

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



# MEMOIRE

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

**Louise LELEU**

soutenu publiquement en juin 2024

**Compréhension des mécanismes associés à  
l'appréhension des numérosités chez les personnes  
sourdes :  
État des lieux des apprentissages mathématiques  
chez les élèves sourds**

MEMOIRE dirigé par :

**Sandrine MEJIAS**, Maître de Conférences, Département d'orthophonie, Université de Lille

Lille –2024

# Remerciements

Je tiens à adresser mes premiers remerciements à ma directrice de mémoire, Madame Mejias, pour son accompagnement pendant ces deux années. Merci pour votre bienveillance, votre disponibilité, votre expertise et vos précieux conseils.

Je tenais également à remercier Madame Caët pour ses lectures et recommandations concernant la partie théorique.

Je souhaite exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué à la diffusion de mon questionnaire et envers celles qui ont pris le temps d'y répondre.

Merci à mes maîtres de stage de 5<sup>ème</sup> année de m'avoir offert l'opportunité d'apprendre et de grandir professionnellement à leurs côtés. Votre mentorat et vos conseils m'ont permis d'acquérir des compétences précieuses pour mon avenir professionnel.

Enfin, un immense merci à ma famille et mes amis pour leur soutien. Votre présence et vos encouragements ont été une source de motivation essentielle dans les moments de doute et m'ont permis d'avancer. Je tenais tout particulièrement à remercier mon compagnon, qui a toujours cru en moi et qui m'a accompagnée tout au long de ces cinq années d'études.

## **Résumé :**

L'intérêt pour les compétences mathématiques des élèves sourds n'a cessé de croître ces dernières années. Bien que le retard mathématique dans cette population soit consensuel, l'exploration de ce sujet est relativement récente et les connaissances actuelles sont limitées. C'est pourquoi nous avons souhaité réaliser un état des lieux des apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Nous avons interrogé des orthophonistes, des enseignants et des assistants enseignant travaillant auprès de cette population afin de recueillir leurs observations à ce sujet. L'objectif était de combler les lacunes de la littérature afin d'avoir une vue d'ensemble des difficultés mathématiques chez les élèves sourds mais également de confirmer les conclusions de la recherche. La majorité des résultats obtenus est en accord avec les connaissances scientifiques actuelles. Nous avons mis en évidence des difficultés mathématiques généralisées et polyfactorielles chez la plupart des élèves sourds. Notre étude a également mis en lumière l'impact bénéfique de la Langue des Signes Française (LSF) dans l'apprentissage des mathématiques. En revanche, les données relatives à l'apparition des difficultés n'ont pas permis de conclure de manière définitive. En outre, une affiche informative a été élaborée pour sensibiliser les professionnels concernés à ces difficultés et leur fournir des recommandations adaptées pour l'enseignement des mathématiques.

## **Mots clés :**

Apprentissages mathématiques, difficultés mathématiques, surdité

## **Abstract :**

Interest in the mathematical skills of deaf students has been steadily growing in the last few years. Although mathematical delay in this population is consensual, exploration of this topic is relatively recent and current knowledge is limited. That's why we wanted to take stock of mathematical learning among deaf pupils. We interviewed speech therapists, teachers, and teaching assistants working with this population to gather their observations on the subject. The aim was to fill the gaps in the literature to have an overview of mathematical difficulties among deaf students and also to confirm research findings. Most of the results obtained are in line with current scientific knowledge. We have identified widespread and polyfactorial mathematical difficulties among most deaf students. Our study also highlighted the beneficial impact of French Sign Language (FSL) on mathematical learning. However, data regarding the onset of difficulties did not allow for definitive conclusions. Furthermore, an informative poster was developed to raise awareness among relevant professionals about these difficulties and provide them with suitable recommendations for teaching mathematics.

## **Keywords :**

Mathematical learning, mathematical difficulties, deafness

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Contexte théorique, buts et hypothèses</b> .....	2
<b>1. Les modèles de la cognition numérique</b> .....	2
<b>1.1. Le modèle du Triple Code</b> .....	2
<b>1.2. Le modèle développemental de la cognition numérique</b> .....	2
<b>2. Les différentes représentations du nombre</b> .....	3
<b>2.1. Les codes analogiques et symboliques</b> .....	3
<b>2.2. Les représentations canoniques : un statut particulier</b> .....	4
<b>3. Généralités sur la surdité et la langue des signes française (LSF)</b> .....	4
<b>3.1. Déficience auditive</b> .....	5
<b>3.2. Hétérogénéité de la population sourde</b> .....	5
<b>3.3. Scolarisation des élèves sourds</b> .....	5
<b>3.4. Langue des signes française (LSF)</b> .....	5
<b>4. La représentation des numérosités et les performances en mathématiques chez les personnes sourdes</b> .....	6
<b>4.1. Les compétences mathématiques précoces</b> .....	6
<b>4.2. Les performances en mathématiques</b> .....	7
<b>4.2.1. La représentation de la magnitude</b> .....	7
<b>4.2.2. Le traitement de la magnitude symbolique et non symbolique</b> .....	7
<b>4.2.3. Le traitement des différents formats numériques</b> .....	8
<b>4.2.4. Les procédures de quantification</b> .....	8
<b>4.2.5. La numération et l'arithmétique</b> .....	8
<b>4.2.6. La résolution de problèmes</b> .....	9
<b>4.3. Facteurs impliqués dans le développement des compétences mathématiques</b> .	9
<b>4.3.1. Influence des compétences cognitives générales et des compétences cognitives spécifiques</b> .....	10
<b>4.3.2. Influence des facteurs exogènes</b> .....	11
<b>4.4. Facteurs modérateurs du retard</b> .....	11
<b>4.5. Impact de la langue des signes sur la cognition mathématique</b> .....	12
<b>4.5.1. Comptage manuel et configurations canoniques de doigts</b> .....	12
<b>4.5.2. Les bases neurales de l'arithmétique chez les sourds signants</b> .....	13
<b>5. Buts et hypothèses</b> .....	13
<b>Méthode</b> .....	14
<b>1. Questionnaire</b> .....	14
<b>1.1. Population de l'étude</b> .....	14
<b>1.2. Élaboration du questionnaire</b> .....	15
<b>1.3. Diffusion du questionnaire</b> .....	15
<b>1.4. Analyse des données</b> .....	15

2. Élaboration d'une affiche de sensibilisation et d'information à destination des enseignants et des orthophonistes .....	16
<b>Résultats</b> .....	16
1. Résultats du questionnaire.....	16
1.1. Profil des répondants .....	16
1.2. Difficultés mathématiques chez les élèves sourds.....	17
1.2.1. Observation de difficultés mathématiques .....	17
1.2.2. Proportion d'élèves concernés par les difficultés mathématiques.....	17
1.2.3. Branches des mathématiques impactées par la surdité .....	18
1.2.4. Moment d'apparition des difficultés .....	19
1.2.5. Causes des difficultés mathématiques .....	20
1.3. Impact de la Langue des Signes Française sur les apprentissages mathématiques .....	21
1.4. Performances des �lves sourds dans les autres matières scolaires .....	21
2. Affiche de sensibilisation et d'information à destination des enseignants et des orthophonistes .....	22
<b>Discussion</b> .....	22
1. Rappel des objectifs de l'étude .....	22
2. Résumé et interprétation des résultats .....	22
3. Limites et apports de l'étude .....	25
3.1. Limites de l'étude .....	25
3.2. Apports de l'étude et perspectives futures .....	26
<b>Conclusion</b> .....	27
<b>Bibliographie</b> .....	29
<b>Liste des annexes</b> .....	31
Annexe n�1 : Modèle développemental de la cognition numérique en quatre étapes (issu de Von Aster et Shalev, 2007) .....	31
Annexe n�2 : Questionnaire .....	31
Annexe n�3 : Affiche de sensibilisation et d'information à destination des enseignants et des orthophonistes .....	31

# Introduction

Selon Roux (2014), « la surdité peut être perçue à la fois comme un handicap et comme une condition existentielle particulière, associée à une distribution originale des modalités sensorielles utilisées pour appréhender le monde » (p. 295). De nombreuses études suggèrent que le fonctionnement cognitif de l'enfant sourd est différent de celui de l'enfant entendant (Lauwerier et al., 2003). Selon ce dernier auteur, la surdité a des conséquences importantes sur le développement du langage et provoque des difficultés de communication conséquentes. Ces dernières affecteraient alors le développement cognitif, affectif et psychosocial. Les auteurs insistent également sur une possible réorganisation des circuits neuronaux chez les personnes sourdes, en lien avec la perte auditive précoce et l'absence de stimulations auditives. Finalement, Lauwerier et al. (2003) évoquent l'importance de l'environnement familial dans le développement cognitif de l'enfant sourd.

L'étude des capacités cognitives des enfants sourds a mis en évidence d'importantes limitations dans les trois aspects principaux du langage (les compétences lexicales/sémantiques ; les compétences syntaxiques/morphologiques ; les compétences pragmatiques/fonctionnelles) ainsi que des déficits dans les apprentissages scolaires, notamment en lecture et en écriture. En revanche, les apprentissages langagiers ne sont pas les seuls impactés par la surdité. Roux (2014) affirme que les apprentissages mathématiques sont également source de problèmes chez les enfants sourds.

Aujourd'hui, l'impact de la surdité sur les performances mathématiques fait consensus dans la littérature. De nombreuses études ont démontré l'existence d'un décalage entre élèves sourds et élèves entendants (Gottardis et al., 2011). Ces dernières années, la plupart des chercheurs se sont consacrés à la démonstration de difficultés dans ce domaine et à la comparaison des performances des élèves sourds avec celles des élèves entendants. Néanmoins, ces études sont loin d'être exhaustives et n'explorent pas la totalité des domaines de compétences ni la totalité des causes potentielles de ce retard. Par exemple, aucune étude ne s'est encore consacrée à la comparaison des traitements cognitifs impliqués dans la perception des numérosités chez les personnes sourdes et tout-venant. Une récente étude, réalisée en 2017 par Sokolowski et al., a mis en évidence des différences significatives d'activation cérébrale dans la perception des nombres en fonction du format (symbolique ou non symbolique) chez les tout-venant. Il serait donc intéressant de déterminer si les mêmes schémas d'activation cérébrale sont retrouvés chez les personnes sourdes. Avant d'explorer ce point spécifique, il est essentiel de réaliser un état des lieux des apprentissages mathématiques chez les élèves sourds afin d'avoir une vision globale des difficultés rencontrées dans cette population (domaines impactés, causes, moment d'apparition, etc.). L'objectif de cette étude est également de sensibiliser les professionnels à la présence de difficultés mathématiques chez les personnes sourdes et de leur apporter des solutions concrètes pour l'enseignement des mathématiques.

Dans un premier temps, nous exposerons le contexte théorique dans lequel s'inscrit notre travail. Nous formulerons également les objectifs de ce mémoire. Dans un second temps, nous présenterons la méthodologie adoptée pour rendre compte des difficultés mathématiques concrètement observées chez les élèves sourds. Enfin, après avoir présenté les résultats, nous terminerons notre travail par une discussion.

# Contexte théorique, buts et hypothèses

Cette première partie a pour objectif de réaliser une synthèse des données de la littérature concernant la perception des numerosités et les apprentissages mathématiques chez les personnes tout-venant et chez les personnes sourdes. Tout d'abord, nous nous intéresserons aux modèles de référence de la cognition numérique et aux différentes représentations du nombre. Ensuite, nous définirons la surdité et la langue des signes française (LSF). Nous poursuivrons avec un état des lieux concernant la cognition mathématique chez les personnes sourdes. Enfin, nous exposerons les buts et les hypothèses de cette étude.

## 1. Les modèles de la cognition numérique

Dans cette partie, nous présenterons les modèles de référence actuels de la cognition numérique. Le premier rend compte de la représentation des nombres dans le cerveau humain. Le second décrit l'acquisition des différentes représentations du nombre.

### 1.1. Le modèle du Triple Code

Le modèle du Triple Code postule l'existence de trois représentations du nombre (Dehaene et Cohen, 1995). La représentation analogique renvoie à la sémantique des nombres. Elle peut être imaginée comme une ligne numérique orientée de gauche à droite. Elle permet d'effectuer des calculs approximatifs et de comparer des quantités (Fayol, 2022). La représentation verbale fait référence aux formes orales et écrites des noms de nombre. Elle permet la formulation et la mémorisation symbolique verbale des quantités, le calcul mental et le stockage en mémoire des faits arithmétiques (Fayol, 2022). Enfin, la représentation arabe renvoie aux formes visuelles des nombres arabes. Alors que la représentation analogique est non symbolique et sémantique (c'est-à-dire que la signification du nombre est représentée), les deux autres représentations sont symboliques et asémantiques.

Fayol (2022) précise que chaque représentation est reliée aux deux autres par des liaisons fonctionnelles. Ainsi, le transcodage ne nécessite pas obligatoirement le passage par l'interprétation sémantique. On dit alors que le transcodage est direct ou asémantique.

Chaque représentation correspond à une localisation anatomique spécifique (Dehaene et Cohen, 1995). La représentation analogique active les aires corticales situées à proximité de la jonction pariéto-occipito-temporale. Quant à la représentation verbale, elle est présente dans les aires du langage. Enfin, la représentation arabe est associée aux régions occipito-temporales. Les représentations analogique et arabe suscitent l'activation des deux hémisphères cérébraux. En revanche, seul l'hémisphère dominant pour le langage est activé pour la représentation verbale.

### 1.2. Le modèle développemental de la cognition numérique

En 2007, Von Aster et Shalev proposent un modèle développemental de l'acquisition du nombre en quatre étapes (cf. Annexe A1). D'après eux, dès la naissance (étape 1), le système basique de la magnitude se met en place. Les représentations des quantités concrètes s'élaborent. Les compétences associées à ce système sont le subitizing (estimation rapide et précise de petites quantités allant jusque 4), l'approximation et la comparaison. Cette première étape constitue un prérequis à l'apprentissage de l'association entre représentation analogique et représentation symbolique. Elle mobilise les aires pariétales bilatérales. À l'âge pré-scolaire (étape 2),

ils décrivent le développement du système numérique verbal. Les mots-nombres apparaissent. Les capacités reliées à ce système sont les suivantes : comptage verbal, stratégies de comptage et récupération des faits arithmétiques. Ce système numérique verbal est sous-tendu par le cortex préfrontal gauche. Le système des nombres arabes (étape 3) et la ligne numérique mentale (étape 4) n'apparaissent que plus tard selon les auteurs, c'est-à-dire au cours de la scolarité. La mise en place du système des nombres arabes est caractérisée par l'apprentissage des chiffres arabes et active les aires occipitales bilatérales. L'acquisition des calculs écrits et de la notion pair/impair s'effectue. Finalement, une image spatiale du nombre se construit avec le développement d'une ligne numérique mentale. C'est la maturation du code analogique. Le calcul approximatif et la pensée arithmétique sont désormais possibles. Les aires cérébrales mobilisées par cette représentation cognitive sont situées au niveau bi-pariétal. La condition préalable à cette dernière étape est le développement du système numérique verbal et du système des nombres arabes.

