

**Faculté de Santé
Département Médecine Maïeutique et Paramédical
Centre de Formation Universitaire en Orthophonie**

**Certificat de Capacité d'Orthophoniste
Grade Master**

Mémoire

Le transcodage en LSF : étude comparative des performances d'enfants sourds bénéficiant d'une approche audio-phonatoire et d'enfants sourds bénéficiant d'une approche visuo-gestuelle en classes de primaire

Melyne LETELLIER

Sous la direction de :

Madame Anne LAFAY
Madame Charlotte LAMY

Composition du jury :

Madame Laurelle LASSALLE
Monsieur Olivier LAURENS

Juin 2024

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire.

Je voudrais dans un premier temps remercier mes directrices de mémoire Anne Lafay, Charlotte Lamy et Alexia Vibert pour leur suivi et leur implication durant ces deux dernières années, leur disponibilité et leurs conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Merci à mon jury, Laurelle Lassalle et Olivier Laurens pour leur lecture attentive de ce mémoire.

Un grand merci aux maîtresses de stage que j'ai pu rencontrer durant mes études. Merci pour votre bienveillance, votre confiance et vos conseils avisés.

Je remercie également les équipes pédagogiques des différentes écoles dans lesquelles j'ai pu intervenir : l'école de la Forgerie et l'INJS de Cognin, l'école du Bois Jolivet à Bonneville, le SESSAD Les Iris et l'école Jean Jaurès de Ramonville, en particulier Mme Kellerhals pour l'organisation des passations. Merci pour leur accueil, leur bienveillance et leur enthousiasme vis-à-vis du projet.

Merci à Vérane Hauptmann pour nos échanges et la réalisation de l'ensemble des vidéos en LSF.

Je tiens à témoigner de ma reconnaissance aux enfants que j'ai eu l'occasion de rencontrer pour l'élaboration de ce projet. Merci à eux et à leurs parents d'avoir accepté ces entrevues.

Je remercie les amies que j'ai rencontrées durant ces cinq dernières années. Merci pour les rires, pour avoir géré mes crises de stress et pour votre soutien. A Emma et Inès pour nos escapades dans chaque ville de concours et pour celles qui continuent d'exister. Merci à l'associatif pour les rencontres que j'ai pu y faire. A Anna d'avoir été mon binôme et à mon BN pour tous nos projets, nos discussions et votre motivation à toute épreuve. A *Iconica* pour avoir été présentes durant ces cinq fabuleuses années, merci pour tout.

Merci à Toulouse pour m'avoir accueillie à bras ouverts et pour m'avoir appris à dire chocolatine.

Merci à ma famille pour sa présence durant ces années.

Valentine, merci pour ton soutien, ton écoute, ta patience et le reste...

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	1
TABLE DES TABLEAUX	4
TABLE DES ANNEXES	6
INTRODUCTION	7
CONTEXTE THÉORIQUE	8
I. La surdité.....	8
1. Classifications des surdités	8
2. Les approches possibles en vue de l'acquisition d'une langue par l'enfant sourd	9
2.1. L'approche audio-phonatoire.....	9
2.1.1. <i>Les impacts de la surdité sur le développement du langage oral</i>	9
2.1.2. <i>Les appareillages chez l'enfant sourd</i>	10
2.1.2.1. <i>Les prothèses auditives conventionnelles à conduction aérienne</i>	11
2.1.2.2. <i>L'implantation cochléaire dans le cadre d'une surdité sévère à profonde</i> .	11
2.1.3. <i>Les aides à la communication chez les enfants sourds bénéficiant d'une</i> <i>approche audio-phonatoire</i>	11
2.2. L'approche visuo-gestuelle.....	12
2.2.1. <i>La culture Sourde</i>	12
2.2.2. <i>La LSF</i>	12
2.2.2.1. <i>La construction de la LSF</i>	12
2.2.2.2. <i>Le développement d'une langue des signes chez les enfants sourds</i>	13
II. Développement des compétences mathématiques chez les enfants normo-entendants.....	14
1. Modèle du triple code (Dehaene, 1992).....	14
1.1. Le code analogique.....	14
1.2. Le code indo-arabe	15
1.3. Le code verbal	16
2. Le développement de la numération.....	16
2.1. Le développement de la comptine numérique orale	16
2.2. Le système de numération oral	17
2.3. Le système de numération indo-arabe	17
III. Le développement des compétences numériques chez les enfants sourds	18
1. Le langage oral comme principal facteur explicatif du retard mathématique chez les enfants sourds bénéficiant d'une approche audio-phonatoire	19
2. Les habiletés mathématiques chez les enfants sourds	19
3. Les représentations numériques non-symboliques chez l'enfant sourd	20

4. Les représentations numériques symboliques chez les enfants sourds	21
4.1. Les représentations numériques symboliques.....	21
4.2. Le comptage	21
4.3. Le dénombrement.....	21
IV. Le transcodage	22
V. Le système de numération en LSF.....	24
VI. Les capacités de transcodage des enfants sourds.....	25
OBJECTIFS.....	27
I. Problématique	27
II. Objectifs	27
III. Hypothèses théoriques.....	27
IV. Hypothèses opérationnelles	28
MÉTHODE.....	29
I. Population cible	29
1. Enfants bénéficiant d'une approche audio-phonatoire de parents entendants	29
2. Enfants bénéficiant d'une approche visuo-gestuelle de parents sourds signants.....	30
3. Répartition des enfants selon leur cycle scolaire	30
II. Procédure générale.....	31
III. Matériel	31
1. Questionnaire d'informations	31
2. Tâche contrôle : comptine numérique signée	32
3. Tâches de transcodage	32
3.1. Tâche de dictée	32
3.2. Tâche de lecture	33
3.3. Présentation des items.....	33
RÉSULTATS	35
I. Résultats pour la tâche de comptine	35
1. Résultats des scores stricts	35
2. Résultats des scores indulgents	35
II. Résultats pour la tâche de dictée	36
1. Résultats des scores totaux.....	36
2. Résultats des scores moyens par série	37
III. Résultats pour la tâche de lecture	38
1. Résultats des scores totaux.....	38
2. Résultats des scores moyens par série	38
IV. Description des erreurs commises	40

1. Erreurs commises à la tâche dictée.....	40
2. Erreurs commises à la tâche lecture.....	42
DISCUSSION.....	45
I. Interprétations des résultats	45
1. Comparaison des performances des deux groupes aux deux tâches de transcodage	45
2. Comparaison des erreurs commises par les deux groupes aux deux tâches de transcodage	47
3. Comparaison des performances des deux cycles aux deux tâches de transcodage	49
4. Comparaison des erreurs commises par les deux cycles aux deux tâches de transcodage	50
II. Forces et limites de l'étude	50
1. Forces de l'étude	50
2. Limites de l'étude	51
III. Perspectives cliniques.....	51
IV. Perspectives de recherche	52
CONCLUSION.....	54
RÉFÉRENCES	55
ANNEXES	62
RÉSUMÉ	77

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Récapitulatif de la population testée	31
Tableau 2. Liste des items par série et par ordre de présentation.....	34

TABLE DES FIGURES

Figure 1. Moyennes des scores stricts à la tâche de comptine par groupe et par cycle.....	35
Figure 2. Moyennes des scores indulgents à la tâche de comptine par groupe et par cycle	36
Figure 3. Moyennes des scores totaux à la tâche de dictée par groupe et par cycle	37
Figure 4. Moyennes des scores par série et par cycle à la tâche de dictée (interaction cycle x série).....	37
Figure 5. Moyennes des scores totaux à la tâche de lecture par groupe et par cycle	38
Figure 6. Moyennes des scores des enfants du cycle 2 par série et par groupe à la tâche de lecture.....	39
Figure 7. Moyennes des scores des enfants du cycle 3 par série et par groupe à la tâche de lecture.....	40
Figure 8. Types d'erreurs commises à la tâche de dictée par groupe et par cycle.....	42
Figure 9. Types d'erreurs commises à la tâche de lecture par groupe et par cycle.....	44

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1. Adaptation du modèle du triple code (Dehaene, 1992) par Helloin & Lafay (2021)	62
Annexe 2. Le système de numération en LSF (Galant, 2003)	62
Annexe 3. Affiche d'informations	64
Annexe 4. Note d'informations	65
Annexe 5. Formulaire de consentement parental	66
Annexe 6. Questionnaire d'informations	67
Annexe 7. Lettre d'informations version simplifiée	69
Annexe 8. Consentement parental version simplifiée	70
Annexe 9. Consentement de l'enfant	71
Annexe 10. Diplôme de participation	72
Annexe 11. Graphique récapitulatif : score total par groupe à la tâche de dictée	72
Annexe 12. Graphique récapitulatif : score total par groupe à la tâche de lecture	73
Annexe 13. Graphique récapitulatif : types d'erreurs par groupe à la tâche de dictée	73
Annexe 14. Graphique récapitulatif : types d'erreurs par groupe à la tâche de lecture	74
Annexe 15. Graphique récapitulatif : score total par cycle à la tâche de dictée	74
Annexe 16. Graphique récapitulatif : score total par cycle à la tâche de lecture	75
Annexe 17. Graphique récapitulatif : types d'erreurs par cycle à la tâche de dictée	75
Annexe 18. Graphique récapitulatif : types d'erreurs par cycle à la tâche de lecture	76

INTRODUCTION

La surdité est le déficit sensoriel le plus fréquent à la naissance. En France, chaque année un enfant sur 1000 naît sourd profond (HAS, 2007). Cette prévalence fait de la surdité un problème de santé publique. Dans 95% des cas, l'enfant sourd est issu d'une famille entendants (Denis et al., 2020, cités dans Bragard, 2020). La plupart des parents entendants d'enfant sourd se dirigent vers une approche linguistique audio-phonatoire en privilégiant un mode de communication oral avec usage du français parlé. Toutefois, cette déficience auditive entrave le développement de la communication orale. Afin de soutenir le développement langagier, des aides à la communication sont souvent mises en place telles que l'inclusion de signes issus de la Langue des Signes Française (LSF). Certains parents choisissent pour leur enfant une communication bilingue français oral - LSF. D'autres enfants sourds naissent et grandissent dans une famille sourde et utilisent une langue signée pour communiquer. Dans ce cas, il s'agit de l'approche linguistique visuo-gestuelle.

Les compétences langagières sont sollicitées pour certaines notions mathématiques. Ainsi, les enfants sourds présentent des difficultés en mathématiques (Roux, 2014). Au quotidien, la lecture et la dictée de nombres, processus nommé transcodage, sont particulièrement utilisées. Les enfants sourds se saisissent des signes dans leurs activités mathématiques quotidiennes et au sein de leur scolarisation. Les signes sont ainsi utilisés pour les activités de transcodage.

Actuellement, aucune étude ne porte sur les compétences de transcodage chez les enfants sourds en LSF. La présente étude s'intéresse aux performances des enfants sourds en dictée et en lecture de nombres en tenant compte de leur approche linguistique et de leur cycle de scolarisation. Aussi, l'étude tient à identifier les types d'erreurs commises aux tâches de transcodage selon le groupe et le cycle des enfants. Premièrement, la partie théorique traitera de la surdité puis établira un état des lieux des compétences mathématiques des enfants normo-entendants et des enfants sourds. Par la suite, le développement du transcodage des enfants normo-entendants et des enfants sourds sera abordé. Ensuite, la méthodologie employée pour répondre à nos questionnements sera détaillée. Enfin, les résultats obtenus seront analysés et les hypothèses seront discutées afin de mettre en lumière les perspectives cliniques et les perspectives de recherche de l'étude.

CONTEXTE THÉORIQUE

I. La surdité

La surdité est définie comme une déficience auditive, « quelle que soit son origine et quelle que soit son importance » (Brin-Henry et al., 2018, p. 343).

1. Classifications des surdités

Les surdités peuvent être classées selon le degré de perte auditive, caractérisable par des tests d'audiométrie tonale. Une audition est dite normale lorsque la perte tonale ne dépasse pas 20 dB. Ainsi, cinq degrés de déficience auditive sont définies : 1) déficience auditive légère, correspondant à une perte auditive moyenne entre 21 dB et 40 dB ; 2) déficience auditive moyenne, correspondant à une perte auditive moyenne entre 41 dB et 70 dB ; 3) déficience auditive sévère, correspondant à une perte auditive moyenne entre 71 et 90 dB ; 4) déficience auditive profonde, correspondant à une perte auditive moyenne entre 91 et 119 dB ; et 5) déficience auditive totale ou cophose, correspondant à une perte auditive moyenne au-delà de 120 dB. Les surdités peuvent également être évolutives (Classifications du Bureau International d'Audio-Phonologie ; Mondain et al., 2005).

Les surdités peuvent aussi être classées selon leur latéralité, soit le caractère unilatéral ou bilatéral. La surdité unilatérale est une déficience auditive concernant une seule oreille. Elle se différencie de la surdité bilatérale touchant les deux oreilles. Également, les surdités bilatérales symétriques, affectant les deux oreilles à degré similaire, sont à distinguer de celles asymétriques, affectant les deux oreilles à des degrés différents. Ces dernières sont davantage présentes (Borel et al., 2020).

Les surdités se différencient également selon le mécanisme atteint. Les surdités de transmission sont liées à une atteinte de l'oreille externe ou de l'oreille moyenne. Elles sont les plus fréquentes chez les enfants et sont dans 95% des cas liées à des otites séromuqueuses. Le degré de perte auditive ne dépasse jamais 60 dB. Ainsi, ces enfants présentent des surdités légères ou moyennes, qui sont pour la plupart transitoires. Les surdités de transmission se différencient des surdités de perception dans lesquelles l'oreille interne est atteinte. Elles peuvent survenir suite à une cause extrinsèque, génétique ou mixte. Dans 50 à 60% des cas, ces surdités sont d'origine génétique, dont un tiers syndromique. Les surdités non syndromiques sont le plus fréquemment liées à des mutations génétiques codant pour la connexine 26. Parmi les causes extrinsèques, plusieurs étiologies sont décrites comme certaines infections congénitales, l'exposition à des substances tératogènes et la souffrance fœtale aiguë (Mondain et al., 2005). Des surdités mixtes associant l'atteinte des deux mécanismes sont également définies (Mondain et al., 2005).

Enfin, les surdités peuvent être classées selon l'âge d'apparition par rapport au développement langagier. Ainsi, les surdités sont dites congénitales si elles sont présentes dès la naissance, prélinguales si elles surviennent avant l'acquisition du langage (2 ans), périlinguales si elles apparaissent entre 2 et 4 ans, et postlinguales si elles surviennent après l'âge de 4 ans (Hiel & Dassy, 2020).

2. Les approches possibles en vue de l'acquisition d'une langue par l'enfant sourd

Les parents sont au cœur d'un choix crucial pour la communication de leur enfant, entre langue orale et LSF. Dans 95% des cas, les enfants sourds sont issus d'une famille entendant (Denis et al., 2020, cités dans Bragard, 2020). La plupart des parents entendants se dirigent vers une communication oraliste, avec usage du français parlé pour leur enfant. Cette première approche est l'approche dite audio-phonatoire visant à stimuler précocement l'audition pour favoriser le développement du langage oral. L'approche dite visuo-gestuelle vise à promouvoir le développement précoce du langage par le biais de la LSF (HAS, 2009). Le bilinguisme entre langue orale et LSF est également possible (HAS, 2013 ; Rannou, 2018).

2.1. L'approche audio-phonatoire

L'approche audio-phonatoire vise à proposer une stimulation de l'audition afin de développer le français parlé. Selon le degré de perte auditive, des prothèses auditives ou une implantation cochléaire peuvent être proposées (HAS, 2009).

2.1.1. Les impacts de la surdité sur le développement du langage oral

Le développement du langage oral des enfants sourds est principalement influencé par le degré de perte auditive et sa latéralité. Les surdités unilatérales ont peu d'impact sur le développement langagier. Au contraire, les surdités bilatérales perturbent la communication et le développement du langage oral (Mondain et al., 2005).

Toutefois, d'autres facteurs sont à prendre en considération tels que l'âge au moment du diagnostic, l'étiologie de la surdité, l'âge au moment de la réhabilitation auditive, la présence ou l'absence de handicaps associés, les compétences cognitives, l'intérêt pour le langage ou encore les interactions de l'entourage familial à destination des enfants. Il est important pour les enfants sourds d'avoir des modèles linguistiques accessibles. En leur absence, le retard de langage s'accroît. Or, les parents entendants d'enfants sourds ont tendance à appauvrir progressivement les échanges avec leur enfant, faute de réponse et de contribution de la part de l'enfant (Biard et al., 2020 ; Hage, 2005).

Par la surdité, la boucle audio-phonatoire des enfants sourds est atteinte voire inexistante. Ainsi, leur développement langagier en est affecté. Leurs schémas mélodiques sont plats et stéréotypés avec un répertoire phonique et prosodique restreint. Ils développent des représentations phonologiques imprécises en raison de leurs difficultés de perception auditive. En effet, ils perçoivent la parole de façon incomplète et la lecture labiale ne leur permet pas de différencier tous les phonèmes, en raison des sosies labiaux présents dans la langue française (par exemple, les phonèmes /p/, /b/ et /m/ sont produits par les mêmes mouvements labiaux). Ainsi, les enfants sourds commettent des erreurs ou des modifications phonologiques lors de leurs productions orales (Biard et al., 2020). De plus, leur babillage est peu diversifié avec un retard dans le développement consonantique. Plus la déficience auditive est importante, plus le babillage canonique se met en place tardivement. En effet, pour un enfant présentant une perte auditive de 90 dB, le babillage se développe seulement vers 15 mois. Les enfants sourds mettent davantage de temps à produire des structures syllabiques complexes. De ce

fait, ils sont en difficultés pour produire des énoncés riches et pour développer un système phonologique complet (Hage, 2005 ; Loundon & Busquet, 2009 ; Moeller et al., 2007).

Les enfants sourds présentent des retards concernant leurs acquisitions prélinguistiques se répercutant sur leur développement linguistique. Le développement lexical est lié à la diversité du répertoire consonantique dans le babillage et à la richesse des structures syllabiques. De ce fait, le développement des structures lexicales chez les enfants sourds est marqué par un apprentissage plus lent, un lexique moins riche et moins étendu en comparaison aux enfants normo-entendants, et ce malgré un dépistage et des interventions précoces. Le lexique actif est plus atteint que le lexique passif, notamment en ce qui concerne les concepts abstraits et les formes verbales (Biard et al., 2020 ; Loundon & Busquet, 2009 ; Moeller et al., 2007).

L'organisation syntaxique du langage est liée à la structuration mélodique et temporelle du babillage qui est appauvrie chez les enfants sourds. La longueur moyenne des énoncés produits est réduite et les structures de phrases sont moins riches que celles produites par les enfants normo-entendants. Les enfants sourds profonds sont également en difficultés en ce qui concerne les aspects morpho-syntaxiques du langage. Par exemple, en expression orale, ils utilisent difficilement les articles, les prépositions, les conjonctions, les marques de genre et de nombre au sein des énoncés. Les marqueurs des temps verbaux peuvent être employés à mauvais escient (Doucet et al., 2013 ; Hage, 2005 ; Loundon & Busquet, 2009).

Sur le plan pragmatique, les habiletés conversationnelles peuvent être altérées, en raison des précurseurs à la communication qui ne sont pas toujours présents. Par exemple, une restriction de l'attention conjointe ou une incompréhension du tour de rôle sont parfois visibles, rendant plus difficiles les interactions sociales. Les enfants sourds semblent également donner moins de réponses appropriées au contexte et prendre moins en considération les demandes des interlocuteurs. Plus tardivement, les enfants sourds présentent des difficultés dans l'usage et l'interprétation des différents types de discours (Anderson & Matkin, 1991, cités dans Fitzpatrick & Doucet, 2013 ; Dumont, 2008 cité dans Biard et al., 2020).

En somme, dès le plus jeune âge, la surdité a un impact sur le développement du langage oral en lien avec l'atteinte de la boucle audio-phonatoire. Selon les surdités, différents types d'appareillages peuvent être proposés afin de restaurer au mieux l'audition et permettre un meilleur développement du langage oral.

2.1.2. Les appareillages chez l'enfant sourd

Selon le type de surdité, les conséquences langagières et développementales sont différentes. Une réhabilitation auditive précoce est préconisée afin de restaurer au mieux la perception des sons du langage et des bruits environnants. Les aides auditives apportent ainsi aux enfants un soutien dans leur développement langagier, dans leur insertion sociale et dans leurs interactions avec leurs pairs (Hiel & Dassy, 2020).

2.1.2.1. Les prothèses auditives conventionnelles à conduction aérienne

L'utilisation des prothèses conventionnelles est possible dans le cadre d'une surdité, quel que soit son degré de sévérité, à condition que le conduit auditif externe soit intact (Mondain et al., 2005). Les prothèses sont composées d'un contour d'oreilles rassemblant microphone, écouteur et amplificateur. Ce boîtier est relié au conduit auditif externe par un embout auriculaire. L'amplificateur modifie le signal reçu par le microphone en l'adaptant en intensité et en fréquence à la perte auditive. Cette prothèse peut être indiquée dès l'âge de 3 mois, lorsque les enfants sont en capacité d'assurer le port de leur tête (Truy & Lina-Granade, 2009).

2.1.2.2. L'implantation cochléaire dans le cadre d'une surdité sévère à profonde

Chez les enfants, dans le cadre d'une surdité de perception sévère à profonde, l'implantation cochléaire unilatérale est recommandée lorsque la discrimination est inférieure ou égale à 50% à 60 dB. En cas de surdité de perception bilatérale profonde, une implantation bilatérale peut être recommandée (HAS, 2012). L'implantation est recommandée le plus précocement possible afin d'obtenir de meilleurs résultats sur la compréhension et l'expression langagière. Ainsi, la durée de privation auditive est limitée et le développement linguistique est facilité (Biard et al., 2020). Au-delà de 5 ans, l'implantation cochléaire est envisagée seulement si l'enfant a déjà développé une appétence à la communication et au langage oral (HAS, 2012).

Grâce à l'implant, les enfants sourds ont accès au monde sonore. Ils peuvent entendre toutes les fréquences à 30-40 dB leur permettant l'accès correct à tous les phonèmes de la langue française. Les informations sonores transmises par l'implant sont suffisantes pour que les enfants puissent potentiellement décoder la parole et accéder au langage oral. Toutefois, les capacités de perception auditive des enfants porteurs d'implant dépendent de l'âge d'implantation, de la durée de privation sensorielle, de la durée de port de l'implant, du bruit et du débit de parole des interlocuteurs (Loundon & Busquet, 2009).

En conclusion, chez la plupart des enfants sourds, les appareillages auditifs permettent la réhabilitation de l'audition. Toutefois, des aides à la communication peuvent être bénéfiques afin de soutenir leur développement langagier.

2.1.3. Les aides à la communication chez les enfants sourds bénéficiant d'une approche audio-phonatoire

Des aides à la communication, notamment visuelles, peuvent être instaurées afin de faciliter et soutenir le développement du langage oral chez ces enfants, comme la mise en place de la lecture labiale, de la Langue française Parlée Complétée ou du français signé. L'apport de la LSF peut également être indiqué (Attina, 2005 ; Biard et al., 2020 ; Loundon & Busquet, 2009 ; Mondain et al., 2005).

Dans le cadre de la surdité, la lecture labiale est utilisée par le récepteur afin de mieux percevoir le message oral. Toutefois, elle nécessite une attention soutenue et ne met pas en exergue les dissociations entre les sosies labiaux. La suppléance mentale est alors impliquée. Ainsi, la Langue

française Parlée Complétée peut se surajouter afin d'optimiser la compréhension du message oral (Biard et al., 2020).

La Langue française Parlée Complétée est un code phonétique gestuel permettant d'optimiser les informations visuelles amenées par la lecture labiale. Elle élimine toutes les ambiguïtés présentes, notamment les sosies labiaux et permet ainsi au récepteur d'accéder à l'entièreté du message oral. Ce code est un complément manuel de la lecture labiale s'utilisant simultanément à la parole. Il permet de rendre compte d'une existence visuo-phonologique d'un message oral. L'exposition précoce à la Langue française Parlée Complétée chez les enfants sourds leur permet de développer des capacités de traitement de la parole par l'apport d'informations phonologiques, nécessaires au développement lexical et morphologique (Attina, 2005 ; Biard et al., 2020 ; Loundon & Busquet, 2009).

Par ailleurs, la pratique du français signé peut être indiquée. Il s'agit d'un moyen de communication et non d'une langue. Il met en jeu des signes, issus de la LSF, simultanément à la pratique orale de la langue française. Ainsi, la syntaxe est celle du français oral : les signes se superposent à la parole. Le français signé permet de lier les signes à la parole et de soutenir la compréhension orale. Dans certaines situations, le français signé peut être associé à la Langue française Parlée Complétée et devenir un Français Complet Signé Codé (Biard et al., 2020 ; Loundon & Busquet, 2009).

Dans le cadre d'un projet à dominante audio-phonatoire, la LSF peut faciliter le développement lexical de la langue orale. Toutefois, elle sera d'un faible apport concernant la morphosyntaxe, la syntaxe étant radicalement différente entre les deux langues (Alegria & Leybaert, 2005).

2.2. L'approche visuo-gestuelle

Cette approche est majoritairement adoptée par la communauté des personnes sourdes, visant à l'utilisation de la LSF. Elle se réfère à la stimulation des fonctions sensorielles intègres, notamment motrices et visuelles (HAS, 2009).

