élèves scolarisés en classe de CP, disponible gratuitement sur Internet), ou le ROC (édité depuis 2006, pour les élèves de fin de cycle 3 et scolarisés en classe de 6ème et de 5ème, disponible gratuitement sur Internet). Ces tests de langage écrit permettent à l'enseignant d'évaluer les compétences de l'enfant en lecture et en orthographe. Permettre aux enseignants d'effectuer eux-mêmes les passations des tests aux élèves peut les aider à ajuster leurs outils (par

exemple, les supports comme les fiches de cours ou les consignes) et leurs méthodes, en fonction des différents profils de compétences et des difficultés rencontrées. Cependant, il est « difficile de rendre l'enseignant responsable d'une décision d'orientation vers des examens spécialisés complémentaires », car il s'agit là du rôle du médecin de l'Éducation nationale (Pech-Georgel et al., 2010, p. 44) ; l'enseignant peut toutefois apporter aux professionnels de santé des informations importantes sur la scolarité, les compétences et difficultés de l'enfant.

Le projet LoLeMath a pour objectif de proposer des outils adaptés aux enseignants et étalonnés auprès d'une large population d'enfants issus de différents types d'établissements scolaires, niveaux socioéconomiques, régions et pays afin d'obtenir des résultats les plus représentatifs possible du niveau scolaire global des élèves du CP au CM2. L'enseignant sera en mesure, grâce à ces tests de repérage, d'avoir un aperçu des capacités langagières et académiques de l'enfant. À partir des résultats et au même titre que ses évaluations scolaires, il pourra alors orienter l'élève vers le médecin et le psychologue de l'Éducation nationale afin d'effectuer d'éventuels examens complémentaires.

4. Buts et hypothèses

L'analyse des études précédemment citées nous a permis de constater plusieurs faits.

Tout d'abord, la littérature avance que le milieu socioculturel et socioscolaire influencerait les résultats scolaires, supposés inférieurs pour les élèves se situant dans les zones défavorisées. Nous émettons donc l'hypothèse pour notre étude que les élèves en éducation prioritaire (généralement issus de milieux socioculturels et socioéconomiques défavorisés, notamment dans les Hauts-de-France) auraient des résultats inférieurs aux élèves en éducation non prioritaire, en langage écrit et en mathématique. Pour vérifier cette hypothèse, nous analyserons et comparerons les résultats en fonction de la zone d'éducation.

Plusieurs auteurs d'articles issus de la littérature scientifique s'accordent pour démontrer que les compétences en langage écrit seraient fréquemment liées aux compétences en mathématique, sans pour autant en être la cause directe. Les difficultés s'additionnent, mais ne découlent pas l'une de l'autre. Celles en lecture amplifient généralement celles en mathématique. Nous pouvons donc émettre l'hypothèse que de faibles résultats au test de mathématique seraient associés à de faibles résultats au test de langage écrit (en classe de CE1 et de CE2 uniquement). Nous étudierons donc, en partant de cette hypothèse, la corrélation entre les scores des deux tests. De plus, nous étudierons l'hypothèse selon laquelle la conscience phonologique n'influerait pas directement sur les compétences en mathématique. Nous analyserons aussi le lien entre la lecture et la capacité à réaliser des additions simples.

Proposition de méthodologie

Nous présenterons ici l'échantillon d'élèves ayant effectué les passations, les tests TRDM et PeRLe ainsi que les procédures suivies pour recueillir et encoder les données.

1. Sujets de l'étude

Nous détaillerons dans un premier temps le profil des élèves ayant participé à l'étude selon leur classe, leur sexe, leur zone éducative et leur âge.

1.1. Présentation de l'échantillon et recrutement des participants

L'échantillon des sujets ayant participé à l'étude est composé de 205 enfants scolarisés en classe de CP, CE1 et CE2 dans les Hauts-de-France, dans quatre écoles différentes ; deux écoles publiques en zone non prioritaire, une école publique en REP et une école publique en REP+. Aucun critère d'inclusion (hormis le fait d'avoir l'accord parental) ni d'exclusion n'a été établi afin d'obtenir un échantillon représentatif et révélateur du niveau global des élèves dans les Hauts-de-France. Le tableau ci-dessous (cf. Tableau 3) synthétise les données en fonction du nombre d'effectifs par classe et par zone éducative, en précisant le nombre de garçons sur l'effectif total. Le tableau suivant (cf. Tableau 4), quant à lui, présente l'âge moyen des élèves en fonction de leur appartenance à une zone éducative et en fonction de leur niveau scolaire.

Tableau 3. Présentation de l'échantillon selon les zones éducatives (nombre d'élèves, sexe)

Classe \ Zone	REP	REP+	NP	NP	Total (Garçons)
CP	48	6	29	25	108 (55)
CE1	7	/	26	22	55 (30)
CE2	/	/	15	27	42 (18)
Total	55	6	70	74	205 (103)

Note. NP : non prioritaire.

Nous observons une répartition équitable selon le sexe par classe ; les garçons représentent 50,9% de l'effectif chez les CP, 54,5% chez les CE1 et 42,9% chez les CE2 ($\chi^2(2, N = 205) = 1.34, p = .51$).

La répartition des effectifs selon les zones éducatives est cependant moins homogène ; nous retrouvons une majorité d'élèves en zone non prioritaire (50% chez les CP, 87,3% chez les CE1 et 100% chez les CE2). Cela peut s'expliquer par la majorité d'écoles se situant en zone non prioritaire, à l'échelle régionale comme à l'échelle nationale (cf. 2.3.2 du contexte théorique). Cet aspect sera à prendre en compte lors de l'interprétation. Nous ne disposons pas d'échantillon relatif aux élèves scolarisés en classe de CE2 en zone prioritaire et aux élèves scolarisés en classe de CE1 en REP+, ce qui limite les possibilités d'analyses.

Tableau 4. Âge des élèves en mois selon les classes et les zones éducatives

Âge moyen (ET) \ Zone	NP	REP	REP+	Total
CP	76.43 (3.87)	76.12 (3.27)	76.00 (2.61)	76.27 (3.53)
CE1	89.10 (4.45)	88 (2.16)	/	88.96 (4.23)
CE2	101.19 (4.53)	/	/	101.19 (4.53)

Note. ET : écart-type.

Les passations des tests ont eu lieu lors du premier trimestre de l'année scolaire 2021-2022, de septembre à mi-novembre, afin d'obtenir le niveau représentatif des élèves à cette période et d'éviter un potentiel biais de maturation. Le plus jeune élève scolarisé en classe de CP était alors âgé de 70 mois, le plus âgé de 84 mois ; nous ne relevons pas de différence d'âge entre les élèves scolarisés en classe de CP issus d'établissements non prioritaires et prioritaires ($F(2, 107) = 109 ; p = .897$). Le plus jeune élève scolarisé en classe de CE1 avait 82 mois, le plus âgé 101 mois ; nous ne relevons pas non plus de différence d'âge entre les élèves scolarisés en classe de CE1 issus d'établissements non prioritaires et en REP, l'âge est équivalent ($t(53) = 643 ; p = .524$). Le plus jeune élève scolarisé en classe de CE2 était âgé de 95 mois, le plus âgé de 114 mois ; aucune comparaison statistique des âges entre les zones éducatives n'est possible puisque l'échantillon d'élèves scolarisés en classe de CE2 provient uniquement d'écoles en zone non prioritaire.

2. Présentation des outils

Les documents et les tests nécessaires à la réalisation des passations sont présentés ci-dessous. Les tests de repérage, qui sont non informatisés, seront à terme téléchargeables et mis gratuitement à disposition des enseignants, sur un site Internet. Il s'agit de tests courts proposés aux élèves de façon individuelle et / ou collective.