## **2. Les différentes représentations du nombre**

L'homme se représente les numérosités de différentes manières. Autrement dit, la représentation des nombres fait intervenir différents types de codes : les codes analogiques, les codes symboliques et les codes canoniques.

### **2.1. Les codes analogiques et symboliques**

Fayol (2022) distingue deux types de codes : les codes analogiques et les codes symboliques. Il définit les codes analogiques comme des codes qui « partagent un certain nombre de propriétés, souvent perceptives, avec ce qu'ils représentent » (p. 21). Il inclut les doigts, les bouliers et les abaques dans cette première catégorie. Il définit les codes symboliques comme arbitraires et affirme que « les signifiants qu'ils emploient n'ont aucune ressemblance avec ce à quoi ils renvoient » (p. 27). Trois codes appartiennent à cette deuxième catégorie selon lui : le code verbal (ex. /trwa/), le code signé (utilisé par les personnes sourdes) et le code arabe (ex. 3).

Pour Fayol (2022), l'apprentissage de ces deux types de codes est d'abord implicite. La pratique d'activités et l'observation des comportements d'autrui permettent une première imprégnation. Ensuite, avec l'enseignement des codes en milieu scolaire, l'apprentissage devient explicite (Fayol, 2022).

Dans leur méta-analyse de neuroimagerie fonctionnelle, Sokolowski et al. (2017) ont montré que les représentations symboliques et non symboliques des nombres activaient des régions distinctes et superposées situées dans les lobes frontaux et pariétaux. Alors que le cortex pariétal gauche semble être impliqué dans le traitement des nombres symboliques, le lobule pariétal supérieur droit semble être spécialisé dans le traitement des nombres non symboliques. Selon les auteurs, il existe alors une latéralisation différentielle du traitement des nombres symboliques par rapport au traitement des nombres non symboliques dans les lobes pariétaux. Ils ont également constaté l'importance du cortex frontal dans le traitement des nombres. Longtemps considérée comme le résultat de processus cognitifs généraux (tels que la mémoire de travail), l'activation frontale est en réalité en lien avec les représentations numériques (Sokolowski et al., 2017).

## **2.2. Les représentations canoniques : un statut particulier**

Les représentations canoniques correspondent à un nombre d'éléments pouvant être traités comme un symbole. Elles possèdent donc un double statut : un statut symbolique (reconnaissance du nombre sans compter) et un statut analogique (représentation de la cardinalité) (Marlair et al., 2021). Il peut s'agir des collections de points sur les dés par exemple.

En 2021, Marlair et al. ont étudié les substrats cérébraux des représentations canoniques digitales chez des enfants de dix ans. Ces derniers ont été soumis à une tâche qui consistait à dénommer un nombre de points ou de doigts (dessins) compris entre quatre et neuf et présenté de manière canonique ou non canonique. Un paradigme EEG de stimulation visuelle périodique rapide a également été réalisé. Il s'agissait d'une présentation visuelle de deux types de stimuli : des collections de points et des configurations digitales. Les stimuli pouvaient être présentés de manière canonique ou non canonique. Les stimuli non canoniques constituaient la catégorie de base alors que les stimuli canoniques constituaient la catégorie déviante. Autrement dit, un élément sur cinq était un stimulus canonique. La consigne adressée aux participants était d'appuyer sur la barre espace dès lors qu'ils détectaient un changement de couleur de la croix de fixation. Les résultats ont montré que les représentations canoniques de doigts et de points activaient la sémantique des nombres de manière automatique. En effet, ces représentations suscitent une activation des zones cérébrales habituellement impliquées dans le traitement des nombres (les zones pariéto-occipitales bilatérales). D'autre part, les données récoltées ont montré que l'accès à la sémantique des nombres était plus rapide lorsque les configurations de doigts et de points étaient présentées de manière canonique. En effet, dans la tâche de dénomination, les temps de réaction étaient significativement plus bas et les pourcentages de réponses correctes étaient significativement plus élevés pour les représentations canoniques. Finalement, les résultats semblent soutenir l'idée selon laquelle l'accès à la sémantique des nombres est plus automatique avec les doigts qu'avec les points.

Comme dit précédemment, Marlair et al. (2021) ont mis en évidence l'existence d'une activation pariéto-occipitale bilatérale pour les représentations canoniques de doigts et de points. Néanmoins, à l'heure actuelle, il est impossible de savoir si les représentations canoniques ont le même statut que les symboles numériques. Effectivement, ces derniers sont représentés préférentiellement dans l'hémisphère gauche alors que les représentations canoniques déclenchent des activations bilatérales (Marlair et al., 2021).

Au niveau développemental, les représentations canoniques de doigts sont intéressantes. Marlair et al. (2021) rapportent qu'elles fournissent une représentation intermédiaire ou iconique des nombres favorisant le processus de « mapping » entre représentation non symbolique et représentation symbolique. Ainsi, ce type de représentations favoriserait l'accès à la sémantique des nombres et constituerait donc un bon prédicteur des compétences de comptage et des compétences arithmétiques (Marlair et al., 2021).

## **3. Généralités sur la surdité et la langue des signes française (LSF)**

Après avoir défini la déficience auditive, nous expliquerons en quoi la population sourde est une population hétérogène. Par ailleurs, étant donné que l'acquisition des nombres et des concepts mathématiques se déroule principalement à l'école, nous présenterons les différents

moyens de scolarisation des élèves sourds. Enfin, nous ferons un focus sur la LSF.

### **3.1. Déficience auditive**

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), on parle de déficience auditive « lorsqu'une personne n'est pas capable d'entendre aussi bien qu'une personne ayant une audition normale, le seuil étant de 20 dB ou mieux dans les deux oreilles. La déficience auditive peut être légère, moyenne, sévère ou profonde. Elle peut toucher une oreille ou les deux et entraîner des difficultés pour suivre une conversation ou entendre les sons forts ».

### **3.2. Hétérogénéité de la population sourde**

La définition et le chiffrage de la population sourde s'avèrent compliqués en raison de l'hétérogénéité de cette dernière (Bedoin, 2018). En effet, la surdité peut prendre différentes formes en fonction des critères suivants : l'étiologie (surdité congénitale ou acquise), la typologie (surdité de transmission ou surdité de perception), la perte auditive (légère, moyenne, sévère, profonde), le moment d'apparition (à la naissance, durant les premiers âges de la vie ou à l'âge adulte) et les aides techniques et humaines (prothèses auditives ou implant cochléaire ; Langage Parlé Complété ou LSF).

### **3.3. Scolarisation des élèves sourds**

En France, deux choix de scolarisation s'offrent à l'élève sourd (ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse) :

- La scolarisation en milieu ordinaire :
  - En classe ordinaire
  - Dans un pôle d'enseignement pour jeunes sourds (PEJS)
  - Dans une unité localisée pour l'inclusion scolaire (ULIS)
- La scolarisation en milieu médico-social :
  - Dans un institut national de jeunes sourds (INJS)
  - Dans un établissement médico-social (EMS)

### **3.4. Langue des signes française (LSF)**

Selon le Larousse, la langue des signes est un « système structuré de gestes et d'expressions du visage conventionnels permettant aux sourds et aux malentendants d'exprimer et de communiquer leur pensée ». C'est une vraie langue et non un code. La LSF possède un lexique, une syntaxe et une grammaire qui lui sont propres (Bonnet et al., 2010). En France, 80 000 à 100 000 personnes sourdes pratiquent la LSF (Dumont, 2008).

Malgré l'iconicité fréquente des signes, ces derniers sont en partie arbitraires (Dumont, 2008). La réalisation d'un signe met en jeu quatre paramètres au niveau des mains du locuteur : la configuration de la main, l'emplacement de la main par rapport au corps, l'orientation dans l'espace tridimensionnel et le mouvement (intensité, ampleur, directionnalité, rapidité, itérativité) (Bonnet et al., 2010).

La LSF ne possède pas d'écrit (Bonnet et al., 2010), ce qui signifie que l'apprentissage de la langue française à l'écrit est nécessaire. Ainsi, les personnes sourdes pratiquant la LSF sont souvent bilingues.

## **4. La représentation des numérosités et les performances en mathématiques chez les personnes sourdes**

Avant d'évoquer les difficultés rencontrées par les élèves sourds en mathématiques, nous nous intéresserons à leurs compétences précoces dans ce domaine. Nous présenterons ensuite les facteurs explicatifs et modérateurs de ces difficultés. Enfin, nous nous interrogerons sur l'impact de la LSF sur la cognition mathématique.

### **4.1. Les compétences mathématiques précoces**

En 2013, Pagliaro et Kritzer se sont intéressés à la performance mathématique des enfants sourds et malentendants d'âge pré-scolaire. Le but de leur étude était de déterminer si ces enfants avaient une compréhension appropriée des concepts mathématiques précoces mais également d'identifier leurs forces et leurs faiblesses. Ils ont recruté vingt enfants américains âgés de trois ans à cinq ans sept mois, présentant une perte auditive de légère à profonde. Certains portaient des appareils auditifs ou un implant cochléaire alors que d'autres ne disposaient d'aucun dispositif d'écoute assistée. Leur principal moyen de communication était l'anglais parlé. Les chercheurs ont administré le TEMA-3 aux participants. Il s'agit d'une évaluation standardisée conçue pour mesurer les connaissances mathématiques et les compétences associées au concept de nombre chez les enfants âgés de trois à huit ans. Ils leur ont également administré une batterie non standardisée pour évaluer les concepts mathématiques liés aux nombres et aux opérations, à la géométrie et au sens spatial, à la mesure, aux patterns, à la logique et à l'algèbre. Les évaluations ont été conduites dans la langue de communication préférée de l'enfant. Les résultats de la présente étude montrent que les mauvaises performances des élèves sourds en mathématiques sont présentes dès la petite enfance. En effet, les données du TEMA-3 indiquent que la moitié des enfants testés étaient en dessous de la moyenne. Même à un âge précoce, des faiblesses dans la compréhension des concepts mathématiques fondamentaux en nombre et en résolution de problèmes sont relevées. Par ailleurs, les résultats mettent en évidence des domaines de force et des domaines de faiblesse. La géométrie fait partie des domaines de force alors que les mesures, la résolution de problème, l'estimation, le temps et la séquence font partie des domaines de faiblesse. Les résultats apportent alors des preuves solides sur la précocité des difficultés des élèves sourds ou malentendants en mathématiques, avant le début de la scolarité formelle. La faiblesse de ces compétences fondamentales peut être à l'origine de la mauvaise performance observée en calcul et en résolution de problèmes chez les élèves sourds ou malentendants dans la suite de leur scolarité. Finalement, les auteurs émettent l'hypothèse selon laquelle ces difficultés précoces seraient en lien avec des opportunités d'apprentissage absentes, inappropriées ou mal orientées.

Une autre étude plus récente s'est également intéressée à la cognition numérique précoce chez les enfants sourds. Il s'agit de l'étude de Ribeiro et al. réalisée en 2022. Cette dernière examine l'acuité des représentations numériques symboliques et non symboliques chez les enfants sourds d'âge préscolaire, ainsi que leur capacité à compter et créer des ensembles et étudie l'influence possible des fonctions exécutives sur ces compétences mathématiques de base. Le groupe de participants était constitué de vingt-et-un enfants portugais, dont sept enfants sourds congénitaux et quatorze enfants normo-entendants. Ils avaient entre quatre et sept ans. Les enfants sourds congénitaux présentaient une surdité profonde appareillée (pas d'implant) et leur

langue maternelle était la langue des signes portugaise. La langue maternelle des enfants normo-entendants était le portugais et ils n'avaient aucune connaissance de la langue des signes. Différentes tâches leur ont été administrées pour mesurer les fonctions exécutives, la mémoire de travail, le langage et les compétences numériques précoces. L'évaluation des compétences numériques précoces comportait des tâches non symboliques (tâche de comparaison de deux configurations de points, tâche de comptage abstrait, tâche de définition d'ensemble) et une tâche symbolique (comparaison de deux chiffres arabes). Toutes les tâches ont été administrées dans la langue maternelle des participants. Les enfants sourds ont obtenu des scores moins élevés que leurs pairs entendants dans les tâches de comparaison de magnitude symbolique et non symbolique. Des différences significatives ont également été relevées pour le comptage abstrait, mais pas pour les tâches de définition d'ensemble (où les enfants devaient compter des voitures miniatures en quantités allant jusqu'à dix). Finalement, il n'existait aucune différence significative entre les deux groupes pour la mémoire de travail visuospatiale et l'inhibition. Les résultats indiquent que les enfants sourds et entendants ont une capacité similaire à compter et à créer des ensembles. En revanche, le comptage abstrait et l'acuité du système numérique approximatif (SNA) sont moins développés chez les enfants sourds. En résumé, les enfants sourds sont moins performants dans ces compétences de numération précoce par rapport à leurs pairs entendants et cela peut impacter leur réussite mathématique future.

## **4.2. Les performances en mathématiques**

Ces dernières années, de nombreuses études ont montré l'existence d'un retard de plusieurs années en mathématiques chez les individus sourds. Dans la méta-analyse de Gottardis et al. (2011), dix-neuf études sur vingt-trois retrouvent un décalage entre enfants normo-entendants et enfants sourds. Ces derniers accusent généralement un retard de deux ans et demi à trois ans par rapport à leurs pairs entendants (Leybaert, 2006). Le retard d'acquisition est global : il concerne les domaines du nombre, de l'arithmétique, des problèmes, des fractions, de l'algèbre et de la géométrie (Roux, 2014).

### **4.2.1. La représentation de la magnitude**

À partir des résultats obtenus dans deux études antérieures, Leybaert (2006) conclut que les représentations de la grandeur des adultes sourds sont similaires à celles des adultes entendants mais que l'accès à ces représentations est plus lent chez les adultes sourds. Cela implique l'existence d'une visualisation spatiale des relations entre les nombres : les nombres plus petits sont situés à gauche et les nombres plus grands à droite. C'est ce qu'on appelle l'effet SNARC (pour Spatial Numerical Association of Response Codes). Cela implique également une représentation logarithmique des nombres chez les adultes sourds, c'est-à-dire que la différence psychologique entre deux grands nombres est plus petite que la distance numérique réelle.

### **4.2.2. Le traitement de la magnitude symbolique et non symbolique**

En 2021, Chen et al. ont réalisé une étude dont le but était d'examiner le traitement de la magnitude chez les adolescents sourds et sa contribution aux capacités arithmétiques. Une série de tests cognitifs (QI non verbal, vitesse de traitement et compréhension écrite) et de tests mathématiques a été administrée aux participants. Les tâches mathématiques étaient les suivantes : comparaison de magnitude symbolique (chiffres arabes), comparaison de magnitude non sym-

bolique (nuages de points), tâches arithmétiques (soustractions simples et complexes). Les résultats ont montré que les adolescents sourds étaient moins performants dans le traitement de la magnitude symbolique par rapport à leurs pairs entendants. En revanche, les auteurs n'ont relevé aucune différence de performance pour le traitement de la magnitude non symbolique. Selon eux, la difficulté à traiter du matériel symbolique pourrait s'expliquer par un défaut d'accès à la sémantique des nombres à partir de symboles, lui-même expliqué par un faible niveau langagier et une expérience limitée avec les nombres. Finalement, les auteurs expliquent que le défaut d'encodage symbolique pourrait être à l'origine des difficultés observées en mathématiques.