2.2.1. La culture Sourde

La culture Sourde désigne un « ensemble de représentations, de savoirs, de pratiques, de rituels, d'attitudes, de règles sociales, de symboles, de comportements et de valeurs propres aux Sourds » (Delaporte, 2003, cité dans Bragard, 2020, p. 106). La communauté des Sourds communique avec sa propre langue : la langue des signes. Il s'agit d'une langue non-universelle, propre à chaque pays.

2.2.2. La LSF

La LSF est une langue à part entière, possédant sa propre phonologie, sa propre syntaxe, sa propre grammaire et un vocabulaire spécifique, appelé signaire. Comme toutes les langues, la LSF est une langue vivante, en développement.

2.2.2.1. La construction de la LSF

Les signes peuvent être produits à l'aide d'une ou deux mains. Dans le dernier cas, la main dominante est distinguée de celle non-dominante. Un signe est une unité significative caractérisée par quatre paramètres manuels, appelés gestèmes ou chérèmes, se combinant : la configuration

manuelle, l'emplacement, l'orientation, le mouvement. La configuration manuelle est la forme que peut prendre la main. L'emplacement est la localisation de la main dans l'espace corporel du signeur, de la taille jusqu'au sommet du crâne. L'orientation correspond à celle de la paume de la main. Le mouvement est effectué par les doigts, les mains et les bras. Ce dernier paramètre est le seul dynamique. Ces gestèmes sont l'équivalent des phonèmes en français oral, à l'exception qu'ils détiennent souvent un contenu sémantique. Ils permettent d'appréhender la LSF comme une langue doublement articulée par les gestèmes qui créent différents signes et énoncés. Les champs sémantiques peuvent être représentés par des gestèmes de localisation. Par exemple, les signes se situant vers la poitrine ont un rapport avec les sentiments. Ceux dont l'emplacement est vers le front ont une relation avec l'intellect.

Une des spécificités de la langue signée est l'iconicité présente dans les signes et les structures syntaxiques. Chaque signe et énoncé tendent à représenter le réel dans leur élaboration. Par exemple, le signe [CHAT] représente les moustaches du chat.

A ces paramètres manuels s'ajoutent quatre paramètres non-manuels : la direction du regard, l'expression faciale, le mouvement du corps et les mouvements labiaux. L'ensemble des huit paramètres sont systématiquement et simultanément activés. Le regard permet de débiter et de mettre fin à un échange mais aussi de comprendre les relations temporelles et les relations entre les personnages au sein d'une phrase. La morphosyntaxe de la LSF est ancrée dans l'espace. Dans le cadre d'une phrase, les référents sont placés dans l'espace physique du locuteur, permettant de comprendre les relations entre les éléments de la phrase. L'expression faciale est indicatrice de l'état émotionnel de la personne signante comme l'étonnement, la joie ou la colère. Elle permet aussi de distinguer deux mêmes signes ayant un sens différent. Par exemple, « gagner » et « dommage » se signent de la même façon, seule l'expression faciale et le contexte permettent de les différencier. Le mouvement du corps et notamment du buste permet d'indiquer le temps d'une action. Un déplacement du corps du locuteur vers l'avant indique une action à venir alors qu'un déplacement vers l'arrière marque une action passée. Le mouvement donne également une indication par l'usage des verbes directionnels : par exemple, lorsqu'un locuteur souhaite signer « je regarde », l'index et le majeur en forme de V se déplacent depuis les yeux du locuteur vers l'extérieur ; au contraire de « regarde-moi » où le signe est dirigé vers les yeux du locuteur. Les mouvements labiaux viennent compléter les expressions faciales en donnant du sens aux productions manuelles (Bogliotti et al., 2017 ; Bultet, 2015 ; Cuxac, 2003 ; Delaporte, 1998).

2.2.2.2. Le développement d'une langue des signes chez les enfants sourds

Le développement du langage gestuel chez les enfants sourds repose sur des fondements biologiques. Le cerveau présente une capacité d'adaptabilité permettant à la langue des signes de compenser l'absence de langage oral (Virole, 2009, cité dans Bragard, 2020). L'acquisition d'une langue des signes par les enfants sourds est souvent perçue comme plus facile à développer qu'une langue orale par les enfants entendants (Bogliotti et al., 2017). Certains arguments en faveur de cette idée sont développés. Baus et al. (2013, cités dans Bogliotti et al. 2017) évoquent le caractère iconique des signes lexicaux de la langue des signes américaine qui rendrait la mémorisation des

signes plus aisée que celles des mots oraux. Aussi, Fitzpatrick et al. (2014, cités dans Bogliotti et al., 2017) soutiennent que les articulateurs gestuels mis en œuvre dans l'élaboration des signes se développent plus précocement que ceux de la parole. La production manuelle des signes est plus lente que la production orale de la parole. Ainsi, les enfants peuvent s'auto-corriger plus aisément grâce au *feedback* visuo-articulatoire disponible. Toutefois, Bogliotti et al. (2017) soulignent qu'actuellement aucune étude ne permet d'affirmer clairement que les enfants sourds signants acquièrent leur langue signante plus rapidement que les enfants entendants n'acquièrent leur langue orale. Effectivement, la langue des signes répond à des règles syntaxiques précises comme l'association des signes aux paramètres non-manuels (Bogliotti et al., 2017). Lepot-Froment (2000, citée dans Bragard 2020) indique que chez les enfants sourds de parents sourds, exposés à la langue des signes américaine, la langue des signes se développe à un rythme similaire que la langue orale chez un enfant entendant de parents entendants. Le développement d'une langue des signes par les enfants sourds signants a été étudié en langue des signes américaine. Le babillage manuel se développe vers 10 mois. Plus tard, les gestes communicatifs apparaissent et les enfants produisent leurs premiers signes. Aux alentours de 18 mois, ils sont en mesure de combiner les signes afin de constituer leurs premières phrases. Les enfants sourds jouissant d'un milieu signant progressent plus vite que les enfants sourds issus d'un milieu entendant (Biard et al., 2020 ; Bogliotti et al., 2017). Pour que les enfants sourds puissent développer la LSF, il est préconisé qu'ils bénéficient d'un environnement signant d'au moins cinq heures par semaine afin de favoriser la compréhension et l'expression en langue des signes (HAS, 2009).

En conclusion, les enfants sourds peuvent bénéficier d'une communication via l'approche visuo-gestuelle ou via l'approche audio-phonatoire. Cette dernière, permet aux enfants une communication orale mais ils ont tout de même des difficultés à accéder au français parlé. Ainsi, des aides à la communication sont souvent proposées. Ces difficultés se répercutent sur d'autres domaines des apprentissages comme les mathématiques. Les enfants bénéficiant d'une approche visuo-gestuelle ont également un apprentissage des mathématiques spécifique étant donné leur enseignement en LSF. Dans les sections suivantes, il sera question de décrire le développement des compétences mathématiques chez les enfants normo-entendants puis chez les enfants sourds.

II. Développement des compétences mathématiques chez les enfants normo-entendants

1. Modèle du triple code (Dehaene, 1992)

Le modèle du triple code a été décrit par Dehaene en 1992 (Annexe 1). Il met en évidence trois systèmes de représentation interconnectés qui sont mobilisés dans le traitement du nombre : le code analogique, le code indo-arabe et le code verbal.

1.1. Le code analogique

La représentation analogique fait référence à un système non-symbolique inné. Elle est sous-tendue par les zones cérébrales pariétales bilatérales et correspond à la représentation des nombres et des grandeurs (Dehaene & Cohen, 1995). Ainsi, elle permet d'estimer et de comparer des nombres par le

biais de deux systèmes : le Système Numérique Précis (SNP) et le Système Numérique Approximatif (SNA). Le SNP permet la perception rapide et le traitement précis de petites quantités telles que : un, deux ou trois. Ce processus, nommé subitizing, peut être conceptuel. En ce sens, il désigne les quantités représentées au-delà de trois que l'on peut déterminer précisément (par exemple, la représentation de six points sur un dé). Le SNA permet la perception et le traitement approximatif des grandes quantités : au-delà de cinq. Il entre en jeu dans l'estimation de grands nombres (Dehaene, 1992).

Le code analogique fournit le sens du nombre, il s'agit de la signification des quantités. L'individu accède à cette représentation par des objets exposés visuellement sous différentes formes : points sur un dé, doigts, etc. Cette représentation peut être canonique ou non. Il est aussi possible d'accéder au sens du nombre via le code indo-arabe (par exemple, si l'on montre le nombre 58, l'accès à la représentation de sa quantité sera direct). Il en est de même si un nombre est énoncé verbalement par l'intermédiaire du code verbal. La représentation analogique peut également être présentée auditivement (par exemple, si six sons sont émis, la personne sera en capacité d'accéder à la représentation de la quantité).

Dehaene (1992) décrit que l'on représente mentalement les nombres orientés sur une ligne numérique, représentée de gauche à droite, dans l'ordre croissant avec une compression croissante des nombres. Lors de tâches de comparaison de nombres, trois effets ont été décrits et suggèrent que l'humain représente les nombres sur une ligne numérique mentale. L'effet de distance indique que plus les nombres présentés sont numériquement proches, plus le temps de réaction pour les comparer est augmenté. Un individu met davantage de temps à réagir s'il lui est présenté 34 et 57 que s'il lui est présenté 4 et 398. L'effet de taille révèle que pour une même distance numérique, il est plus aisé de comparer deux nombres de petite taille. Ainsi, il est plus facile de comparer 2 et 6 que 113 et 117. Enfin, lors d'une tâche de comparaison de nombres, l'effet SNARC met en évidence qu'il est plus aisé d'indiquer avec la main gauche la petite quantité que la grande quantité. Inversement, il est plus aisé de répondre avec la main droite lorsqu'une grande quantité est présentée.

1.2. Le code indo-arabe

Le code indo-arabe est symbolique et asémantique. Il est indépendant du langage. Cette représentation se développe progressivement et nécessite un apprentissage explicite. Elle est sous-tendue par les régions cérébrales occipito-temporales bilatérales (Dehaene & Cohen, 1995). Ce code correspond à la représentation visuelle des nombres sous forme indo-arabe, c'est-à-dire leur écriture en chiffres (1, 2, 3, etc.). Il s'agit d'un système lexical de chiffres, de 0 à 9, nécessitant la mise en œuvre d'une notation positionnelle afin de les combiner. Ce système est notamment utile lors de jugements de parité et de calculs mentaux complexes. Il sera décrit de manière plus détaillée dans une partie ultérieure (II. Développement des compétences mathématiques chez les enfants normo-entendants, 2.3. Le système de numération indo-arabe, p. 17).

1.3. Le code verbal

Le système verbal est un système symbolique et asémantique. Il correspond à la désignation verbale des nombres (par exemple, [tʁwa] ou /trois/ pour 3 ou ***). Ainsi, les aires du langage sont recrutées : la région de Broca située dans la région frontale inférieure gauche et celle dite de Wernicke au niveau du gyrus temporal gauche (Dehaene & Cohen, 1995). Ce code intervient dans les procédures de comptage verbal, de dénombrement et de rappels de faits arithmétiques.

Il peut s'agir de la forme auditive des nombres (autrement dit, les mots-nombres). Il existe également un système verbal écrit. Celui-ci correspond à l'écriture en lettres des mots-nombres (trois cents deux, mille neuf cent vingt-quatre, etc.). Ces deux formats sont le versant oral et écrit d'un même code. Il est régi par un lexique spécifique composé de 26 mots-nombres. Il met aussi en œuvre une syntaxe précise par des règles de combinaisons. Cet apprentissage se fait par l'acquisition de la chaîne numérique verbale. Le système de numération oral sera détaillé dans une partie suivante (II. Développement des compétences mathématiques chez les enfants normo-entendants, 2.2. Le système de numération oral, p. 17).

Le modèle du triple code décrit par Dehaene (1992) n'inclut pas de système signé. Toutefois, dans le cadre de ce mémoire, il a été fait le choix de décrire un système verbal signé. Ce système numérique prend forme par le biais de signes issus, par exemple, de la LSF. Il nécessite un lexique et une syntaxe propre. Ce système sera plus amplement détaillé dans une partie suivante (V. Le système de numération en LSF, p. 23).

2. Le développement de la numération

2.1. Le développement de la comptine numérique orale

Le comptage consiste à énoncer les mots-nombres de la chaîne numérique verbale, autrement appelée comptine numérique, dans l'ordre croissant. Son acquisition s'effectue précocement et de manière incidente. En effet, il s'agit d'une activité numérique courante au sein des foyers (Tudge & Doucet, 2004). Dès 2 ans, l'enfant est capable de distinguer les mots-nombres des autres mots de la langue. Fuson et al. (1982) décrivent trois étapes dans l'acquisition de la chaîne numérique verbale chez l'enfant : (1) une partie non-stable et non-conventionnelle, l'enfant n'est pas capable de réciter la comptine dans l'ordre et commet des erreurs ; (2) une partie non-conventionnelle et stable, l'enfant récite la comptine avec des erreurs et des oublis constants ; et (3) une partie conventionnelle et stable, l'enfant est capable de réciter la comptine par cœur, dans l'ordre et sans erreur. La chercheuse distingue également quatre niveaux correspondant à l'élaboration de la chaîne numérique verbale. Le premier niveau, le chapelet, est acquis aux environs de 2-3 ans. Les mots-nombres sont indissociables pour l'enfant, ils ne sont pas isolables et n'ont pas de valeur numérique. A ce stade, l'enfant récite les nombres comme : undeuxtroisquatre... La chaîne devient ensuite insécable vers 4-5 ans : les mots-nombres s'individualisent et sont perçus comme des éléments distincts. L'enfant peut compter depuis 1 en respectant l'ordre. Vers 5-6 ans, l'enfant est capable de manipuler la chaîne numérique verbale : il peut compter depuis *N*, jusqu'à *M*, entre deux bornes : il s'agit de la chaîne sécable. Enfin, aux alentours de 6-7 ans, à l'étape de la chaîne terminale bidirectionnelle, les mots de

la chaîne sont totalement individualisés, les mots-nombres acquièrent leur sens numérique, l'enfant la maîtrise totalement dans les deux sens.

Chez les enfants normo-entendants, la compétence en comptage est la plus prédictive des capacités mathématiques futures (Nguyen et al., 2016). Apprendre à réciter la comptine permet ensuite de pouvoir l'utiliser dans des activités mathématiques de sens, telles que le dénombrement d'objets.

2.2. Le système de numération oral

Le système de numération orale se compose d'un lexique spécifique de 26 mots-nombres combinables. Il est nécessaire de connaître ces différents mots : le zéro ; les unités lexicales : un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept, huit, neuf, dix ; les unités lexicales dites particulières : onze, douze, treize, quatorze, quinze, seize ; les dizaines : dix, vingt, trente, quarante, cinquante, soixante ; et enfin les multiplicateurs : cent, mille, million, milliard. Les multiplicateurs disposent d'une double fonction, en tant que signifiant d'une quantité et séparateur lors de la formation de certains nombres. Le système de numération oral en français est considéré comme non-transparent. En effet, les nombres prononcés oralement ne correspondent pas explicitement aux nombres indo-arabes comme c'est le cas dans les langues asiatiques. En chinois par exemple, les nombres oraux correspondent à ceux indo-arabes, ils respectent la structure en base 10 du système de numération arabe : 14 est prononcé /dix-quatre/. Dans le système français, les nombres de 70 à 90 font intervenir une base 20, nommée système vicésimal, comme 80 équivalant à 4×20 . L'apprentissage de ces particuliers nécessite donc un encodage en mémoire à long terme (Lafay et al., 2023).

Ainsi, la connaissance des symboles du système de numération est essentielle afin de construire l'entièreté des nombres. En effet, toutes les associations ne sont pas possibles et ne créent pas des mots-nombres (par exemple, il est possible de dire /quatre-vingt-onze/ mais non /vingt-quatre onze/). Les nombres sont formés grâce à des règles syntaxiques, multiplicatives et additives. La procédure additive est, par exemple, visible dans la formation de 120, /cent vingt/ équivalant à $100 + 20$. La procédure multiplicative est apparente dans 200, /deux cents/ équivalant à 2×100 . Aussi, les deux règles peuvent se combiner pour composer par exemple 203, /deux cent trois/ équivalant à $2 \times 100 + 3$ (Helloin & Lafay, 2021).

2.3. Le système de numération indo-arabe

Le système de numération indo-arabe est fondé sur dix chiffres, de 0 à 9, liés par un système de position (Herzog et al., 2019). Ross (1989, citée dans Herzog et al., 2019) décrit quatre propriétés définissant ce système. La propriété de position (valeur positionnelle) indique qu'un chiffre ne représente pas la même valeur dans le nombre selon sa place : la valeur du 2 dans 248 (2 équivaut à deux centaines) est différente de celle dans 32 (2 équivaut à deux unités). La propriété relative à la base 10 (groupement) indique que les nombres se construisent sur cette base : dix unités équivalent à une dizaine, dix dizaines à une centaine, etc. Il s'agit d'un principe d'équivalence. La propriété multiplicative fait référence à la multiplication de la valeur en fonction des chiffres afin de construire un nombre : 200, dit /deux cents/, équivaut à 2 fois 100. Enfin, la propriété additive indique que les valeurs des chiffres sont additionnées entre elles pour former la valeur quantitative du nombre. Par

exemple, 18 équivaut à $10 + 8$ (soit la valeur du 1 et la valeur du 8) et 2017 équivaut à $2000 + 10 + 7$. Herzog et Fritz (2022) conçoivent la compréhension de la valeur positionnelle comme un apprentissage formel et explicite. Ils décrivent quatre stades concernant l'acquisition de cette compréhension. D'abord, les enfants perçoivent les nombres comme des entités sans structure décimale. A ce stade, dit prédécadique, ils sont capables de décomposer les nombres mais sans usage de la base 10. Par exemple, ils peuvent décomposer 28 en 14 et 14 mais non en 20 et 8. Au premier niveau, ils commencent à distinguer les unités de regroupement par le vocabulaire. Ils ne comprennent pas comment les unités sont reliées entre elles mais peuvent décomposer des nombres présentés canoniquement ($28 = 2$ dizaines et 8 unités). En revanche, ils ne sont pas en mesure de décomposer des nombres présentés non-canoniquement ($28 = 1$ dizaine et 18 unités). Au deuxième niveau, les enfants développent une compréhension de la relation des dizaines et des unités basée sur un support visuel : ils peuvent grouper des unités et dégroupier des dizaines mais se servent du comptage pour vérifier. Ils sont en capacité de comprendre la relation unités/dizaines mais non la relation avec les centaines. Au troisième niveau, les enfants comprennent les relations unités/dizaines sans support visuel pour les nombres à deux chiffres. Ainsi, ils peuvent manipuler des représentations non-canoniques de dizaines et unités. Ils ne font plus appel au comptage pour vérifier leur résultat. Également à ce stade, les enfants comprennent les relations entre les nombres plus grands tels que les centaines et les milliers mais ne sont pas en capacité de les manipuler sans support visuel. Le quatrième, et ultime, stade est acquis lorsque les enfants peuvent se détacher de tout support visuel pour toutes les représentations de nombres, qu'il s'agisse des unités, dizaines, centaines ou milliers. Ainsi, ils ont acquis la compréhension de la position et le principe de groupement répété. Le développement de la numération s'effectue progressivement chez l'enfant. Sa compréhension est essentielle pour le développement des habiletés mathématiques (Herzog & Fritz, 2022). Elle permet de mieux appréhender la composition des nombres nécessaires par exemple, dans la compréhension des opérations.

Pour conclure, le développement des compétences mathématiques chez les enfants entendants se fait progressivement par l'acquisition de différents concepts. Il en est de même chez les enfants sourds qui développent les mêmes compétences bien que souvent avec un décalage temporel (Leybaert, 2006 ; Nunes, 2004). La partie suivante traitera des compétences mathématiques chez les enfants sourds.

III. Le développement des compétences numériques chez les enfants sourds

Seulement 15% des enfants sourds profonds sont dans la moyenne de leur âge chronologique en mathématiques (Leybaert, 2006 ; Nunes, 2004). Ils présentent un retard d'au moins deux ans et demi en comparaison à des enfants normo-entendants de même âge (Nunes & Moreno, 2002, citées dans Huber et al., 2014). Même avant le début de leur scolarisation, les enfants sourds présentent déjà des retards importants dans leur compréhension des concepts mathématiques (Kritzer, 2009). L'ampleur des difficultés mathématiques des enfants sourds n'est pas directement corrélée avec leur degré de surdité (Fayol & Camos, 2006, cités dans Roux, 2014 ; Nunes, 2004). D'autres facteurs entrent en jeu, notamment leur niveau langagier.

1. Le langage oral comme principal facteur explicatif du retard mathématique chez les enfants sourds bénéficiant d'une approche audio-phonatoire

Chez les enfants normo-entendants au développement typique, les compétences mathématiques et langagières se développent simultanément (Henner et al., 2021). Pour Pagliaro et Kritzer (2013), le retard en mathématiques des enfants sourds est la conséquence de déficits d'apprentissages marqués en partie par l'environnement. Les faibles compétences mathématiques des enfants sourds sont associées à leurs capacités langagières réduites, dues à une privation du langage oral (Chen et al., 2021 ; Walker et al., 2017 cités dans Henner et al., 2021). En effet, la barrière de la langue est souvent présente entre les parents, le plus souvent entendants, et les enfants sourds. Les enfants sourds de parents entendants ne sont pas exposés précocement à une langue complète depuis leur naissance, ce qui majore leurs difficultés (Kritzer, 2009 ; Leybaert & Van Cutsem, 2002 ; Pagliaro & Kritzer, 2010). Bien que le statut auditif des parents importe dans le développement mathématique de leur enfant, il n'est pas aussi important que l'exposition et l'apport précoce d'une langue signante (Henner et al., 2019). En effet, ces enfants sont moins exposés au langage et, de manière incidente, au langage mathématique, ce qui les empêche d'apprendre implicitement. Les parents font des références limitées aux concepts mathématiques dans le quotidien de leur enfant (Kritzer, 2009). Également, la qualité des stimulations apportées par l'environnement familial à l'égard des enfants sourds serait liée aux performances mathématiques de ces enfants. Les enfants les plus compétents sont entourés des adultes les plus stimulants (Pagliaro & Kritzer, 2010).

Par ailleurs, les enfants présentent des difficultés à traiter le langage complexe, pourtant présent lors des enseignements mathématiques, les mettant ainsi en échec (Nunes & Moreno, 2002, citées dans Edwards et al., 2013).

Les enfants signants de parents signants ont des compétences langagières et mathématiques équivalentes à celles d'un enfant entendant dont le langage oral est acquis naturellement (Henner et al., 2021). Selon les études menées par Pagliaro et Kritzer (2013) et Kritzer (2009), ils ont de meilleures compétences mathématiques que les enfants sourds ayant des parents entendants. En effet, ils sont davantage exposés au langage ainsi qu'à des conversations portées sur les mathématiques (Pagliaro & Kritzer, 2017, citées dans Henner et al., 2021).

2. Les habiletés mathématiques chez les enfants sourds¹

Selon Kritzer (2009), les enfants sourds de 4 à 6 ans ne sont pas en difficulté dans des tâches de calcul avec ajout ou retrait simple. Pour Secada (1984), les enfants sourds utilisent des stratégies fondées sur l'estimation et le comptage. Plus tardivement, ils présentent une lenteur dans l'élaboration de calculs, pouvant s'expliquer par leurs difficultés langagières limitant le développement de stratégies élaborées (Pagliaro, 2010). Les enfants de primaire implantés obtiennent des résultats significativement inférieurs à ceux de leurs pairs entendants dans des tâches d'arithmétique (Edwards

¹ La plupart des articles cités ne détaillent pas le statut linguistique des enfants. Lorsque ce n'est pas précisé, les études incluent les enfants sourds en général.

et al., 2013). Nunes (2004) évoque un manque de maîtrise de la composition additive. De plus, les enfants sourds ont des difficultés à accéder à des démarches exploitant leur mémoire à long terme. Ainsi, l'accès aux faits arithmétiques est limité.

Concernant la réalisation de tâches en résolution de problèmes, les enfants sourds sont moins performants que leurs pairs entendants (Kelly, 2008 ; Kritzer, 2009 ; Nunes, 2004). En effet, cette tâche implique des compétences langagières difficiles pour les enfants sourds, notamment lors de la compréhension des énoncés (Mangeret et al., 2010, cités dans Roux, 2014). Chez les enfants sourds, le niveau de compréhension de lecture est directement lié aux capacités de résolution de problèmes (Kelly & Mousley, 2001). En effet, ils peuvent présenter des difficultés lors de la traduction de certains termes issus du vocabulaire mathématique comme « le double », « perdre », etc., ou sur des énoncés linguistiques plus complexes comprenant des inférences, des comparatifs, des négatifs, etc. qui les mettent particulièrement en échec (Kelly & Mousley, 2001 ; Leybaert, 2006). Lors de résolutions de problème plus faciles, les enfants sourds et entendants obtiennent des résultats similaires. Plus le gradient de difficulté des problèmes augmente, plus les enfants sourds ont des performances moindres par rapport à celles des enfants entendants (Kelly & Mousley, 2001). Ils sont notamment en difficulté lors de la résolution de problèmes de type comparaison ou combinaison (Kelly, 2008 ; Nunes, 2004). Les problèmes les plus difficiles pour les enfants entendants le sont aussi pour les enfants sourds (Kelly, 2008 ; Kritzer, 2009). Les stratégies utilisées par les deux groupes d'enfants sont équivalentes (Blatto-Vallée et al., 2007, cités dans Marcelino et al., 2019). Toutefois, lorsque des calculs interviennent au sein des problèmes mathématiques, les enfants sourds ont tendance à utiliser des procédures de comptage au détriment d'autres stratégies de manipulation et de représentation des nombres (Pagliaro, 2010, citée dans Roux, 2014).