2.1. Questionnaire parental

Ce questionnaire à destination des parents a été envoyé par mail pour impression ou distribué directement en version papier aux écoles ayant accepté notre intervention. Avant de compléter ce questionnaire, les parents devaient renseigner les coordonnées de l'enfant (nom, prénom, date de naissance) ainsi que quelques informations importantes pour l'analyse statistique des résultats (langue principale parlée à la maison, autre(s) langue(s), suivi orthophonique en précisant le motif). Ces données ont par la suite été anonymisées.

Le questionnaire en lui-même est composé de quatre parties : les activités pratiquées à la maison par ordre d'utilisation, l'utilisation de la tablette tactile et / ou du téléphone (fréquence, durée et type), la pratique de jeux de société (fréquence, durée et type) et la pratique de la lecture ou l'écoute d'histoires (fréquence, durée et type). Les questions se présentaient sous forme de tableaux avec des cases à cocher.

2.2. La batterie du TRDM

Le Test de Repérage de Difficultés en Mathématique (TRDM) est un test de la cognition mathématique élaboré par Mejias, Muller et Schiltz en 2019. Il est à destination des élèves scolarisés en classe de CP, CE1, CE2, CM1, CM2 et s'adresse aux enseignants ou à tout professionnel travaillant avec des enfants (psychologue scolaire, orthophoniste, médecin scolaire...). Ceux-ci pourront coter et interpréter aisément les résultats. Il s'agit du premier test psychométrique permettant d'évaluer le « mathematical school readiness » (MSR) des élèves, c'est-à-dire leurs compétences mathématiques précoces (Mejias et al., 2019). Les enseignants pourront alors effectuer un screening des forces et des faiblesses de leurs élèves en mathématique, mais ne pourront pas établir un diagnostic ; il leur faudra orienter les élèves dont les résultats sont faibles vers le médecin et le psychologue de l'Éducation nationale afin d'effectuer d'éventuels examens complémentaires. L'utilisation de ce test permettrait une prise en charge précoce de leurs difficultés afin d'éviter les répercussions scolaires.

D'un point de vue pratique, la passation des épreuves se fait en classe, elle est exclusivement collective et rapide ; elle est estimée à vingt minutes environ. Les épreuves, au nombre de trois pour les élèves scolarisés en classe de CP et de quatre à partir du CE1, ont été élaborées afin de tester l'ensemble des premières aptitudes mathématiques des élèves. Elles sont identiques pour chaque classe, mais présentent un niveau de difficulté croissant. Il s'agit de tâches d'écriture de nombres arabes sous dictée (dix items), de comparaison de paires de nombres arabes (l'élève doit entourer le plus grand des deux ; douze items), de complétion d'additions à trous -variables selon le niveau scolaire- et, à partir du CE1, de faits arithmétiques (où l'élève doit réaliser le plus de calculs possible en une minute). Il s'agit, pour cette dernière épreuve, d'additions et de soustractions pour les élèves scolarisés en classe de CE1 ainsi que de multiplications et de divisions pour les élèves scolarisés en classe de CE2, CM1 et CM2.

2.3. La batterie du PeRLe

Le test Professeurs des Écoles Repérage Langage Écrit (PeRLe) CE1 a été élaboré par Deprey et Renard (2007), Mastrototaro et Dondin (2009) et Caldas-Osvald et Negaret (2012) dans le cadre de leurs mémoires. Le PeRLe CE2 a été mis en place par Parmentier et Petitpas (2009), Boutin et Quillien-Fauchille (2012) et Auxis et Pialoux (2014), également dans le cadre de leurs mémoires. Ces travaux étaient sous la direction de Ravez et Weens. Le PeRLe est une batterie à destination des enseignants en classe de CE1 et CE2 qui a pour but de leur permettre de repérer précocement les difficultés en langage écrit de leurs élèves. Ce test ne permet pas d'établir un diagnostic mais propose un screening des compétences langagières écrites des élèves, afin d'orienter si nécessaire, comme le TRDM présenté ci-dessus, vers le médecin et le psychologue de l'Éducation nationale.

Les épreuves, adaptées à chaque niveau scolaire, sont non chronométrées et nécessitent simplement des feuilles quadrillées et un crayon. En effet, aux élèves scolarisés en classe de CE1 seront proposées des épreuves collectives de conscience phonologique (phonèmes / sons cibles à repérer dans des mots, avec présence de distracteurs phonologiques et neutres), d'orthographe (dictée de mots et de logatomes pour évaluer les voies d'adressage et d'assemblage) et une épreuve individuelle de lecture (de mots et de logatomes). Les élèves scolarisés en classe de CE2 devront, quant à eux, effectuer uniquement une épreuve collective d'orthographe (dictée de mots réguliers, irréguliers et de logatomes). Les élèves disposent d'un fichier de passation et l'enseignant d'un fichier de correction, d'un guide de passation et de cotation. La durée de passation est estimée à 45 minutes pour les élèves scolarisés en classe de CE1 et à 20 minutes pour les élèves scolarisés en classe de CE2.

3. Procédures

Nous présenterons dans cette partie les procédures suivies pour recueillir les données dans les différentes écoles, pour effectuer les passations et leur encodage.

3.1. Contact des écoles, recueil des autorisations parentales

En premier lieu, une autorisation auprès de la Commission nationale de l'Information et des Libertés (CNIL) et du Comité d'Éthique d'Établissement a été demandée et obtenue par les directrices de ce mémoire. Suite à cela, le projet LoLeMath a pu être mis en place (protocole expérimental validé par le comité d'éthique de l'ULille n° 2019-372-S76 et ayant fait l'objet d'une déclaration à la CNIL GED, Université de Lille n°201987).

Nous avons contacté les inspecteurs et inspectrices de plusieurs circonscriptions du Nord pour leur demander l'autorisation d'effectuer les passations des tests du PeRLe et du TRDM dans les écoles de leur circonscription. Suite à leur accord, nous avons effectué un recensement personnel des écoles à proximité, dans le département du Nord. Un classement selon la zone éducative a été fait, suite à quoi nous avons pu prendre contact avec les directeurs et directrices de dix écoles primaires, pour leur présenter notre projet, par téléphone ou par courriel. Quatre écoles ont répondu favorablement à l'intervention demandée ; nous leur avons alors transmis par courriel ou directement en format papier la lettre d'information et les autorisations parentales à distribuer avant les passations. Nous avons en parallèle convenu d'une date pour la passation des tests. Une fois les autorisations parentales récupérées par les enseignants, nous nous sommes rendus sur place pour rencontrer l'équipe éducative et les élèves, avant d'effectuer les passations des tests de langage écrit et de mathématique.

3.2. Passation des tests

Le recueil des données s'est déroulé entre septembre et mi-novembre 2021 au sein des établissements ayant accepté de collaborer à ce projet. Les passations ont été effectuées en modalité papier-crayon dans les classes respectives des élèves pour les épreuves collectives et dans une salle sans stimuli pour l'épreuve individuelle de lecture en CE1.

Les épreuves du TRDM sont exclusivement collectives. Un carnet de passation est remis aux élèves pour qu'ils puissent y inscrire leurs réponses (il y a cinq carnets répartis sur les cinq niveaux). L'expérimentateur dispose quant à lui d'un carnet de passation avec les consignes qu'il donne oralement au début de chaque épreuve. Il devra se munir d'un feutre pour noter les exemples au tableau ainsi que d'un chronomètre pour l'épreuve de calculs rapides, à partir du CE1. Les exercices sont à effectuer ensemble ; il faut attendre que chacun ait terminé pour passer à l'exercice suivant (une page blanche est à la disposition des élèves ayant terminé une épreuve pour qu'ils puissent dessiner en patientant s'ils le souhaitent).