D'autre part, Chen et al. (2021) ont observé de meilleures performances, en matière de temps de réaction, pour le traitement de la magnitude numérique (symbolique et non symbolique) chez les sourds congénitaux par rapport aux individus sourds présentant une surdité acquise. Les auteurs rapportent que cet écart de performances entre les deux groupes pourrait s'expliquer par des différences de traitement visuel. En effet, des améliorations de la cognition visuelle semblent compenser le manque de stimulation auditive chez les sourds congénitaux.

Finalement, Chen et al. (2021) ont constaté une association étroite entre le traitement de la magnitude et le calcul arithmétique chez les adolescents sourds. Seulement, après le contrôle des variables démographiques et des capacités cognitives générales, les résultats ont montré que le traitement de la magnitude numérique ne prédisait pas les capacités arithmétiques chez les sourds congénitaux.

#### **4.2.3. Le traitement des différents formats numériques**

Malgré le déficit auditif, on observe l'usage du code verbal chez les jeunes présentant une surdité sévère ou profonde pré-linguale (Roux, 2014). En effet, les nombres sont oralisés par la majorité des élèves sourds, même ceux qui pratiquent la langue des signes. Cependant, des spécificités peuvent exister.

À propos du code oral, Roux (2014) parle d'un retard dans la lecture de nombres à deux chiffres et dans l'acquisition de la chaîne numérique par rapport aux enfants entendants. Concernant le code arabe, le même auteur évoque des erreurs de transcodage persistantes dans le passage du code verbal au code chiffré (et vice versa). Finalement, au niveau analogique, les performances des personnes sourdes semblent comparables à celles de leurs pairs entendants.

Nonobstant le retard dans l'acquisition des codes verbaux, Roux (2014) affirme donc que la structure des représentations numériques des personnes sourdes est similaire à celle des personnes entendants en fin de scolarité.

#### **4.2.4. Les procédures de quantification**

Il existe 3 procédures de quantification : le subitizing (appréciation rapide et exacte de petites quantités ne dépassant pas 3 ou 4), l'estimation et le dénombrement. Les performances des enfants sourds dans ces trois domaines sont équivalentes à celles des enfants entendants (Roux, 2014).

#### **4.2.5. La numération et l'arithmétique**

Roux (2014) rapporte que les enfants sourds ont de moins bons résultats dans des tâches portant sur la connaissance des nombres et la numération. Selon lui, le manque de connaissances notionnelles, le déficit d'expérience de l'usage des nombres dans la vie quotidienne et les

troubles dysexécutifs peuvent expliquer ce premier constat.

Dans son article, le même auteur évoque les difficultés rencontrées dans les tâches arithmétiques par les enfants sourds. Alors que les calculs simples sont aisément réussis par ces derniers, les calculs présents dans des tâches de résolution de problèmes sont plus difficiles à appréhender (Roux, 2014). Certaines études reprises par Roux (2014) ont mentionné que les enfants sourds avaient recours à des stratégies coûteuses (de type comptage) et qu'ils mobilisaient difficilement la représentation et la manipulation de quantités ou la récupération des faits arithmétiques. Finalement, un retard dans la compréhension des fractions est relevé (Roux, 2014).

De leur côté, Buyle et Crollen (2022) ont montré que la surdité affectait différemment les performances arithmétiques verbales (c'est-à-dire la multiplication) et les performances arithmétiques visuo-spatiales (c'est-à-dire la soustraction). Elles ont réalisé une étude dans laquelle trois groupes de 21 adultes (des sourds signants, des entendants signants et des entendants contrôle) étaient soumis à une tâche de résolution de multiplications et de soustractions de difficulté variable. Aucune différence n'a été relevée en termes de précision pour les différents groupes. En revanche, les temps de réaction étaient plus importants chez les personnes sourdes par rapport aux personnes entendantes. Ainsi, il semblerait que les personnes sourdes ne présentent pas de déficit dans leur représentation numérique de l'information sur la magnitude (car les scores de précision sont similaires) mais qu'ils présentent une efficacité réduite pour le traitement de l'information numérique de base (car les temps de réaction sont plus importants). Par ailleurs, la différence observée était encore plus prononcée pour les multiplications. Cette dernière observation démontre que les tâches numériques reposant sur des processus verbaux sont plus fortement affectées par la surdité que les tâches numériques impliquant des processus visuospatiaux.

#### **4.2.6. La résolution de problèmes**

Il n'est pas rare que les individus déficients auditifs se retrouvent en difficulté face à des tâches de résolution de problèmes (Roux, 2014). Selon cet auteur, l'origine des difficultés est multiple. En effet, cette tâche sollicite de nombreuses compétences qui sont fragilisées chez les personnes sourdes, à savoir des compétences purement mathématiques, des compétences langagières et des capacités de traitement de l'information et de raisonnement.

Ainsi, Roux (2014) conclut que la surdité n'est pas un frein à l'acquisition des compétences numériques et mathématiques mais qu'elle semble l'impacter. D'autre part, il rapporte que les difficultés repérées dans la population sourde sont similaires à celles observées chez les enfants entendants en début d'apprentissage ou chez les enfants entendants présentant des faiblesses en mathématiques. Selon cet auteur, il n'existe donc aucune spécificité dans les difficultés rencontrées par les personnes sourdes dans ce domaine.

### **4.3. Facteurs impliqués dans le développement des compétences mathématiques**

Selon Santos et Cordes (2022), la probabilité que la surdité elle-même s'accompagne de difficultés innées dans l'apprentissage des concepts numériques est assez faible. Pour eux, la surdité représente simplement un facteur de risque de difficultés en mathématiques.

### **4.3.1. Influence des compétences cognitives générales et des compétences cognitives spécifiques**

Dans leur revue systématique de la littérature, Marcelino et al. (2019) ont examiné les facteurs cognitifs qui influençaient l'apprentissage des mathématiques chez les élèves sourds. Ils ont ciblé des études de 1999 à 2019 s'intéressant à des individus âgés de trois à cinquante ans, présentant une surdité de modérée à profonde et portant des prothèses auditives ou un implant cochléaire. L'analyse des différentes études a montré que le langage n'était pas la seule compétence cognitive générale susceptible d'affecter les performances mathématiques des élèves sourds. En effet, l'importance d'autres compétences cognitives telles que la mémoire et le contrôle de l'inhibition a été démontrée. Les élèves sourds ont obtenu de moins bons résultats dans les tâches de mémoire verbale et non verbale ainsi que dans les tâches de mémoire de travail par rapport aux élèves entendants. Il en va de même pour les fonctions exécutives. En revanche, les facteurs visuo-spatiaux ne semblaient pas soutenir ou favoriser les performances des élèves sourds en comparaison aux élèves entendants. L'étude met également en évidence l'influence de facteurs cognitifs spécifiques dans l'apprentissage des mathématiques chez les élèves sourds. En effet, concernant les compétences numériques, les études montrent que les élèves sourds ne présentent pas de retard en mathématiques lorsqu'il s'agit de tâches de représentation numérique non symbolique, et ils ont même des performances supérieures à celles des élèves entendants. Cependant, dans les tâches de représentation numérique symbolique, les élèves sourds ont tendance à avoir des performances inférieures. En résumé, cette revue de la littérature met en lumière l'importance des compétences cognitives générales et spécifiques dans l'apprentissage des mathématiques chez les élèves sourds.

En 2021, Chen et Wang se sont également intéressés à la contribution des compétences cognitives générales et spécifiques à la réussite mathématique des étudiants sourds et malentendants. L'étude portait sur cent-quatre-vingt-dix-huit étudiants de huit à dix-neuf ans. Ils présentaient une perte auditive de modérée à sévère et la plupart communiquait à la fois en langue des signes et en langue parlée (mandarin). Les participants ont été soumis à une série de tests pour évaluer leurs habiletés cognitives générales (intelligence non verbale, vitesse de traitement, capacité spatiale) et leurs habiletés numériques spécifiques (traitement de la magnitude numérique symbolique et non symbolique). Les tâches proposées pour évaluer le traitement de la magnitude numérique symbolique et non symbolique étaient respectivement une tâche de comparaison de deux nombres arabes et une tâche de comparaison de deux ensembles de points. Des statistiques descriptives ont montré que seules l'aptitude spatiale et la précision de la vitesse de traitement contribuaient de manière significative et unique à la performance mathématique. L'aptitude spatiale serait le premier prédicteur significatif de la réussite mathématique tandis que la vitesse de traitement serait le deuxième prédicteur significatif de la réussite mathématique. En résumé, les résultats de l'étude suggèrent que la réussite en mathématiques des étudiants sourds et malentendants est davantage influencée par les compétences cognitives générales (c'est-à-dire la vitesse de traitement et l'aptitude spatiale) que par les compétences numériques spécifiques. Contrairement à l'étude précédente, la présente étude met l'accent sur les compétences cognitives générales.

Dans une toute autre étude, Bull et al. (2018) ont étudié l'acuité du système numérique approximatif (SNA) chez les enfants sourds et les enfants entendants ainsi que la force de la relation entre le SNA et la réussite en mathématiques. Ils se sont aussi demandés si la relation

entre le SNA et les mathématiques était médiée par un troisième facteur tel que l'inhibition, la mémoire à court terme ou la mémoire de travail. Ils ont recruté soixante-quinze personnes sourdes d'un âge moyen de neuf ans et soixante-quinze témoins entendants. Les participants étaient anglo-saxons et ils provenaient d'écoles ordinaires ou d'écoles pour sourds. Les participants ont été soumis à différentes tâches qui avaient pour but de mesurer l'acuité du SNA et d'évaluer les compétences mathématiques (opérations numériques et raisonnement mathématique) et les habiletés cognitives générales (inhibition, mémoire de travail verbale et mémoire à court terme verbale). Pour mesurer l'acuité du SNA, une tâche de discrimination non symbolique (comparaison de deux ensembles de points) a été élaborée. L'acuité du SNA, le raisonnement mathématique, la mémoire de travail et la mémoire à court terme des enfants sourds étaient significativement plus faibles par rapport aux enfants entendants. Concernant les différences de groupe dans les compétences mathématiques, elles n'étaient plus significatives lorsque l'acuité du SNA, la mémoire de travail ou la mémoire à court terme étaient contrôlées. Finalement, pour les personnes sourdes, la mémoire de travail et la mémoire à court terme médiaient partiellement la relation entre acuité du SNA et compétences mathématiques. En conclusion, les enfants sourds ont une acuité moins développée du SNA et de moins bonnes compétences générales (mémoire à court terme et mémoire de travail) par rapport aux enfants entendants et cela participe à de moins bons résultats en mathématiques.

#### **4.3.2. Influence des facteurs exogènes**

Roux (2014) affirme que les difficultés en mathématiques peuvent être la conséquence de facteurs exogènes comme le manque d'expériences vécues, d'apprentissages fortuits et de modèles adultes. En effet, la déficience auditive complique généralement les interactions, la communication et la transmission d'expériences au sein de l'environnement social ou familial majoritairement entendant. Roux évoque aussi la potentielle implication des facteurs éducatifs dans la réussite mathématique, c'est-à-dire le degré de formation des enseignants et le type de dispositif pédagogique mis en place pour les élèves sourds. Finalement, il considère que les troubles associés à la surdité (troubles visuo-spatiaux, moteurs, linguistiques, psychopathologiques...) ont un impact indéniable sur les résultats des enfants sourds en mathématiques. Ces atteintes associées (en lien direct avec la surdité ou simple comorbidité) toucheraient environ 40% des jeunes sourds, soit près de la moitié.

Ainsi, les difficultés en mathématiques ont une origine multiple impliquant plusieurs facteurs. Elles ne sont pas uniquement liées à des obstacles linguistiques mais sont également influencées par des facteurs cognitifs et éducatifs (Roux, 2014).

#### **4.4. Facteurs modérateurs du retard**

Dans leur méta-analyse, Gottardis et al. (2011) montrent que de nombreux facteurs modèrent l'ampleur du retard en mathématiques. Tout d'abord, les résultats obtenus soutiennent qu'il existe une corrélation significative mais légère entre le niveau de perte auditive et la réussite en mathématiques. Ainsi, une perte auditive légère est associée à des retards moins importants en mathématiques comparée à une perte auditive plus sévère. Deuxièmement, il semblerait que l'âge soit également un facteur modérateur significatif de la performance mathématique chez les enfants sourds. Si les enfants jeunes ont d'aussi bons résultats que leurs pairs entendants dans les tâches de représentation et de comparaison numériques non verbales, les plus

âgés sont en décalage par rapport à leurs pairs entendants, car ils sont confrontés à des conventions culturelles pour la résolution des tâches. Finalement, les auteurs supposent que le type de prestation éducative et le type de dispositif auditif (prothèse auditive ou implant cochléaire) peuvent être de possibles facteurs modérateurs externes, mais actuellement les preuves dont ils disposent sont rares et ambiguës.

#### **4.5. Impact de la langue des signes sur la cognition mathématique**

Comme dit précédemment, les performances mathématiques sont influencées, entre autres, par les compétences cognitives générales. En 2022, Santos et Cordes réaffirment le rôle essentiel joué par la langue dans le développement des concepts numériques. En effet, les auteurs rapportent que la structure du langage pourrait favoriser l'acquisition des concepts numériques verbaux et non verbaux. Ainsi, on peut se questionner sur les répercussions de l'usage de la langue des signes sur l'apprentissage des nombres et des mathématiques.

Selon Roux (2014), il n'existe pas de consensus concernant l'impact de la pratique d'une langue visuo-gestuelle sur les apprentissages numériques. Certaines études reprises par l'auteur signalent que l'utilisation d'un tel mode de communication pourrait avoir des retentissements négatifs dans certains domaines tels que le comptage et le calcul. En effet, la charge cognitive imposée par la langue des signes est plus importante que celle imposée par une langue orale et pourrait retentir sur certaines performances numériques. Au contraire, d'autres études avancent que la langue des signes pourrait contribuer à une meilleure compréhension du nombre et du principe de cardinalité en raison de la transparence des nombres signés (Roux, 2014).

Les deux études suivantes étudient respectivement le traitement des configurations canoniques digitales et le traitement arithmétique chez les personnes sourdes signantes.