En géométrie, Pagliaro et Kritzer (2013) estiment que les forces des enfants sourds résident dans la tâche d'association de formes. Ils ont néanmoins des faiblesses dans les tâches de classification de formes, créations de formes de mémoire ou encore lors de réalisation de puzzles. Pour les enfants porteurs d'implants cochléaires, Edwards et al. (2013) estiment qu'ils obtiennent des résultats significativement inférieurs sur les tâches de géométrie. En somme, les enfants sourds ont des compétences en géométrie plus faibles que les enfants entendants. Toutefois, c'est dans ce domaine mathématique qu'ils sont les plus performants.

3. Les représentations numériques non-symboliques chez l'enfant sourd

La précision du SNA des enfants sourds est associée à leurs performances mathématiques (Bull et al., 2017). Le SNA est moins précis que celui des enfants normo-entendants, et ce à tous les âges. Ce manque de précision est notamment observé sur les grandes quantités : collections de plus de quatre éléments. Leurs retards sur le développement des concepts non-symboliques peuvent s'expliquer par le biais de déficits langagiers, notamment du langage mathématique (Bull et al., 2017 ; Santos & Cordes, 2022). Ainsi, les aptitudes mathématiques des enfants sourds peuvent être liées à des limitations de leurs représentations non-symboliques (Santos & Cordes, 2022). Au contraire, Arfé et al. (2011) montrent que les enfants implantés sont meilleurs que les enfants entendants dans la comparaison de nombres non-symboliques. Il n'y a donc actuellement pas de consensus.

4. Les représentations numériques symboliques chez les enfants sourds

4.1. Les représentations numériques symboliques

Lors de tâches de jugements de comparaison numérique, les enfants sourds sont aussi performants que ceux entendants (Bull et al., 2005, cités dans Marcelino et al., 2019). Cependant, ils sont moins performants lors de tâches d'estimation de nombres sur une ligne numérique (Marcelino et al., 2019).

4.2. Le comptage

Les habiletés de comptage sont fondamentales afin d'aborder ultérieurement les concepts mathématiques (Pagliaro & Kritzer, 2013). Cependant, les enfants sourds signants, utilisant la langue des signes américaine, mettent davantage de temps à apprendre à compter en langue des signes que leurs pairs entendants en langue orale (Secada, 1984). Nunes et Moreno (1998, citées dans Leybaert, 2006) montrent que les enfants malentendants² peuvent compter jusqu'à 60 seulement en CE1 ou CE2, alors que les enfants entendants le font sans difficulté dès le CP.

La rétention de la chaîne numérique verbale orale fait intervenir la mémoire de travail phonologique qui est souvent en-deçà de la moyenne chez les enfants sourds (Leybaert, 2006). Cette différence peut s'expliquer par un manque d'expériences à l'égard des nombres. Les termes relatifs aux nombres sont moins présents dans le vocabulaire des enfants sourds (Secada, 1984). Lors d'une tâche de comptage, les enfants sourds ont des capacités inférieures à ceux entendants. Ils produisent des séquences de comptage plus courtes (Leybaert & Van Cutsem, 2002 ; Nunes & Moreno, 1998). Les enfants sourds présentent un retard de deux ans dans l'acquisition de la chaîne numérique signée, en comparaison à l'apprentissage de la chaîne numérique orale chez leurs pairs entendants. Dans ce cas, il pourrait s'agir de difficultés dans le traitement des séquences des chiffres, en base 5 en langue des signes. Ces enfants ont tendance à s'arrêter de compter lors de passages clés à la base 5 supérieure (par exemple, après 5 ou après 15). Pour Leybaert et Van Cutsem (2002), les enfants sourds signants font moins d'erreurs d'omissions que les enfants entendants.

Les enfants sourds sont également moins performants dans le comptage de 10 en 10, lors d'une tâche présentée en langue des signes américaine (Kritzer, 2009). Toutefois, ils ont de meilleures capacités dans le comptage à rebours. Ils réussissent également mieux à donner le nombre qui vient après un nombre donné. Ainsi, ils sont plus performants que les enfants entendants dans le traitement des relations contiguës des nombres (Secada, 1984).

4.3. Le dénombrement

Lors de tâches de dénombrement, les enfants sourds signants sont aussi précis que leurs pairs entendants, indépendamment de leurs capacités en comptage. Il est à supposer que la langue des signes favoriserait la correspondance terme à terme. Chez les enfants sourds signants, le pointage peut coïncider avec la production manuelle de chaque nombre. Le signe lui-même est orienté vers l'objet compté. Le dénombrement pourrait se développer avec une meilleure précision et une

² L'accès à l'étude de Nunes et Moreno, 1998 étant limité, il n'a été possible d'en savoir davantage sur le statut auditif des enfants.

proportion d'erreurs plus faible chez les enfants signants que ceux entendants. Ainsi, ils détiennent une bonne compréhension des nombres, notamment du principe cardinal. Les principes du dénombrement des enfants sourds utilisant la langue des signes belge seraient acquis au même âge que leurs pairs entendants (Leybaert, 2006 ; Leybaert & Van Cutsem, 2002 ; Secada, 1984).

En somme, les compétences numériques des enfants sourds sont inférieures à celles d'enfants entendants. Le transcodage, décrit dans la prochaine partie, est un procédé mathématique intervenant dans de multiples tâches.

IV. Le transcodage

Le transcodage est un processus permettant de passer d'un code à un autre. En mathématiques, le transcodage a notamment lieu lors de l'écriture et de la lecture des nombres. L'écriture des nombres est le transcodage des nombres sous forme verbale orale ([sis]) vers la forme écrite indo-arabe (6) ou la forme verbale écrite (six). À l'inverse, la lecture des nombres est le transcodage des nombres sous forme indo-arabe ou sous forme verbale écrite vers la forme verbale orale. Le transcodage peut également se faire vers et depuis le code analogique. Les performances en transcodage sont prédictives des compétences futures en mathématiques chez l'enfant normo-entendant (Barrouillet & Seron, 2018).

Plusieurs modèles théoriques de transcodage ont été décrits, les modèles sémantiques postulent que l'accès à la quantité est essentiel dans le transcodage. Ils se distinguent des modèles asémantiques (c'est-à-dire qu'il n'est pas nécessaire de se représenter la quantité du nombre pour le transcrire). Le cadre théorique de cette étude est le modèle ADAPT décrit par Barrouillet et al. (2004). Les chercheurs décrivent un modèle développemental, asémantique et procédural du transcodage des nombres. Ce modèle est dit asémantique car il suggère que le transcodage d'un nombre de sa forme verbale à sa forme indo-arabe ne nécessite pas l'accès à sa quantité. Ainsi, l'individu utilise sa mémoire phonologique à long terme pour extraire directement les formes numériques. Le modèle est développemental car l'acquisition et la formation de nouvelles règles de transcodage se fait à partir de celles déjà apprises et stockées en mémoire à long terme. Enfin, ce modèle est procédural car le transcodage s'effectue selon deux procédures. Une procédure dite lexicale permet d'accéder à la forme indo-arabe d'un nombre par le biais d'une récupération en mémoire phonologique. Si le mot-nombre n'est pas stocké en mémoire, une stratégie procédurale syntaxique est alors utilisée afin d'effectuer une bonne transcription. Cette stratégie segmente les formes récupérées pour les traiter. Ainsi, le transcodage des grands nombres nécessite davantage l'utilisation des procédures. Plus un nombre combine de règles, plus il est difficile de le transcoder, la magnitude des nombres n'importe que peu. Lorsque /trois cent vingt-deux/ est énoncé, il est nécessaire d'extraire que /cent/ correspond à un nombre à trois chiffres. Ainsi, cette procédure met en exergue un cadre numérique, sous forme de trois emplacements distincts, qui est mis en place en mémoire de travail. Ces emplacements sont remplis grâce aux procédures de récupération en mémoire à long terme des mots-nombres.

Par ce modèle, il est possible de décrire les erreurs de transcodage commises. Ainsi, les erreurs lexicales sont celles issues d'une mauvaise récupération en mémoire à long terme, le nombre de chiffres restant correct. Les erreurs lexicales dites de position dans la pile sont le reflet d'une inversion au sein de la même catégorie lexicale. Par exemple, /vingt/ est transcodé « 40 ». Ces

erreurs se différencient de celles dites d'erreurs de pile. Dans ce cas, l'erreur produite appartient à une autre catégorie lexicale, /vingt/ est transcodé « 2 », ou /trois/ est transcodé « 13 ». Des erreurs lexicales d'inversion peuvent être décrites. Il s'agit de substitutions de nombres ; par exemple d'inversions de dizaines et d'unités, comme écrire « 45 » alors que /cinquante-quatre/ a été prononcé. Aussi, des erreurs syntaxiques sont définies. Elles altèrent la structure syntaxique et la taille du nombre. Il s'agit d'ajouts ou de suppressions d'un ou plusieurs zéros (lire /vingt-et-un/ pour « 201 », lire /trente-deux/ pour « 302 »), de transcodage littéral (écrire « 100203 » pour /cent vingt-trois/), d'ajouts ou de suppressions d'un 1 entre les dizaines et les unités (lire /quarante-cinq/ pour « 415 »). En ce sens, des erreurs de sur-écriture additives (écrire « 100060 » pour /mille soixante/) et multiplicatives (écrire « 3100 » pour /trois cents/) sont décrites (Seron & Fayol, 2005, cités dans Barrouillet & Seron, 2018). Les erreurs lexicales et syntaxiques peuvent également se combiner (écrire « 300407 » pour /deux cent quarante-huit/), ce sont des erreurs mixtes (Lê & Noël, 2022).

L'apprentissage du transcodage se fait d'abord par une acquisition de la forme verbale des nombres puis de leur forme indo-arabe. Dès 6 ans, les enfants apprennent les premiers nombres sous forme indo-arabe et sont en capacité de lire et écrire ceux compris entre 1 et 9. Ils entrent progressivement dans l'apprentissage des nombres à deux chiffres. Puis, à partir du CE1, les enfants sont capables de transcoder sans erreur les formes dizaine-unité de façon isolée ou intégrée à des formes plus complexes comme dans « 1025 ». Les formes unités-centaines (trois cents) et unités-milliers (deux mille) sont assimilées aux alentours de 7 ans (Barrouillet & Seron, 2018). Il en est de même avec les formes numériques familières comme les dates de naissance, les années, les codes postaux. Ils apprennent alors à transcoder les nombres à trois chiffres. Cependant, les nombres comprenant des dizaines particulières (de 70 à 99) restent complexes à intégrer pouvant amener les enfants à des erreurs lexicales et/ou syntaxiques (Barrouillet & Seron, 2018 ; Lafay et al., 2023).

Barrouillet et al. (2004) ont étudié les productions de transcodage d'enfants français de CE1 et CE2. Les plus jeunes enfants produisent davantage d'erreurs que ceux plus âgés. Également, les erreurs syntaxiques sont plus fréquentes que celles lexicales. Les erreurs sont plus nombreuses lorsque les nombres nécessitent l'utilisation de plusieurs règles. Aussi, Fayol et al. (1996, cités dans Saad, 2010), suggèrent que les difficultés à transcoder les plus grands nombres sont dues à la longueur phonologique et à la taille des nombres indo-arabes de ceux-ci. Ces résultats suggèrent l'implication de la mémoire de travail dans le transcodage des nombres. Les capacités en conscience phonologique ont également une importance dans l'encodage des mots-nombres. Aussi, il est à considérer que la transparence d'une langue influence les capacités en transcodage. Il est moins aisé de transcoder en français qu'en chinois, langue davantage transparente en ce qui concerne les mots-nombres (Barrouillet & Seron, 2018).

En conclusion, le transcodage nécessite l'utilisation des différentes modalités numériques afin de pouvoir lire et écrire les nombres. En LSF, les nombres sont envisagés à travers un code signé. Les enfants sourds bénéficiant d'une approche visuo-gestuelle utilisent un système de numération spécifique en LSF. La prochaine partie décrira le système de numération en LSF.

V. Le système de numération en LSF

Selon des échanges réalisés avec des interprètes en LSF (Sophie Thueux et Tina Tummolo, interprètes en LSF à l'INJS de Chambéry) et à l'aide de ressources vidéos citées plus bas, nous décrivons le système de numération en LSF et ses spécificités. L'annexe 2 montre le système de numération en LSF tel que International Visual Théâtre le décrit. Fayol (2012) indique que le code signé est arbitraire. Les signifiants employés, ici les signes, n'ont pas de lien direct avec ce qu'ils représentent hormis sa position dans la suite de nombres. Comme défini dans la partie I. La surdité, 2.2.2.1. La construction de la LSF (p. 15), les signes de la LSF peuvent se décomposer en huit paramètres distincts. Il en est donc de même pour les nombres. Spécifiquement, les signes sont placés au niveau d'une zone spécifique du buste de la personne signante. L'orientation de la main se fait paume vers l'extérieur. Selon les signes, les mouvements peuvent être produits par les doigts (1, 2, 3...), la main (11, 12, 13...) et/ou le bras (100, 1000, 2000...). Pour la plupart, les nombres se signent avec la main dominante en mouvement. Parfois, la main non-dominante est également active. Les nombres se forment également par la temporalité. En français oral, la temporalité centaine-dizaine-unité est percevable à l'écrit comme à l'oral. Il en est de même en LSF. La personne signante signera d'abord les centaines puis dizaines et unités. Le regard, les expressions faciales, les mouvements labiaux et corporels ont également leur importance. Ce système de numération est formé à partir d'une base 5 : la même règle s'applique entre 1 et 5, puis une autre entre 6 et 9, entre 11 et 15, etc. Il est à noter que ce système n'est pas régulier au sein de la communauté Sourde et des personnes signantes. Il n'est pas similaire pour toutes et tous et peut varier selon la transmission de la langue et/ou de son instruction. La diversité des signes concerne notamment l'orientation de la main (paume vers l'intérieur ou l'extérieur), l'élaboration du signe par la main dominante ou dominée, les signes des dizaines ou les nombres formés de plusieurs chiffres. En effet, deux façons de signer peuvent être décrites pour les nombres composés de dizaine-unité, comme 26. Le procédé le plus académique, défini par l'Académie de la LSF ou International Visual Théâtre, est de signer chaque chiffre formant le nombre distinctement. Ainsi, pour signer 26, la main dominante signera le 2 puis le 6. Ainsi, si la dominante est la droite, le 2 se signe à la gauche du 6 dans l'espace de signation. Si la main dominante est la gauche, le 2 se signe à droite et le 6 à gauche dans l'espace de signation. Cependant, pour le même nombre, l'usage tend à signer 20 puis 6. Aussi, nous retrouvons des disparités dans la formation de dizaines comme 60, 70, 80 ou 90. Les dizaines 20, 30, 40, 50 peuvent également faire l'objet d'une différence selon que les doigts se touchent ou se plient une ou deux fois. Par exemple, si une recherche Youtube intitulée « Les nombres en LSF » est effectuée, des variations seront visibles dans la façon de signer les nombres. A titre d'illustration, des différences sont présentes entre les vidéos « Les chiffres en LSF ! » réalisée et publiée par AymelineLSF en mars 2019 [<https://www.youtube.com/watch?v=n-7to-0RcQs&t=132s>], « Nombre - la LSF point par point - Apprendre la langue des signes française gratuitement » publiée par DicoplusLSF en janvier 2022 [<https://www.youtube.com/watch?v=iXDmwxzrdVo&t=60s>], « Apprentissage de la LSF - les chiffres et les nombres 1ere partie », publiée par TanneLSF en mars 2023 [<https://www.youtube.com/watch?v=oMXbuVLDgx4&t=225s>].

En somme, le système de numération en LSF a été décrit de façon académique. Toutefois, certaines disparités entre académie et usage sont apparentes. Le système numérique est utilisé au sein de différentes tâches, dont celles de transcodage. Pourtant, le transcodage nécessite des capacités exécutives, mathématiques et langagières, souvent affectées chez les enfants sourds oralistes.

VI. Les capacités de transcodage des enfants sourds

Les capacités de transcodage chez les enfants sourds ont été étudiées par Croiseaux (2002) en langue des signes belge. Pour la chercheuse, les enfants sourds de primaire, tout mode de communication confondu, présentent trois ans et demi de retard dans le transcodage du nombre signé vers la modalité indo-arabe. Cette étude traite du transcodage numérique chez les enfants sourds du code verbal signé au code indo-arabe par une tâche de dictée de nombres. Un groupe d'enfants entendants, recevant les consignes en français oral, est comparé à celui d'un groupe d'enfants sourds, bénéficiant des consignes en langue des signes belge. La chercheuse observe que les enfants sourds commettent significativement plus d'erreurs lexicales que les enfants entendants, et ce quel que soit leur âge (un groupe d'enfants sourds de 8 à 11 ans est comparé à un autre groupe d'enfants sourds âgés de 11 à 13 ans). Au sein des erreurs lexicales, ces enfants réalisent de nombreuses erreurs de position dans la pile (77% des erreurs lexicales) en comparaison aux erreurs de pile (12% des erreurs lexicales). Une proportion d'erreurs lexicales est expliquée par des confusions visuelles entre les signes-nombres de la langue des signes belge. Par analogie, ces erreurs font référence aux erreurs phonologiques commises par les enfants entendants. Ces profils d'erreurs tendent à indiquer que la construction du système de numération chez les enfants signants est différente de celle des enfants entendants. Les erreurs syntaxiques tendent à diminuer avec l'âge, mais ce résultat n'est pas significatif. Cependant, bien que ce résultat ne soit pas significatif, Croiseaux (2002) indique que cette diminution d'erreurs syntaxiques est à mettre en lien avec la compréhension du système de numération en base 10 des enfants. Avec l'âge, ils comprennent mieux ce système de numération et font donc moins d'erreurs syntaxiques. En somme, selon la chercheuse, les enfants sourds détiennent le même profil d'acquisition des structures des nombres mais avec un retard de trois ans et neuf mois comparés aux enfants entendants. Également, les performances des enfants sourds de parents sourds ont été comparées à celles des enfants sourds de parents entendants. Les enfants natifs de la langue des signes belge produisent significativement moins d'erreurs que ceux nés de parents entendants. Tout âge confondu, les enfants natifs de la langue des signes belge commettent exclusivement des erreurs lexicales. Ils sont plus performants dans le transcodage des structures complexes (comme 978).

Ces résultats peuvent s'expliquer par l'influence de l'environnement et un contact précoce à une langue des signes complète et qualitative chez les enfants sourds nés de parents sourds. Les enfants nés de parents entendants auraient une mauvaise connaissance des signes. Ils commettent plus d'erreurs de confusions visuelles ce qui engendre des confusions sur la configuration ou le mouvement des signes. Les erreurs lexicales des enfants nés de parents sourds seraient liées à la structure sous-jacente de la langue des signes en base 5. Pour Croiseaux (2002), ces différences s'expliquent par les confusions de bases, entre la langue des signes et le système numérique oral.

Kritzer (2009) évoque que les performances des enfants sourds en lecture de nombres à deux chiffres seraient inférieures à celles des enfants entendants.

Comme la chercheuse l'a montré, les enfants sourds utilisant la langue des signes belge présentent un retard de trois ans et demi dans les tâches de transcodage en comparaison aux enfants entendants. Les enfants sourds présentent des difficultés mathématiques avec un retard chronologique marqué par rapport aux enfants entendants. Le modèle du triple code développé par Dehaene en 1992 ne laisse aucune place à l'introduction d'une troisième modalité subsidiaire, celle d'un code signé. Jamais d'étude n'a entrepris d'explorer le développement du transcodage en LSF chez ces enfants.

OBJECTIFS

I. Problématique

Les enfants sourds peuvent bénéficier d'une approche visuo-gestuelle et/ou d'une approche audio-phonatoire avec l'aide d'appareillages auditifs. Les enfants oralistes présentent des déficits langagiers qui sont notamment dus à l'atteinte de leur boucle audio-phonatoire. Ainsi, les signes, issus de la LSF, peuvent être utilisés en complément afin de faciliter leur communication. Par ailleurs, certaines tâches mathématiques telles que le transcodage font appel aux compétences langagières. Celles-ci sont inférieures chez les enfants sourds oralistes (Biard et al., 2020 ; Mondain et al., 2005). Les enfants sourds présentent des difficultés dans certains domaines mathématiques (Leybaert, 2006 ; Nunes, 2004 ; Roux, 2014), que les mathématiques leur soient présentées en français oral ou en LSF. De nombreuses études ont étudié le transcodage chez les enfants entendants. En revanche, actuellement aucune étude n'a étudié ce même concept auprès d'enfants sourds utilisant la LSF (uniquement une étude en langue des signes belge ; Croiseaux, 2002), que les enfants bénéficient d'une approche à dominante visuo-gestuelle ou d'une approche à dominante audio-phonatoire. Ainsi, ce présent mémoire étudie le développement du transcodage en LSF chez les enfants sourds oralistes et chez les enfants sourds signants du cycle 2 et du cycle 3.

II. Objectifs

L'objectif de ce mémoire est de caractériser le développement du transcodage chez les enfants sourds utilisant la LSF. En particulier, les questions de recherche sont les suivantes :

- Question de recherche n°1 : Lors de tâches de transcodage (code indo-arabe ↔ code signé, en dictée et lecture de nombres), les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle sont-ils plus performants que les enfants sourds disposant d'une approche à dominante audio-phonatoire ?
- Question de recherche n°2 : Lors de tâches de transcodage (code indo-arabe ↔ code signé en dictée et lecture de nombres), les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle commettent-ils les mêmes erreurs que les enfants sourds disposant d'une approche à dominante audio-phonatoire ?
- Question de recherche n°3 : Les enfants du cycle 2 sont-ils moins performants que les enfants du cycle 3 ?
- Question de recherche n°4 : Les enfants du cycle 2 commettent-ils les mêmes erreurs que les enfants du cycle 3 ?

III. Hypothèses théoriques

Les hypothèses théoriques 1 et 2 se basent sur les résultats de l'étude menée par Croiseaux en 2002. Les quatre hypothèses sont les suivantes :

- Hypothèse n°1 : Quelle que soit la tâche, les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle sont plus performants que les enfants sourds disposant d'une approche à dominante audio-phonatoire.

- Hypothèse n°2 : Les deux groupes commettent des erreurs différentes. A la tâche de dictée, une plus grande proportion d'erreurs lexicales est retrouvée chez les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle que chez les enfants sourds disposant d'une approche à dominante audio-phonatoire. Les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante audio-phonatoire commettent une plus grande proportion d'erreurs syntaxiques que les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle. Considérant que dictée et lecture sont deux directions d'un même processus cognitif, des résultats similaires sont attendus. Toutefois, puisqu'aucune étude sur laquelle s'appuyer n'a précédemment été réalisée, la tâche de lecture est exploratoire.
- Hypothèse n°3 : Dans une perspective développementale et d'apprentissage, les enfants du cycle 2 sont moins performants que les enfants du cycle 3, quelle que soit la tâche.
- Hypothèse n°4 : La question de recherche n°4 est exploratoire, aucune hypothèse n'a été rédigée en vue d'y répondre.

IV. Hypothèses opérationnelles

En lien avec les questions de recherche et les hypothèses théoriques, des hypothèses opérationnelles sont énoncées pour répondre à l'étude :

- Hypothèse opérationnelle n°1 : A chaque tâche, les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle obtiennent un score total plus élevé que les enfants bénéficiant d'une approche à dominante audio-phonatoire.
- Hypothèse opérationnelle n°2 : A la tâche de dictée, plus d'erreurs lexicales sont comptabilisées chez les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle que chez les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante audio-phonatoire. A cette même tâche, plus d'erreurs syntaxiques sont comptabilisées chez les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante audio-phonatoire que chez les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle. Considérant que dictée et lecture sont deux directions d'un même processus cognitif, des résultats similaires sont attendus. Toutefois, puisqu'aucune étude sur laquelle s'appuyer n'a précédemment été réalisée, la tâche de lecture est exploratoire.
- Hypothèse opérationnelle n°3 : Quelle que soit la tâche, les enfants du cycle 2 obtiennent un score total inférieur à celui des enfants du cycle 3.
- L'hypothèse opérationnelle n°4 est exploratoire.

MÉTHODE

I. Population cible

Les enfants inclus dans la présente étude sont scolarisés entre le CP et le CM2, en classe ordinaire LSF, en Unité d'Enseignement Externalisée (UEE) LSF ou en parcours adapté. Ils présentent tous une surdité, quel que soit son degré, et ont des bases en LSF. Les enfants sont capables de comprendre une consigne simple donnée en LSF de type « compte », « écris les nombres ». La recherche de participantes et participants a été effectuée en Haute-Garonne, en Haute-Savoie et en Savoie en France. Le recrutement a eu lieu entre septembre et décembre 2023. Les enfants ont été recrutés à l'Institut National de Jeunes Sourds (INJS) de Chambéry, dans les classes UEE de l'école de la Forgerie à Cognin et de l'école du Bois Jolivet à Bonneville, dans les classes LSF de l'école Jean Jaurès de Ramonville et au SESSAD LSF Les Iris de Ramonville. Le recrutement s'est fait par contact direct avec les structures et écoles grâce à un e-mail explicatif incluant une affiche d'informations (Annexe 3) et par des rencontres au sein des établissements.