Pour la passation du PeRLe CE1 (collective pour les épreuves de conscience phonologique et de dictée de mots et de logatomes ; individuelle pour l'épreuve de lecture de mots et de logatomes), l'expérimentateur dispose du livret d'exercices avec les consignes à donner oralement au début de chaque épreuve. Il aura besoin d'un feutre pour noter les exemples au tableau. Pour l'épreuve de conscience phonologique, l'expérimentateur doit énoncer tous les mots de chaque ligne pour que les élèves entourent simultanément les cases correspondantes au son cible et barrent celles qui n'y correspondent pas. Pour l'épreuve de dictée, les élèves doivent se munir d'une feuille quadrillée et d'un crayon. Les répétitions sont autorisées pour l'expérimentateur (une après chaque mot et une totale en fin d'épreuve). Pour l'épreuve de lecture individuelle, l'expérimentateur s'isole avec l'élève qui doit lire une liste de mots et une liste de logatomes ; la durée de cette épreuve est courte, l'expérimentateur doit transcrire les productions incorrectes sur son fichier enseignant.

La passation du PeRLe CE2 est plus rapide que pour la classe de CE1 puisqu'elle ne comporte qu'une épreuve de dictée de mots réguliers, irréguliers et de logatomes. Il est possible de répéter chaque mot à deux reprises. Les élèves doivent là aussi se munir uniquement d'une feuille quadrillée et d'un crayon.

3.3. Cotation des tests et traitement des données

À la fin de chaque passation, nous avons récupéré les papiers des élèves puis leur avons par la suite attribué un code identifiant individuel, dans le but de préserver l'anonymat. Nous avons effectué la cotation directement sur les protocoles et avons obtenu des scores bruts.

Pour chaque participant, les données à encoder étaient les suivantes : code d'identification, sexe, âge, niveau scolaire, zone éducative, région, école, date de passation, langue(s) parlée(s) à la maison, suivi orthophonique ou non (en précisant le motif) et les notes brutes de chaque épreuve, avec un score total de la batterie. Les données manquantes (absence de réponse) ont été retranscrites dans le tableur par un point. Concernant la cotation des épreuves, le TRDM comporte des épreuves dont la cotation est binaire (0 ou 1), comme l'épreuve de conscience phonologique, l'épreuve d'orthographe et de lecture de mots dans le PeRLe. Pour la lecture et l'orthographe de logatomes, un point est attribué par syllabe correctement lue / transcrite.

Pour le PeRLe, un classement des élèves en trois groupes est établi selon leurs résultats. L'élève est considéré comme « repéré » si son score total est inférieur à 25, il doit être orienté vers le médecin de l'Éducation nationale afin de réaliser un bilan complet. L'élève est « à surveiller » si son score total se situe entre 25 et 37, cela signifie qu'il fait partie du quart le plus faible de la classe et doit faire l'objet d'une surveillance. Il est « non repéré » si son score total est supérieur à 38, il fait partie des élèves qui constituent l'essentiel du groupe classe et n'a pas de faiblesse inquiétante. Pour le TRDM, nous emploierons les mêmes termes (repéré, à surveiller, non repéré) mais les références d'étalonnage seront différentes ; nous calculerons les percentiles et les tranches de scores selon les échantillons. Les élèves « repérés » présentent un score inférieur au percentile 5 (P5), les élèves « à surveiller » ont un score compris entre P15 et P15 et les élèves « non repérés » affichent un score supérieur à P15.

Ces données ont été encodées dans un fichier tableur Calc (Apache Open Office, Version 4.1.11) et vérifiées par une tierce personne. Puis l'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) (IBM Corp, 2017), afin de vérifier nos hypothèses de départ. Nous avons utilisé le test *t* de Student qui permet de comparer les moyennes de deux échantillons indépendants et de déterminer si ces moyennes sont significativement différentes. Nous avons également utilisé le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson (*r*), qui permet d'évaluer les potentielles relations linéaires entre deux variables continues, à savoir les résultats aux différentes épreuves. Les résultats sont « significatifs » (c'est-à-dire qu'ils ne sont pas le fruit du hasard) lorsque la *p* valeur est inférieure à .05 ; ils sont « marginaux » lorsqu'ils se situent entre .05 et .08 (ils sont alors difficilement interprétables).

Résultats

1. Résultats obtenus aux épreuves et classements

Suite aux analyses descriptives effectuées, nous présenterons sous forme de tableaux les résultats détaillés de l'échantillon, pour le TRDM puis pour le PeRLe. Le classement des élèves selon leurs résultats est également proposé.

1.1. Résultats obtenus au TRDM

Les tableaux ci-dessous (cf. Tableaux 5, 6 et 7) présentent pour chaque niveau scolaire (CP, CE1, CE2) les résultats obtenus par les élèves au test du TRDM, pour chaque épreuve et en fonction de la zone éducative, en détaillant la moyenne, l'écart-type, le score minimum et le score maximum pour chaque épreuve. L'effectif (N) correspond au nombre d'élèves par niveau, toutes zones éducatives confondues.

Tableau 5. Résultats obtenus au TRDM en CP selon la zone éducative (N = 108)

	Dictée NA		Comparaison NA		Maisons additions		Total batterie /40	
	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max
NP	9.57 (.90)	6-10	9.59 (1.7)	5-12	12.46 (6.35)	1-18	31.63 (7.54)	15-40
REP	9 (1.43)	4-10	9.02 (1.82)	5-12	13.58 (6.11)	0-18	31.60 (8)	10-40
REP+	9.33 (1.21)	7-10	10 (1.27)	8-11	15.83 (3.92)	8-18	35.17 (4.26)	27-39
Total	9.31 (1.2)	4-10	9.36 (1.75)	5-12	13.15 (6.15)	0-18	31.81 (7.61)	10-40

Tableau 6. Résultats obtenus au TRDM en CE1 selon la zone éducative (N = 55)

	Dictée NA		Comparaison NA		Maisons additions		Calculs rapides		Total batterie	
	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max
NP	7.17 (2.4)	0-10	11.27 (1.13)	8-12	17 (8.95)	0-31	23.65 (6.99)	11-41	59.08 (15.86)	27-89
REP	6.29 (1.8)	5-10	11.29 (.76)	10-12	18.71 (5.34)	9-29	27.14 (4.67)	20-35	63.43 (6.24)	55-72
Total	7.05 (2.34)	0-10	11.27 (1.08)	8-12	17.22 (8.6)	0-31	24.09 (6.81)	11-41	59.64 (15.01)	27-89

Tableau 7. Résultats obtenus au TRDM en CE2 selon les deux écoles en zone NP (N = 42)

	Dictée NA		Comparaison NA		Maisons additions		Calculs rapides		Total batterie	
	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max
NP	8.12 (4.53)	4-10	10.88 (1.82)	1-12	12.83 (9.56)	0-30	36.88 (9.94)	14-63	68.71 (19.51)	30-110

Les tableaux ci-dessous (cf. Tableaux 8, 9 et 10) présentent, pour chaque niveau et en fonction de la zone éducative, le classement des élèves selon leurs résultats obtenus au score total de la batterie du TRDM. Les élèves scolarisés en classe de CP considérés comme « non repérés » ont obtenu un score supérieur à P15 (à 21/40), ceux « à surveiller » ont un score compris entre P5 et P15 (entre 17/40 et 21/40) et les élèves « repérés » présentent un score inférieur à P5 (à 17/40).

Tableau 8. Classement selon les résultats au TRDM en CP selon la zone éducative

Classement	NP (N = 54)	REP (N = 48)	REP + (N = 6)	Total (N = 108)
Non repérés : > P15	44	40	6	90
À surveiller : entre P5 et P15	8	5	0	13
Repérés : < P5	2	3	0	5

Les élèves scolarisés en classe de CE1 considérés comme « non repérés » ont obtenu un score supérieur à P15 (à 42), les élèves « à surveiller » ont un score compris entre P5 et P15 (entre 36 et 42) et les élèves « repérés » ont un score inférieur à P5 (à 36).

Tableau 9. Classement selon les résultats au TRDM en CE1 selon la zone éducative

Classement	NP (N = 48)	REP (N = 7)	Total (N = 55)
Non repérés	39	7	46
À surveiller	7	0	7
Repérés	2	0	2

Les élèves scolarisés en classe de CE2 considérés comme « non repérés » ont obtenu un score supérieur à P15 (à 47), les élèves « à surveiller » ont un score compris entre P5 et P15 (entre 37 et 47) et les élèves « repérés » ont un score inférieur à P5 (à 37).