##### **4.5.1. Comptage manuel et configurations canoniques de doigts**

Les sourds signants utilisent un système de comptage manuel pour compter dans leur langue (Buyle et al., 2023). Dans la langue des signes belge, les signes numériques de un à cinq sont similaires aux gestes manuels utilisés par les personnes entendants pour montrer une quantité (Buyle et al., 2023). En partant de ce constat, Buyle et al. (2023) ont réalisé une étude pour déterminer si les configurations de doigts étaient perçues comme des signes par les sourds et comme de simples gestes numériques par les entendants. Elles ont recruté des adultes sourds congénitaux pratiquant la langue des signes et des adultes entendants ne connaissant pas cette langue. Deux expériences ont été réalisées. La première était un paradigme EEG de stimulation visuelle périodique rapide. Il était demandé aux participants de détecter le changement de couleur du point de fixation situé au centre de l'écran. Pendant ce temps, les sujets étaient confrontés à des configurations digitales canoniques (stimuli déviants) et non canoniques (stimuli de base) présentées sous forme de dessins et représentant des nombres de un à quatre (vision passive des stimulations). Buyle et al. (2023) ont montré qu'il existait une réponse neurale plus importante face à des configurations canoniques de doigts chez les sourds signants par rapport aux entendants. Cela supporte l'idée selon laquelle les configurations digitales sont perçues différemment chez les sourds signants. Pour déterminer la cause de cette différence d'activité cérébrale entre les deux groupes, une deuxième expérience EEG a été menée. Au cours de celle-ci, les stimuli déviants étaient des configurations canoniques de doigts utilisées pour le comp-

tage mais n'appartenant à aucun système linguistique spécifique. Ils pouvaient donc être considérés comme des gestes de comptage pour les deux groupes. Les résultats n'ont rapporté aucune différence de traitement entre les adultes sourds et les adultes entendants. Il semblerait alors que l'expérience des sourds signants pour le traitement des configurations digitales ne soit pas à l'origine de la différence observée avec les entendants. Les auteures ont donc conclu à un traitement linguistique des configurations canoniques de doigts chez les sourds signants. Autrement dit, les configurations canoniques digitales sont devenues des unités linguistiques (signes) pour les personnes sourdes pratiquant la langue des signes.

#### **4.5.2. Les bases neurales de l'arithmétique chez les sourds signants**

En 2022, Andin et al. ont réalisé une étude pour déterminer les différences et les similarités dans le traitement arithmétique entre adultes sourds signants et adultes entendants. Au cours de l'expérience, les participants étaient confrontés à des soustractions et des multiplications simples et complexes. Ils devaient juger de la justesse de différentes équations. L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) a permis d'analyser leur activité cérébrale pendant l'exécution de la tâche. Les résultats ont montré que les performances des sourds signants en arithmétique étaient nettement inférieures à celles des personnes entendantes (nombre de réponses correctes inférieur). L'arithmétique est une branche des mathématiques qui renvoie aux opérations de base des nombres : l'addition, la soustraction, la multiplication et la division. Elle met en jeu deux types de compétences : des compétences verbales et des compétences quantitatives. En effet, la réalisation d'opérations nécessite la récupération de faits arithmétiques (compétences verbales) et la manipulation de quantités (compétences quantitatives). D'après les auteurs, ces deux types de compétences sont plus ou moins impliqués en fonction de l'opération réalisée. Par ailleurs, des régions partiellement différentes sont activées pour les compétences verbales et les compétences quantitatives chez les entendants (Andin et al., 2022). Le gyrus angulaire gauche, le gyrus frontal inférieur gauche et l'hippocampe sont les régions principales du système verbal. La partie horizontale bilatérale du sillon intrapariétal sous-tend, quant à elle, le système quantitatif. Dans cette étude, l'IRMf a mis en évidence un chevauchement des schémas d'activation cérébrale des personnes sourdes et entendantes dans un réseau fronto-pariétal bilatéral étendu. Autrement dit, les régions cérébrales impliquées dans le traitement arithmétique sont largement similaires chez les sourds signants et les entendants. Les seules différences significatives retrouvées sont liées à l'activation du gyrus frontal inférieur gauche et à sa connectivité avec le gyrus temporal supérieur gauche. Les sourds signants présentent une activation moindre du gyrus frontal inférieur gauche par rapport aux entendants et une connectivité de ce premier gyrus avec le gyrus temporal supérieur gauche plus forte. Au final, il est impossible d'affirmer si la différence de performance observée chez les sourds signants est dépendante des régions cérébrales du système verbal ou des régions cérébrales du système quantitatif.

## **5. Buts et hypothèses**

Depuis de nombreuses années, une myriade de chercheurs s'intéresse aux performances des personnes sourdes en mathématiques. La plupart est parvenue à démontrer l'existence d'un retard dans ce domaine. En revanche, la majorité des études et des documents consacrés à ce sujet se focalise sur une branche particulière ou sur une tâche précise des mathématiques. À ce jour, rares sont les travaux réalisant une synthèse exhaustive sur les acquisitions mathématiques

chez les élèves sourds. Ainsi, une vision globale des difficultés mathématiques rencontrées par cette population fait défaut. De plus, nous n'avons aucune certitude quant à l'origine de ce retard. Une clarification de ce dernier point pourrait nous aider à mieux comprendre les difficultés observées et à les pallier.

L'objectif premier de ce mémoire était de réaliser une courte revue de la littérature, synthétisant l'essentiel des connaissances scientifiques actuelles sur les apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Le deuxième objectif de cette étude est d'objectiver la présence de difficultés mathématiques dans la population sourde et de déterminer la nature, l'origine et le moment d'apparition de ces dernières. Pour ce faire, nous avons interrogé des enseignants, des assistants enseignant et des orthophonistes intervenant auprès d'élèves sourds. Finalement, grâce à la réalisation d'une affiche, nous espérons sensibiliser les professionnels à la présence de difficultés mathématiques dans la population sourde et leur apporter des solutions concrètes pour l'enseignement des mathématiques.

Nous supposons que les données recueillies sur le terrain seront en accord avec les conclusions de la littérature. Autrement dit, nous faisons les hypothèses suivantes :

- La majorité des élèves sourds présente des difficultés en mathématiques.
- Les difficultés sont globales, c'est-à-dire qu'elles concernent l'ensemble des branches des mathématiques.
- L'origine des difficultés est multiple.
- Les difficultés mathématiques apparaissent de manière précoce.
- L'utilisation de la LSF a impact positif dans l'apprentissage des mathématiques.
- Les difficultés scolaires ne se limitent pas qu'aux mathématiques.

## **Méthode**

Cette partie expose la méthodologie adoptée pour atteindre les objectifs établis.

### **1. Questionnaire**

Pour analyser les difficultés mathématiques chez les élèves sourds, nous avons retenu la méthode du questionnaire. Nous avons ainsi collecté des données qualitatives et quantitatives. « L'intérêt principal de l'enquête par questionnaire est de rassembler une grande quantité d'informations, aussi bien factuelles que subjectives, auprès d'un nombre important d'individus – la représentativité de cet échantillon autorisant d'inférer à l'ensemble de la population d'étude les résultats obtenus auprès des enquêtés » (Parizot, 2012). Pour notre étude, nous avons opté pour un questionnaire en ligne auto-administré (cf. Annexe A2).

Cette partie vise à présenter la population concernée par l'étude, la méthode d'élaboration et de diffusion du questionnaire ainsi que la méthode d'analyse des données recueillies.

#### **1.1. Population de l'étude**

Pour participer au questionnaire, les individus devaient répondre à deux critères : être enseignant(e), orthophoniste ou assistant(e) enseignant et travailler auprès d'élèves sourds (de tous âges). Les participants pouvaient être entendants ou sourds. Les caractéristiques telles que la langue utilisée ou l'appareillage ne constituaient pas des critères de sélection. En revanche,

ce sont des éléments qui ont été intégrés au questionnaire pour connaître précisément le profil du participant. La population a été recrutée dans des structures spécialisées pour personnes sourdes et par le biais d'annonces publiées sur les réseaux sociaux.

## **1.2. Élaboration du questionnaire**

Suite à l'accord du délégué à la protection des données (dossier LS1459), nous avons réalisé notre questionnaire via la plateforme *LimeSurvey*. Nous avons généré nos items à partir des données de la littérature apparaissant dans la partie théorique de ce mémoire.

En première page, une note d'information présente les objectifs du mémoire, les critères d'inclusion, la durée de remplissage du questionnaire et informe sur la confidentialité des données.

Le questionnaire se compose de dix-neuf questions, réparties en deux groupes. Le premier groupe de questions concerne les apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Le deuxième porte sur l'identité du participant.

Les sujets abordés dans le premier groupe de questions sont les suivants :

- La langue utilisée par les professionnels lors de leurs interventions
- La population à laquelle les participants s'adressent et leurs caractéristiques
- La présence de difficultés mathématiques chez les élèves sourds
- La fréquence, la nature et les causes des difficultés
- Le moment d'apparition des difficultés
- L'impact de la LSF sur l'apprentissage des mathématiques
- Les méthodes pédagogiques ou rééducatives utilisées
- Les difficultés dans les autres matières

Dans le deuxième groupe de questions, des précisions sur la profession et le profil auditif (entendant ou sourd oraliste/signant) du participant sont demandées. Dans le cas où il existe une déficience auditive, une question supplémentaire sur l'appareillage est posée.

La dernière question du questionnaire offre la possibilité aux participants d'ajouter un commentaire. Elle est facultative.

Afin d'augmenter le taux de participation et de faciliter l'analyse des données, nous avons privilégié des questions fermées ou semi-fermées. Seules deux questions proposent une zone de réponse libre. Par ailleurs, certaines questions sont « filtrées », c'est-à-dire qu'elles ne s'affichent que dans certaines conditions de réponse. Ainsi, tous les participants ne répondent pas à la totalité des questions. La durée de réalisation du questionnaire est estimée à 5 minutes maximum.

## **1.3. Diffusion du questionnaire**

Le questionnaire a été diffusé entre le 19 février 2024 et le 31 mars 2024. Il a été transmis par mail aux directeurs des établissements et a été partagé à des orthophonistes sur le réseau social *Facebook*.

## **1.4. Analyse des données**

Les données recueillies ont été exportées sur le logiciel Excel afin d'être décrites puis analysées.

## 2. Élaboration d'une affiche de sensibilisation et d'information à destination des enseignants et des orthophonistes

Après avoir croisé les données de la littérature avec celles du questionnaire, nous avons élaboré une affiche de sensibilisation et d'information à destination des enseignants et des orthophonistes. Il s'agit d'un document au format A3 comportant 2 parties. La première partie expose et synthétise les connaissances actuelles dont nous disposons sur les apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. La deuxième partie fournit des conseils concernant l'enseignement des mathématiques aux personnes sourdes.

Ce document a été réalisé à l'aide du site Canva. L'objectif est double : la prise de conscience de fragilités mathématiques dans la population sourde et l'apport de recommandations pour pallier ces difficultés et favoriser la réussite dans ce domaine.

## Résultats

Dans cette partie, nous décrirons les résultats qualitatifs et quantitatifs du questionnaire et nous présenterons l'affiche de sensibilisation et d'information à destination des enseignants et des orthophonistes.

### 1. Résultats du questionnaire

Nous avons obtenu un total de 103 réponses, dont 88 réponses incomplètes. Les réponses incomplètes correspondent à une simple ouverture du questionnaire et ne contiennent donc aucune donnée à traiter. Ainsi, notre analyse portera uniquement sur les réponses complètes soit sur quinze réponses.

#### 1.1. Profil des répondants

La deuxième partie de notre questionnaire portait sur l'identité du participant. Des questions sur la profession, le profil auditif (entendant, sourd oraliste, sourd signant) et le type d'appareillage (en cas de surdité) ont été posées.

La première figure ci-contre représente la profession exercée par les répondants :

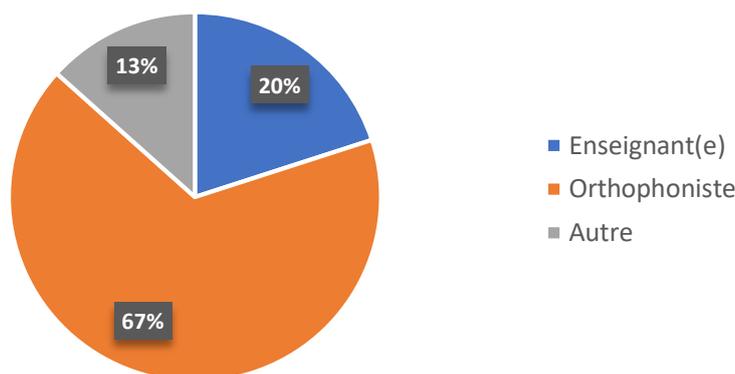


Figure 1. Profession des répondants.

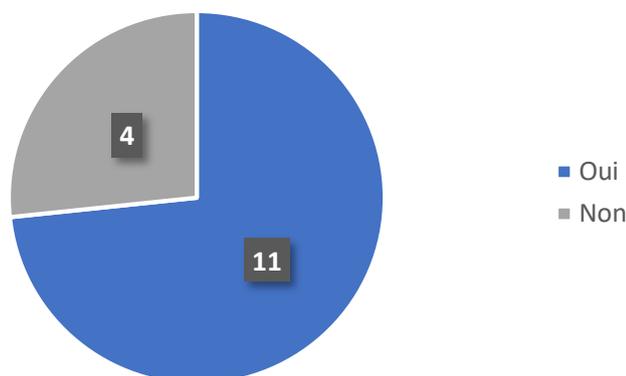
La majorité des répondants est orthophoniste. En effet, sur quinze répondants, dix exercent cette profession. Les 33% restants sont enseignants ou pratiquent un autre métier, non mentionné dans les choix multiples. Parmi ceux pratiquant un autre métier, on retrouve un accompagnant éducatif et social (AES) et un accompagnateur pédagogique en intégration. Il s'agit de professions gravitant autour de la sphère scolaire. Finalement, aucun répondant n'est assistant enseignant.

Concernant le profil auditif, la quasi-totalité des répondants est entendante. Seul un répondant est sourd oraliste appareillé.

## 1.2. Difficultés mathématiques chez les élèves sourds

### 1.2.1. Observation de difficultés mathématiques

La figure 2 représente la part des professionnels observant des difficultés mathématiques chez les élèves sourds :



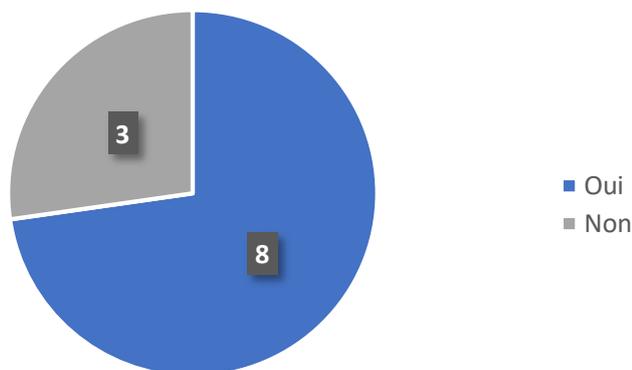
**Figure 2. Présence de difficultés mathématiques chez les élèves sourds.**

Soixante-treize pourcents des professionnels rapportent observer des difficultés en mathématiques chez les élèves sourds. Cela représente la majeure partie des répondants. Vingt-sept pourcents n'en relèvent pas.