L'échantillon est composé de 50 enfants sourds, répartis en deux groupes selon leur approche linguistique prédominante. Le premier groupe intègre les enfants sourds oralistes bénéficiant d'une approche à dominante audio-phonatoire, portant des appareils auditifs, ayant des parents entendants. Le deuxième groupe réunit les enfants sourds signants bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle, ayant des parents sourds et comme langue maternelle une langue signante. Les enfants de l'échantillon sont également répartis en deux groupes selon leur cycle scolaire. Un groupe inclut les enfants du cycle 2 (CP, CE1 et CE2) et un groupe inclut les enfants du cycle 3 (CM1 et CM2).

1. Enfants bénéficiant d'une approche audio-phonatoire de parents entendants

Pour les enfants du groupe oraliste, le mode de communication prédominant au sein de la sphère familiale est une langue orale. Cet échantillon est composé de 23 enfants, 15 filles et 8 garçons. Ils sont âgés de 6.61 ans à 10.94 ans, pour une moyenne d'âge de 9.13 ans ($ET = 1.3$). Tous les enfants ont des parents entendants, de langue maternelle orale. La LSF est intégrée à leur quotidien, soit par l'école, le personnel entourant l'enfant et/ou la famille. Au sein de leur foyer, trois enfants bénéficient d'un accompagnement en Langue française Parlée Complétée et neuf du français signé. Parmi eux, deux enfants bénéficient d'un accompagnement à la fois en Langue française Parlée Complétée et en français signé dans leur foyer. Onze enfants bénéficient exclusivement d'une ou deux langues orales au sein de leur foyer. Cinq enfants présentent une surdité sévère bilatérale. Sept enfants présentent une surdité profonde bilatérale. Trois enfants présentent une surdité bilatérale asymétrique : deux enfants présentent une surdité asymétrique moyenne-sévère, un enfant présente une surdité asymétrique de type cophose-surdité profonde. Pour deux enfants, l'information de la perte auditive est manquante pour une oreille : un enfant présente une surdité cophotique à une oreille, un enfant présente une surdité profonde à une oreille. Pour six enfants, l'information est manquante. Seize enfants portent des appareillages auditifs. Quatre enfants portent un implant cochléaire unilatéral. Douze enfants ont un appareillage bilatéral : six d'entre eux portent des prothèses auditives, cinq d'entre eux des implants cochléaires et un enfant porte une prothèse auditive d'un côté et un implant

cochléaire de l'autre. L'information est manquante pour sept enfants. Douze enfants présentent des troubles associés à la surdité, huit n'en présentent pas. Cette information n'est pas disponible pour trois enfants du groupe.

2. Enfants bénéficiant d'une approche visuo-gestuelle de parents sourds signants

Pour les enfants du groupe LSF, le mode de communication privilégié au sein de la sphère familiale est la LSF. Cet échantillon est composé de 27 enfants, 11 filles et 16 garçons. Ils sont âgés de 6.61 ans à 11.13 ans, pour une moyenne d'âge de 8.82 ($ET = 1.65$). Pour 26 enfants, leurs parents sont sourds. Pour un enfant, ses parents sont entendants. Pour 18 enfants, leurs parents ont pour langue maternelle la LSF. Pour deux enfants, leurs parents ont pour langue maternelle une langue signante autre que la LSF. Pour trois enfants, leurs parents sont de langue maternelle bilingues LSF - autre langue signante. Pour un enfant, un de ces parents a pour langue maternelle la LSF, et son autre parent a pour langue maternelle une langue signante autre que la LSF. Pour deux enfants, les parents sont de langue maternelle bilingue français oral - LSF. Pour un enfant, un de ses parents est de langue maternelle français oral - LSF, et son autre parent uniquement LSF. Pour 22 enfants du groupe, seule la LSF est utilisée dans leur foyer. Pour quatre enfants, la LSF et une autre langue signante sont utilisées au sein de leur foyer. Pour un enfant, le français oral et la LSF sont utilisés à la maison. Un enfant présente une surdité bilatérale légère, trois enfants présentent une surdité bilatérale moyenne, deux enfants présentent une surdité bilatérale sévère et 12 enfants présentent une surdité bilatérale profonde. Un enfant présente une surdité asymétrique moyenne-sévère. L'information est manquante pour huit enfants. Deux enfants portent des prothèses auditives bilatérales. Dix-neuf enfants ne portent aucun appareillage. L'information est manquante pour cinq enfants. Trois enfants du groupe présentent des troubles associés. Treize enfants ne présentent pas de troubles associés. Pour 11 enfants, l'information est manquante.

3. Répartition des enfants selon leur cycle scolaire

Parmi l'échantillon de 50 enfants, 35 sont scolarisés en cycle 2 ou ont un niveau cycle 2. Les enfants scolarisés en parcours adapté ont été intégrés au groupe cycle 2. Parmi les enfants de cycle 2, six enfants sont scolarisés en parcours adapté, neuf en CP, huit en CE1, neuf en CE2. L'information de la classe est manquante pour trois enfants de cycle 2. Quinze enfants de l'échantillon sont scolarisés en cycle 3. Parmi eux, sept enfants sont scolarisés en CM1 et sept enfants en CM2. L'information de la classe est manquante pour un enfant de cycle 3. La tableau 1 récapitule l'ensemble de ces données.

Tableau 1. Récapitulatif de la population testée

	Cycle 2 (N = 35)					Cycle 3 (N = 15)		
	Parcours adapté	CP	CE1	CE2	Total	CM1	CM2	Total
Groupe oraliste (N = 23)	5	3	2	6	19	3	1	4
Groupe LSF (N = 27)	1	6	6	3	16	4	6	11

Notes. La donnée classe est manquante pour trois enfants de cycle 2 du groupe oraliste et pour un enfant de cycle 3 du groupe LSF.

II. Procédure générale

Les passations ont eu lieu du 13 au 17 novembre 2023, le 18 décembre 2023, le 24 janvier 2024, le 31 janvier 2024 et le 1er février 2024. Les passations se sont déroulées au sein des établissements scolaires des enfants. Pour informer les parents des rencontres, une note d'informations (Annexe 4) écrite leur a été transmise. Le consentement parental (Annexe 5) ainsi qu'un questionnaire d'informations (Annexe 6) ont été obtenus avant l'expérimentation. Afin de faciliter la compréhension écrite des parents sourds, une lettre d'informations et un formulaire de consentement parental ont été également rédigés dans une version plus simplifiée (Annexe 7 et 8). A l'école Jean Jaurès de Ramonville, une rencontre avec les parents et une interprète en LSF a été organisée. Pour la participation aux tâches, le consentement de l'enfant a également été obtenu, en lui demandant son accord oral et écrit (Annexe 9). En premier, les enfants effectuaient la tâche de comptine, puis la tâche de dictée et enfin celle de lecture. Lors de la tâche de comptine et de la tâche de lecture, les enfants étaient filmés. Toutefois, si les parents n'avaient pas autorisé leur enfant à être filmé, celui-ci pouvait tout de même participer à l'étude. L'enregistrement vidéo a permis d'évaluer *a posteriori* la réalisation des signes. Les passations ont été effectuées individuellement par l'étudiante. Le temps de passation était en moyenne de 20 minutes, comprenant un temps de présentation, l'administration des trois tâches ainsi que la remise d'un diplôme de participation (Annexe 10). Afin de mener les analyses et pour garantir l'anonymat des enfants, les données recueillies ont été anonymisées sous forme de code. Le comité éthique et de la recherche de l'Université Savoie Mont-Blanc a donné son approbation à la réalisation de la présente étude portant la référence 2023-12-SURNU le 11 juin 2023.

III. Matériel

1. Questionnaire d'informations

Un questionnaire d'informations (Annexe 6) a été rempli par les familles au vu de la passation de tâches. Une partie du questionnaire comprend des questions générales sur l'enfant comme sur son identité. Une autre partie traite de la surdité de l'enfant et interroge le degré de déficience auditive de

chaque oreille, la présence d'appareillages, l'âge d'appareillage et la durée de port des appareils auditifs. Une section concerne la communication et les langues utilisées dans leur foyer. Un encart du questionnaire est dédié aux troubles associés. La dernière partie s'intéresse aux parents, à savoir, leur langue maternelle et la présence ou non de surdité. Un champ d'expression libre est présent.

2. Tâche contrôle : comptine numérique signée

La tâche contrôle évalue la connaissance et la maîtrise de la comptine numérique en LSF, pré-requis en numération. Il est demandé à l'enfant de compter le plus loin possible. La tâche s'arrête lorsque l'enfant atteint 100 ou commet deux erreurs. La consigne suivante est signée par l'étudiante : « Pour le premier exercice, tu vas devoir compter le plus loin possible. Tu arrêteras quand je te dirai stop. Tu seras filmé durant les exercices, mais il ne faut pas t'en préoccuper ». Pour les enfants oralistes, la consigne a pu être énoncée à l'oral par l'étudiante. Chaque signe correctement signé est comptabilisé par un point, soit un score total de 100 points. La variable dépendante mesurée est le score obtenu, à savoir le plus grand nombre atteint. Le score strict et le score indulgent ont été recueillis. Le score strict est déterminé à la première erreur commise par l'enfant, à savoir le plus grand nombre atteint sans erreur. Le score indulgent est celui obtenu après une erreur de l'enfant ou après une relance de l'étudiante suite à un arrêt de la part de l'enfant.

3. Tâches de transcodage

3.1. Tâche de dictée

La tâche de dictée a pour objectif d'évaluer le transcodage de la modalité signée à la modalité indo-arabe des nombres. L'enfant visionne des vidéos, via un ordinateur portable, réalisées par une experte en LSF (locutrice native en LSF et diplômée enseignante - formatrice LSF). L'enfant est invité à écrire les nombres signés sous modalité indo-arabe sur une feuille donnée. La consigne signée suivante lui est donnée : « Tu vas voir des vidéos d'une dame qui signe les nombres. Tu devras les écrire sur la feuille. Les nombres seront de plus en plus grands. On arrêtera quand je te dirai stop. Si tu as besoin de revoir la vidéo une fois, tu peux me demander. Tu es prêt ? ». Pour les enfants oralistes, la consigne a pu être énoncée à l'oral par l'étudiante. La variable dépendante est le score total de bonnes réponses. Le score est calculé selon les bonnes réponses données par l'enfant, de manière quantitative (réponse correcte). Un point est attribué par bonne réponse, soit un total de 44 points. Les erreurs commises par les enfants ont été codées comme suit : (1) erreur lexicale de position dans la pile, par exemple, lorsque l'enfant transcodait 9 à la place de 4, (2) erreur lexicale de pile, par exemple, lorsque l'enfant transcodait 3 au lieu de 13, (3) erreur lexicale d'inversion, par exemple, lorsque l'enfant transcodait 31 au lieu de 13, (4) erreur syntaxique par ajout, par exemple, lorsque l'enfant transcodait 2083 pour 283, (5) erreur syntaxique d'omission, par exemple, lorsque l'enfant transcodait 5 pour 50, (6) erreur syntaxique littérale, par exemple, lorsque l'enfant transcodait 20083 pour 283, (7) erreur mixte, par exemple, lorsque l'enfant transcodait 10048 pour 283, (8) autres productions réalisées (pouvant être qualifiées d'erreurs telles que des dessins ou l'usage du français écrit), (9) aucune réponse de la part de l'enfant.

3.2. Tâche de lecture

La tâche de lecture a pour objectif d'évaluer le transcodage de la modalité indo-arabe à la modalité signée des nombres. Par le biais d'un diaporama, l'enfant visualise un nombre sous forme indo-arabe et est invité à le signer. La consigne signée suivante lui est donnée : « Je vais te montrer des nombres sur l'ordinateur et tu devras les signer. Les nombres seront de plus en plus grands. On arrêtera quand je te dirai stop. Si tu as besoin de revoir le nombre une fois, tu peux me demander. Tu es prêt ? ». Pour les enfants oralistes, la consigne a pu être énoncée à l'oral par l'étudiante. La variable dépendante est le score total. Le score est calculé selon les bonnes réponses données par l'enfant, de manière quantitative (réponse correcte). Un point est attribué par bonne réponse, soit un total de 44 points. Comme énoncé dans la partie V. Le système de numération en LSF, plusieurs variantes d'un même signe sont possibles pour un même nombre. Dans cette étude, une réponse peut être perçue comme attendue si le signe effectué respecte les recommandations de l'Académie de la LSF ou si elle est compréhensible, utilisée par plusieurs personnes signantes. Les erreurs commises par les enfants ont été codées comme suit : (1) erreur lexicale de position dans la pile, par exemple, lorsque l'enfant signait 6 au lieu de 9, (2) erreur lexicale de base, par exemple, lorsque l'enfant signait 8 pour 18, (3) erreur lexicale d'inversion, par exemple, l'enfant signait 15 pour 51, (4) erreur syntaxique littérale, par exemple, lorsque l'enfant signait 8 puis 0 pour 80, (5) erreur syntaxique par ajout, par exemple, lorsque l'enfant signait 6024 pour 624, (6) erreur syntaxique d'omission, par exemple, lorsque l'enfant signait 21 pour 261, (7) erreur mixte, par exemple, lorsque l'enfant signait 16 pour 9, (8) variante possible d'un même nombre signé, par exemple le nombre 70 peut être signé de plusieurs configurations possibles, (9) erreur de paramètres de la LSF, par exemple lorsque l'enfant effectuait une erreur de mouvement ou de configuration, (10) autre production inclassable, par exemple lorsque l'enfant signait 70 puis 18 pour 78, (11) aucune réponse de la part de l'enfant.

3.3. Présentation des items

Pour les deux tâches, les items sont compris entre 1 et 897, répartis en sept séries, pour un total de 44 items. Les séries sont formées selon la grandeur des nombres, correspondant à la difficulté pour les transcoder, ainsi qu'aux nombres de mains utilisées dans la production des signes, et donc aux différentes bases de la LSF. Les items de la tâche dictée sont appariés à ceux de la tâche de lecture. La première série comporte cinq nombres inférieurs à 10 se signant à l'aide d'une main. La deuxième série est composée de cinq nombres inférieurs et égal à 10 se signant avec les deux mains. La troisième série comprend cinq nombres compris entre 11 et 15, se signant à une main. La quatrième série comporte quatre nombres de 16 à 19 se signant à deux mains. Pour les séries 1 à 4, si l'enfant commet deux erreurs par série, la tâche s'arrête. La cinquième série présente des dizaines. Elle est composée de huit items. A cette série, quel que soit le nombre d'erreurs commises par l'enfant, il est invité à continuer et à passer à la série suivante. La sixième série se compose de huit items présentant des nombres sous forme dizaine-unité. Parmi ces nombres, des variations entre les signes à une ou deux mains sont présentes. Si l'enfant commet quatre erreurs au sein de cette série, la tâche prend fin. La septième et dernière série se compose de dix nombres à trois chiffres. Si l'enfant commet deux erreurs consécutives, la tâche s'arrête. Le tableau 2 récapitule l'ensemble des items.

Tableau 2. *Liste des items par série et par ordre de présentation*

	Tâche de dictée <i>du code signé au code indo-arabe</i>	Tâche de lecture <i>du code indo-arabe au code signé</i>
Série 1	1 - 4 - 2 - 5 - 3	3 - 2 - 1 - 4 - 5
Série 2	7 - 8 - 9 - 6 - 10	9 - 6 - 8 - 7 - 10
Série 3	13 - 12 - 11 - 14 - 15	15 - 14 - 12 - 13 - 11
Série 4	16 - 19 - 18 - 17	18 - 17 - 16 - 19
Série 5	40 - 80 - 50 - 20 - 60 - 90 - 30 - 70	20 - 40 - 50 - 30 - 60 - 90 - 70 - 80
Série 6	35 - 28 - 62 - 86 - 51 - 49 - 73 - 97	51 - 46 - 85 - 98 - 23 - 37 - 62 - 79
Série 7	300 - 700 - 145 - 283 - 348 - 496 - 742 - 873 - 879	200 - 800 - 123 - 261 - 378 - 436 - 624 - 781 - 897

RÉSULTATS

Le logiciel SPSS a été utilisé pour les analyses statistiques.

I. Résultats pour la tâche de comptine

Deux scores ont été calculés à la tâche de comptine : un score strict et un score indulgent. Deux analyses de variance univariée (ANOVA) ont été effectuées prenant en compte les variables dépendantes (score strict et score indulgent) selon les variables indépendantes (groupes et cycles).

1. Résultats des scores stricts

Les analyses montrent un effet significatif du groupe sur le score strict ($F(1,46) = 8.64$, $p = .005$, $\eta^2p = .158$). En revanche, aucun effet de cycle n'est retrouvé ($F(1,46) = .025$, $p = .874$). Les analyses ne mettent pas en évidence d'effet d'interaction entre le groupe et le cycle ($F(1,46) = 1.617$, $p = .210$). Peu importe le cycle, le groupe oraliste a une comptine en LSF (score strict) plus courte ($M = 30.48$; $ET = 31.45$) que le groupe LSF ($M = 58.33$; $ET = 35.59$). La figure 1 récapitule l'ensemble de ces données.

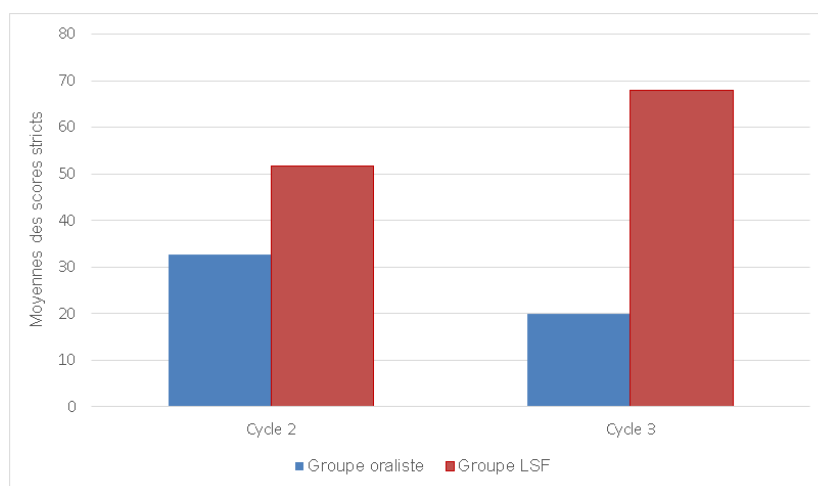


Figure 1. Moyennes des scores stricts à la tâche de comptine par groupe et par cycle

2. Résultats des scores indulgents

Les analyses montrent un effet significatif du groupe sur le score indulgent ($F(1,39) = 15.964$, $p < .001$, $\eta^2p = .290$). De plus, un effet de cycle est observé ($F(1,39) = 4.327$, $p = .044$, $\eta^2p = .100$). Les analyses ne mettent pas en évidence d'effet d'interaction entre le groupe et le cycle ($F(1,39) = 1.712$, $p = .198$). D'une part, peu importe le cycle, le groupe oraliste a une comptine en LSF (score indulgent) plus courte ($M = 30.95$; $ET = 24.65$) que le groupe LSF ($M = 68.95$; $ET = 33.21$). D'autre part, peu importe le groupe, les enfants du cycle 2 ont une comptine en LSF plus courte ($M = 40.80$; $ET = 30.67$) que les enfants du cycle 3 ($M = 72.54$; $ET = 34.65$). La figure 2 récapitule l'ensemble de ces données.

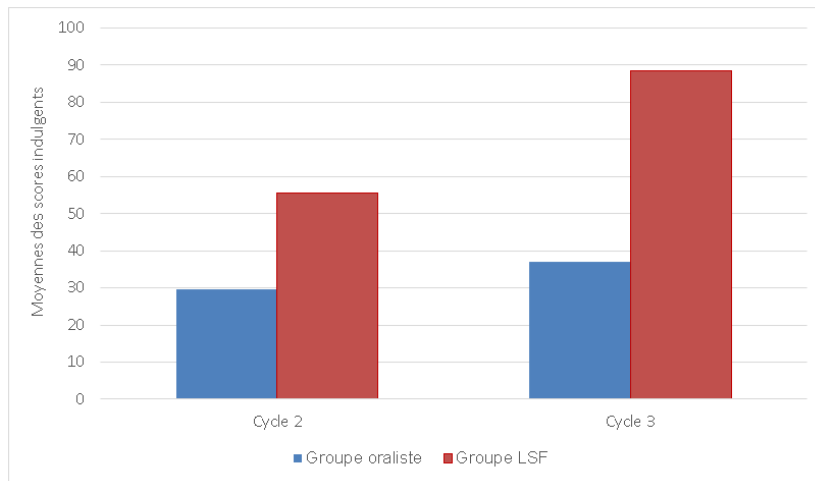


Figure 2. Moyennes des scores indulgents à la tâche de comptine par groupe et par cycle

II. Résultats pour la tâche de dictée

Une analyse de variance univariée (ANOVA) a été effectuée prenant en compte la variable dépendante (score total) selon les variables indépendantes (groupes et cycles). De plus, une analyse de variance univariée (ANOVA) a été effectuée prenant en compte la variable dépendante (score) selon les variables indépendantes (groupes, cycles, séries de nombres). Aussi, pour compléter cette analyse, des analyses de comparaisons appariées ont été effectuées avec une correction de Bonferroni.

1. Résultats des scores totaux

Les analyses ne montrent pas d'effet significatif du groupe sur le score total ($F(1,46) = 1.759$, $p = .191$). Par ailleurs, un effet de cycle est retrouvé ($F(1,46) = 12.250$, $p = .001$, $\eta^2p = .210$). Les analyses ne mettent pas en évidence d'effet d'interaction entre le groupe et le cycle ($F(1,46) = .041$, $p = .840$). Peu importe le groupe, les enfants du cycle 2 obtiennent un score total plus faible à la tâche de dictée ($M = 27.97$; $ET = 11.91$) que les enfants du cycle 3 ($M = 41.07$; $ET = 3.63$). La figure 3 récapitule l'ensemble de ces données.

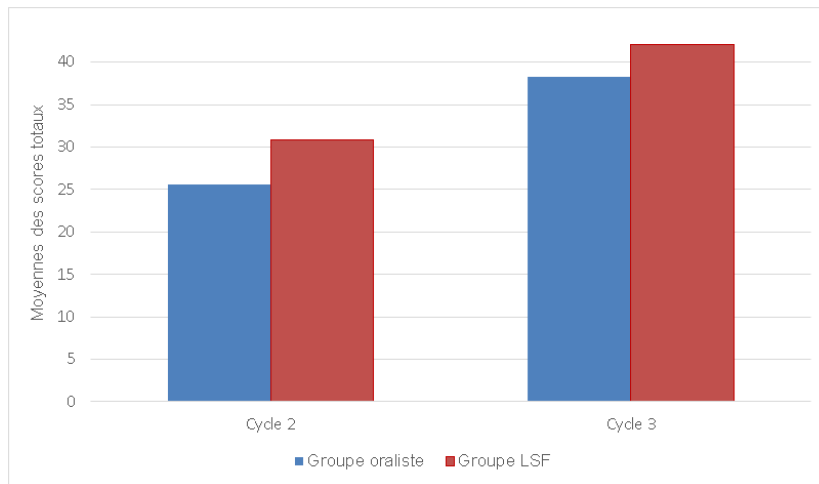


Figure 3. Moyennes des scores totaux à la tâche de dictée par groupe et par cycle

2. Résultats des scores moyens par série

Les analyses ne montrent aucun effet de groupe ($F(1,32) = 1.180, p = .286$), un effet de cycle significatif ($F(1,32) = 5.890, p = .021, \eta^2p = .155$) et un effet significatif de la série ($F(6,192) = 27.356, p < .001, \eta^2p = .461$). De plus, un effet d'interaction entre la série et le cycle est retrouvé ($F(6,192) = 5.536, p < .001, \eta^2p = .147$). Les analyses de comparaisons planifiées (post-hoc) montrent qu'à la série 7, les nombres à trois chiffres, les enfants du cycle 3 sont significativement plus performants que les enfants du cycle 2 ($p = .003$). Cependant, les enfants des cycles 2 et 3 ne se différencient pas pour écrire les nombres des autres séries. La figure 4 met en évidence cette interaction. Il n'y a pas d'effet d'interaction entre la série et le groupe ($F(6,192) = .825, p = .552$), ni d'effet d'interaction entre le groupe et le cycle ($F(1,32) = .381, p = .541$). Enfin, les analyses ne mettent pas non plus en évidence d'effet de triple interaction entre la série, le cycle et le groupe ($F(6,192) = .244, p = .961$).