Tableau 10. Classement selon les résultats au TRDM en CE2

Classement	NP / Total (N = 42)
Non repérés	35
À surveiller	6
Repérés	1

1.2. Résultats obtenus au PeRLe

Les tableaux ci-dessous (cf. Tableaux 11 et 12) présentent pour chaque niveau scolaire (CE1, CE2) les résultats obtenus par les élèves au test du PeRLe, pour chaque épreuve et selon la zone éducative, en détaillant la moyenne, l'écart-type, le score minimum et le score maximum pour chaque épreuve.

Tableau 11. Résultats obtenus au PeRLe en CE1 selon la zone éducative (N = 55)

	Conscience phonologique		Dictée (logatomes, mots)		Lecture (logatomes, mots)		Total batterie /59	
	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max
NP	4.75 (1.5)	0-6	21.50 (6.6)	4-29	20.36 (4.92)	3-24	47 (11.44)	10-58
REP	5.14 (1.46)	2-6	24.86 (4.18)	17-29	21.71 (1.98)	19-24	51.71 (6.5)	38-58
Total	4.8 (1.48)	0-6	21.93 (6.42)	4-29	20.55 (4.34)	3-34	47.65 (10.97)	10-58

Tableau 12. Résultats obtenus au PeRLe en CE2 selon les deux écoles en zone NP (N = 42)

	Dictée mots réguliers		Dictée mots irréguliers		Dictée logatomes		Total batterie /54	
	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max
NP	8.14 (2.51)	2-11	13.98 (7.37)	0-24	13.26 (3.21)	5-18	35.38 (11.72)	9-51

Les tableaux 13 et 14 ci-dessous présentent, pour chaque niveau et selon la zone éducative, le classement des élèves selon leurs résultats obtenus au score total de la batterie du PeRLe. Pour rappel, les élèves considérés comme « non repérés » ont obtenu un score supérieur à 38, les élèves « à surveiller » ont un score compris entre 25 et 37 et les élèves « repérés » ont un score inférieur à 25.

Tableau 13. Classement selon les résultats au PeRLe en CE1 selon la zone éducative

Classement	NP (N = 48)	REP (N = 7)	Total (N = 55)
Non repérés	37	7	44
À surveiller	5	0	5
Repérés	6	0	6

Tableau 14. Classement selon les résultats au PeRLe en CE2

Classement	NP / Total (N = 42)
Non repérés	24
À surveiller	8
Repérés	1

2. Comparaison entre les zones éducatives et corrélation entre les résultats

Dans cette partie, nous analyserons les résultats selon deux perspectives. Tout d'abord, une comparaison des scores selon la zone éducative sera proposée. Nous étudierons ensuite le lien entre les résultats obtenus par les élèves scolarisés en classe de CE1 et de CE2 au TRDM et au PeRLe afin de savoir s'ils sont corrélés ou non.

2.1. Comparaison des scores selon la zone éducative

L'un des objectifs de notre étude consistait à établir une comparaison entre les résultats des élèves en zone prioritaire et ceux des élèves en zone non prioritaire. Nous avons formulé l'hypothèse qu'un lien existe entre le milieu socioculturel / socioscolaire et les résultats scolaires : les élèves scolarisés en éducation prioritaire (généralement issus de milieux plus défavorisés) présenteraient des résultats inférieurs. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons utilisé le test t de Student.

Pour le niveau scolaire de CP, au regard du faible nombre d'élèves dans la catégorie REP+ ($N = 6$), nous avons choisi de répartir l'ensemble des élèves en deux groupes, en fonction de leur appartenance à une école classée comme étant en zone non prioritaire ou prioritaire (reprenant donc les zones REP et REP+). Nous observons alors des différences entre ces deux groupes uniquement à l'épreuve de dictée de nombres ($t(90.57) = .24$; $p = .02$), en faveur des élèves issus d'établissements non prioritaires. Notons que la comparaison des moyennes d'une analyse générale linéaire multivariée pour les trois zones éducatives fournissait des résultats équivalents avec une différence significative à cette épreuve entre les groupes non prioritaire et REP.

Pour le niveau scolaire de CE1, la comparaison des scores totaux au PeRLe révèle une différence significative à la dictée de mots uniquement ($t(10.1) = -2.54$; $p = .03$), en faveur cette fois des élèves issus de l'école REP. Concernant la batterie de mathématique, la comparaison des scores totaux ne révèle aucune différence significative ($t(20.32) = -1.32$; $p = .201$) entre les élèves scolarisés en REP et en non prioritaire.

Pour les CE2, aucune analyse comparative entre les zones n'est possible puisque les élèves proviennent tous d'écoles en zone non prioritaire.

2.2. Corrélation entre les performances en lecture, en orthographe et en mathématique

L'autre hypothèse posée avançait que les compétences en langage écrit (lecture et orthographe) seraient fréquemment liées aux compétences en mathématique ; les difficultés en lecture amplifieraient les difficultés en mathématique. Nous avons alors étudié la corrélation entre les scores des deux tests, pour les classes de CE1 et de CE2 (les classes de CP étaient concernées par le test de mathématique uniquement), toutes zones confondues. Nous avons utilisé le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson (r) pour effectuer ces analyses.

Pour les élèves scolarisés en classe de CE1, les corrélations sont positives entre les scores totaux de la batterie de mathématique et les épreuves de lecture ($r(51) = .383$; $p = .006$) et d'orthographe du PeRLe ($r(55) = .507$; $p \leq .001$). Plus précisément, nous retrouvons des corrélations entre la batterie de mathématique et la dictée de logatomes ($r(53) = .424$; $p \leq .001$) et de mots ($r(53) = .561$; $p \leq .001$). Nous retrouvons de plus une relation positive entre

les compétences en lecture et l'épreuve des additions rapides ($r(49) = .263, p = .031$). Cependant, aucune corrélation n'est retrouvée avec l'épreuve de conscience phonologique ($r(53) = .232 ; p = .088$).

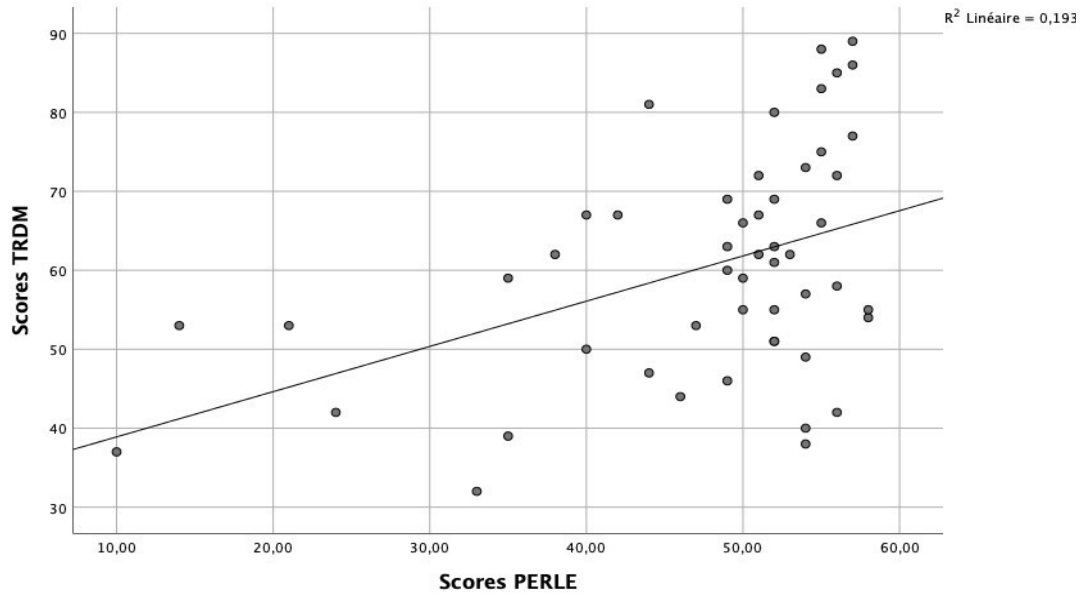


Figure 6 : corrélation entre les scores aux TRDM et PeRLe pour les élèves de CE1.