Parmi les orthophonistes, sept sur dix constatent des difficultés dans ce domaine, soit 70%. Parmi les professionnels de l'enseignement (enseignants et autres), quatre sur cinq affirment observer des difficultés, soit 80%.

### 1.2.2. Proportion d'élèves concernés par les difficultés mathématiques

Nous avons interrogé les répondants observant des difficultés mathématiques chez les élèves sourds ( $n = 11$ ) sur la proportion d'élèves concernés. Les éléments ci-dessous présentent les résultats obtenus.



Nombre de répondants (n=11)

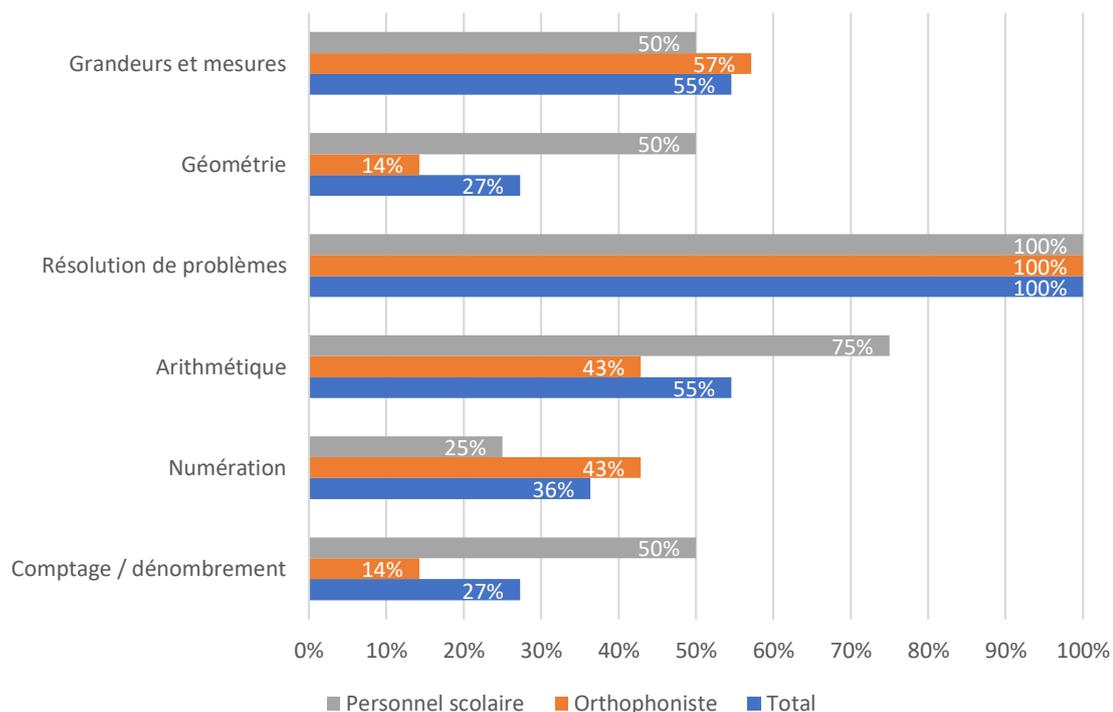
**Figure 3. Présence de difficultés mathématiques chez la majorité des élèves sourds.**

Soixante-treize pourcents des professionnels estiment que les difficultés mathématiques touchent la majeure partie de leurs élèves, soit la plupart des répondants. Les 27% restants observent donc ces difficultés chez certains élèves sourds uniquement.

Parmi les trois répondants ayant indiqué « non » à la question précédente, deux ont estimé observer ce type de difficultés chez moins de 25% des élèves sourds et un seul a estimé que ces difficultés touchaient entre 25 et 50% de ses élèves.

### 1.2.3. Branches des mathématiques impactées par la surdité

La figure 4 présente la part des professionnels constatant des difficultés dans les différentes branches des mathématiques :



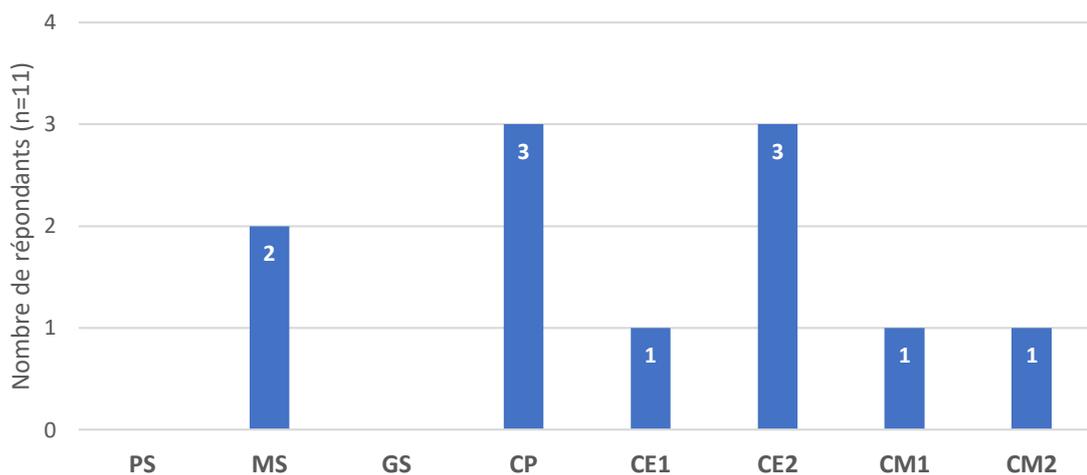
**Figure 4. Branches des mathématiques impactées par la surdité selon les répondants.**

Selon les répondants, les branches des mathématiques qui semblent les plus impactées par la surdité sont la résolution de problèmes (100% des répondants), l'arithmétique (55% des répondants) et le domaine « grandeurs et mesures » (55% des répondants).

Par ailleurs, il est intéressant de constater les convergences et les divergences d'opinion entre orthophonistes et personnel scolaire. Si les deux professions sont d'accord à l'unanimité pour dire qu'il existe des difficultés en résolution de problèmes chez les élèves sourds, ce n'est pas le cas pour la géométrie par exemple. Alors que 50% du personnel scolaire remarque des difficultés dans ce domaine, seuls 14% des orthophonistes en constatent. Il n'existe pas de consensus non plus pour l'arithmétique, la numération et le comptage/dénombrement.

#### 1.2.4. Moment d'apparition des difficultés

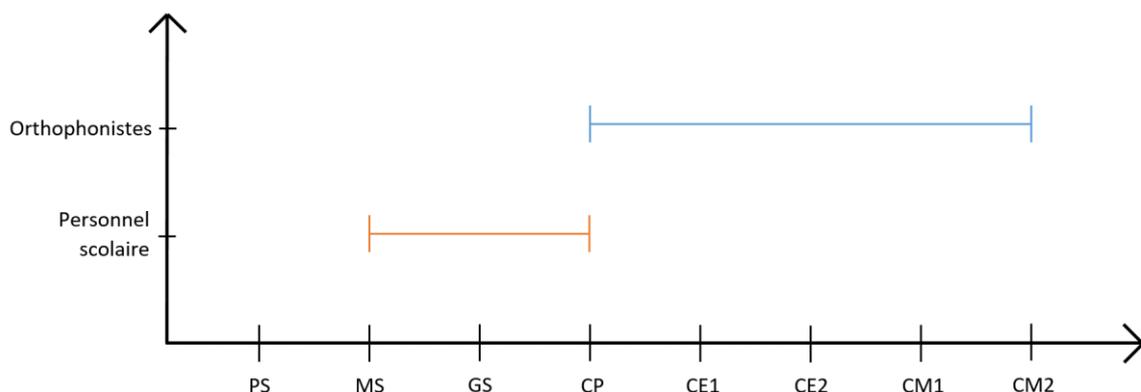
Une des interrogations de notre étude est la suivante : en quelle classe les difficultés en mathématiques apparaissent-elles ? La figure 5 illustre l'avis des répondants à ce sujet.



**Figure 5. Moment d'apparition des difficultés mathématiques selon les répondants.**

Les résultats obtenus sont assez hétérogènes. On observe cependant une tendance car la majorité des réponses se concentre sur les niveaux élémentaires avec un nombre important de réponses pour le CP et le CE2.

La figure 6 fait la distinction entre les réponses des orthophonistes et les réponses du personnel scolaire à ce sujet.

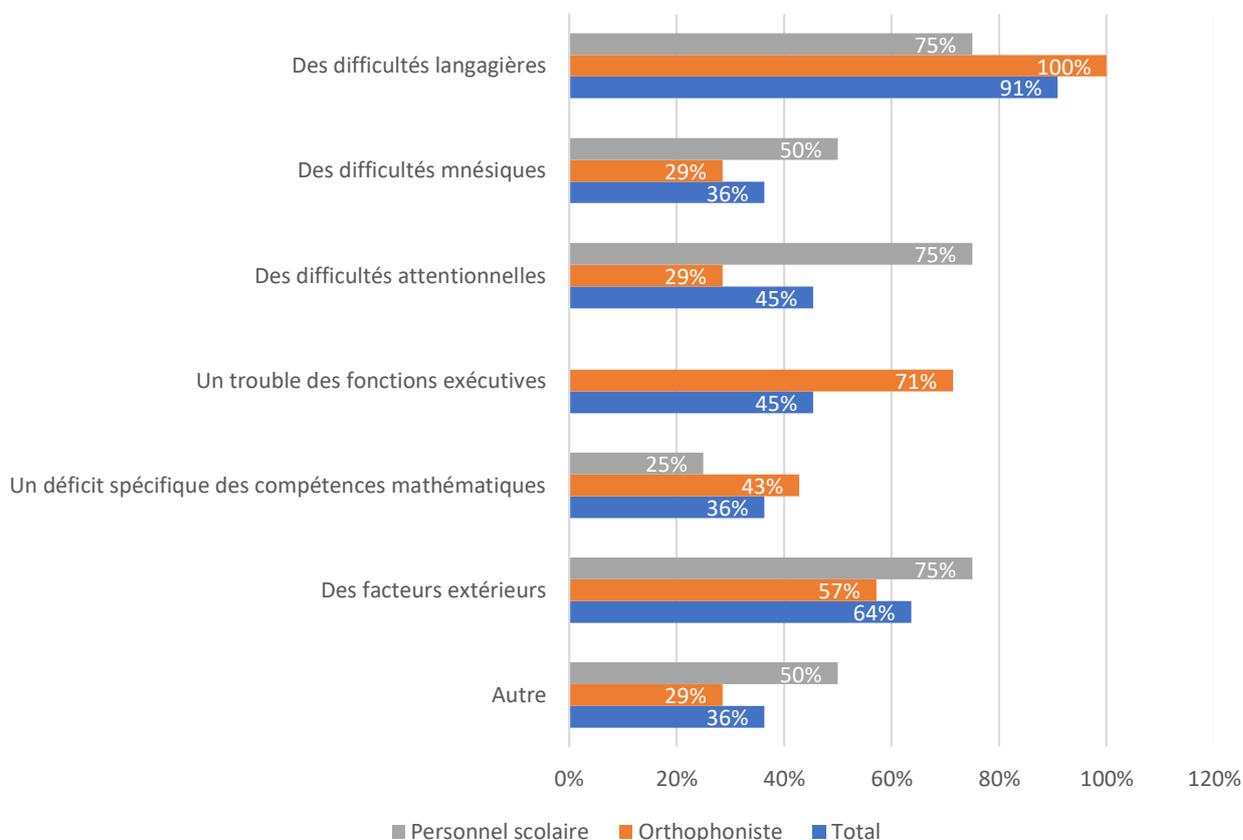


**Figure 6. Constat de l'arrivée des difficultés en fonction de la profession.**

Il existe une différence nette entre les réponses des orthophonistes et celles du personnel scolaire. Les orthophonistes constatent une arrivée des difficultés entre le CP et le CM2 alors que le personnel scolaire remarque une apparition des difficultés entre la moyenne section (MS) et le CP.

### 1.2.5. Causes des difficultés mathématiques

Nous avons demandé aux répondants ce qui pouvait expliquer selon eux la présence de difficultés mathématiques chez les élèves sourds. La figure ci-dessous illustre leurs réponses.



**Figure 7. Causes des difficultés mathématiques selon les répondants.**

Les éléments principaux pouvant expliquer les difficultés mathématiques chez les personnes sourdes selon les répondants sont les difficultés langagières (91% des répondants), les facteurs extérieurs (64% des répondants) et en troisième position et à égalité, les difficultés attentionnelles et les difficultés exécutives (respectivement 45% des répondants).

Ce graphique illustre une nouvelle fois des divergences d'opinion entre orthophonistes et personnel scolaire, notamment pour les difficultés exécutives ou encore pour les difficultés attentionnelles.

Les répondants ont mentionné d'autres causes potentielles du retard en mathématiques comme les difficultés d'accès à l'abstrait ou les difficultés de compréhension générale des situations.

### 1.3. Impact de la Langue des Signes Française sur les apprentissages mathématiques

À travers notre étude, nous cherchions également à déterminer les répercussions de l'utilisation d'une langue visuo-gestuelle sur l'apprentissage des mathématiques. Dans le questionnaire, deux items portaient donc sur la LSF et sur son impact.

Uniquement cinq personnes ont été soumises à ces deux questions car elles étaient les seules à utiliser la LSF lors de leurs interventions.

Sur les cinq répondants, 100% estiment que la LSF a un impact positif sur l'apprentissage des mathématiques. Ils précisent qu'elle apporte un vrai bénéfice voire qu'elle est indispensable. Selon eux, elle permet une meilleure compréhension des situations et du vocabulaire spatial et temporel, une familiarisation avec les domaines inconnus ou plus complexes et un meilleur accès aux concepts.

### 1.4. Performances des élèves sourds dans les autres matières scolaires

Cent pourcents des répondants (n = 15) observent des difficultés dans les autres matières chez les élèves sourds.

La figure 8 présente les matières dans lesquelles les personnes sourdes se retrouvent en difficulté selon les orthophonistes et le personnel scolaire.