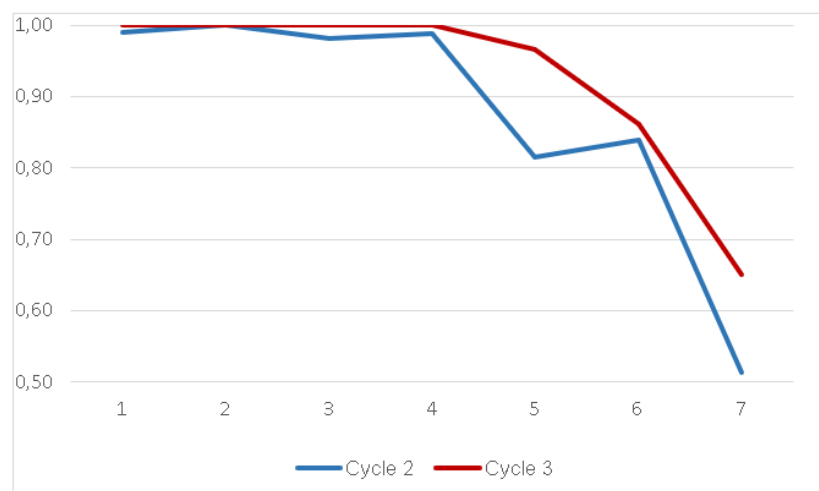


Figure 4. Moyennes des scores par série et par cycle à la tâche de dictée (interaction cycle x série)

III. Résultats pour la tâche de lecture

Une analyse de variance univariée (ANOVA) a été effectuée prenant en compte la variable dépendante (score total) selon les variables indépendantes (groupes et cycles). De plus, une analyse de variance univariée (ANOVA) a été effectuée prenant en compte la variable dépendante (score) selon les variables indépendantes (groupes, cycles, séries de nombres). Aussi, pour compléter cette analyse, des analyses de comparaisons appariées ont été effectuées avec une correction de Bonferroni.

1. Résultats des scores totaux

Les analyses montrent un effet significatif du groupe sur le score total ($F(1,46) = 5.341, p = .025, \eta^2p = .104$). Un effet de cycle est également retrouvé ($F(1,46) = 4.590, p = .037, \eta^2p = .091$). Les analyses ne mettent pas en évidence d'effet d'interaction entre le groupe et le cycle ($F(1,46) = .233, p = .632$). D'une part, peu importe le cycle, le groupe oraliste obtient un score total plus faible à la tâche de lecture ($M = 27.91$; $ET = 13.07$) que le groupe LSF ($M = 37.59$; $ET = 9.88$). D'autre part, peu importe le groupe, les enfants du cycle 2 sont moins performants ($M = 29.94$; $ET = 13.17$) que les enfants du cycle 3 ($M = 40.60$; $ET = 5.14$) en lecture de nombres. La figure 5 récapitule l'ensemble de ces données.

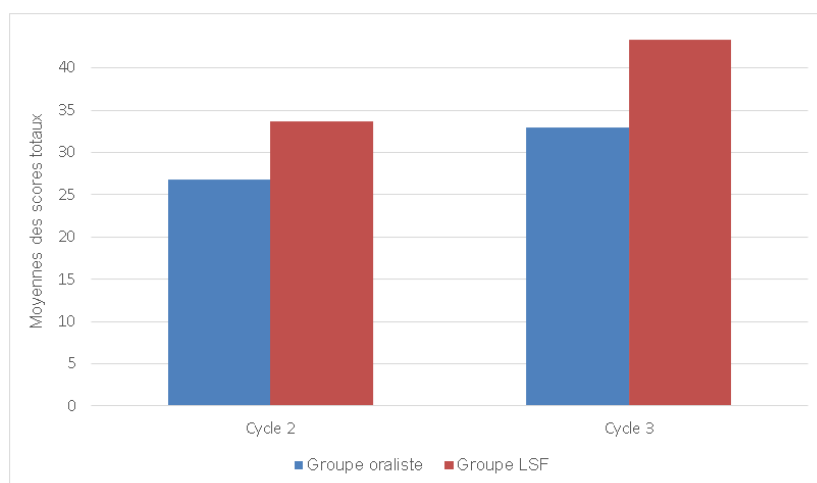


Figure 5. Moyennes des scores totaux à la tâche de lecture par groupe et par cycle

2. Résultats des scores moyens par série

Les analyses ne montrent aucun effet de cycle ($F(1,34) = .002, p = .966$), un effet de groupe significatif ($F(1,34) = 17.459, p < .001, \eta^2p = .339$) et un effet significatif de la série ($F(6,204) = 28.023, p < .001, \eta^2p = .452$).

De plus, un effet d'interaction entre la série et le groupe est observé ($F(6,204) = 8.543, p < .001, \eta^2p = .201$). Les analyses de comparaisons planifiées (post-hoc) montrent que le groupe LSF est significativement plus performant que le groupe oraliste pour les items de la série 6, correspondant aux nombres sous forme dizaine-unité ($p = .003$), et pour les items de la série 7, correspondant aux nombres à trois chiffres ($p = .001$). Un effet significatif de l'interaction entre le groupe et le cycle est

également observé ($F(1,34) = 4.558, p = .040, \eta^2p = .118$). Les analyses de comparaisons planifiées (post-hoc) ont été effectuées avec une correction de Bonferroni. Ces analyses montrent que, pour le cycle 3, les enfants du groupe LSF sont plus performants ($M = 43.36 ; ET = 1.57$) que les enfants du groupe oraliste ($M = 33.00 ; ET = 3.16$) ($p < .001$). Toutefois, au cycle 2, les enfants du groupe LSF sont aussi performants ($M = 33.63 ; ET = 11.25$) que les enfants du groupe oraliste ($M = 26.84 ; ET = 14.14$) ($p = .088$).

Il n'y a pas d'effet d'interaction entre la série et le cycle ($F(6,204) = .194, p = .978$).

Enfin, les analyses mettent en évidence un effet de triple interaction entre la série, le cycle et le groupe ($F(6,204) = 4.904, p < .001, \eta^2p = .126$). Pour comprendre cette triple interaction, deux analyses de variance univariée (ANOVA) ont été effectuées prenant en compte la variable dépendante (score) selon les variables indépendantes (groupes et séries) pour chacun des deux cycles. Tout d'abord, concernant le cycle 2, il n'y a pas d'effet de groupe ($F(1,21) = 2.280, p = .146$), mais un effet de série ($F(6,126) = 13.646, p < .001, \eta^2p = .394$). En revanche, l'interaction entre le groupe et la série n'est pas significative ($F(6,126) = .571, p = .753$). La figure 6 met en évidence ces résultats. Pour les enfants du cycle 3, les analyses montrent un effet significatif de groupe ($F(1,13) = 35.146, p < .001, \eta^2p = .730$), un effet significatif de la série ($F(6,78) = 31.353, p < .001, \eta^2p = .707$) et un effet significatif de l'interaction entre le groupe et la série ($F(6,78) = 26.300, p < .001, \eta^2p = .669$). D'une part, le groupe LSF est plus performant que le groupe oraliste à la série 5 présentant les dizaines ($p < .001$), à la série 6 présentant les nombres dizaine-unité ($p = .016$) et à la série 7 présentant les nombres à trois chiffres ($p < .001$). D'autre part, les enfants du cycle 3 intégrant le groupe LSF plafonnent à l'entière des items de la tâche de lecture ($p = 1.000$). La figure 7 met en évidence les moyennes des scores des enfants du cycle 3 par série.

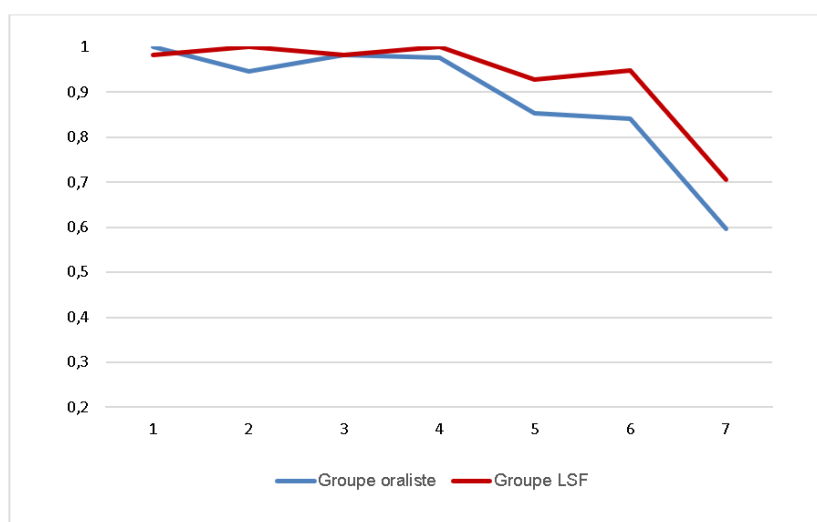


Figure 6. Moyennes des scores des enfants du cycle 2 par série et par groupe à la tâche de lecture

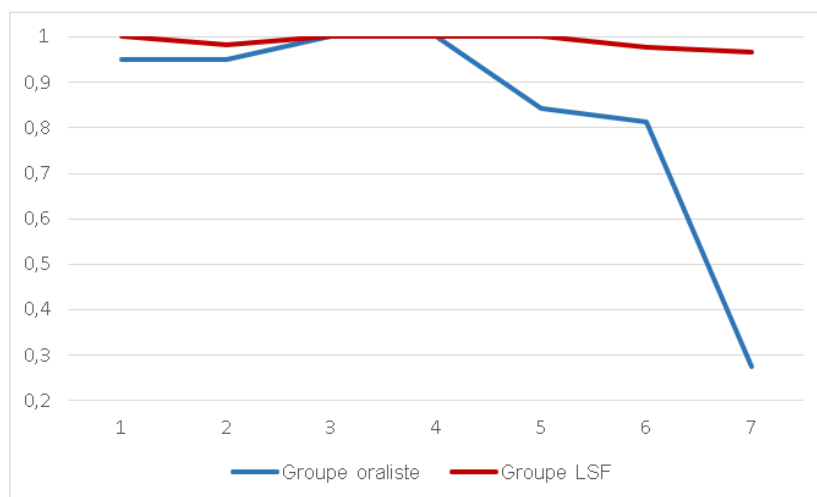


Figure 7. Moyennes des scores des enfants du cycle 3 par série et par groupe à la tâche de lecture

IV. Description des erreurs commises

Des analyses descriptives ont été réalisées afin de mettre en lumière les erreurs commises aux tâches de dictée et de lecture.

1. Erreurs commises à la tâche dictée

De manière cohérente à l'analyse des scores, les enfants de cycle 2 commettent plus d'erreurs (154 erreurs) que les enfants de cycle 3 (32 erreurs). En revanche, les enfants du groupe oraliste commettent le même nombre d'erreurs (94 erreurs) que les enfants du groupe LSF (92 erreurs), quel que soit leur cycle. La figure 8 reprend l'ensemble des types d'erreurs commises à la tâche de dictée par groupe et par cycle.

Premièrement, nous allons comparer les erreurs produites par les enfants du groupe oraliste et ceux du groupe LSF, tout cycle confondu. Les enfants du groupe oraliste commettent les mêmes types d'erreurs que les enfants du groupe LSF, et ce, à proportions proches. Les erreurs lexicales sont majoritaires (85% pour le groupe oraliste, 90% pour le groupe LSF). Parmi les erreurs lexicales, les enfants du groupe oraliste réalisent 76% d'erreurs lexicales de position dans la pile, contre 69% pour le groupe LSF. Le groupe LSF commet davantage d'erreurs lexicales d'inversion (20% contre 4% pour le groupe oraliste). Les erreurs syntaxiques sont réalisées à proportions équivalentes par les enfants du groupe oraliste (6%) et par les enfants du groupe LSF (7%). Toutefois, parmi les erreurs syntaxiques, le groupe oraliste commet une grande majorité d'erreurs syntaxiques littérales alors que les enfants du groupe LSF commettent des erreurs syntaxiques d'omission. Aussi, les enfants du groupe oraliste font 7% d'erreurs mixtes contre 3% pour le groupe LSF. Chaque groupe commet 1% d'erreurs décrites comme autres productions.

Deuxièmement, nous allons comparer les erreurs produites par les enfants de cycle 2 et ceux de cycle 3, tout groupe confondu. Les enfants du cycle 2 et du cycle 3 réalisent les mêmes types d'erreurs à proportions proches. Les erreurs lexicales sont majoritaires (82% pour le cycle 2, 93% pour le cycle 3). Parmi les erreurs lexicales, les enfants du cycle 2 réalisent davantage d'erreurs lexicales d'inversion (16% contre 8% pour le cycle 3) (ex : écrire 26 pour 62). Les enfants du cycle 3 réalisent davantage d'erreurs lexicales de position dans la pile (81% contre 63% pour le cycle 2) (ex :

écrire 38 pour 28). Les enfants du cycle 2 commettent presque autant d'erreurs syntaxiques (9%) que les enfants du cycle 3 (4%). Ils réalisent 6% d'erreurs syntaxiques d'omission (ex : écrire 6 pour 86), 2% d'erreurs syntaxiques par ajout (ex : écrire 2083 pour 283), alors que les enfants du cycle 3 ne réalisent aucune de ces erreurs. Les enfants du cycle 3 commettent 4% d'erreurs syntaxiques littérales (ex : écrire 10045 pour 145), contre 1% pour les enfants du cycle 2. Ces derniers font presque autant d'erreurs mixtes (6% contre 4% pour le cycle 3) (ex : écrire 10048 pour 283). De plus, les enfants du cycle 2 réalisent 2% d'autres productions (ex : écrire L pour 2) alors que les enfants du cycle 3 n'en réalisent pas.

Enfin, nous allons comparer les enfants du cycle 2 et ceux du cycle 3 au sein de chaque groupe, oraliste et LSF. Les enfants du groupe oraliste scolarisés en cycle 2 réalisent les mêmes types d'erreurs que les enfants oralistes scolarisés en cycle 3, et ce à proportion équivalente. Ils font une majorité d'erreurs lexicales (85% pour le cycle 2, 86% pour le cycle 3). Parmi ces erreurs, la majorité sont des erreurs lexicales de position dans la pile (73% pour le groupe oraliste cycle 2, 79% pour le groupe oraliste cycle 3). Les enfants du groupe oraliste du cycle 2 réalisent 9% d'erreurs lexicales d'inversion alors que les enfants du groupe oraliste du cycle 3 n'en réalisent aucune. Ces enfants réalisent des erreurs mixtes (respectivement 8% pour les enfants du groupe oraliste du cycle 2 et 7% pour les enfants du groupe oraliste du cycle 3) et des erreurs syntaxiques (respectivement 5% et 7%). Parmi les erreurs syntaxiques, la majorité sont des erreurs syntaxiques littérales (3% pour le groupe oraliste cycle 2 et 7% pour le groupe oraliste cycle 3). Enfin, les enfants du groupe oraliste en cycle 2 réalisent 3% d'autres productions alors que les enfants du groupe oraliste du cycle 3 n'en commettent pas.

Au sein du groupe LSF, les types d'erreurs sont plus diversifiés entre les cycles. Toutefois, les erreurs lexicales sont les plus représentées. Ces erreurs sont commises par 80% des enfants du groupe LSF de cycle 2 et par 100% des enfants du groupe LSF cycle 3. Parmi ces erreurs, une majorité sont des erreurs lexicales de position dans la pile (54% pour les enfants du groupe LSF de cycle 2, 83% pour les enfants du groupe LSF de cycle 3), suivie par des erreurs lexicales d'inversion (respectivement 23% et 17%). Parmi le groupe LSF, seuls les enfants du cycle 2 réalisent des erreurs lexicales de pile (3% contre 0% pour le cycle 3). Les autres erreurs commises par les enfants du cycle 2 sont à 14% des erreurs syntaxiques (11% d'erreurs syntaxiques d'omission, 3% d'erreurs syntaxiques littérales), à 5% des erreurs mixtes et à 1% d'autres types de productions.

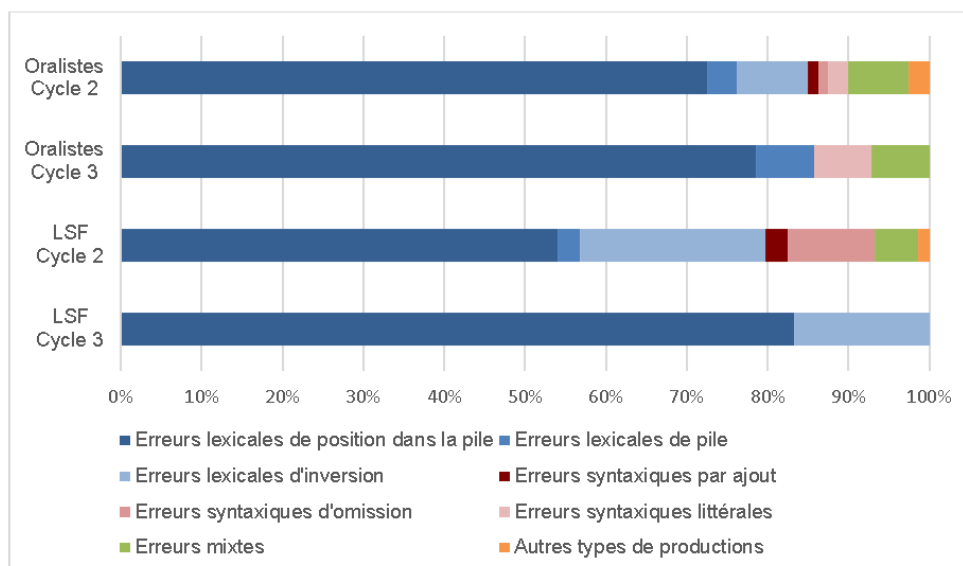


Figure 8. Types d'erreurs commises à la tâche de dictée par groupe et par cycle

2. Erreurs commises à la tâche lecture

De manière cohérente à l'analyse des scores, les enfants de cycle 2 commettent plus d'erreurs (115 erreurs) que les enfants de cycle 3 (17 erreurs). Les enfants du groupe oraliste commettent également plus d'erreurs (79 erreurs) que les enfants du groupe LSF (16 erreurs), quel que soit leur cycle. La figure 9 reprend l'ensemble des types d'erreurs commises à la tâche de lecture par groupe et par cycle.

Premièrement, nous allons comparer les erreurs produites par les enfants du groupe oraliste et ceux du groupe LSF, tout cycle confondu. Les enfants du groupe oraliste et du groupe LSF commettent des types d'erreurs différents. Les enfants du groupe oraliste commettent 26% d'erreurs lexicales contre 15% pour le groupe LSF. Parmi les erreurs lexicales, 24% sont des erreurs lexicales de position dans la pile pour le groupe oraliste contre 14% pour le groupe LSF. Le reste des erreurs lexicales commises par le groupe oraliste sont des erreurs lexicales de base (2%). Le reste des erreurs lexicales commises par le groupe LSF sont des erreurs lexicales d'inversion (1%). Les erreurs syntaxiques représentent 27% des erreurs commises par le groupe oraliste, contre 11% pour le groupe LSF. Parmi les erreurs syntaxiques du groupe oraliste, 25% sont des erreurs syntaxiques littérales et 2% des erreurs syntaxiques par ajout. Celles du groupe LSF correspondent à 8% à d'erreurs syntaxiques littérales et à 2% d'erreurs syntaxiques par ajout. Pour les enfants du groupe oraliste, le reste des erreurs sont à 2% des erreurs mixtes, 16% des erreurs de paramètres LSF et 30% des erreurs inclassables. Pour les enfants du groupe LSF, le reste des erreurs sont à 18% des erreurs de paramètres LSF et à 58% des erreurs inclassables.

Deuxièmement, nous allons comparer les erreurs produites par les enfants de cycle 2 et ceux de cycle 3, tout groupe confondu. Les enfants du cycle 2 et du cycle 3 réalisent des erreurs différentes. Les enfants du cycle 2 commettent 33% d'erreurs lexicales contre 7% pour le cycle 3. Parmi les erreurs lexicales, les deux cycles commettent majoritairement des erreurs lexicales de position dans la pile (31% pour le cycle 2, 7% pour le cycle 3) (ex : signer 6 pour 9). Parmi les erreurs lexicales

commises par les enfants du cycle 2, 2% sont des erreurs lexicales de base (ex : signer 7 pour 17) et 1% des erreurs lexicales d'inversion (ex : signer 15 pour 51). Les enfants du cycle 3 ne commettent pas ce type d'erreurs. Les enfants du cycle 2 réalisent 21% d'erreurs syntaxiques contre 17% pour les enfants du cycle 3. Pour les deux cycles, la majorité des erreurs syntaxiques sont des erreurs syntaxiques littérales (16% pour le cycle 2, 17% pour le cycle 3) (ex : signer 6 puis 0 pour 60). Le reste des erreurs syntaxiques commises par les enfants du cycle 2 sont à 4% des erreurs syntaxiques de production par ajout (ex : signer 60 puis 2 puis 4 pour 624). Les enfants du cycle 2 réalisent 2% d'erreurs mixtes (ex : signer 18 pour 7), 30% d'erreurs de paramètres LSF (ex : mauvaise configuration) et 14% d'erreurs inclassables. Les enfants du cycle 3 réalisent 3% d'erreurs de paramètres LSF et 73% d'erreurs inclassables (ex : signer 70 puis 10 pour 70).

Enfin, nous allons comparer les enfants oralistes et les enfants LSF au sein de chaque cycle, cycle 2 et cycle 3. Les enfants du groupe oraliste scolarisés en cycle 2 réalisent les mêmes types d'erreurs que les enfants du groupe LSF scolarisés en cycle 2 à proportions proches. Les enfants oralistes du cycle 2 commettent une plus grande proportion d'erreurs lexicales (38%) que les enfants du groupe LSF scolarisés en cycle 2 (29%). Parmi les erreurs lexicales, les enfants du groupe oraliste scolarisés en cycle 2 font 34% d'erreurs lexicales de position dans la pile, 3% d'erreurs lexicales de base, 0% d'erreurs lexicales d'inversion contre respectivement 27%, 0% et 2% pour les enfants du groupe LSF du cycle 2. Ces enfants commettent des erreurs syntaxiques à proportion égale avec le groupe oraliste cycle 2 (22% pour le groupe oraliste du cycle 2 contre 20% pour le groupe LSF du cycle 2). Parmi ces erreurs, la majorité sont des erreurs syntaxiques littérales (17% pour le groupe oraliste cycle 2, 16% pour le groupe LSF du cycle 2). Le reste des erreurs syntaxiques commises par le groupe oraliste cycle 2 sont à 5% des erreurs syntaxiques de production par ajout contre 4% pour le groupe LSF du cycle 2. Le groupe oraliste du cycle 2 commet 25% d'erreurs de paramètres LSF, 13% d'erreurs inclassables et 3% d'erreurs mixtes. Respectivement, les enfants du groupe LSF cycle 2 en commettent 35%, 16% et 0%.

Les enfants du groupe oraliste cycle 3 réalisent 13% d'erreurs lexicales, qui sont exclusivement des erreurs lexicales de position dans la pile, 33% d'erreurs syntaxiques, qui sont seulement des erreurs syntaxiques littérales, 47% d'erreurs inclassables et 7% d'erreurs de paramètres LSF. Au sein du groupe LSF cycle 3, seul un enfant commet une erreur : une erreur inclassable. La figure 9 met en avant l'ensemble de ces résultats.

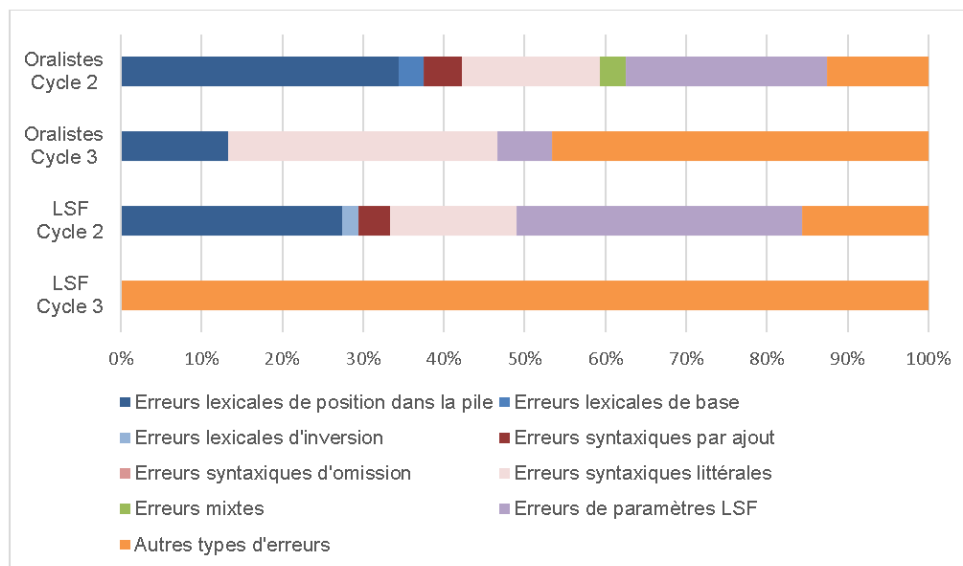


Figure 9. *Types d'erreurs commises à la tâche de lecture par groupe et par cycle*

DISCUSSION

L'objectif de ce mémoire était d'étudier le développement du transcodage en LSF chez les enfants du cycle 2 et du cycle 3. Il s'agissait de comparer les performances en transcodage d'enfants sourds bénéficiant d'une approche audio-phonatoire à des enfants sourds bénéficiant d'une approche visuo-gestuelle natifs de la LSF, et ce en cycle 2 et en cycle 3. L'étude s'intéressait à savoir si ces enfants obtenaient des scores équivalents et commettaient des erreurs similaires à deux tâches de transcodage. Pour cela, 50 enfants ont participé individuellement à trois tâches mathématiques réalisées au sein de leur école : une tâche de comptine numérique en LSF, une tâche de dictée (écriture de nombres arabes à partir de nombres en LSF) et une tâche de lecture (lecture de nombres en LSF à partir de nombres arabes). Les scores des enfants ont été analysés selon leur approche linguistique et leur cycle scolaire. Nos hypothèses stipulaient que les enfants sourds natifs de la LSF seraient plus performants que les enfants sourds oralistes et que les deux groupes commettraient des erreurs différentes aux tâches de mathématiques. Également, nos hypothèses mentionnaient que les enfants du cycle 2 seraient moins performants que les enfants du cycle 3 et que des erreurs différentes seraient retrouvées en fonction du cycle de scolarisation des enfants.