En ce qui concerne les élèves scolarisés en classe de CE2, nous notons des corrélations positives entre le score total de la batterie de mathématique et le score à l'épreuve d'orthographe du PeRLe ($r(40) = .396 ; p = .009$). Plus précisément, nous retrouvons une corrélation positive avec les sous-épreuves d'orthographe de mots réguliers ($r(40) = .354 ; p = .022$) et de mots irréguliers ($r(40) = .391 ; p = .011$), mais nous ne relevons pas de corrélation avec la sous-épreuve d'écriture de logatomes de cette même batterie ($r(40) = .272 ; p = .082$). Il est également à noter que la relation observée en CE1 (corrélation lecture - additions simples) n'apparaît pas en CE2 ; nous ne retrouvons pas de lien entre les compétences en orthographe et les performances en résolution d'additions simples ($r(50) = .40 ; p = .40$).

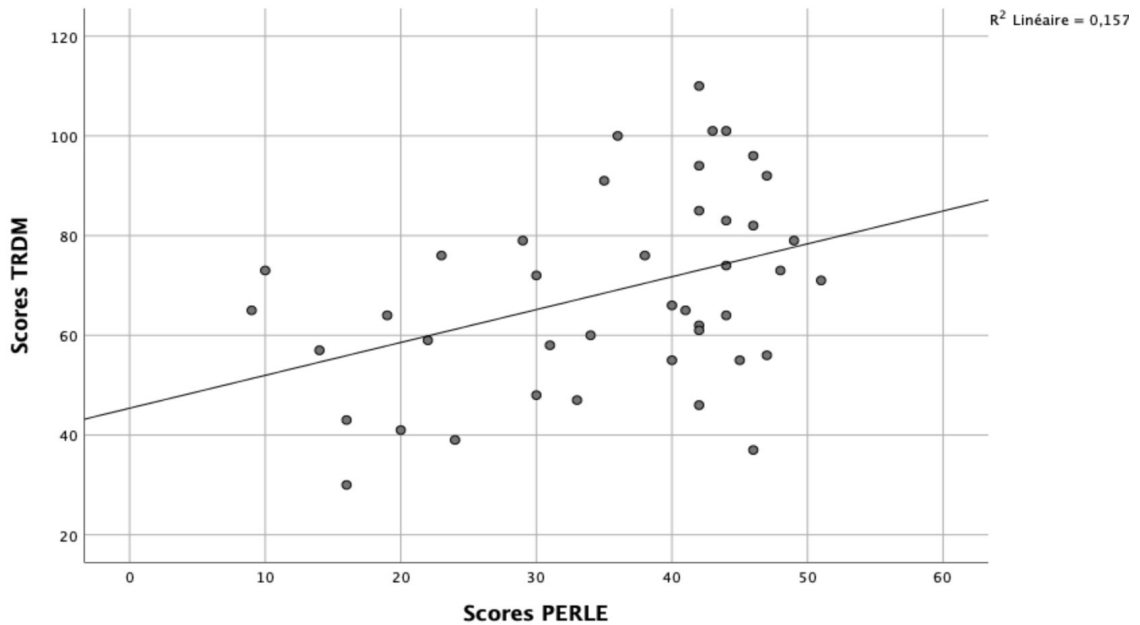


Figure 7 : corrélation entre les scores aux TRDM et PeRLe pour les élèves de CE2.

Discussion

Dans cette partie, nous rappellerons les objectifs de l'étude pour ensuite interpréter et commenter les résultats statistiques présentés ci-dessus, à partir de nos hypothèses initiales. Nous présenterons également les limites de cette étude ainsi que les perspectives cliniques pour le projet.

1. Interprétation des résultats

Après avoir rappelé les hypothèses posées et les objectifs de notre étude, nous interpréterons les comparaisons établies entre les résultats obtenus par les différentes zones éducatives, puis nous commenterons les corrélations observées entre les performances en langage écrit et en mathématique.

1.1. Rappel des objectifs de l'étude

Le premier objectif de cette étude était d'évaluer le lien entre le milieu socioscolaire et les résultats aux tests de repérage proposés. L'hypothèse principale était que les élèves scolarisés en zone d'éducation prioritaire (de milieux socioculturels et économiques défavorisés) présenteraient des résultats inférieurs en comparaison aux élèves scolarisés en éducation non prioritaire, pour le langage écrit comme pour les mathématiques.

Le deuxième objectif consistait à évaluer le lien et l'influence des compétences du langage écrit sur les performances en mathématique. L'hypothèse était que ces deux compétences sont effectivement liées, notamment car les capacités en lecture influencent les capacités arithmétiques. Nous avons alors prédit que de faibles résultats au test de mathématique seraient associés à de faibles résultats au test de langage écrit, sans prendre en compte l'appartenance à une zone éducative. Nous avons également émis l'hypothèse que la conscience phonologique (compétence distincte de la lecture) n'influerait pas sur les compétences en mathématique. Finalement, nous avons prédit une corrélation entre la lecture et la capacité à réaliser des additions simples.

1.2. Lien entre les résultats et l'appartenance à une zone éducative

Nous avons cherché à savoir s'il existait un retentissement du milieu socioscolaire et de l'appartenance à une zone éducative sur les performances scolaires. Nous avons alors pu constater que les résultats étaient globalement équivalents entre les zones malgré une différence significative à l'épreuve de dictée de nombres du TRDM pour les élèves scolarisés en classe de CP, avec des résultats supérieurs pour les élèves issus d'établissements non prioritaires. Nous avons également pu observer une différence significative à l'épreuve de dictée de mots du PeRLe pour les élèves scolarisés en classe de CE1, cette fois en faveur des élèves issus d'un établissement REP. Cependant, nous n'avons pas observé d'écart significatif global (ex. sur les scores totaux des deux tests) comme nous l'avions supposé au départ ; au regard de ces résultats hétérogènes, nous ne pouvons valider l'hypothèse selon laquelle les élèves scolarisés en zone d'éducation prioritaire auraient des résultats inférieurs à ceux des élèves scolarisés dans les établissements d'éducation non prioritaire.

Nous pouvons, pour tenter d'expliquer ces résultats, émettre une hypothèse quant aux caractéristiques de la population étudiée. L'échantillon d'élèves scolarisés en classe de CE1 en éducation prioritaire (REP) est effectivement trop restreint ($N = 7$) par rapport à celui des élèves en éducation non prioritaire ($N = 48$) ; cette distribution inégale rend la comparaison

délicate pour ce niveau scolaire. Les résultats manquent de significativité statistique. Un effectif plus important dans l'échantillon des élèves scolarisés en classe de CE1 aurait pu entraîner d'autres résultats et ainsi éviter toute confusion.