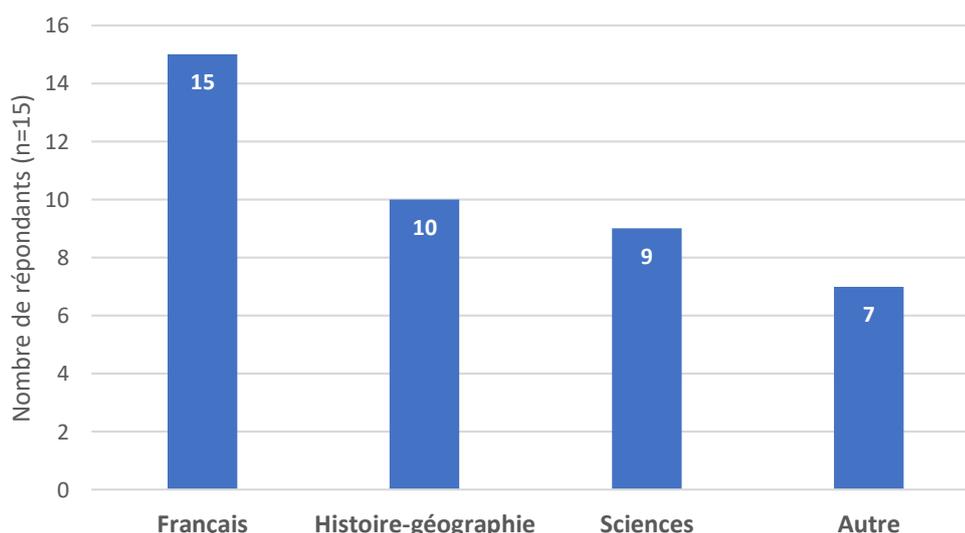


Figure 8. Matières scolaires dans lesquelles les répondants observent des difficultés.

Cent pourcents des répondants constatent des difficultés en français. Soixante-sept pourcents en observent en histoire-géographie et soixante pourcents en observent en sciences.

Sept participants, soit 47% des répondants, remarquent la présence de difficultés dans d'autres matières comme l'anglais ou la religion. Certains répondants précisent qu'il existe des difficultés dans toutes les matières qui nécessitent la maîtrise du langage oral ou des compétences logiques.

## **2. Affiche de sensibilisation et d'information à destination des enseignants et des orthophonistes**

L'affiche de sensibilisation et d'information est disponible en annexe de ce mémoire (cf. Annexe A3).

Elle est divisée en deux parties. La première partie offre un aperçu général des apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Elle aborde le retard en mathématiques ainsi que la nature, l'origine et le moment d'apparition des difficultés. Elle fournit également des informations sur l'impact de la LSF dans l'apprentissage des mathématiques. Pour réaliser cette synthèse, nous avons croisé les données de la littérature présentées dans la partie théorique avec les données du questionnaire.

La seconde partie propose des méthodes pédagogiques adaptées aux élèves sourds puis, de manière plus spécifique, des recommandations pour l'enseignement des mathématiques dans cette population. L'ensemble des solutions apportées dans cette partie est extrait de l'ouvrage de Bonnet, Mangeret et Nowak nommé « Mathématiques et surdité : L'accueil des enfants sourds et malentendants en classe ordinaire ou spécialisée ».

## **Discussion**

### **1. Rappel des objectifs de l'étude**

Ce mémoire avait deux objectifs bien distincts. Tout d'abord, nous souhaitions réaliser un état des lieux des apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Pour ce faire, nous avons effectué une revue de la littérature afin d'avoir une vue d'ensemble des connaissances actuelles sur le sujet. Afin de compléter cette synthèse, nous avons également mené une enquête sur le terrain par le biais d'un questionnaire. Il était essentiel de démontrer ce qui avait été établi dans la littérature, à savoir l'existence de difficultés mathématiques chez les élèves sourds et d'obtenir une vision globale de ces difficultés, en cherchant notamment à déterminer leur nature, le moment de leur apparition et leur cause.

Le deuxième objectif de notre mémoire était de concevoir une affiche de sensibilisation et d'information à destination des enseignants et des orthophonistes. Notre volonté est double : d'une part, sensibiliser à l'existence de difficultés non langagières et d'autre part, apporter des conseils pour l'enseignement des mathématiques.

### **2. Résumé et interprétation des résultats**

Notre questionnaire nous a permis de recueillir les avis et les observations de quinze professionnels à propos des apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Il nous offre la possibilité de réaliser un état des lieux concret et actuel puis de comparer les données recueillies avec les données de la littérature.

Intéressons-nous tout d'abord au profil des répondants. Plus de la moitié (67%) étaient orthophonistes. Le personnel scolaire était, quant à lui, peu représenté (33%). Ce taux de réponse élevé des orthophonistes peut s'expliquer par une certaine curiosité intellectuelle. En

effet, la rééducation orthophonique des patients sourds cible généralement les fonctions langagières. Les orthophonistes n'ont donc peut-être pas conscience de l'existence de difficultés mathématiques chez les personnes sourdes, contrairement au personnel scolaire qui peut y être confronté au quotidien. Concernant le profil auditif des participants, seule une personne était sourde. Les autres répondants étaient tous entendants. Aucun élément ne semble pouvoir expliquer la faible participation des professionnels sourds. Cependant, il aurait été intéressant de recueillir davantage de réponses de personnes sourdes car leur expérience directe vis-à-vis des mathématiques nous aurait permis d'avoir des informations encore plus fiables. En effet, elles ont probablement été concernées par les mêmes problématiques étant plus jeunes. De plus, elles auraient pu exprimer leur propre vécu et leur ressenti par rapport à l'apprentissage des mathématiques.

L'autre partie du questionnaire était dédiée aux apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. La plupart des répondants (73%) ont constaté des difficultés dans ce domaine lors de leurs interventions. Néanmoins, une part non négligeable de répondants (27%) ne relève pas de difficultés particulières en mathématiques. Parmi les professionnels observant des difficultés, un grand nombre (73%) estime que ces difficultés concernent la majorité de leurs élèves. Les 27 % restants jugent que seuls 25 à 50%, voire moins de 25%, sont concernés. Nous pouvons interpréter les résultats précédents comme tel : un nombre significatif d'élèves sourds semble rencontrer des difficultés en mathématiques, bien que cela ne concerne pas l'ensemble de cette population. Cette interprétation est en adéquation avec la méta-analyse de Gottardis et al. (2011) dans laquelle seules dix-neuf études sur vingt-trois avaient mis en évidence des différences de performances entre élèves sourds et élèves entendants. Cette différence de constat peut s'expliquer par l'hétérogénéité de la population sourde. Effectivement, les profils des élèves sourds sont divers car il existe une variété de degrés de perte auditive, d'âges de diagnostic, de modalités de communication, de types d'appareillage, d'étiologies et d'éventuels troubles associés (Roux, 2014). D'ailleurs, grâce aux données recueillies, nous aurions souhaité confirmer ou infirmer la présence d'un lien entre degré de surdité et difficultés mathématiques. Autrement dit, nous voulions vérifier l'hypothèse suivante « plus le degré de perte est important, plus le risque d'avoir des difficultés mathématiques est élevé ». Cependant, comme les répondants interviennent auprès d'élèves avec des profils auditifs différents (plusieurs réponses ont donc été sélectionnées pour cette question), il est difficile d'établir un lien clair entre un degré de perte auditive précis et des difficultés en mathématiques. Pour étudier cet aspect, il aurait été plus judicieux de concevoir une question spécifique pour obtenir l'avis des professionnels à ce sujet. Par ailleurs, nous souhaitions savoir s'il existait un lien entre la profession du répondant et l'observation de difficultés mathématiques. Il s'avère que les orthophonistes et le personnel scolaire sont quasiment aussi nombreux à constater des difficultés mathématiques chez les élèves sourds. Soixante-dix pourcents des orthophonistes relèvent des difficultés contre quatre-vingts pourcents des professionnels de l'enseignement. Ainsi, il n'y a pas de relation entre la profession exercée et l'observation de difficultés dans ce domaine.

Une de nos autres interrogations concernait l'ampleur des difficultés mathématiques. Nous souhaitions savoir si elles étaient plutôt généralisées ou si elles se limitaient à certaines branches. Les résultats obtenus révèlent que les professionnels interrogés constatent des difficultés dans l'ensemble des domaines mathématiques. En effet, chaque domaine obtient un minimum de trois sélections. Cela corrobore les conclusions de Roux (2014) selon lesquelles les

difficultés mathématiques sont globales. En revanche, la part des répondants diffère d'un domaine à un autre. Certains domaines font l'unanimité, comme la résolution de problèmes. D'autres suscitent des opinions divergentes et récoltent peu de « voix ». On peut supposer que les difficultés sont moins fréquentes ou moins importantes dans les domaines peu sélectionnés. Les trois branches où les difficultés semblent prédominantes sont la résolution de problèmes, les grandeurs et les mesures et l'arithmétique. Par ailleurs, il faut noter qu'il n'existe pas de consensus entre les orthophonistes et le personnel scolaire concernant la plupart des branches impactées par la surdité. C'est le cas pour la géométrie, la numération, l'arithmétique et le comptage/dénombrément. Cette absence de consensus est probablement en lien avec les domaines d'intervention de chacun. Si le personnel scolaire a l'occasion d'observer les compétences des élèves dans toutes les branches des mathématiques, ce n'est pas toujours le cas des orthophonistes, qui s'intéressent peu à la géométrie par exemple.

À travers notre analyse des difficultés mathématiques, nous cherchions également à déterminer, avec plus ou moins de précision, le moment d'apparition de ces dernières. L'étude de Pagliaro et Kritzer (2013) suggère qu'il existe des fragilités en mathématiques avant le début de la scolarité formelle. Nous souhaitons donc savoir si les difficultés étaient constatées de manière précoce sur le terrain. Il s'avère que les résultats obtenus à cette question sont assez hétérogènes. Les avis divergent. Malgré cela, on constate une concentration des résultats sur les niveaux élémentaires. Si on se fie aux données recueillies, il semblerait que les difficultés en mathématiques apparaissent assez tardivement dans le développement de l'enfant sourd. Les observations des professionnels vont donc à l'encontre des résultats de la recherche. Mais, à nouveau, les orthophonistes et le personnel scolaire ne semblent pas d'accord sur le sujet. Selon les orthophonistes, les difficultés apparaîtraient entre le CP et le CM2. Selon le personnel scolaire, les difficultés feraient leur apparition entre la moyenne section et le CP. Ainsi, les réponses du personnel scolaire correspondent davantage aux conclusions de la littérature. Cette différence de constat entre orthophonistes et personnel scolaire peut s'expliquer de la manière suivante. En toute logique, la rééducation orthophonique des mathématiques fait suite à la rééducation du langage oral chez les enfants sourds. En effet, le langage est la priorité. Par conséquent, nous supposons que les orthophonistes commencent les interventions en mathématiques relativement tard par rapport au début de la scolarité. C'est probablement la raison pour laquelle les difficultés sont constatées plus tard que chez le personnel scolaire. Par conséquent, nous pensons que la vision du personnel scolaire reflète davantage la réalité, suggérant donc que les difficultés en mathématiques se manifestent précocement.

Notre étude met donc en évidence la présence de difficultés mathématiques chez la plupart des élèves sourds. Les recherches scientifiques récentes font le même constat. Néanmoins, peu d'études se sont intéressées à l'origine de ces difficultés. Dans notre questionnaire, nous avons demandé aux professionnels ce qui pouvait expliquer les difficultés dans ce domaine selon eux. Toutes les réponses proposées ont été sélectionnées (au minimum quatre fois) et chaque répondant a coché au moins deux réponses. Cela suppose donc que les difficultés mathématiques sont polyfactorielles. Les résultats sont de nouveau en accord avec les conclusions de Roux (2014), qui met en cause des facteurs linguistiques, cognitifs et éducatifs. Les causes les plus sélectionnées sont, dans l'ordre, les difficultés langagières, les facteurs extérieurs et à égalité, les difficultés attentionnelles et exécutives. Parmi les propositions les moins sélectionnées, on retrouve le déficit spécifique des mathématiques. Seuls 36% des répondants estiment que les difficultés mathématiques sont en lien avec un déficit spécifique. Si on s'en tient aux

résultats obtenus, nous pourrions considérer que les difficultés mathématiques sont expliquées par trois facteurs principaux : les difficultés langagières propres à la surdité, les facteurs exogènes et les troubles associés. Les répondants semblent plutôt sceptiques sur le déficit spécifique inné. Finalement, les orthophonistes et le personnel scolaire ne semblent pas tout à fait d'accord sur les facteurs explicatifs des difficultés mathématiques. Ce désaccord peut être en lien avec une inégalité des connaissances à propos des fonctions cognitives.

Étant donné les difficultés langagières rencontrées par les élèves sourds, on peut s'interroger sur les bénéfices de l'utilisation d'une langue visuo-gestuelle comme la Langue des Signes Française dans l'apprentissage des mathématiques. Dans la littérature, il n'existe pas de consensus à ce sujet. Ainsi, il nous semblait intéressant d'obtenir l'avis des professionnels. Cent pourcents des répondants ( $n = 5$ ) ont estimé que la LSF avait un impact positif sur l'apprentissage des mathématiques. Selon eux, la LSF favorise la compréhension et l'accès aux concepts mathématiques. Un des répondants dit avoir constaté une différence significative dans les performances des élèves qui ont appris les mathématiques avec la LSF par rapport à ceux qui les ont apprises via le français oral ou via le français signé.

Nombreuses sont les études qui traitent des difficultés langagières des enfants sourds. Depuis peu, certains auteurs s'intéressent également aux difficultés mathématiques. Mais qu'en est-il des autres matières scolaires ? Un des objectifs de notre étude était de déterminer si les difficultés scolaires des élèves sourds se limitaient au français et aux mathématiques ou si elles étaient plutôt globales. Par conséquent, nous avons demandé aux professionnels si leurs élèves rencontraient des problèmes dans les autres disciplines. Tous ont répondu de manière affirmative. Nous nous sommes également intéressés aux matières concernées. L'ensemble des professionnels observe des difficultés en français et la plupart en observe en histoire-géographie (67%) et en sciences (60%). Plusieurs répondants ont indiqué que, finalement, les difficultés étaient présentes dans toutes les matières qui nécessitaient la maîtrise du langage oral. Ainsi, on peut conclure que les difficultés scolaires sont plutôt globales chez les élèves sourds. En revanche, elles ne sont pas spécifiques mais semblent secondaires aux troubles langagiers.

### **3. Limites et apports de l'étude**

#### **3.1. Limites de l'étude**

Notre étude présente plusieurs limites qui doivent être prises en considération.

Les premières limites concernent la population de l'étude. Tout d'abord, la taille de l'échantillon est insuffisante. Effectivement, seules quinze personnes composent notre population. Ce manque de participation peut être attribué à plusieurs facteurs, tels que le format en ligne du questionnaire, la présence de questions nécessitant des réponses libres, le nombre restreint de structures contactées, ou encore la période de diffusion du questionnaire. En jouant sur ces quatre facteurs, nous aurions pu accroître le nombre de répondants. Du fait de cette faible participation, les résultats obtenus sont peu significatifs et difficilement généralisables. De plus, dans ce contexte, mener des analyses statistiques approfondies n'était pas envisageable. Seuls des calculs de pourcentages étaient possibles. Ces deux aspects doivent être pris en compte dans l'interprétation des résultats. Par ailleurs, notre population a été divisée en deux groupes : les orthophonistes et le personnel scolaire. Seulement, ces deux groupes ne sont pas représentés à

part égale. Les orthophonistes sont deux fois plus nombreux que les professionnels de l'enseignement. Cela introduit un biais potentiel dans les conclusions tirées. Concernant la sélection de la population étudiée, il aurait été bénéfique d'avoir des critères plus précis pour les orthophonistes. Il aurait été plus pertinent de ne choisir que ceux intervenant en cognition mathématique avec leurs patients sourds. En effet, il est probable que certains orthophonistes interrogés se focalisent exclusivement sur le langage oral dans leur pratique. Par conséquent, leur perception des difficultés mathématiques chez leurs patients n'est pas forcément représentative de la réalité. Finalement, se limiter à des professions définies (orthophonistes, enseignants et assistants enseignant) aurait été plus judicieux. Permettre à des personnes ne répondant pas aux critères d'inclusion de participer au questionnaire a compliqué la gestion de nos sous-groupes. Cependant, si nous avons opté pour cette option, le taux de participation au questionnaire aurait encore chuté.