I. Interprétations des résultats

1. Comparaison des performances des deux groupes aux deux tâches de transcodage

La première hypothèse stipulait que, quelle que soit la tâche, les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle seraient plus performants que les enfants sourds disposant d'une approche à dominante audio-phonatoire. Selon les analyses effectuées, les enfants du groupe LSF ont des performances similaires aux enfants du groupe oraliste à la tâche de dictée (Annexe 11). Par contre, à la tâche de lecture, les enfants du groupe LSF sont meilleurs que ceux du groupe oraliste (Annexe 12). Ainsi, cette hypothèse est partiellement validée.

Concernant la dictée, Croiseaux (2002) montre une différence significative des performances à la tâche de dictée entre des enfants sourds de parents sourds et des enfants sourds de parents entendants. Nos résultats ne sont donc pas en concordance avec ceux décrits par la chercheuse. Des différences méthodologiques peuvent expliquer ces différences. Notre étude se base sur un échantillon de 50 enfants sourds âgés en moyenne de 9 ans et propose les tâches en LSF. L'étude menée par Croiseaux est en langue des signes belge. Une partie compare neuf enfants sourds de familles signantes à neuf enfants sourds de familles entendants. Les enfants sont âgés en moyenne de 11 ans. Ainsi, son étude s'intéresse à des enfants plus âgés que dans la présente étude. Si notre étude avait été réalisée avec des enfants du même âge, la différence de performances aurait pu être plus marquée, se rapprochant des résultats de Croiseaux (2002). L'étude de Croiseaux et la nôtre se différencient aussi par le type de population d'enfants sourds. Les enfants issus de familles signantes de l'étude de Croiseaux (2002) portent pour la majorité des prothèses auditives et communiquent en langue des signes belge à leur domicile. Les enfants de familles entendants portent essentiellement des prothèses auditives. Peu d'entre eux portent des implants cochléaires. Les enfants de familles entendants intégrés à notre étude sont une plus grande proportion à porter des implants cochléaires.

Les enfants de familles sourdes signantes ne portent aucun appareillage. La région francophone belge a mis en place un programme de dépistage néonatal de la surdité à partir de 2007 (Vos & Lagasse, 2009). Ainsi, les enfants nés dans les années 1990, n'ont pas bénéficié d'un dépistage néonatal de la surdité. Actuellement en France, et depuis 2012, le dépistage néonatal de la surdité est réalisé (Légifrance, arrêté du 23 avril 2012 relatif à l'organisation du dépistage de la surdité permanente néonatale). Ainsi, le dépistage de la surdité, la mise en place d'aides auditives précoces et le développement des aides auditives a pu avoir un effet sur le développement langagier des enfants et par conséquent sur leur développement mathématique. Nous pouvons émettre l'hypothèse que les enfants oralistes seraient donc actuellement plus performants en mathématiques qu'ils ont pu l'être dans les années 2000. Grâce à un meilleur dépistage, l'apport d'une langue signante a pu être plus précoce, amenant une utilisation des signes au quotidien plus importante se répercutant sur les compétences mathématiques des enfants.

Par ailleurs, l'étude de Croiseaux et la nôtre se différencient par la précision du protocole dans la tâche de dictée. Notre étude comprenait des critères d'arrêts. Il est à supposer que si l'ensemble des enfants avait effectué l'intégralité des items, la différence aurait pu être marquée entre les deux groupes. Effectivement, les enfants sourds oralistes ont été plus nombreux à ne pas avoir réalisé l'ensemble des items, neuf des 23 enfants sourds oralistes n'ont réalisé aucun item de la série 7, comprenant les nombres formés de centaine-dizaine-unité. Les enfants ayant réalisé les items de la série 7 sont potentiellement les plus forts du groupe oraliste puisqu'ils ont réalisé les items précédents. Il est à supposer que les enfants n'ayant pas effectué les items de la série 7 auraient commis des erreurs sur ces items, creusant ainsi l'écart de performances entre les enfants sourds oralistes et les enfants sourds du groupe LSF.

La tâche de dictée de l'étude menée par Croiseaux (2022) comprend 62 items contre 44 items pour la nôtre. Ainsi, nous pouvons supposer que le plus grand nombre d'items compris dans l'étude de Croiseaux (2002) a pu avoir un effet de fatigabilité chez les enfants, marquant la différence à la tâche de dictée entre les deux groupes. Les enfants oralistes, moins exposés à la langue des signes, auraient plus d'attention à porter sur les items signés.

En comparaison à l'étude de Croiseaux (2002), notre protocole débutait par une tâche de comptine numérique en LSF. En commençant par une tâche mathématique en langue signante, les enfants ont ainsi pu se remémorer les signes et être plus à même d'exercer la seconde tâche, celle de dictée. Les enfants oralistes auraient ainsi pu être plus performants dans la tâche de dictée expliquant la différence non-significative entre les deux groupes.

Concernant la lecture, notre étude est la première à investiguer cet aspect chez les enfants sourds et à montrer que les enfants du groupe LSF sont meilleurs que ceux du groupe oraliste. Elle montre que peu importe le cycle, le groupe oraliste obtient un score total plus faible à la tâche de lecture ($M = 27.91$; $ET = 13.07$) que le groupe LSF ($M = 37.59$; $ET = 9.88$).

Un résultat intéressant est donc que, quel que soit le cycle, les enfants du groupe oraliste obtiennent des scores totaux plus proches de ceux des enfants du groupe LSF à la tâche de dictée qu'à la tâche de lecture. Premièrement, la différence de scores des deux groupes à la tâche de dictée et de lecture pourrait s'expliquer par la transparence de la LSF en rapport à l'utilisation des nombres en français.

Les signes de 1 à 9 en LSF sont identiques à ceux utilisés par les enfants tout-venants utilisant leurs mains lors de tâches mathématiques (comme le comptage sur les doigts). Ainsi, il pourrait être plus facile de réaliser une tâche de dictée qu'une tâche de lecture, sans connaissances solides préalables. Deuxièmement, la raison de l'écart de performances en lecture de nombres entre les deux groupes pourrait s'expliquer par des facteurs environnementaux. Pagliaro et Kritzer (2013) et Kritzer (2009) montraient que les enfants issus de familles signantes ont de meilleures compétences mathématiques que ceux ayant des parents entendants. En effet, les enfants du groupe LSF sont baignés précocement dans une langue première signante et de manière complète. Les nombres sont utilisés en langue des signes dans leur quotidien par l'ensemble de leur entourage (Pagliaro & Kritzer, 2017, citées dans Henner et al., 2021). Les enfants bénéficiant d'une approche audio-phonatoire sont issus de familles oralistes qui n'utilisent pas toujours les signes dans leur quotidien. De plus, au sein de notre étude, lorsque les signes sont utilisés au sein du foyer des enfants, c'est notamment par un apport en français signé, et non en LSF. Les enfants du groupe oraliste sont exposés à la LSF par leurs enseignements scolaires en complément du français oral. L'école est ainsi vectrice d'un soutien en LSF. Cet apport scolaire n'est cependant pas généralisé dans le quotidien de l'enfant. Par ailleurs, les compétences en lecture de nombres pourraient être plus dépendantes du quotidien de l'enfant car cette habileté se développerait grâce à l'exposition à la langue, ici la LSF. Ces explications concordent avec nos résultats mettant en évidence qu'à la tâche de lecture les enfants du cycle 3 du groupe LSF sont plus performants que les enfants du cycle 3 du groupe oraliste sur les dizaines, les nombres composés de dizaine-unité et les nombres à trois chiffres. Ainsi, à cycle scolaire égal, l'exposition précoce et complète à la LSF permet aux enfants du groupe LSF d'être plus performants. Au contraire, la dictée de nombres serait une tâche plus scolaire demandant davantage de temps d'apprentissage formel. Les enfants y sont davantage exposés lors de leurs enseignements. Les enfants du groupe LSF ne sont donc pas plus exposés aux tâches de dictée de nombres que les enfants du groupe oraliste. Ainsi, ils ne sont pas avantagés à la tâche de dictée par rapport aux enfants du groupe oraliste et obtiennent des résultats similaires.

2. Comparaison des erreurs commises par les deux groupes aux deux tâches de transcodage

La deuxième hypothèse indiquait que les deux groupes commettraient des erreurs différentes. L'hypothèse énonçait qu'à la tâche de dictée, une plus grande proportion d'erreurs lexicales serait retrouvée chez les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle. Les résultats indiquent qu'à la tâche de dictée, les enfants sourds du groupe LSF commettent 90% d'erreurs lexicales, contre 85% pour les enfants du groupe oraliste. Cet écart n'indique pas de différence entre les deux groupes. De ce fait, cette hypothèse n'est pas validée.

Aussi, l'hypothèse stipulait que les enfants sourds bénéficiant d'une approche à dominante audio-phonatoire commettraient une plus grande proportion d'erreurs syntaxiques que les enfants bénéficiant d'une approche à dominante visuo-gestuelle. Les résultats montrent que les enfants du groupe oraliste et ceux du groupe LSF commettent des erreurs syntaxiques à proportions équivalentes (respectivement 6% et 7% d'erreurs syntaxiques) (Annexe 13). L'hypothèse 2 a été

rédigée selon les résultats de l'étude menée par Croiseaux en 2002. Son étude se base sur des enfants âgés entre 8 et 13 ans. Ainsi, si la comparaison est effectuée à âges équivalents, entre les enfants du cycle 3 de notre étude, et les enfants de l'étude menée par Croiseaux, les enfants du groupe oraliste commettent effectivement plus d'erreurs syntaxiques (7%) que les enfants du groupe LSF (0%). Pour la tâche de dictée, l'hypothèse est donc partiellement validée.

L'hypothèse indiquait que des résultats similaires étaient attendus à la tâche de lecture mais cela reste exploratoire. Les résultats montrent que les enfants du groupe oraliste commettent plus d'erreurs lexicales (26%) que les enfants du groupe LSF (15%), ce qui est contraire à l'hypothèse de départ. Les enfants du groupe oraliste commettent aussi davantage d'erreurs syntaxiques (27%) que les enfants du groupe LSF (11%) (Annexe 14). Pour les erreurs syntaxiques, ces données tendent à valider l'hypothèse. Pour la tâche de lecture, l'hypothèse 2 est donc partiellement validée.

A la tâche de dictée, Croiseaux (citée dans Leybaert, 2006) indique que les enfants sourds commettent des erreurs lexicales de confusions entre les signes proches d'un point de vue de la configuration manuelle. Au regard de ce résultat, nous avons mené des analyses complémentaires à celles nécessaires pour tester nos hypothèses. Nous aurions pu nous attendre à ce que les enfants de notre étude fassent des confusions entre les signes de configuration manuelle proche comme entre 20 et 50. Ce résultat n'a été observé que pour un enfant et seulement pour un item, ce qui n'est pas en concordance avec les observations de la chercheuse. Croiseaux (2002) mentionne que les erreurs lexicales commises par les enfants sourds natifs de la LSF s'expliquent par la structure sous-jacente à la langue des signes en base 5. Qualitativement, certains enfants de notre groupe LSF commettent ce type d'erreurs en confondant par exemple 81 et 86 ou 62 et 67. Ainsi, nous retrouvons également des erreurs liées à la structure de la numération en base 5 en LSF.

Par ailleurs, des stratégies ont été mises en place par les enfants. Certains enfants oralistes de notre étude ont tendance à oraliser correctement les signes vus afin de les écrire. Cela tend à montrer que les enfants du groupe oraliste sont moins à l'aise avec les nombres en LSF qu'ils ne le sont avec le système numérique oral. Quelques enfants oralistes prononçaient verbalement les nombres de façon erronée mais les signaient correctement. Les enfants du groupe LSF ont eu tendance à signer pour eux-mêmes les signes vus avant de les écrire, telle une « subsignation ». Ces différences de stratégies peuvent être mises en lien avec les spécificités retrouvées en mémoire de travail chez les personnes sourdes signantes. Le processus de boucle phonologique est traduit en modalité manuelle, en langue des signes, ce qui permet aux enfants de « subsigner » les nombres afin de les traiter (Wilson & Emmorey, 1997). Aussi, cette stratégie peut être mise en lien avec les caractéristiques spatiales des nombres signés, l'enfant voulant signer à nouveau le nombre dans son sens. On remarque d'ailleurs que les erreurs lexicales d'inversion ont été davantage produites par les enfants du groupe LSF que par les enfants du groupe oraliste. Il est possible que les enfants du groupe oraliste recopiaient d'abord ce qu'ils voyaient en premier, ne prêtant pas attention à la syntaxe et à la compréhension du nombre. Quant aux enfants du groupe LSF, ils peuvent davantage traiter l'information et commettre des erreurs dans la notation positionnelle du nombre. Aussi, il est possible de mettre en évidence un effet de longueur. Nombreux sont les enfants à avoir demandé à revoir la vidéo du nombre avant de l'écrire lorsqu'il se composait d'une centaine, dizaine et unité.

A la tâche de lecture, les enfants du groupe oraliste commettent plus d'erreurs lexicales que les enfants du groupe LSF. Ces résultats peuvent être expliqués par un facteur environnemental. Les enfants du groupe oraliste étant moins confrontés aux signes de la LSF, leur encodage est moins précis. C'est en ce sens qu'ils réalisent des erreurs lexicales de pile sur les dizaines particulières, signes moins transparents vis-à-vis du système numérique oral que les signes composés d'une dizaine et d'une unité. Ils sont aussi plus à même de confondre le système numérique signé du système numérique oral. Par exemple, lorsque le nombre 10 est présenté en modalité indo-arabe, les enfants du groupe oraliste sont plus nombreux à le signer tel que nous le faisons en français avec nos deux mains ouvertes en configuration 5 qu'avec le réel signe 10 issu de la LSF. Ils se basent sur la représentation cardinale du nombre (10 = 10 doigts) et non sur une représentation symbolique du signifiant se traduisant par le signe 10 en LSF. Il est possible de mettre en lien cette erreur avec le manque d'expérience à le signer. L'enfant n'aurait pas assez pratiqué le signe pour l'encoder en mémoire à long terme. Les enfants du groupe oraliste font plus d'erreurs syntaxiques littérales que les enfants du groupe LSF. Les enfants du groupe oraliste s'appuieraient davantage sur la syntaxe du système numérique oral produisant ainsi les signes comme ils les parleraient. Les enfants du groupe LSF n'ont connu que la syntaxe de la LSF, ils sont donc moins à même de produire ce type d'erreurs.

3. Comparaison des performances des deux cycles aux deux tâches de transcodage

L'hypothèse 3 stipulait que les enfants du cycle 2 seraient moins performants que les enfants du cycle 3, quelle que soit la tâche. Cette hypothèse est confirmée pour les deux tâches. En effet, les enfants du cycle 3 sont meilleurs que ceux du cycle 2 à la tâche de dictée comme à la tâche de lecture (Annexe 15 et 16). Ces résultats tendent à confirmer l'idée d'une trajectoire développementale.

Quelle que soit la tâche, les enfants du cycle 2 n'ont pas encore acquis la totalité des compétences en transcodage alors que les enfants du cycle 3 atteignent presque le score maximal. Ainsi, la progression se ferait lors des apprentissages scolaires durant le cycle 2 et le cycle 3. L'écart entre les cycles est plus important à la tâche de dictée qu'à la tâche de lecture. Il est possible de supposer que la tâche de dictée est davantage scolaire et demande plus de temps d'apprentissage formel que celle de lecture. Ainsi, les enfants développeraient leurs capacités en dictée de nombres par l'école uniquement, au cours du cycle 2 et du cycle 3, notamment pour les nombres à trois chiffres. En outre, les compétences en lecture de nombres sont davantage développées et utilisées au sein de l'environnement de l'enfant. Les enfants du cycle 2 sont davantage en difficulté sur les nombres à trois chiffres. Il se pourrait que les enfants acquièrent ces notions en parallèle des apprentissages scolaires de dictées de nombres et par l'exposition aux autres enseignements de numération. Les enseignements scolaires permettraient une exposition plus importante aux nombres à trois chiffres, ce qui permettrait aux enfants de mieux les encoder à l'écrit comme en signes. Il est aussi possible de mettre ces résultats en lien avec les compétences de comptage des enfants sourds. Les enfants du cycle 2 ont une comptine LSF plus courte (autour de 41) que les enfants du cycle 3 (autour de 73). Ces résultats concordent avec ceux de la tâche lecture, les enfants de cycle 2 sont moins performants à la tâche de lecture au vu de leurs compétences en comptine signée.

4. Comparaison des erreurs commises par les deux cycles aux deux tâches de transcodage

La question de recherche n°4 s'intéressait à savoir si les enfants de cycle 2 et les enfants de cycle 3, tout groupe confondu, réalisaient les mêmes erreurs. Aucune hypothèse n'avait été rédigée en lien avec cette question de recherche et les analyses étaient exploratoires.

A la tâche de dictée, les enfants du cycle 2 et du cycle 3 réalisent les mêmes types d'erreurs (Annexe 17). Dans son étude, Croiseaux (2002) n'évoque aucun effet significatif de l'âge. Les types d'erreurs n'évoluent pas selon l'âge des enfants. C'est aussi ce que démontrent nos résultats. Nos résultats suggèrent une prédominance importante d'erreurs lexicales pour les deux cycles. Croiseaux (2002) montre ce même résultat en prenant en considération des enfants âgés de 8 à 11 ans et des enfants âgés de 11 à 13 ans. Les enfants de cycle 2 et de cycle 3 de notre étude réalisent des erreurs syntaxiques à proportions proches. Par l'étude de Croiseaux (2002), Leybaert (2006) indique la même tendance. La proportion d'erreurs syntaxiques produites entre les enfants âgés de 8 à 11 ans et ceux de 11 à 13 ans n'évolue pas de manière significative. Toutefois, en comparant les scores bruts, les enfants de cycle 2 de notre étude commettent davantage d'erreurs syntaxiques que les enfants de cycle 3, ce qui suggère, selon Croiseaux (2002), une meilleure compréhension du système de numération en base 10. Dans notre étude, parmi les erreurs syntaxiques, les enfants du cycle 2 réalisent une grande proportion d'erreurs syntaxiques d'omission alors que les enfants du cycle 3 n'en font pas. Il se pourrait que les enfants de cycle 3 aient un traitement de l'information visuo-spatiale plus développé et une meilleure mémoire de travail leur permettant de prendre en compte l'ensemble des éléments dictés.

A la tâche de lecture, les enfants du cycle 2 réalisent aussi davantage d'erreurs lexicales que les enfants du cycle 3 (Annexe 18). Ce résultat pourrait s'expliquer par une maîtrise plus faible des nombres en LSF de la part des enfants de cycle 2, comparés aux enfants de cycle 3. C'est ce que mettent en avant nos résultats à la tâche de comptine signée (score indulgent). Ainsi, les enfants de cycle 2 auraient moins de connaissances relatives aux nombres et commettraient des erreurs lexicales dues à des confusions entre les signes ou à des confusions entre le système numérique oral et signé. Dans notre étude, les enfants des deux cycles réalisent des erreurs syntaxiques à proportions proches à la tâche de lecture. Toutefois, en comparant les scores bruts, les enfants du cycle 2 réalisent plus d'erreurs syntaxiques que les enfants du cycle 3. Comme à la tâche de dictée, ce résultat peut indiquer une meilleure compréhension du système de numération pour les enfants les plus âgés.

II. Forces et limites de l'étude

1. Forces de l'étude

La principale force de l'étude est l'exploration des capacités de transcodage des nombres en LSF. Cette étude est la première à s'intéresser à ces capacités chez les enfants sourds de primaire en comparant les enfants sourds de parents entendants à des enfants sourds de parents sourds

signants. Elle complète ainsi les connaissances actuelles des habiletés mathématiques des enfants sourds.

Une seconde force de l'étude est le nombre d'enfants recrutés. Par les contacts établis et nos recherches, 50 enfants ont pu être testés en LSF. En termes d'approche linguistique, nos deux groupes étaient homogènes. Les résultats sont plutôt représentatifs de la population d'enfants sourds, notamment pour ceux de parents signants.

2. Limites de l'étude

La limite principale de notre étude tient en l'existence de critères d'arrêts dans les tâches de transcodage. Afin de ne pas mettre trop en échec les enfants et de focaliser leur attention sur l'ensemble des tâches, des critères d'arrêts ont été mis en place pour chaque tâche. Aux tâches de dictée et de lecture, les critères d'arrêts étaient dépendants des séries (voir partie III. Matériel, 2.3 Présentation des items, p. 32). Par conséquent, les enfants les plus performants dans les premières séries l'ont aussi été dans les séries les plus difficiles. Ainsi, les résultats de la dernière série se basent sur les performances des enfants les plus forts. Ils ne sont donc pas représentatifs des compétences générales des enfants. Les enfants oralistes à la tâche de dictée ont été les plus concernés. Peu d'entre eux ont réalisé les items de la série 7 composée des nombres à trois chiffres. Afin d'avoir des résultats plus représentatifs et complets pour chaque tâche, nous aurions pu décomposer le protocole en tâches distinctes en proposant, par exemple, une administration de chaque tâche sur des jours ou créneaux différents.

La seconde limite concerne la tâche de comptine signée. Afin de respecter les contraintes de temps et de ne pas fatiguer excessivement les enfants, il leur a été demandé de compter le plus loin possible jusqu'à 100. Toutefois, les items proposés aux tâches de transcodage dépassaient 100. Ainsi, la tâche de comptine ne nous permet pas de savoir si, au-delà du transcodage, les enfants auraient été capables de produire les nombres au-delà de 100. Afin de ne pas mettre en difficultés les enfants sur les tâches de transcodage, nous aurions pu leur demander de compter davantage pour avoir un aperçu réel de leurs capacités en comptine numérique signée. Il aurait été possible de leur demander de compter jusqu'à 103. En prenant en compte le facteur temps, nous aurions pu leur demander de signer des nombres entre des bornes spécifiques pour avoir une représentation plus exhaustive de leurs capacités en comptines signée (par exemple, compter entre 1 et 21, entre 29 et 32, entre 38 et 43, entre 98 et 102 etc.).

Enfin, les groupes incluant les enfants de cycle 2 et de cycle 3 ne sont pas homogènes. En effet, l'échantillon incluant les enfants oralistes de cycle 3 est composé seulement de quatre enfants. Nos résultats comparant les enfants de cycle 3 du groupe oraliste à ceux du groupe LSF peuvent donc de pas être représentatifs des compétences de ces enfants. Nous aurions pu être plus précises au sein du recrutement, en veillant à tester le même nombre d'enfants par groupe et par cycle.

III. Perspectives cliniques

Les enseignements scolaires dispensés pour les enfants sourds le sont souvent en classes mixtes ayant pour modalité du français oral et de la LSF et/ou du français signé et accueillant à la fois des

enfants oralistes et des enfants signants. Les enseignements en mathématiques se font alors simultanément en langue orale et en langue signée. Au vu de nos observations, les enfants sourds oralistes ne se différencient pas des enfants sourds signants à la tâche de dictée. L'impact du langage est moins important en dictée de nombres qu'il ne l'est à la tâche de lecture. Ainsi, nous pouvons encourager les enseignants à proposer davantage des tâches de lecture de nombres pour soutenir les différences d'exposition à la LSF dans l'environnement des enfants. Aussi, l'étude montre le grand taux d'erreurs lexicales commis, notamment à la tâche de dictée, par les enfants. Des enseignements plus précis et spécifiques centrés sur le lexique mathématique des nombres peuvent être bénéfiques pour favoriser les capacités en transcodage des enfants et ainsi soutenir leurs activités mathématiques. Grâce à une exposition précoce aux nombres signés, leur encodage en mémoire à long terme pourrait être plus solide.

Au sein des classes mixtes, il convient de prêter attention aux signes utilisés. Les signes les moins transparents peuvent mettre en difficultés les enfants oralistes dans leur compréhension, notamment chez les enfants de cycle 2. Un travail spécifique liant les unités lexicales numériques en LSF et en français oral peut être un soutien pour ces enfants-là.

Aussi, nous pouvons inciter les enseignants à encourager les enfants à subsigner et/ou à subvocaliser lors des apprentissages mathématiques. Ces stratégies pourraient être une aide pour les enfants dans les tâches proposées. Un travail de rotation mentale spécifique aux nombres peut être à considérer pour que les enfants soient en capacité à traiter les nombres sans inversion. Aussi, nous avons pu observer que certains enfants ont eu tendance à écrire les nombres correctement mais en inversant leur écriture (par exemple, écrire 3 puis 2 pour 23). En ce sens, un axe de travail traitant de la gestion de la temporalité et la spatialité dans la présentation des nombres pourrait permettre d'aider les enfants à se représenter correctement les nombres selon le sens de signation.