Néanmoins, cette hypothèse de distribution inégale des sujets selon les zones ne peut pas expliquer la différence significative relevée en dictée de nombres pour les élèves scolarisés en classe de CP. En effet, les élèves scolarisés en éducation prioritaire sont aussi nombreux que les élèves scolarisés en éducation non prioritaire (N = 54 par zone). Nous pouvons alors évoquer l'hypothèse que la relative égalité entre le niveau scolaire des établissements en éducation prioritaire et non prioritaire est due aux mesures prises en faveur des établissements d'éducation prioritaire par le gouvernement (mesures qui ont été appliquées dans les écoles testées). L'une des mesures les plus récentes et qui s'est avérée efficace est le dédoublement des classes, qui a débuté en septembre 2017. Cette mesure avait pour objectif que 100% des élèves maîtrisent les enseignements fondamentaux (lire, écrire, compter) en quittant l'école primaire. L'une des principales opérations de cette mesure consistait à baisser drastiquement les effectifs (par le dédoublement) des classes de CP puis de CE1, en REP+ puis en REP, avec un effectif maximum souhaité à douze élèves par classe. De la sorte, l'enseignement proposé peut être davantage personnalisé et progressif. Cette mesure a été sujette à une première évaluation scientifique menée par la DEPP, qui s'est étendue sur trois ans. Les premiers résultats se sont révélés positifs : les objectifs ont été atteints. Les analyses ont montré que les élèves de classes dédoublées présentaient des résultats supérieurs aux élèves provenant de classes issues du même milieu socioscolaire mais n'ayant pas été sujettes à un dédoublement. De plus, une amélioration du climat scolaire et des conditions de travail des enseignants a été relevée (www.education.gouv.fr). Cette mesure peut expliquer en partie les résultats hétérogènes de notre analyse.

1.3. Liens observables entre les résultats en lecture, en orthographe et en mathématique

Nous souhaitons observer le niveau de corrélation entre les résultats en langage écrit (épreuves d'orthographe, de lecture et de conscience phonologique) et en mathématique, sans tenir compte de la zone éducative. Nous avons pu observer des corrélations positives entre les résultats à la batterie du TRDM et aux épreuves d'orthographe de mots (dans les classes de CE1 et de CE2) et de lecture (dans les classes de CE1) du PeRLe. Cela soutient les données issues de la littérature attestant qu'il existe, dès les premières années d'apprentissage, un lien solide entre les compétences en lecture et en arithmétique (Purpura & al., 2011).

Nous avons cherché à vérifier l'hypothèse selon laquelle la conscience phonologique n'influerait pas de manière causale sur les compétences en mathématique (Landerl et al., 2013). Les analyses statistiques ont révélé qu'il n'y avait en effet aucune corrélation entre l'épreuve de conscience phonologique du PeRLe et le score total de la batterie de mathématique. Cela confirme l'hypothèse que la conscience phonologique n'est pas à l'origine des compétences mathématiques et qu'elles forment chacune des aptitudes distinctes. Le déficit de la conscience phonologique se retrouve en lecture ; quant à l'arithmétique, son atteinte peut être définie par un déficit de la représentation des nombres (Landerl et al., 2009).

Un des objectifs de cette étude était d'analyser le lien entre la lecture et la capacité à réaliser des additions simples. L'hypothèse était que les compétences en calcul (additions simples) seraient plus élevées chez les enfants qui ont de meilleures compétences en lecture. La corrélation entre ces deux compétences s'est avérée positive. Cela confirme que, lorsque

l'élève résout une addition simple, les zones du langage en lien avec la récupération verbale s'activent, comme pour la lecture (Evans et al., 2016).

2. Limites de cette étude

Plusieurs limites sont apparues lors de cette intervention, sur les plans matériel et méthodologique, ce qui constitue des biais à prendre en compte dans l'interprétation des résultats.

2.1. Critiques liées au matériel et aux conditions de passation

Lors des passations, nous avons pu remarquer plusieurs éléments relatifs aux épreuves des tests et à l'environnement qui pouvaient influencer sur les réponses des élèves. La limite commune aux deux tests (qui, pourtant, est également un atout) est leur caractère collectif. La passation des épreuves en est, de fait, rapide, mais l'environnement de classe et le nombre d'élèves plus ou moins important selon les niveaux et les zones font que la tricherie est possible. En effet, le seul enseignant ne peut pas surveiller la classe entière lors des épreuves. Cela peut évidemment amener à des résultats biaisés, donc non représentatifs du niveau réel de l'élève. De plus, les élèves peuvent intervenir oralement pendant et entre les épreuves, ce qui peut dissiper la classe.

Au niveau des épreuves elles-mêmes, pour la batterie du TRDM, nous avons pu remarquer que l'épreuve des additions sous forme de maisons était difficile pour beaucoup d'élèves (surtout pour les élèves scolarisés en classe de CE2, pour qui les additions imposées sont plus complexes), qui avaient besoin de beaucoup de temps pour l'effectuer. Le fait que ce test soit collectif et que les épreuves soient à effectuer ensemble rend l'attente difficile pour les élèves ayant terminé rapidement, qui peuvent alors distraire ceux qui n'ont pas terminé. L'épreuve des calculs rapides pour les élèves scolarisés en classe de CE1 et de CE2 a également montré deux limites : premièrement, certaines opérations (les multiplications et les divisions) n'avaient, à ce stade de l'année scolaire, pas encore été introduites dans le programme selon la classe. Les résultats sont donc biaisés puisque ces opérations étaient acquises ou en cours d'apprentissage pour certaines classes et sur le point de l'être pour d'autres classes. Il est difficile d'évaluer le véritable niveau des élèves sur des domaines qui n'ont pas encore été abordés en classe. Deuxièmement, cette épreuve de calculs rapides étant chronométrée, certains élèves n'ont pas respecté le temps imparti et ont débuté avant le départ ou ont poursuivi après l'arrêt du chronomètre.

La batterie du PeRLe présente également des limites : l'épreuve de conscience phonologique contient quelques biais. En effet, c'est un exercice à effectuer collectivement, les élèves doivent attendre le signal de l'expérimentateur pour passer d'un item à l'autre. Ce dernier énonce oralement tous les mots de chaque ligne ; nous avons remarqué une tendance impulsive des élèves à répondre oralement avant d'entourer ou de barrer les items. Les autres élèves sont alors influencés par les réponses de leurs camarades. De plus, cette épreuve comporte une double consigne (mémoriser le son cible et barrer ou entourer l'item selon ce son) ; cela peut représenter un coût cognitif relativement important chez certains élèves, ce qui peut influencer leur réponse en cas d'oubli ou de confusion. Concernant le déroulement de l'épreuve de lecture individuelle, il s'est bien passé lorsque nous étions isolés avec l'élève, cependant ce n'a pas été toujours possible pour des raisons de disponibilité des salles. Nous devions donc nous isoler dans un coin de la classe pour effectuer l'épreuve ; les conditions de passation n'étaient pas optimales en raison des stimuli sonores et visuels environnants.

Finally, the integral orthography test in CE2 class was challenging for some students. It involves a total of 54 words to transcribe; at the end of the test, many students felt fatigued, which could have influenced their productions.

Finally, regarding the parental questionnaire, many biases are at play. In effect, it is a subjective questionnaire, so the responses provided are not necessarily truthful. Moreover, some parents provided administrative data about their child but only partially filled out the questionnaire or did not complete it at all.

2.2. Critiques méthodologiques

Several limitations were identified in the sample studied. It consists of a total of 205 students, which is statistically significant. However, the distribution of subjects is not equal across classes and educational zones. In effect, the study does not include participants from REP and REP+ zones in CE2 and from the REP+ zone in CE1. Analyses and interpretations are therefore missing for these educational zones. Moreover, the REP+ zone is very poorly represented in the total sample since it only includes six students in CE2. The same is true for the REP zone in CE1, which only includes seven participants. The results are therefore not very significant and may lack representativeness. Moreover, the study does not include any private schools; it would have been interesting to include this sector in the sample in order to carry out more comparative analyses between zones.

Sanitary conditions linked to the COVID-19 pandemic have hindered data collection. In effect, many establishments were not favorable to our presence in the classrooms. This is partly due to the fact that the distribution of zones in our study is not equal; schools classified as priority education are fewer in number, so the chances of intervening in them have also been reduced.

3. Perspectives pour la suite du projet

Our initial objective was to collect data from all educational zones in France. The tests were thus carried out in two schools in non-priority education, one in REP and one in REP+. However, the data collected in these two schools in priority education is limited for CE1 and CE2 classes and the sample is not very representative. It would be relevant to continue this work by including more students from priority education establishments; it would also be interesting to integrate students from private schools, as this sector is not represented in our sample.