Les limites suivantes concernent la méthode du questionnaire et les questions choisies. Avec du recul, nous avons réalisé qu'il aurait été pertinent d'ajouter des questions pour explorer d'autres aspects, tels que le lien entre le degré de surdité et les difficultés en mathématiques, ou l'impact de l'accès à l'oral sur ces difficultés. Enfin, la méthode du questionnaire repose principalement sur l'avis subjectif des professionnels interrogés. Bien que cette étude constitue une première approche du sujet, il est essentiel d'envisager des méthodologies plus robustes (études cérébrales par IRM, administration de tests pour évaluer les compétences mathématiques, etc.) pour approfondir notre compréhension de la relation entre la surdité et les compétences en mathématiques.

### **3.2. Apports de l'étude et perspectives futures**

Ce mémoire a permis d'approfondir les connaissances existantes sur les apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. La synthèse de la littérature nous a offert une vision d'ensemble de ce domaine, mettant en lumière les manques à combler. Effectivement, les recherches actuelles nous apportent des informations limitées sur certaines compétences mathématiques des élèves sourds, sur les causes et le moment d'apparition des difficultés ou encore sur l'impact de la LSF dans les apprentissages mathématiques. D'autre part, notre étude par questionnaire a contribué à enrichir le corpus de connaissances avec des données empiriques sur les difficultés mathématiques chez les élèves sourds.

Mais l'impact de ce mémoire va au-delà d'un simple apport de connaissances. Il revêt une importance pratique pour le monde de l'orthophonie et de l'enseignement. En sensibilisant les orthophonistes et les enseignants à l'existence de difficultés mathématiques chez les personnes sourdes, il contribue à une meilleure prise en charge de cette population. En effet, la reconnaissance de ces difficultés est essentielle pour mettre en place des adaptations pédagogiques en classe ou des séances de rééducation orthophonique ciblées.

Finalement, par le biais de notre affiche, nous offrons des conseils et des recommandations concrètes aux praticiens, les aidant ainsi à optimiser l'apprentissage des mathématiques pour les élèves sourds.

En résumé, ce mémoire ne se contente pas d'apporter des connaissances théoriques, mais s'efforce également de fournir des solutions pratiques pour améliorer les apprentissages mathématiques des élèves sourds.

Maintenant que nous avons une vision globale des apprentissages mathématiques chez les élèves sourds, il pourrait être intéressant de cibler une population plus spécifique (s'intéresser à une tranche d'âge précise ou à un degré de surdité précis) et d'aller explorer chacune des branches des mathématiques une à une. Pour ce faire, il serait judicieux de mettre en œuvre des méthodologies objectives permettant de démontrer et de chiffrer avec précision les difficultés mathématiques. L'objet d'un futur mémoire pourrait être l'évaluation des compétences mathématiques chez les élèves sourds avec un degré de surdité précis (ex. les élèves sourds profonds). Cela viendrait compléter l'écrit de Leybaert (2006) portant sur l'évaluation des habiletés numériques chez les enfants sourds de manière générale.

Une des autres pistes futures pourrait être l'exploration et l'évaluation de méthodes pédagogiques et rééducatives en mathématiques pour les élèves sourds. Actuellement, il existe peu d'études qui s'intéressent à ce sujet, d'où l'intérêt de cette recherche. L'un des seuls travaux apportant des pistes concrètes pour l'enseignement des mathématiques aux élèves sourds est l'ouvrage de Bonnet et al. (2010). Ainsi, les investigations ultérieures fourniraient des outils précieux pour la mise en place d'adaptations pédagogiques adéquates ou de séances de rééducation appropriées.

Par ailleurs, il serait intéressant de se pencher sur la prise en charge orthophonique des mathématiques en surdité. En théorie, la rééducation orthophonique des patients sourds concerne principalement les fonctions langagières. Dans leur article concernant la surdité de l'enfant, Lina-Granade et Truy (2017) citent les domaines d'intervention orthophonique suivants : communication non verbale, parole, langage oral et langage écrit. Ainsi, il pourrait être pertinent d'étudier la fréquence des prises en charge en mathématiques, les domaines précis d'intervention et les méthodes de rééducation utilisées.

Finalement, l'étude des mécanismes cérébraux associés à l'appréhension des numérosités chez les élèves sourds peut être envisagée. En 2022, Andin et al. ont montré que les régions cérébrales impliquées dans le traitement arithmétique n'étaient pas complètement similaires chez les entendants et les sourds signants. Ces résultats nous laissent penser que le traitement cérébral des nombres est potentiellement différent chez les personnes sourdes. La vérification de cette hypothèse contribuerait à une meilleure compréhension des difficultés mathématiques observées dans cette population.

## Conclusion

Ces dernières années, un nombre croissant de chercheurs a entrepris des recherches sur les apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Cependant, l'intérêt pour ce domaine s'est développé tardivement, ce qui limite la quantité d'informations disponibles sur le sujet. Actuellement, il est essentiel d'accorder davantage d'attention aux difficultés rencontrées par les élèves sourds dans ce domaine afin de mieux comprendre leurs besoins éducatifs et de garantir des interventions appropriées.

L'objectif de notre étude était donc de réaliser un état des lieux des apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Nous souhaitons objectiver les conclusions des récentes recherches scientifiques et fournir une vision globale des difficultés rencontrées par la population sourde. Nous avons élaboré un questionnaire à destination d'orthophonistes, d'enseignants et d'assistants enseignant afin de recueillir leurs observations quant aux apprentissages mathématiques chez les personnes sourdes. D'autre part, il nous semblait primordial de sensibiliser

et d'informer les professionnels concernés sur les dernières découvertes scientifiques et de leur apporter des solutions concrètes pour l'enseignement des mathématiques. C'est la raison pour laquelle nous avons créé une affiche à leur intention.

Les résultats de notre étude confirment plusieurs de nos hypothèses initiales et apportent des éclairages significatifs sur les défis rencontrés par les élèves sourds en mathématiques. Il ressort clairement de nos résultats que la plupart des élèves sourds font face à des difficultés dans ce domaine, bien que certains ne soient pas affectés. Nous supposons que l'existence de difficultés est en partie dépendante du profil auditif de l'élève sourd. D'autre part, les données recueillies sont en faveur de difficultés mathématiques généralisées mais selon les répondants, les branches les plus touchées seraient la résolution de problèmes, l'arithmétique et les grandeurs et mesures. Nos résultats soulignent également que les difficultés mathématiques ne sont pas uniquement liées au langage, mais qu'elles sont influencées par plusieurs facteurs. Finalement, de manière encourageante, nos données indiquent que l'utilisation de la LSF a un impact positif sur les apprentissages mathématiques. Néanmoins, il est important de souligner que le constat relatif au moment d'apparition des difficultés contredit notre hypothèse initiale selon laquelle ces difficultés se manifestent dès le plus jeune âge. En effet, la plupart des répondants ont observé que les difficultés survenaient à l'école élémentaire. De plus, il existe des divergences d'opinion entre orthophonistes et personnel scolaire. Ainsi, nous ne sommes pas en mesure de tirer une conclusion sur ce point précis. Pour finir, notre étude a révélé que les difficultés scolaires ne se limitaient pas qu'aux mathématiques chez les élèves sourds, mais qu'elles étaient plutôt globales. Ces conclusions mettent en évidence la nécessité de concevoir au plus vite des stratégies pédagogiques et rééducatives adaptées afin de favoriser la réussite des élèves sourds en mathématiques.

Bien que les données recueillies soient limitées, notre étude a permis d'approfondir et de valider les connaissances actuelles sur les apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Elle contribuera également à la prise de conscience des difficultés mathématiques dans cette population et au développement de solutions adaptées en milieu scolaire ou en séances de rééducation orthophonique.

Ce mémoire constitue une première approche des apprentissages mathématiques chez les élèves sourds, offrant ainsi une vue d'ensemble. Toutefois, cette approche initiale nécessite d'être approfondie afin de mieux comprendre les nuances et les spécificités des difficultés rencontrées dans ce domaine. Plusieurs investigations sont envisageables : l'étude des mécanismes cérébraux impliqués dans le traitement des numérosités, l'évaluation précise de chacune des branches des mathématiques, l'exploration de méthodes pédagogiques et rééducatives spécifiques à la population sourde, ou encore la rééducation orthophonique de la cognition mathématique chez les enfants sourds.

## Bibliographie

- Andin, J., Elwér, Å., & Mäki-Torkko, E. (2022). Arithmetic in the signing brain : Differences and similarities in arithmetic processing between deaf signers and hearing non-signers. *Journal of Neuroscience Research*, 101(1), 172-195.
- Bedoin, D. (2018). *Sociologie du monde des sourds*. La Découverte.
- Bonnet, M., Mangeret, T., & Nowak, M. (2010). *Mathématiques et surdité : l'accueil des enfants sourds et malentendants en classe ordinaire ou spécialisée*. Canopé - CRDP de Lyon.
- Bull, R., Marschark, M., Nordmann, E., Sapere, P., & Skene, W. A. (2018). The approximate number system and domain-general abilities as predictors of math ability in children with normal hearing and hearing loss. *British Journal of Developmental Psychology*, 36 (2), 236-254.
- Buyle, M., & Crollen, V. (2022). Deafness and early language deprivation influence arithmetic performances. *Frontiers in human neuroscience*, 16.
- Buyle, M., Lochy, A., Vencato, V., & Crollen, V. (2023). Stronger neural response to canonical finger-number configurations in deaf compared to hearing adults revealed by FPVS-EEG. *Human Brain Mapping*, 44(9), 3555-3567.
- Chen, L., & Wang, Y. (2021). The contribution of general cognitive abilities and specific numerical abilities to mathematics achievement in students who are deaf or hard-of-hearing. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 33(5), 771-787.
- Chen, L., Wang, Y., & Wen, H. (2021). Numerical magnitude processing in deaf adolescents and its contribution to arithmetical ability. *Frontiers in Psychology*, 12.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, 1(1), 83-120.
- Dumont, A. (2008). *Orthophonie et surdité : communiquer, comprendre, parler*. Elsevier Masson.
- Fayol, M. (2022). *L'acquisition du nombre*. Presses Universitaires de France.
- Gottardis, L., Nuñez, T., & Lunt, I. (2011). A synthesis of research on deaf and hearing children's mathematical achievement. *Deafness & Education International*, 13(3), 131-150.
- Langue des signes. (s.d.). Dans *Dictionnaire Larousse en ligne*. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/signe/72700>
- Lauwerier, L., De Chouly De Lenclave, M. B., & Bailly, D. (2003). Déficience auditive et développement cognitif. *Archives de pédiatrie*, 10(2), 140-146.
- Leybaert, J. (2006). L'évaluation des habiletés numériques chez les enfants atteints de surdité. Dans C. Hage, B. Charlier et J. Leybaert (dir.), *Compétences cognitives, linguistiques et sociales de l'enfant sourd : pistes d'évaluation* (p 223-246). Mardaga.
- Lina-Granade, G., & Truy, É. (2017). Stratégie diagnostique et thérapeutique devant une surdité de l'enfant. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, 30(5-6), 228-248.
- Marcelino, L., Sousa, C., & Costa, C. (2019). *Cognitive foundations of mathematics learning in deaf students : A systematic literature review*.

Marlair, C., Lochy, A., Buyle, M., Schiltz, C., & Crollen, V. (2021). Canonical representations of fingers and dots trigger an automatic activation of number semantics : an EEG study on 10-year-old children. *Neuropsychologia*, 157.

Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse. (2020). *Scolarisation des jeunes sourds ou malentendants*. <https://www.education.gouv.fr/scolarisation-des-jeunes-sourds-ou-malentendants-89501#:~:text=en%20plein%20%C3%A9cran-.La%20scolarisation%20en%20classe%20ordinaire%20dans%20l'%C3%A9cole%2C%20le%20coll%C3%A8ge,coll%C3%A8ge%20ou%20lyc%C3%A9%20de%20secteur>.

Pagliaro, C. M., & Kritzer, K. L. (2013). The math gap : A description of the mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 18(2), 139-160.

Parizot, I. (2012). L'enquête par questionnaire. Dans S. Paugam (dir.), *L'enquête sociologique* (p. 93-113). Presses Universitaires de France.

Ribeiro, F., Rato, J. R., Leonardo, R., & Mineiro, A. (2022). Early numerical cognition in deaf and hearing children : Closer than expected ? *Interdisciplinaria*, 39(2), 119-133.

Roux, M. O. (2014). Surdité et difficultés d'apprentissage en mathématiques, état des lieux et probl matiques actuelles. *Bulletin de psychologie*, 532(4), 295-307.

Santos, S., & Cordes, S. (2022). Math abilities in deaf and hard of hearing children : The role of language in developing number concepts. *Psychological Review*, 129(1), 199-211.

Sokolowski, H. M., Fias, W., Mousa, A., & Ansari, D. (2017). Common and distinct brain regions in both parietal and frontal cortex support symbolic and nonsymbolic number processing in humans : A functional neuroimaging meta-analysis. *NeuroImage*, 146, 376-394.

Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(11), 868-873.