Notre étude apporte des indications sur les types d'erreurs réalisées par les enfants sourds et peut ainsi permettre aux orthophonistes d'avoir un repère des erreurs commises lors des évaluations mathématiques, notamment du transcodage, des enfants sourds. Nous pouvons suggérer aux orthophonistes d'accepter les productions signées des enfants sourds lors de des évaluations mathématiques. Les signes seront aussi une aide dans la rééducation permettant à l'enfant d'avoir des indices visuels en complément du français oral.

IV. Perspectives de recherche

Ce projet offre de nouvelles perspectives de recherche concernant les compétences mathématiques des enfants sourds. Tout d'abord, il serait intéressant de recenser l'ensemble des signes-nombres utilisés par les personnes utilisant la LSF en France. Comme mentionné, de nombreux signes sont existants pour les mêmes nombres mais aucune recherche ou documentation n'existe sur le sujet.

Par ailleurs, il serait possible de recenser les erreurs spécifiques et typiques chez chaque groupe d'enfants sourds pour les tâches de transcodage. Une analyse d'items serait enrichissante et viendrait préciser notre étude. Aussi, il serait intéressant d'approfondir les analyses concernant les types d'erreurs inclassables ou celles liées aux paramètres de la LSF. En explorant les vidéos des productions recueillies, il pourrait être pertinent de s'intéresser de manière plus approfondie aux

paramètres LSF des productions signées des enfants, en tenant compte des paramètres manuels et non-manuels. Ainsi, cela permettrait de considérer au mieux les variations de signes réalisées par les enfants selon leur groupe et mettre en évidence l'influence du facteur familial et/ou de scolarisation.

La réplication de cette étude pourrait se faire avec des enfants plus âgés. Il serait pertinent de s'intéresser aux performances et types d'erreurs réalisées chez les adolescents.

Par ailleurs, il serait possible de réitérer la présente étude en comparant des enfants oralistes en modalité orale à des enfants sourds signants en LSF pour que chaque groupe réalise le protocole dans la langue à laquelle il est le plus exposé. Ainsi, il serait possible de comparer les performances des deux groupes et d'analyser précisément les erreurs des enfants sourds en prenant en considération leur langue première. Il serait intéressant de comparer les performances des enfants sourds oralistes en modalité orale à leurs compétences en LSF. Nous pourrions déterminer si les types d'erreurs sont spécifiques à leur surdité ou à la langue utilisée.

Aussi, une étude intéressante pourrait porter sur la compréhension du système de numération depuis le code signé en incluant des manipulations de matériel. Une autre étude pourrait s'intéresser plus précisément aux compétences de comptage en LSF chez les enfants sourds de primaire ou chez les enfants sourds plus jeunes pour apprécier le développement de la comptine numérique signée.

CONCLUSION

La présente étude avait pour objectif d'explorer les compétences de transcodage des enfants sourds selon leur approche linguistique et leur cycle de scolarisation. Plus précisément, il s'agissait de s'intéresser aux performances et aux types d'erreurs commises par 50 enfants sourds à une tâche de dictée de nombres et à une tâche de lecture de nombres.

Premièrement, les résultats de l'étude montrent qu'à la tâche de dictée de nombres les deux groupes sont aussi performants. A cette même tâche, les résultats indiquent que les deux groupes commettent le même taux d'erreurs lexicales. Les résultats montrent un taux d'erreurs syntaxiques équivalent pour les deux groupes. Deuxièmement, concernant la tâche de lecture de nombres, les résultats montrent que les enfants du groupe LSF sont plus performants que les enfants du groupe oraliste. Les résultats indiquent que les enfants du groupe oraliste commettent plus d'erreurs lexicales que les enfants du groupe LSF. Ils commettent également plus d'erreurs syntaxiques que les enfants du groupe LSF. Troisièmement, les enfants du cycle 2 sont moins performants que les enfants du cycle 3, quelle que soit la tâche. Enfin, les résultats montrent qu'à la tâche de dictée de nombres, les deux cycles commettent les mêmes types d'erreurs. A la tâche de lecture de nombres, les enfants du cycle 2 réalisent plus d'erreurs lexicales que les enfants du cycle 3. Les enfants des deux cycles réalisent le même taux d'erreurs syntaxiques.

L'étude permet d'encourager les enseignants à proposer des tâches de lecture de nombres en LSF afin de soutenir les compétences des enfants sourds oralistes. Aussi, notre recherche apporte des indications sur les types d'erreurs réalisées par les enfants sourds selon leur approche linguistique prédominante. Ces observations peuvent permettre aux enseignants et aux orthophonistes d'avoir un repère des erreurs commises lors des évaluations mathématiques, notamment du transcodage, des enfants sourds.

Les compétences mathématiques des enfants sourds, notamment en LSF, sont encore peu décrites dans la littérature. Ce projet apporte de nouvelles perspectives de recherches. D'autres études pourraient venir compléter les connaissances actuelles. Une analyse plus approfondie du type d'erreurs par item pourrait être établie. Aussi, il serait judicieux de s'intéresser plus précisément aux paramètres de la LSF dans les nombres signés.

Charlotte Lamy, orthophoniste



Anne LAFAY.



RÉFÉRENCES

- Alegria, J., & Leybaert, J. (2005). Le langage par les yeux chez l'enfant sourd : Lecture, lecture labiale et langage parlé complété. In Transler, C., Leybaert, J. & Gombert, J.-E. (Eds), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd : Les signes, l'oral et l'écrit* (pp.213-252). Marseille : Solal.
- Arfé, B., Lucangeli, D., Genovese, E., Monzani, D., Gubernale, M., Trevisi, P., & Santarelli, R. (2011). Analogic and symbolic comparison of numerosity in preschool children with cochlear implants. *Deafness & Education International*, 13, 34-45.
<https://doi.org/10.1179/1557069X11Y.0000000002>
- Arrêté du 23 avril 2012 relatif à l'organisation du dépistage de la surdité permanente néonatale (J.O. 4 mai 2012).
- Attina, V. (2005). *La Langue Française Parlée Complétée : Production et Perception* [Thèse, Institut national polytechnique de Grenoble]. <https://theses.hal.science/tel-00384080>
- Aymeline LSF (2019, 22 mars). Les chiffres en LSF ! [YouTube].
<https://www.youtube.com/watch?v=n-7to-0RcQs&t=132s>
- Barrouillet, P., Camos, V., Perruchet, P., & Seron, X. (2004). ADAPT: A Developmental, Asemantic, and Procedural Model for Transcoding From Verbal to Arabic Numerals. *Psychological Review*, 111, 368-394. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.2.368>
- Barrouillet, P., & Seron, X. (2018). Apprendre à transcoder. In Ferrand, L., Lété, B. & Thevenot, C. (Eds), *Psychologie cognitive des apprentissages scolaires : Apprendre à lire, écrire, compter* (pp. 239-252). Dunod.
- B.I.A.P - Bureau International d'Audiophonologie. (1997). *Classification audiométrique des déficiences auditives*. <https://www.biap.org/en/component/content/article/65-recommendations/ct-2-classification/5-biap-recommendation-021-bis>
- Biard, M.-C., Feron, A.-M., & Pessendorffer, A. (2020). Le développement de la communication et d'une langue. In Bragard, A. (Ed), *Premiers pas avec un enfant déficient auditif* (pp.43-74). PUL, Presses Universitaires de Louvain.
- Bogliotti, C., Puissant-Schontz, L., & Marshall, C. (2017). L'atypie langagière chez les enfants sourds : une piste pour définir le développement du langage normal et pathologique dans les langues des signes. In Bogliotti, C., Isel, F., & Lacharet-Dujour A. (Eds), *Atypies langagières de l'enfance à l'âge adulte* (pp. 75-114). De Boeck Supérieur.

- Borel, S., Leybaert, J., Ambert-Dahan, E., Charlier, B., Croiseaux, É., Ernst, É., Hage, C., Ligny, C., & Van Vlierberghe, C. (2020). *Surdités de l'enfant et de l'adulte : Bilans et interventions orthophoniques*. De Boeck Supérieur.
- Brin-Henry, F., Courier, C., Lederlé, E., & Masy, V. (2018). Surdité. *Dictionnaire d'orthophonie* (4  me édition). Ortho Edition.
- Bull, R., Marshark, M., Nordmann, E., Sapere, P., & Skene, W. (2017). 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. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12204>
- Bultet, C. (2015) *Petit glossaire des caractéristiques de la langue des signes*. [https://f.hypotheses.org/wp-content/blogs.dir/1372/files/2015/01/Petit-glossaire-des-caractéristiques-de-la-LS.-Christelle-Bultet.-2014.pdf](https://f.hypotheses.org/wp-content/blogs.dir/1372/files/2015/01/Petit-glossaire-des-caract%C3%A9ristiques-de-la-LS.-Christelle-Bultet.-2014.pdf)
- Chen, L., Wang, Y., & Wen, H. (2021). Numerical Magnitude Processing in Deaf Adolescents and Its Contribution to Arithmetical Ability. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.584183>
- Croiseaux,   . (2002). *Le transcodage numérique chez les enfants sourds : Du code verbal signé au code arabe* [Mémoire de logopédie non publiée, Université libre de Bruxelles, Université catholique de Louvain].
- Cuxac, C. (2003). Langue et langage : un apport critique de la langue des signes française : La langue des signes est-elle une langue ? Petite histoire d'une grande question. *Langue française*, 137(1), 12-31. <https://doi.org/10.3406/lfr.2003.1054>
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1), 1-42. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90049-N](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90049-N)
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical cognition*.
- Delaporte, Y. (1998). Le regard sourd : « Comme un fil tendu entre deux visages... ». *Terrain*, 30, 49-66. <https://doi.org/10.4000/terrain.3363>
- Dicoplus LSF (2022, 22 janvier). Nombre – la LSF point par point – Apprendre la langue des signes française gratuitement [YouTube]. <https://www.youtube.com/watch?v=iXDmwxyzrdVo>

- Doucet, S. P., Steacie, P., & Neuss, D. (2013). Audition, parole et langage. In Fitzpatrick, E. & Doucet, S. (Eds), *Apprendre à écouter et à parler. La déficience auditive chez l'enfant*. Presses de l'Université d'Ottawa.
- Edwards, A., Edwards, L., & Langdon, D. (2013). The mathematical abilities of children with cochlear implants. *Child Neuropsychology*, 19(2), 127-142.
<https://doi.org/10.1080/09297049.2011.639958>
- Fayol, M. (2012). Représenter et manipuler symboliquement les quantités : Les codes. In Fayol (Ed), *L'acquisition du nombre* (pp. 19-39). Presses Universitaires de France.
<https://www.cairn.info/l-acquisition-du-nombre--9782130585084-p-19.htm>
- Fuson, K. C., Richards, J., & Briars, D. J. (1982). The Acquisition and Elaboration of the Number Word Sequence. In C. J. Brainerd (Ed.), *Children's Logical and Mathematical Cognition* (pp. 33-92). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9466-2_2
- Galant, P. (2003). *Dictionnaire bilingue L.S.F / Français*. Editions IVT.
- Hage, C. (2005). De la communication au langage : Développement du langage oral chez l'enfant atteint de déficience auditive profonde. In Transler, C., Leybaert, J. & Gombert, J.-E., *L'acquisition du langage par l'enfant sourd : Les signes, l'oral et l'écrit* (pp. 121-146). Marseille : Solal.
- HAS. (2007). *Evaluation du dépistage néonatal systématique de la surdité permanente bilatérale*. Haute Autorité de Santé. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/evaluation_du_depistage_neonatal_systematique_de_la_surdite_permanente_bilaterale_synthese_et_perspectives.pdf
- HAS. (2009). *Surdité de l'enfant : Accompagnement des familles et suivi de l'enfant de 0 à 6 ans*. Haute Autorité de Santé. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-03/surdite_de_lenfant_-_0_a_6_ans_-_recommandations.pdf
- HAS. (2012). *Le traitement de la surdité par implants cochléaires ou du tronc cérébral*. Haute Autorité de Santé. https://www.has-sante.fr/jcms/r_1438002/fr/le-traitement-de-la-surdite-par-implants-cochleaires-ou-du-tronc-cerebral-fiche-buts-actualisation-janvier-2012
- HAS. (2013). *Surdité de l'enfant : Que proposer avant l'âge de six ans ?* Haute Autorité de Santé. https://www.has-sante.fr/jcms/r_1501283/fr/surdite-de-l-enfant-que-proposer-avant-l-age-de-six-ans

- Helloin, M.-C., & Lafay, A. (2021). *Examaths 5-8, batterie informatisée d'examen des habiletés mathématiques pour les enfants de 5 à 8 ans*. HappyNeuron.
- Henner, J., Novogrodsky, R., Caldwell-Harris, C., & Hoffmeister, R. (2019). The Development of American Sign Language–Based Analogical Reasoning in Signing Deaf Children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 62(1), 93-105. https://doi.org/10.1044/2018_JSLHR-L-18-0062
- Henner, J., Pagliaro, C., Sullivan, S., & Hoffmeister, R. (2021). Counting Differently : Assessing mathematics achievement of signing deaf and hard of hearing children through a unique lens. *American Annals of the Deaf*, 166(3), 318-341. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1313169.pdf>
- Herzog, M., Ehlert, A., & Fritz, A. (2019). Development of a Sustainable Place Value Understanding. In Fritz, A., Haase, V. G., & Räsänen, P. (Eds.), *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties: From the Laboratory to the Classroom* (pp. 561-579). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_33
- Herzog, M., & Fritz, A. (2022). Place Value Understanding Explains Individual Differences in Writing Numbers in Second and Third Graders But Goes Beyond. *Frontiers in Education*, 6. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2021.642153>
- Hiel, A.-L., & Dassý, G. (2020). La déficience auditive d'un point de vue médical. In Bragard, A. (Ed), *Premiers pas avec un enfant déficient auditif*. (pp.15-42) PUL, Presses Universitaires de Louvain.
- Huber, M., Kipman, U., & Pletzer, B. (2014). Reading instead of reasoning ? Predictors of arithmetic skills in children with cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 78(7), 1147-1152. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.04.038>
- Kelly, R. R. (2008). Deaf learners and mathematical problem solving. In Marschark, M. & Hauser, P. C. (Eds.), *Deaf cognition: Foundations and outcomes* (pp. 226–249). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195368673.003.0008>
- Kelly, R. R., & Mousley, K. (2001). Solving Word Problems : More Than Reading Issues for Deaf Students. *American Annals of the Deaf*, 146(3), 251-262. <https://doi.org/10.1353/aad.2012.0088>

- Kritzer, K. L. (2009a). Families With Young Deaf Children and the Mediation of Mathematically Based Concepts Within a Naturalistic Environment. *American Annals of the Deaf*, 153(5), 474-483. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/26234557>
- Kritzer, K. L. (2009b). Barely Started and Already Left Behind: A Descriptive Analysis of the Mathematics Ability Demonstrated by Young Deaf Children. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14(4), 409-421. <https://doi.org/10.1093/deafed/enp015>
- Lafay, A., Adrien, E., Lonardo Burr, S. D., Douglas, H., Provost-Larocque, K., Xu, C., LeFevre, J.-A., Maloney, E. A., Osana, H. P., Skwarchuk, S.-L., & Wylie, J. (2023). Transcoding of French numbers for first- and second- language learners in third grade. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 77(2), 393-407. <https://doi.org/10.1177/17470218231174339>
- Lê, M. L., & Noël, M.-P. (2022). Transparent Vietnamese number-naming system facilitates first graders transcoding – A cross-linguistic study with French. *Cognitive Development*, 61, 101145. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2021.101145>
- Leybaert, J. (2006). L'évaluation des habiletés numériques chez les enfants atteints de surdité. In (Hage, C., Charlier, B., & Leybaert, J. (Eds), *Compétences cognitives, linguistiques et sociales de l'enfant sourd* (pp. 223-246). Mardaga.
- Leybaert, J., & Van Cutsem, M.-N. (2002). Counting in Sign Language. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81(4), 482-501. <https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2660>
- Loundon, N., & Busquet, D. (2009). *Implant cochléaire pédiatrique et rééducation orthophonique*. Médecine - Sciences, Flammarion.
- Marcelino, L., Sousa, C., & Costa, C. (2019). *Cognitive Foundations of Mathematics Learning in Deaf Students : A Systematic Literature Review* (p. 5923). <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.1425>
- Moeller, M. P., Hoover, B., Putman, C., Arbataitis, K., Bohnenkamp, G., Peterson, B., Lewis, D., Estee, S., Pittman, A., & Stelmachowicz, P. (2007). Vocalizations of infants with hearing loss compared with infants with normal hearing: Part II- Transition to words. *Ear and Hearing*, 28(5), 628-642. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31812564c9>
- Mondain, M., Blanchet, C., Venail, F., & Vieu, A. (2005). Classification et traitement des surdités de l'enfant. *EMC - Oto-rhino-laryngologie*, 2(3), 301-319. <https://doi.org/10.1016/j.emcorl.2005.04.001>

- Nguyen, T., Watts, T. W., Duncan, G. J., Clements, D. H., Sarama, J. S., Wolfe, C., & Spitler, M. E. (2016). Which preschool mathematics competencies are most predictive of fifth grade achievement? *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 550-560. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2016.02.003>
- Nunes, T. (2004). *Teaching Mathematics to Deaf Children*. (pp.1-21). Londres et Philadelphie : Whurr Publisher.
- Nunes, T., & Moreno, C. (1998). The signed algorithm and its bugs. *Educational Studies in Mathematics*, 35(1), 85-92. <https://doi.org/10.1023/A:1003061009907>
- Pagliaro, C. M., & Kritzer, K. L. (2010). Learning to Learn : An Analysis of Early Learning Behaviours Demonstrated by Young Deaf/Hard-of-Hearing Children with High/Low Mathematics Ability. *Deafness & Education International*, 12(2), 54-76. <https://doi.org/10.1179/146431510X12626982043723>
- Pagliaro, C. M., & Kritzer, K. L. (2013). The Math Gap: A Description of the Mathematics Performance of Preschool-aged Deaf/Hard-of-Hearing Children. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 18(2), 139-160. <https://doi.org/10.1093/deafed/ens070>
- Rannou, P. (2018). *Sociolinguistique de la surdité, didactisation de la pluralité linguistique : Parcours de parents entendants en France et regards croisés sur la scolarisation des élèves sourds : France - États-Unis* [Thèse, Université Rennes 2]. <https://theses.hal.science/tel-02293624>
- Roux, M.-O. (2014). Surdité et difficultés d'apprentissage en mathématiques, état des lieux et problématiques actuelles. *Bulletin de psychologie*, Numéro 532(4), 295-307. <https://doi.org/10.3917/bupsy.532.0295>
- Saad, L. (2010). *Transcodage des nombres chez l'enfant: Approche développementale, inter-linguistique et différentielle* [Thèse, Université de Bourgogne]. <https://theses.hal.science/tel-00567653>
- 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. <https://doi.org/10.1037/rev0000303>
- Secada, W. G. (1984). *Counting in signe: The number string, accuracy and use* [Thesis, Northwestern University].

<https://www.proquest.com/openview/bcf33e71a63b0d3e032b2750a30890fc/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Tanne LSF (2023, 31 mars). APPRENTISSAGE DE LA LSF – les chiffres et les nombres 1ere partie [YouTube]. <https://www.youtube.com/watch?v=oMXbuVLDgx4&t=225s>

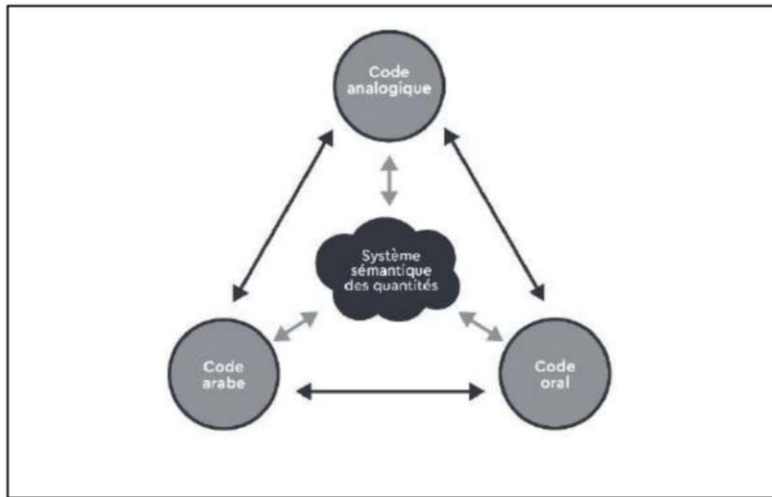
Truy, E., & Lina-Granade, G. (2009). Méthodes instrumentales de réhabilitation de l'audition : Intérêts et limites. In Mondain, M., & Brun, V. (Eds) *Les surdités de l'enfant* (pp.11-19). Masson.

Tudge, J., & Doucet, F. (2004). Early Mathematical Experiences : Observing Young Black and White Children's Everyday Activities. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 21-39.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.007>

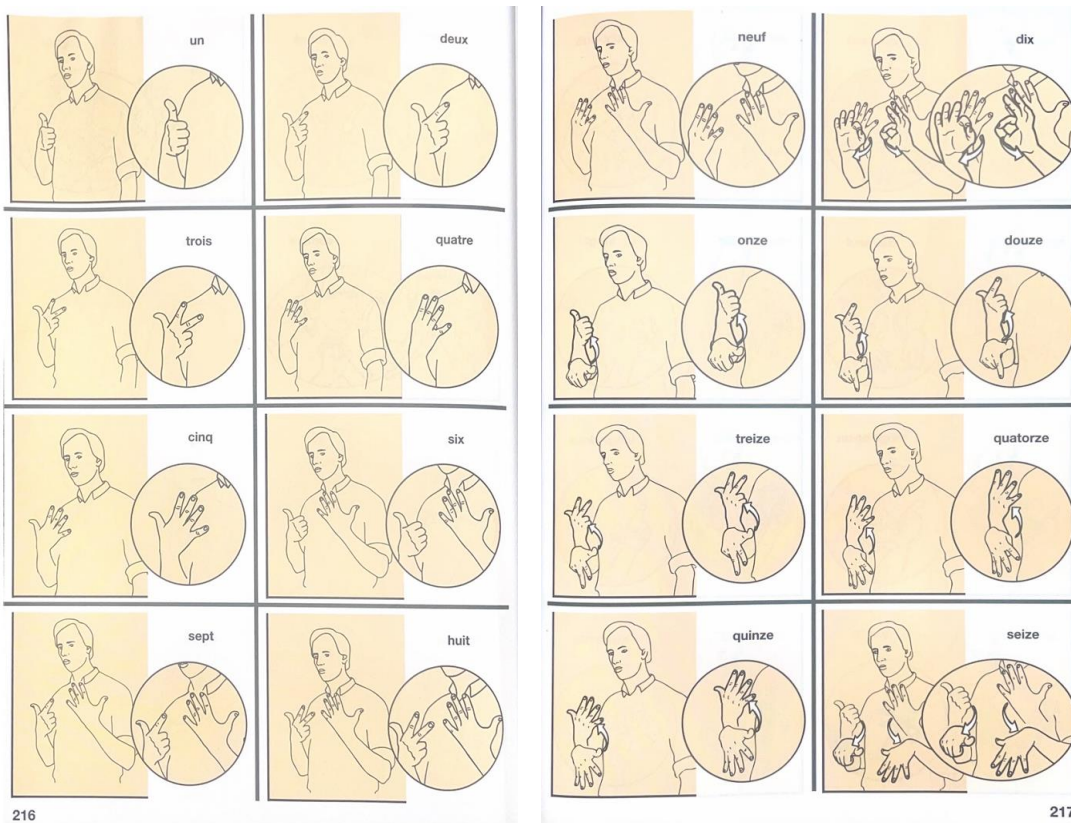
Wilson, M., & Emmorey, K. (1997). A visuospatial "phonological loop" in working memory : Evidence from American Sign Language. *Memory & Cognition*, 25(3), 313-320.
<https://doi.org/10.3758/BF03211287>