Our study is limited to CE1, CE2 and CP classes because we wanted to study the link between written language and mathematics (the PeRLe test was adapted to CE1 and CE2 levels only). However, there are several versions of the TRDM battery. In effect, CM1 and CM2 classes could also be the subject of tests. It would therefore be interesting to continue this work by comparing educational zones, including more advanced school levels.

In addition, the parental questionnaire includes the question « suivi orthophonique OUI NON (si oui, préciser pourquoi) »; it could be interesting, in the context of a complementary study, to be interested in the link between school results / tests of spelling and the existence of a phonological follow-up.

Finalement, nous avons pu constater, dans la comparaison de la répartition des zones éducatives aux échelles régionale et nationale, que cette répartition n'est pas rigoureusement égale d'une échelle à l'autre. Les résultats obtenus sont donc difficilement généralisables à l'échelle nationale. Il serait pertinent de collecter des données dans différentes régions françaises afin d'obtenir des résultats représentatifs du niveau scolaire national.

Conclusion

Notre étude participe au projet LoLeMath et rentre dans le cadre de la prévention et du repérage des difficultés scolaires d'élèves du cycle 2, qui est celui des apprentissages fondamentaux (les mathématiques et le langage écrit). Nous souhaitons, à travers ce travail, contribuer à l'enrichissement de l'échantillonnage des tests de repérage à destination des enseignants. Nous avons également pu confirmer les données de la littérature sur le lien entre la lecture et les mathématiques, mais aussi apporter de nouvelles données sur les zones en éducation prioritaire.

Nous avons effectué les passations des tests de repérage en cognition mathématique (le TRDM) et en langage écrit (le PeRLe) auprès de 205 élèves scolarisés en classe de CP, CE1 et CE2, répartis dans 3 zones éducatives (non prioritaire, REP et REP+). Les passations se sont déroulées dans ces écoles, de septembre à mi-novembre 2021. Suite à la collecte de ces données, nous les avons encodées pour réaliser des analyses statistiques portant sur la comparaison des résultats inter-zones éducatives et sur la corrélation entre les scores en lecture, en orthographe et en mathématique.

Les résultats des analyses valident l'existence d'un lien significatif entre les compétences en lecture et les performances en mathématique, notamment lors de la réalisation d'additions simples. Ils confirment également que la conscience phonologique n'est pas corrélée aux compétences mathématiques, ce sont en effet deux aptitudes distinctes dans le sens où les capacités en conscience phonologique n'influent pas sur les performances en mathématique.

La comparaison des résultats aux tests entre les zones éducatives a cependant révélé des différences moins significatives, avec des résultats hétérogènes ; l'appartenance à une zone éducative n'influerait pas sur les résultats scolaires. Cela peut être expliqué par certaines mesures récentes, appliquées dans les écoles en éducation prioritaire. Ces mesures, comme le dédoublement des classes initié en 2017, visent à réduire l'écart dans les apprentissages entre les élèves scolarisés en zone d'éducation prioritaire et les élèves scolarisés en zone d'éducation non prioritaire. L'objectif fixé par le gouvernement en 2014, qui était d'obtenir un écart à moins de 10%, semble atteint pour ces écoles.

Cependant, il s'agit d'un échantillon provenant seulement de quatre écoles, issues d'un département dans une seule région du territoire français. Les résultats sont donc difficilement généralisables à l'échelle nationale. De plus, la répartition des sujets est inégale selon les zones et les classes ; l'échantillon ne comporte pas suffisamment d'élèves en classe de CE1 et de CE2 provenant d'établissements en éducation prioritaire pour s'assurer de la significativité des résultats. Ces derniers doivent donc être interprétés avec précaution. C'est pourquoi, à la lumière de ces constatations et pour confirmer les résultats observés, il serait nécessaire de poursuivre ces actions de repérage et ces analyses. L'augmentation des effectifs dans l'échantillonnage et l'inclusion d'élèves scolarisés dans d'autres régions du territoire français permettrait d'approfondir les résultats obtenus lors de ce travail.

Bibliographie

- Académie de Lille (2021). *L'Académie de Lille en chiffres 2020-2021*.
- Albaret, J.-M., & Chaix, Y. (2013). *Mise au point sur les troubles des apprentissages*. Entretiens de psychomotricité, France.
- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders DSM-IV* (4^e éd.). American Psychiatric Association.
- American Psychiatric Association (2015). *DSM-5 : manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (traduit par J.-D. Guelfi et M.-A. Crocq; 5^e éd.). Elsevier Masson.
- ANAES (2001). L'orthophonie dans les troubles spécifiques du développement du langage oral chez l'enfant de 3 à 6 ans. Services des recommandations et références professionnelles. *Journal de pédiatrie et de puériculture*, 15(3), 178-180.
- Arapi, E., Pagé, P., & Hamel, C. (2018). Quels sont les liens entre l'implication parentale, les conditions socioéconomiques de la famille et la réussite scolaire ? : une synthèse des connaissances. *McGill journal of education*, 53(1), 88–108.
- Ashkenazi, S., De Smedt, B., & Rubinsten, O. (2017). Editorial : Associations between Reading and Mathematics: Genetic, Brain Imaging, Cognitive and Educational Perspectives. *Frontiers in Psychology*, 8(600).
- Auxis, M., & Pialoux, C. (2014). *Finalisation de validation d'un test de repérage des troubles du langage écrit en début de CE2 et d'une fiche de liaison concernant la lecture*. Mémoire d'orthophonie. Institut Gabriel Decroix. Université de Lille.
- Bénabou, R., Kramarz, F., & Prost, C. (2005). Zones d'éducation prioritaire : quels moyens pour quels résultats ? Une évaluation sur la période 1982-1992. *Économie et statistique*, 380(1), 3-34.
- Boutin, D., & Quillien-Fauchille, A.L. (2012). *Test de repérage des troubles du langage écrit en CE2 : poursuite de l'élaboration d'un test d'orthographe et d'une fiche de liaison concernant la lecture*. Mémoire d'orthophonie. Institut Gabriel Decroix. Université de Lille.
- Brun, A., & Guinard, F. (2015). Une approche psychodynamique des troubles spécifiques des apprentissages. *Nouvelle revue de psychosociologie*, 20(2), 77-96.
- Caldas-Osvald, A., & Negaret, B. (2012). *Finalisation d'un outil de repérage des troubles du langage écrit en début de CE1 à l'intention des enseignants : dernière partie de la validation externe de l'outil*. Mémoire d'orthophonie. Institut Gabriel Decroix. Université de Lille.
- Coltheart, Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204–256.
- Davelaar, E., Coltheart, M., Besner, D., & Jonasson, J. T. (1978). Phonological recoding and lexical access. *Memory & Cognition*, 6(4), 391-402.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1), 1-42.