World Health Organization. (2023). *Surdité et d ficiency auditive*. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

## **Liste des annexes**

**Annexe n°1 : Modèle développemental de la cognition numérique en quatre étapes (issu de Von Aster et Shalev, 2007)**

**Annexe n°2 : Questionnaire**

**Annexe n°3 : Affiche de sensibilisation et d'information à destination des enseignants et des orthophonistes**

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



 Université  
de Lille

 ufr35 faculté  
de méde

# ANNEXES

## DU MEMOIRE

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

**Louise LELEU**

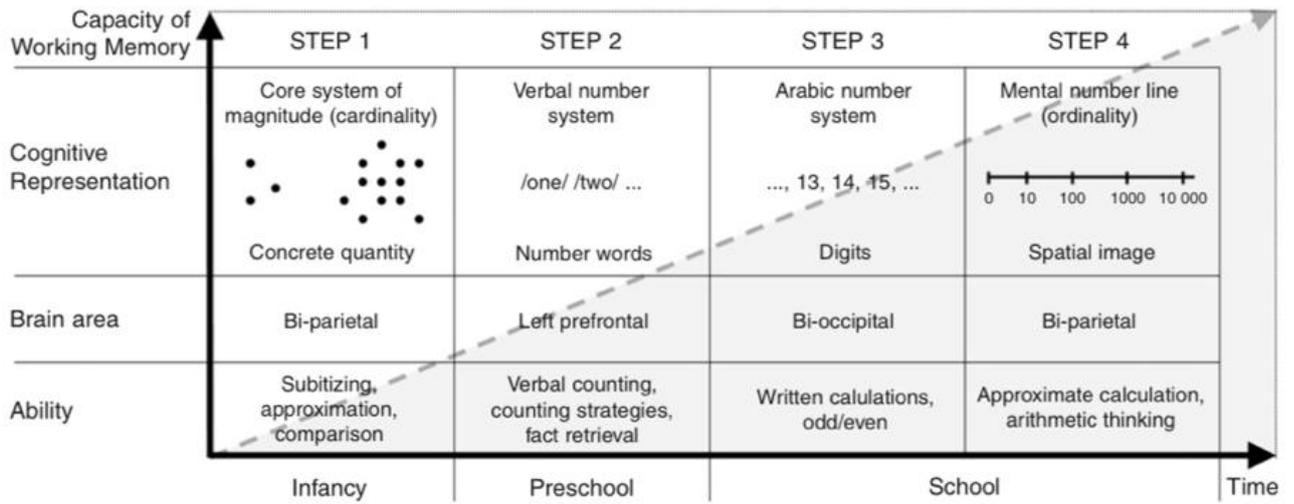
**Compréhension des mécanismes associés à  
l'appréhension des numérosités chez les personnes  
sourdes :  
État des lieux des apprentissages mathématiques  
chez les élèves sourds**

MEMOIRE dirigé par

**Sandrine MEJIAS**, Maître de Conférences, Département d'orthophonie, Université de Lille

Lille – 2024

## Annexe 1 : Modèle développemental de la cognition numérique en quatre étapes (issu de Von Aster et Shalev, 2007)



## Annexe 2 : Questionnaire

### État des lieux sur les apprentissages mathématiques chez les élèves sourds

Bonjour, je suis Louise Leleu, étudiante en 5<sup>ème</sup> année au Département d'Orthophonie de Lille. Dans le cadre de mon mémoire, je réalise un questionnaire sur les apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Il s'agit d'une recherche scientifique ayant pour but d'objectiver la présence de difficultés mathématiques chez les élèves sourds et d'identifier la nature et l'origine de ces dernières. Si vous le souhaitez, je vous propose de participer à l'étude. Pour y répondre, vous devez être enseignant(e), orthophoniste ou assistant(e) enseignant et travailler auprès d'enfants sourds.

Ce questionnaire est facultatif, confidentiel et il ne vous prendra que 5 minutes maximum !

Veuillez à ne pas indiquer d'éléments permettant de vous identifier dans les champs à réponse libre. Sans cela, l'anonymat de ce questionnaire ne sera pas préservé.

Ce questionnaire n'étant pas identifiant, il ne sera donc pas possible d'exercer ses droits d'accès aux données, droit de retrait ou de modification.

Pour assurer une sécurité optimale, vos réponses ne seront pas conservées au-delà de la soutenance du mémoire.

Merci à vous !

Il y a 19 questions dans ce questionnaire.

### Vos élèves/patients et les apprentissages mathématiques

1 Quelle(s) langue(s) utilisez-vous dans le cadre de vos enseignements ou de vos interventions ? \*

Veuillez sélectionner au moins une réponse

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Le français oral
- Le français oral accompagné du Langage Parlé Complété (LPC)
- La langue des signes française (LSF)
- Le français signé
- Le Français Complet Signé et Codé (FCSC)

Autre:

2 Dans quel(s) niveau(x) enseignez-vous ou auprès d'enfants de quel(s) niveau(x) intervenez-vous ? \*

Veuillez sélectionner au moins une réponse

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Petite section
- Moyenne section
- Grande section
- CP
- CE1
- CE2
- CM1
- CM2

Autre:

3 A quelle(s) population(s) vous adressez-vous ? (indiquez le degré de surdité **ET** le type d'appareillage) \*

Veuillez sélectionner au moins 2 réponses

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Enfants entendants
- Enfants avec surdité légère
- Enfants avec surdité moyenne
- Enfants avec surdité sévère
- Enfants avec surdité profonde
- Enfants appareillés
- Enfants implantés
- Enfants non appareillés et non implantés

4 De manière générale, observez-vous des difficultés dans l'apprentissage des mathématiques chez les enfants sourds ? \*

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui  
 Non

5 Les difficultés en mathématiques concernent-elles la majorité de vos élèves / de vos patients ? \*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :  
La réponse était 'Oui' à la question ' [G01Q04]' (De manière générale, observez-vous des difficultés dans l'apprentissage des mathématiques chez les enfants sourds ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui  
 Non

6 Pouvez-vous estimer le pourcentage d'élèves / de patients présentant des difficultés ? \*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :  
La réponse était 'Non' à la question ' [G01Q05]' (Les difficultés en mathématiques concernent-elles la majorité de vos élèves / de vos patients ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Moins de 25%  
 Entre 25% et 50%  
 Entre 50% et 75%

7 Dans quelle(s) branche(s) des mathématiques observez-vous des difficultés ? \*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :  
La réponse était 'Oui' à la question ' [G01Q04]' (De manière générale, observez-vous des difficultés dans l'apprentissage des mathématiques chez les enfants sourds ?)

Veillez sélectionner au moins une réponse  
Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Comptage / dénombrement  
 Numération (maîtrise de la base 10)  
 Arithmétique (calcul)  
 Résolution de problèmes  
 Géométrie  
 Grandeurs et mesures (longueur, masse, contenance / durée et monnaie)  
 Autre:

8 Dans la majorité des cas, à partir de quel moment les difficultés en mathématiques apparaissent-elles ? \*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :  
La réponse était 'Oui' à la question ' [G01Q04]' (De manière générale, observez-vous des difficultés dans l'apprentissage des mathématiques chez les enfants sourds ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Petite section
- Moyenne section
- Grande section
- CP
- CE1
- CE2
- CM1
- CM2

9 Selon vous, les difficultés mathématiques sont en lien avec : \*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :  
La réponse était 'Oui' à la question ' [G01Q04]' (De manière générale, observez-vous des difficultés dans l'apprentissage des mathématiques chez les enfants sourds ?)

Veillez sélectionner au moins une réponse

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Des difficultés langagières
- Des difficultés mnésiques
- Des difficultés attentionnelles
- Un trouble des fonctions exécutives (inhibition, flexibilité, planification)
- Un déficit spécifique des compétences mathématiques
- Des facteurs extérieurs (ex : manque d'expérience, manque d'interactions,...)
- Autre:

10 Selon vous, la Langue des Signes Française a-t-elle un impact (positif ou négatif) sur l'apprentissage des mathématiques ? (*en vous basant sur votre expérience avec les enfants sourds signants*) \*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :  
La réponse était 'La langue des signes française (LSF)' à la question ' [G01Q01]' (Quelle(s) langue(s) utilisez-vous dans le cadre de vos enseignements ou de vos interventions ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
- Non

11 Précisez si la LSF est bénéfique **et/ou** défavorable. Pourquoi ? (Veillez à ne pas indiquer d'éléments permettant de vous identifier. Sans cela, l'anonymat de ce questionnaire ne sera pas préservé.) \*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :  
La réponse était 'Oui' à la question ' [G01Q10]' (Selon vous, la Langue des Signes Française a-t-elle un impact (positif ou négatif) sur l'apprentissage des mathématiques ? (en vous basant sur votre expérience avec les enfants sourds signants))

Veillez écrire votre réponse ici :

12 Mettez-vous en place une pédagogie/approche particulière dans l'enseignement des mathématiques aux enfants sourds ? \*

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui  
 Non

13 Quelle est cette pédagogie/approche ? (Veillez à ne pas indiquer d'éléments permettant de vous identifier. Sans cela, l'anonymat de ce questionnaire ne sera pas préservé.) \*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :  
La réponse était 'Oui' à la question ' [G01Q12]' (Mettez-vous en place une pédagogie/approche particulière dans l'enseignement des mathématiques aux enfants sourds ? )

Veillez écrire votre réponse ici :

14 Les enfants sourds présentent-ils des difficultés dans les autres matières ? \*

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui  
 Non

### 15 Dans quelle(s) autre(s) matière(s) présentent-ils des difficultés ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :  
La réponse était 'Oui' à la question ' [G01Q14]' (Les enfants sourds présentent-ils des difficultés dans les autres matières ?)

Veillez sélectionner au moins une réponse  
Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- En français
- En histoire-géographie
- En sciences

Autre:

### Votre identité

### 16 Quel est votre métier ? \*

Au besoin, veuillez préciser le champ 'Autre' :  
Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Enseignant(e)
- Orthophoniste
- Assistant(e) enseignant

Autre

### 17 Vous êtes : \*

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Entendant
- Sourd oraliste
- Sourd signant

### 18 Vous êtes : \*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :  
La réponse était 'Sourd signant' ou 'Sourd oraliste' à la question ' [G02Q02]' (Vous êtes :)

Veillez sélectionner au moins une réponse  
Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Appareillé(e)
- Implanté(e)
- Non appareillé(e), non implanté(e)

### 19 Avez-vous des commentaires ou quelque chose à ajouter ? (Veillez à ne pas indiquer d'éléments permettant de vous identifier. Sans cela, l'anonymat de ce questionnaire ne sera pas préservé.)

Veillez écrire votre réponse ici :

## Annexe 3 : Affiche de sensibilisation et d'information à destination des enseignants et des orthophonistes

### Les apprentissages mathématiques chez les élèves sourds

Le saviez-vous ?

**Fait n°1**

La plupart des élèves sourds présentent un **retard en mathématiques**. Ce dernier s'élève à **2-3 ans en moyenne** (Leybaert, 2006).

27%      73%

**73% des enseignants et des orthophonistes** de notre étude constatent effectivement des difficultés dans ce domaine.

**Fait n°2**

Les difficultés mathématiques apparaissent de **manière précoce** chez les personnes sourdes, c'est-à-dire **avant le début de la scolarité formelle** (Pagliaro et Kritzer, 2013).

**Fait n°3**

Le retard concerne **toutes les branches des mathématiques** :

<input checked="" type="checkbox"/> Comptage / Dénombrement	<input checked="" type="checkbox"/> Numération
<input checked="" type="checkbox"/> Résolution de problèmes	<input checked="" type="checkbox"/> Arithmétique
<input checked="" type="checkbox"/> Grandeurs et mesures	<input checked="" type="checkbox"/> Géométrie

Roux, 2014

**Fait n°4**

**2 types de facteurs** influencent l'apprentissage des mathématiques chez les élèves sourds :

- Les compétences cognitives générales : langage, mémoire, fonctions exécutives, etc.
- Les compétences cognitives spécifiques aux mathématiques (ex : le traitement des nombres symboliques)

Marcelino et al., 2019

**Fait n°5**

Dans la littérature, il n'existe **pas de consensus** concernant **les bénéfices de la langue des signes** dans l'apprentissage des mathématiques. **MAIS 100% des professionnels** de notre étude estiment que la LSF a un **impact positif**. Selon eux, elle favorise la compréhension des situations et l'accès aux concepts mathématiques.

### Méthodes pédagogiques adaptées aux élèves sourds

**Principes généraux**

**1**

Permettre un **engagement** de l'élève dans l'action

**2**

Lever les **implicites**

**3**

Permettre à l'élève de **se représenter l'action**

**4**

Utiliser des **supports visuels** pour pallier les difficultés langagières

**En mathématiques**

Chercher à accéder au raisonnement de ses élèves → poser des questions qui les amènent à décrire leur démarche et non à la justifier

**Organiser des débats** entre élèves ou des travaux de groupe

- Facilitent l'apprentissage
- Favorisent la motivation
- Développent l'esprit critique

**Reformuler les énoncés**

- Vocabulaire accessible
- Phrases courtes et simples syntaxiquement
- Phrases à la forme active

+ Compléter avec des schémas

**Pour aller plus loin :**  
*Mathématiques et surdité : l'accueil des enfants sourds et malentendants en classe ordinaire ou spécialisée*  
 de Bonnet, Mangeret et Nowak (2010)

# **Compréhension des mécanismes associés à l'appréhension des numérosités chez les personnes sourdes :**

## **État des lieux des apprentissages mathématiques chez les élèves sourds**

Discipline : Orthophonie

**LELEU Louise**

### **Résumé :**

L'intérêt pour les compétences mathématiques des élèves sourds n'a cessé de croître ces dernières années. Bien que le retard mathématique dans cette population soit consensuel, l'exploration de ce sujet est relativement récente et les connaissances actuelles sont limitées. C'est pourquoi nous avons souhaité réaliser un état des lieux des apprentissages mathématiques chez les élèves sourds. Nous avons interrogé des orthophonistes, des enseignants et des assistants enseignant travaillant auprès de cette population afin de recueillir leurs observations à ce sujet. L'objectif était de combler les lacunes de la littérature afin d'avoir une vue d'ensemble des difficultés mathématiques chez les élèves sourds mais également de confirmer les conclusions de la recherche. La majorité des résultats obtenus est en accord avec les connaissances scientifiques actuelles. Nous avons mis en évidence des difficultés mathématiques généralisées et polyfactorielles chez la plupart des élèves sourds. Notre étude a également mis en lumière l'impact bénéfique de la Langue des Signes Française (LSF) dans l'apprentissage des mathématiques. En revanche, les données relatives à l'apparition des difficultés n'ont pas permis de conclure de manière définitive. En outre, une affiche informative a été élaborée pour sensibiliser les professionnels concernés à ces difficultés et leur fournir des recommandations adaptées pour l'enseignement des mathématiques.

### **Mots clés :**

Apprentissages mathématiques, difficultés mathématiques, surdité

### **Abstract :**

Interest in the mathematical skills of deaf students has been steadily growing in the last few years. Although mathematical delay in this population is consensual, exploration of this topic is relatively recent and current knowledge is limited. That's why we wanted to take stock of mathematical learning among deaf pupils. We interviewed speech therapists, teachers, and teaching assistants working with this population to gather their observations on the subject. The aim was to fill the gaps in the literature to have an overview of mathematical difficulties among deaf students and also to confirm research findings. Most of the results obtained are in line with current scientific knowledge. We have identified widespread and polyfactorial mathematical difficulties among most deaf students. Our study also highlighted the beneficial impact of French Sign Language (FSL) on mathematical learning. However, data regarding the onset of difficulties did not allow for definitive conclusions. Furthermore, an informative poster was developed to raise awareness among relevant professionals about these difficulties and provide them with suitable recommendations for teaching mathematics.

### **Keywords :**

Mathematical learning, mathematical difficulties, deafness

MEMOIRE dirigé par :

**Sandrine MEJIAS**, Maître de Conférences, Département d'orthophonie, Université de Lille