- Dehaene, S. (2001). Précis of The Number Sense. *Mind & language*, 16(1), 16-36.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2011). The unique role of the visual word form area in reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 15, 254–262.
- DEPP (2021). *RERS : Repères et références statistiques – édition 2021*.
- Deprey, A., & Renard, C. (2007). *Mise en place d'un repérage des troubles d'apprentissage du langage écrit chez des enfants de début CE1 scolarisés en ZUS*. Mémoire d'orthophonie. Institut Gabriel Decroix. Université de Lille.
- Desrochers, A., Carson, R., & Daigle, D. (2012). Une analyse des facteurs de risque dans l'apprentissage de la lecture chez l'enfant. *Enfance en difficulté*, 1(1), 47-83.
- Du Sautoy, M. (2015). *Le mystère des nombres : Odyssée mathématique à travers notre quotidien*. Gallimard.
- Evans, T. M., Flowers, D. L., Luetje, M. M., Napoliello, E. E., & Guinevere F. (2016). Functional Anatomy of Arithmetic and Word Reading and its Relationship to Age. *NeuroImage*, 143, 304-315.
- Fayol, M. (2017). *L'acquisition de l'écrit* (2^e éd.). Presses Universitaires de France – PUF.
- Fluss, J., Ziegler, J., Escalle, J., Magnan, A., Warszawski, J., Ducot, B., Richard, G., & Billard, C. (2008). Prévalence des troubles d'apprentissages du langage écrit en début de scolarité : l'impact du milieu socioéconomique dans 3 zones d'éducatons distinctes. *Archives de pédiatrie : organe officiel de la Société française de pédiatrie*, 15(6), 1049-1057.
- Fougère, D., Monso, O., Rain, A., & Tô, M. (2017). Qui choisit l'école privée, et pour quels résultats scolaires ? *Éducation & formations*, 12(95), 59-85.
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. Dans K. E. Patterson, J. C. Marshall, & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. (1986). A developmental framework for developmental dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 36, 61- 81.
- Geary, D., & Hoard, M. (2001). Numerical and arithmetical deficits in learning – disabled children : relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology*, 15, 635–47.
- Gombert, J. E. (2003). Compétences et processus mobilisés par l'apprentissage de la lecture. Document envoyé au PIREF en vue de la conférence de consensus sur l'enseignement de la lecture à l'école primaire les 4 et 5 décembre 2003.
- Habib, M. (2015). Dyslexie et troubles apparentés : une nouvelle thématique de santé publique, entre neuroscience et pédagogie. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 199(6), 853-868.
- Hache, C. (2017). Les représentations des enseignants de ZEP sur la relation école/famille à travers le prisme des élèves en grande réussite scolaire. *Éducation & Devenir*, 28, 38-46.
- INSEE. (2018). Analyses Hauts-de-France - Une région fortement touchée par les différentes formes de fragilités sociales (publication n° 14).
- INSERM. (2017). *Troubles spécifiques des apprentissages - Les « dys », des troubles durables mais qui se prennent en charge*. INSERM. <https://www.inserm.fr/dossier/troubles-specifiques-apprentissages/>

- Jordan, N. (2007). Do words count ? Connections between mathematics and reading difficulties. Dans Berch, D. et Mazzocco, M. (dir.), *Why is math so hard for some children ? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities* (p. 107–120). Paul H. Brookes Publishing Co.
- Kaufmann, L., Wood, G., Rubinsten, O., & Henik, A. (2011). Meta-analyses of developmental fMRI studies investigating typical and atypical trajectories of number processing and calculation. *Developmental Neuropsychology*, 36(6), 763–787.
- Kirk, S. (1977). Specific learning disabilities. *Journal of clinical child psychology*, 6(3), 23-26.
- Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7(3), 164-177.
- Lafay, A., Saint-Pierre, M-C., & Macoir, J. (2013). Développement des systèmes numériques non symboliques et prédicteurs de réussite mathématique. *Glossa*, (112), 1-17.
- Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K., & Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 309–324.
- Landerl, K., Göbel, S., & Moll, K. (2013). Core deficit and individual manifestations of developmental dyscalculia (DD) :The rôle of comorbidity. *Trends in neuroscience and education*, 2(2), 38-42.
- Landerl, K., & Moll, K. (2010). Comorbidity of learning disorders: prevalence and familial transmission. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51(3), 287–294.
- Lemer, C. (2003). Acalculies. Un examen rapide (mais réfléchi) du calcul. *Neurologies*, 6, 234-239.
- Liénard, G., & Mangez, E. (2006). Les inégalités socio-culturelles dans les trajectoires scolaires. L'école fondamentale : Enjeu crucial. *Les Cahiers Marxistes*, 234, 9-33.
- Masson, C. (2014). Repérage précoce des dysfonctionnements langagiers : enjeux et élaboration d'une action de prévention des troubles du langage au sein d'un Centre d'action médico sociale précoce (CAMSP). *Enfance*, 2(2), 171-187.
- Mastrototaro, A. & Dondin, A. (2009). *Outil de repérage des troubles du langage écrit en début de CE1 créé par A. Deprey et C. Renard : étalonnage en zones rurale, urbaine et urbaine sensible en vue d'une utilisation indépendante de la zone géographique de la scolarisation*. Mémoire d'orthophonie. Institut Gabriel Decroix. Université de Lille.
- Mazeau, M., & Pouhet, A. (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant : du développement typique aux dys*. Elsevier Masson.
- Mejias, S., Muller, C., & Schiltz, C. (2019). Assessing Mathematical School Readiness. *Frontiers in Psychology*, 10.
- Ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse. (2015). Bulletin officiel spécial n°17 du 23 avril 2015. Repéré à https://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?pid_bo=32094
- Ministère de l'Éducation Nationale. (1977). *Circulaire n° 81-238 du 1er juillet 1981*.

- Noël, M. P., & Palmers, E. (2003). La perception numérique chez le bébé et le petit enfant : une mise en question. *Enfance*, 55(1), 65-73.
- OCDE (2011), « Le rendement de l'apprentissage et le milieu socio-économique », dans *PISA 2009 Results: Overcoming Social Background : Equity in Learning Opportunities and Outcomes (Volume II)*, Éditions OCDE, Paris.
- Organisation mondiale de la santé (1986). *Charte d'Ottawa*. Ottawa, Canada.
- Organisation mondiale de la santé (1948). *Constitution*. OMS.
- Organisation mondiale de la santé. (1993). *Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes : CIM-10 . Volume 1* (10e révision). Organisation mondiale de la santé.
- Parmentier, C., & Petitpas, G. (2009). *Création et essai de validation d'un test de repérage des troubles de l'orthographe en début de CE2 et d'une fiche de liaison entre enseignants de CE1 et de CE2 concernant la lecture*. Mémoire d'orthophonie. Institut Gabriel Decroix. Université de Lille.
- Pech-Georgel, C., Brun-Henin, F., George, F., Livet, M., Massoulier, A., Suzineau, E., Guagliardo, V., & Verger, P. (2010). EVAL MATER : Dépistage des troubles d'apprentissage en maternelle dans la région PACA. *Développements*, 2(2), 35-46.
- Plaza, M. (2014). Le développement du langage oral. *Contraste*, 39(1), 99-118.
- Purpura, D. J., Hume, L. E., Sims, D. M., & Lonigan, C. J. (2011). Early literacy and early numeracy : The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development. *J Exp Child Psychol*, 110(4), 647-658.
- Ramus, F., & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit ?. *Quarterly journal of experimental psychology*, 61(1), 129-141.
- Saint-Laurent, L. (2008). *Enseigner aux élèves à risque et en difficulté au primaire*. Gaetan Morin Cheneliere Education.
- Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Fullbright, R. K., Mencl, W. E., Constable, R. T., & al. (2001). The neurobiology of dyslexia. *Clinical Neuroscience Research*, 1, 291-299.
- Siegel, M., Borasi, R., & Smith, C. (1989). A critical review of reading in mathematics instruction: The need for a new synthesis. Dans S. McCormick & J. Zutell (Éd.), *Cognitive and social perspectives for literacy research and instruction*, 269-277. Thirty-eighth Yearbook of the National Reading Conference Chicago: National Reading Conference.
- Theis, L., Morin, M., Koudogbo, J., Tambone, J., & Marchand, P. (2014). Quelles fonctions potentielles d'un dispositif d'aide pour soutenir la résolution d'une situation-problème mathématique chez des élèves en difficulté du primaire? *Éducation et Francophonie*, XLII(2), 158-172.
- Totereau, C. (2004). GDEM 74. L'acte de lire, Maison des Allobroges, Cluses.
- Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(11), 868-873.

- Voyer, D., Beaudoin, I., & Goulet, M.-P. (2012). De la lecture à la résolution de problèmes: des habiletés spécifiques à développer. *Canadian journal of education*, 35(2), 401–421.
- Vygotski L., Hanfmann E., & Vakar G. (1962). *Thought and language*. The M.I.T. Press.
- Wilson, A. J., & Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In D. Coch, G. Dawson, & K. W Fischer (Eds.). *Human behavior, learning, and the developing brain: Atypical development* (212–238). The Guilford Press.