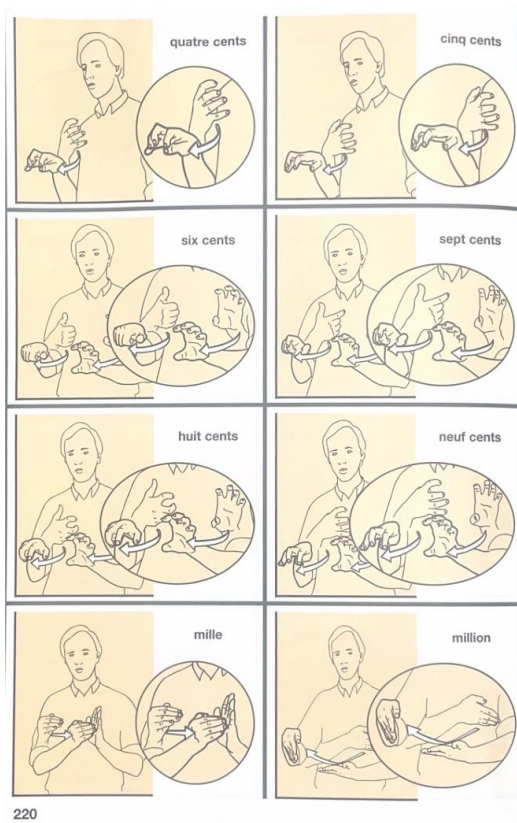
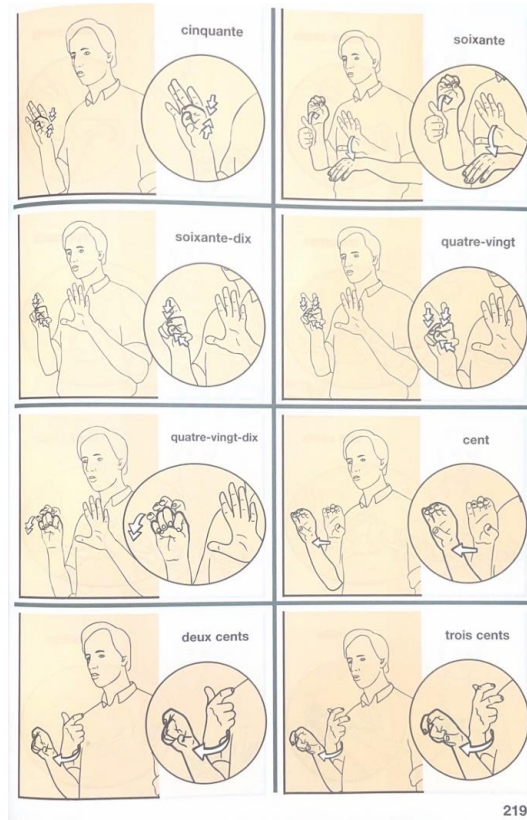
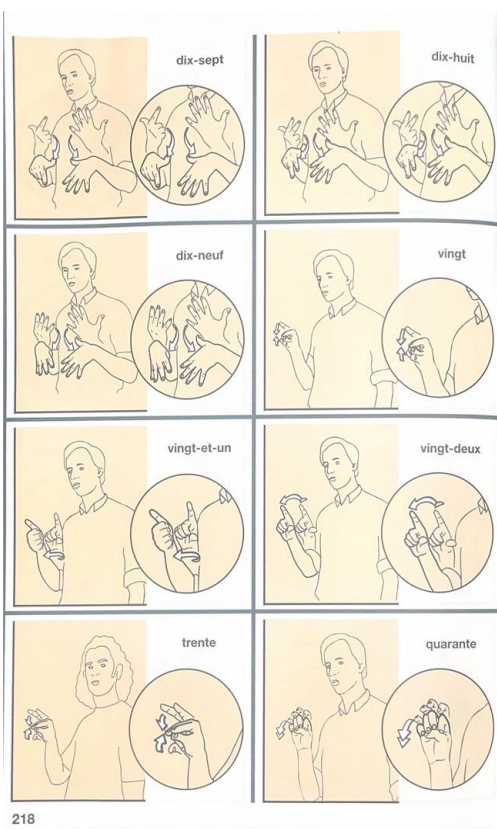
ANNEXES

Annexe 1. Adaptation du modèle du triple code (Dehaene, 1992) par Helloin & Lafay (2021)



Annexe 2. Le système de numération en LSF (Galant, 2003)





Annexe 3. Affiche d'informations

Etudier comment les enfants sourds utilisent la Langue des Signes Française (LSF) pour lire et écrire des nombres

dans le cadre de l'élaboration d'un mémoire d'orthophonie

RECHERCHE DE PARTICIPANT.E.S
Toulouse, Grenoble, Chambéry, et alentours

Votre enfant :

- ✓ présente une surdité
- ✓ utilise la LSF à la maison ou à l'école
- ✓ est scolarisé.e en école élémentaire (cycle 2 et cycle 3)



Protocole de recherche :

- ✓ 3 tâches de mathématiques
- ✓ 30 minutes maximum
- ✓ au domicile ou à l'école de l'enfant
- ✓ remise d'un diplôme de participation

Contacts :
Melyne Letellier, étudiante : melyne.letellier@univ-tlse3.fr
Anne Lafay, PhD : anne.lafay@univ-smb.fr
Charlotte Lamy & Alexia Vibert, orthophonistes à l'INJS

  Institut National de Jeunes Sourds
INJS Chambéry  UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER  UNIVERSITÉ
SAVOIE
MONT BLANC

Note d'informations sur la participation à une étude

Nom de l'étude	Compréhension du système de numération en LSF
Investigatrice responsable	Dre Anne Lafay
Expérimentatrices	Dre Anne Lafay Melyne Letellier (étudiante)

But et déroulement de l'étude

Cette étude a pour objectif principal de comprendre les enjeux d'apprendre les mathématiques à travers la langue des signes. Pour cela, il s'agit de caractériser les productions des enfants sourds, en langue des signes française, lors de tâches de lecture et dictée nombres (LSF ↔ nombres en chiffres). L'enfant effectuera deux tâches de mathématiques : lecture et dictée nombres.

Cette étude comporte une visite en individuel pour une durée maximale de 30 minutes.

Bénéfices escomptés

Votre enfant recevra un diplôme de participation. Cette étude permettra de mieux connaître la compréhension des nombres chez les enfants sourds. Elle contribuera à développer des connaissances nécessaires aux enseignant-es et aux professionnel-le-s qui accompagnent ces enfants sourds dans leurs apprentissages en mathématiques.

Droit des personnes et confidentialité

La participation est volontaire et les participant-e-s sont libres d'arrêter l'étude à tout moment, sans incidence négative, sur simple demande de leur part et sans justification (parent et enfant). La participation à cette étude est anonyme, les données acquises seront anonymisées via un code. Aucune donnée stockée ne permettra d'identifier les participant-e-s. Les données anonymes seront stockées en vue de la publication des résultats. Les données sur vidéos seront stockées sur un disque dur externe protégé par mot de passe dans une armoire fermée à clef dans le bureau de la chercheuse responsable, également fermée à clef. Elles seront détruites lorsque les données ne seront plus nécessaires à des fins de recherche. Contactez, s'il vous plaît, Dre Anne Lafay pour toutes questions.

Annexe 5. Formulaire de consentement parental

Formulaire de consentement

Nom de l'étude	Compréhension du système de numération en LSF
Investigatrice responsable	Dre Anne Lafay
Expérimentatrices	Dre Anne Lafay Melyne Letellier (étudiante)

- J'ai lu et compris le contenu de l'étude (lettre d'information et explications verbales supplémentaires si nécessaire). J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions concernant ce projet de recherche et on y a répondu à ma satisfaction. Je certifie qu'on m'a laissé le temps voulu pour réfléchir et prendre ma décision.
- Je sais que ma participation à ce projet est tout à fait volontaire, que je suis libre d'y participer, que je suis libre de me retirer en tout temps, sur simple demande de ma part auprès de l'expérimentatrice, sans que cela nuise aux relations avec tous les intervenant-e-s et sans préjudice d'aucune sorte.
- Mon consentement ne décharge pas les organisateur-ice-s de cette étude de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi.
- Les données récoltées et stockées sont anonymes.

Je consens librement à ce que mon enfant participe à l'étude dans les conditions décrites.
PRÉNOM NOM DE L'ENFANT (en majuscules) _____

J'accepte que le travail avec mon enfant soit filmé (table, mains et visage) :

☐ OUI

☐ NON

Je souhaite une copie des résultats de l'étude :

☐ OUI

Veuillez noter vos coordonnées de contact (email _____)

☐ NON

En signant ci-dessous, je reconnais avoir lu et accepté les conditions générales de participation à cette étude.

Fait en deux exemplaires originaux à _____, le _____

PRÉNOM NOM du représentant légal de l'enfant

PRÉNOM NOM de la chercheuse ou étudiant-e

Signature

Signature

Questionnaire d'informations

Nom de l'étude	Compréhension du système de numération en LSF
Investigatrice responsable	Dre Anne Lafay Charlotte Lamy, Alexia Vibert (orthophonistes)
Expérimentatrices	Dre Anne Lafay Melyne Letellier (étudiante en orthophonie)

Concernant l'enfant

Nom :

Prénom :

Sexe : ☐ fille ☐ garçon ☐ autre ☐ ne souhaite pas répondre

Date de naissance :

Ecole :

Classe : ☐ CP ☐ CE1 ☐ CE2 ☐ CM1 ☐ CM2

Classe spécialisée : ☐ oui ☐ non
Si oui, précisez :

Latéralité : ☐ droitier ☐ gaucher

Surdité

Déficience auditive :

oreille droite : ☐ non concernée ☐ surdité légère ☐ surdité moyenne ☐ surdité sévère
☐ surdité profonde ☐ cophose

oreille gauche : ☐ non concernée ☐ surdité légère ☐ surdité moyenne ☐ surdité sévère
☐ surdité profonde ☐ cophose

Appareillage

Votre enfant a été appareillé : ☐ avant 1 an et demi ☐ entre 1 an et demi et 3 ans
☐ entre 3 et 6 ans ☐ après 6 ans

Oreille droite : ☐ prothèse auditive ☐ implant cochléaire ☐ aucun

Oreille gauche : ☐ prothèse auditive ☐ implant cochléaire ☐ aucun

Port des appareillages : ☐ seulement à la maison ☐ seulement à l'école ☐ toute la journée

Communication

Langues parlées à la maison : ☐ français ☐ LSF ☐ autre (précisez :)

Aides à la communication : ☐ non ☐ français signé ☐ LPC

Troubles associés

- ☐ aucun trouble
- ☐ trouble moteur
- ☐ trouble vestibulaire
- ☐ trouble visuel
- ☐ trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H)
- ☐ trouble du spectre autistique (TSA)
- ☐ trouble spécifique du langage oral - trouble du langage (dysphasie)
- ☐ trouble spécifique du langage écrit (dyslexie/dysorthographe)
- ☐ trouble des apprentissages mathématiques (dyscalculie)
- ☐ trouble des coordinations (dyspraxie)
- ☐ autre (précisez :)

Concernant les parents

Parent 1

Langue maternelle :

☐ français ☐ LSF ☐ autre (précisez.....)

Surdité :

☐ oui ☐ non

Parent 2

Langue maternelle :

☐ français ☐ LSF ☐ autre (précisez.....)

Surdité :

☐ oui ☐ non

Expression libre :

.....

.....

.....

.....

Lettre d'informations

Nous proposons à votre **enfant** de participer à une **étude**.

Les exercices seront avec Melyne Letellier.

L'étude est : comprendre les **nombre**s chez les **enfants sourds**



L'objectif de l'étude est de **comprendre** comment les enfants sourds apprennent à **lire** et à **écrire** les **nombre**s.



L'étude est faite avec votre enfant à **l'école**.

Elle dure au maximum **20 minutes**.

Votre enfant obtient un **diplôme**.

Votre enfant aura **3 exercices** de mathématiques à faire.

Accord

- 1) Je sais de quoi parle l'étude.
- 2) J'ai lu la lettre d'informations.
- 3) Les informations concernant mon enfant sont anonymisées.

Ecrire le prénom et le nom de famille de votre enfant :

.....

Je suis **d'accord** pour que mon enfant **participe** à l'étude

- OUI 
- NON 

Je suis **d'accord** pour que mon **enfant** soit **filmé** pendant les exercices :
La vidéo de votre enfant sera visionnée seulement dans le cadre de la recherche et sera supprimée ensuite.

- OUI 
- NON 

Je veux les **résultats** de mon enfant aux exercices :

- OUI  e-mail :.....
- NON 

Signature du parent :

Annexe 9. Consentement de l'enfant

Mon accord

Nom de l'étude	Compréhension du système de numération en LSF
Investigatrice responsable	Dre Anne Lafay / Charlotte Lamy / Alexia Vibert
Expérimentatrices	Melyne Letellier (étudiante)

Je m'appelle _____ (*prénom de l'expérimentatrice*).

Je te demande ton aide pour faire trois exercices de maths : compter avec les signes, écrire et signer des chiffres. J'essaie de comprendre comment les enfants sourds apprennent les maths. Certaines questions seront faciles et d'autres sûrement un peu plus difficiles. Parfois si tu ne connais pas la réponse, tu as le droit de me demander de passer. Essaie de faire de ton mieux. Ces questions ne comptent pas pour tes notes à l'école. Si tu décides que tu ne veux plus répondre aux questions, on peut faire une pause ou s'arrêter. Tu as juste à me le dire.

Est-ce que tu as compris ?

Entoure le visage souriant si tu as compris et le visage triste si tu n'as pas compris.



Est-ce que tu veux parler des mathématiques avec moi ?

Entoure le visage souriant si tu acceptes de travailler avec moi et le visage triste si tu ne veux pas.



Signature :

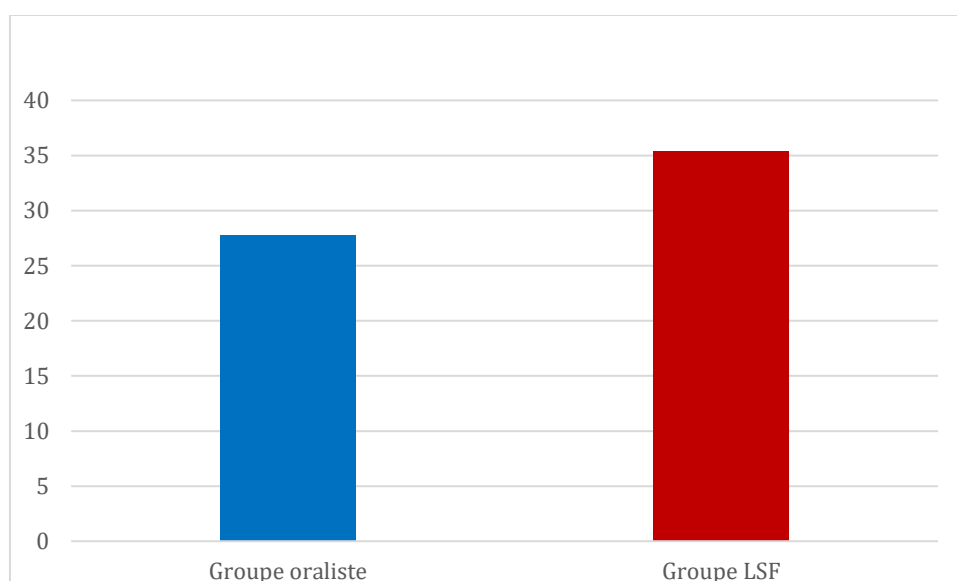


Laboratoire LPNC - UMR CNRS 5105
Université Savoie Mont Blanc
BP 1104 – 73011 Chambéry
Chercheuse : anne.lafay@univ-smb.fr

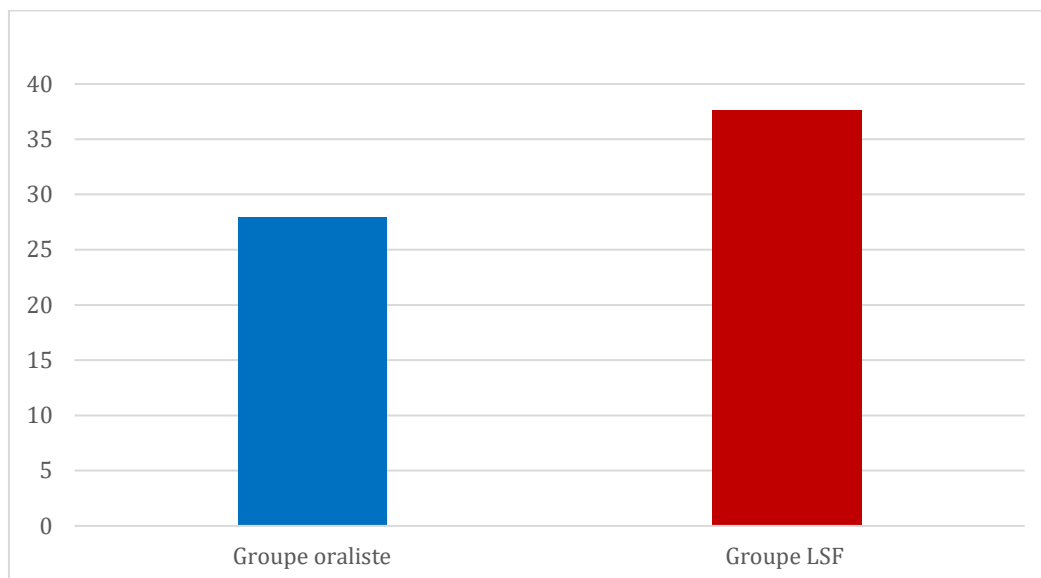
Annexe 10. Diplôme de participation



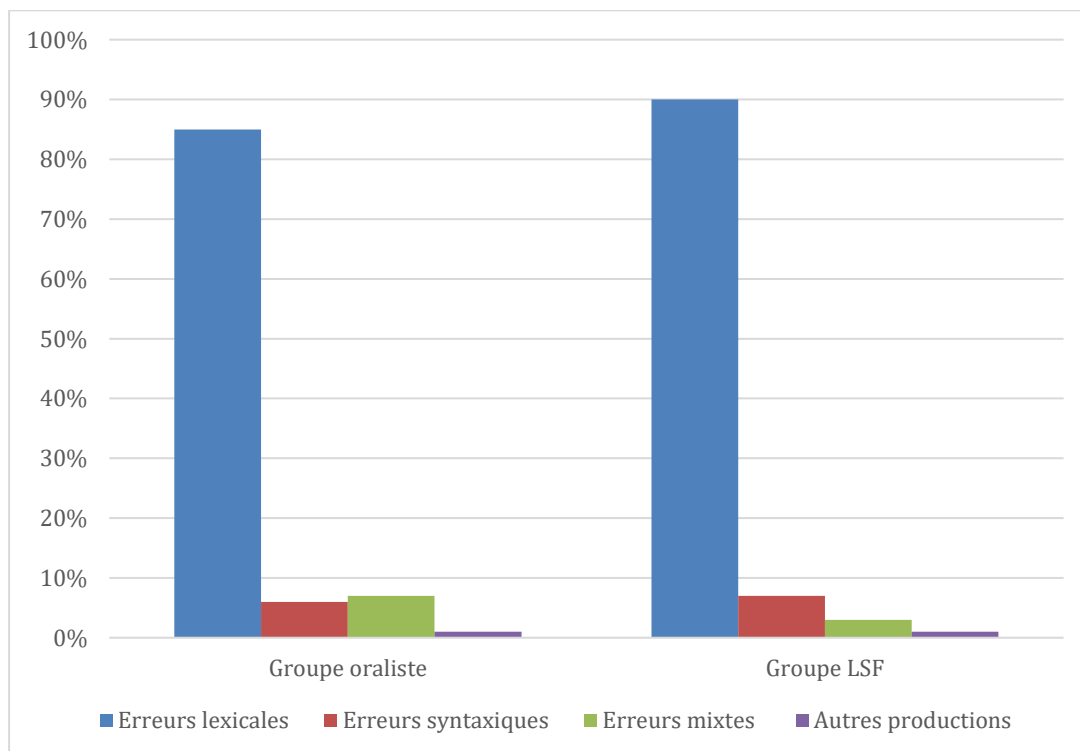
Annexe 11. Graphique récapitulatif : score total par groupe à la tâche de dictée



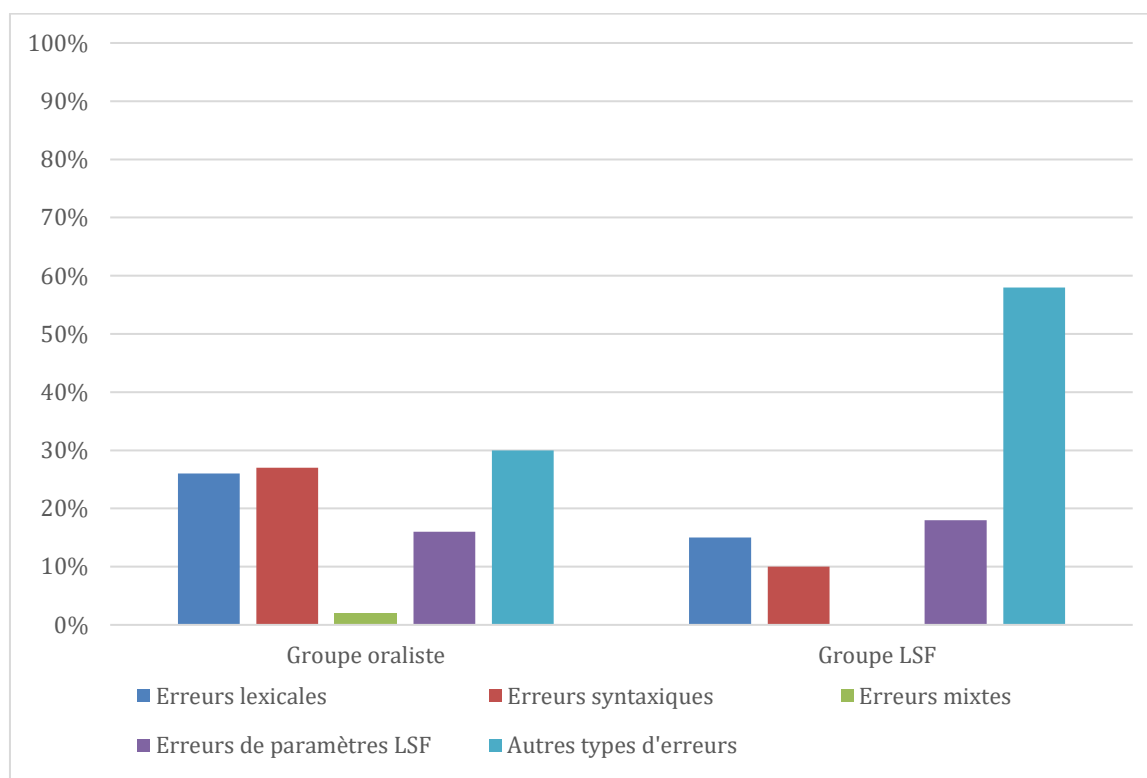
Annexe 12. Graphique récapitulatif : score total par groupe à la tâche de lecture



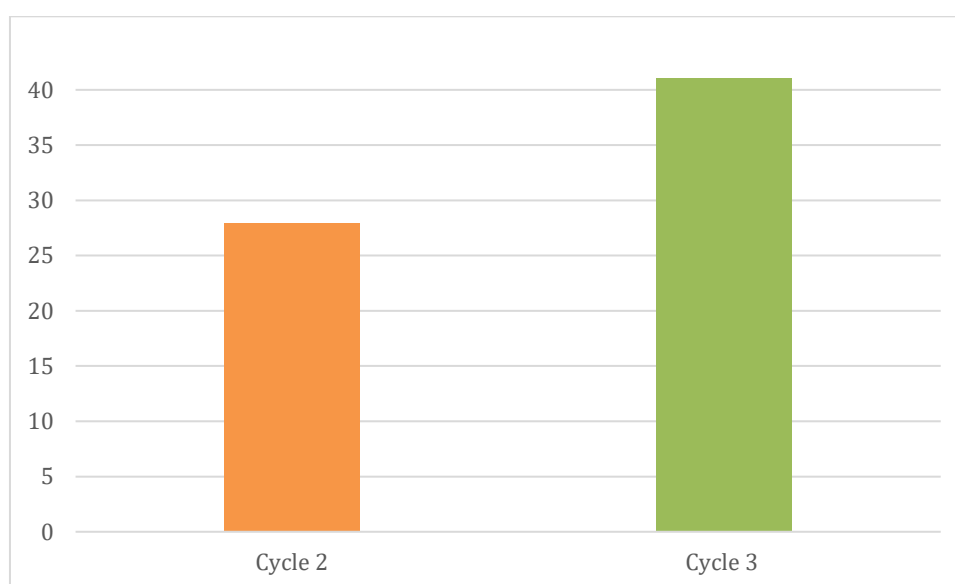
Annexe 13. Graphique récapitulatif : types d'erreurs par groupe à la tâche de dictée



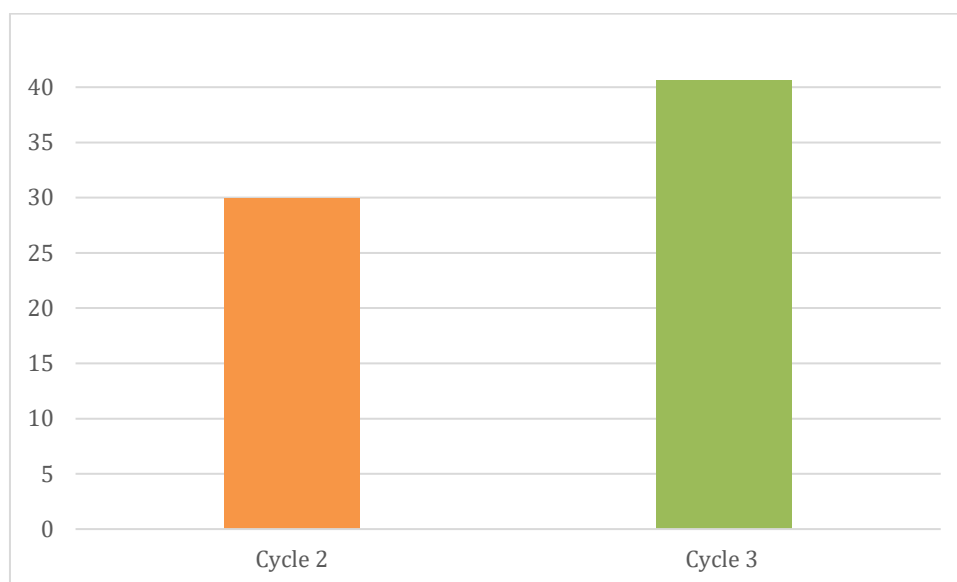
Annexe 14. Graphique récapitulatif : types d'erreurs par groupe à la tâche de lecture



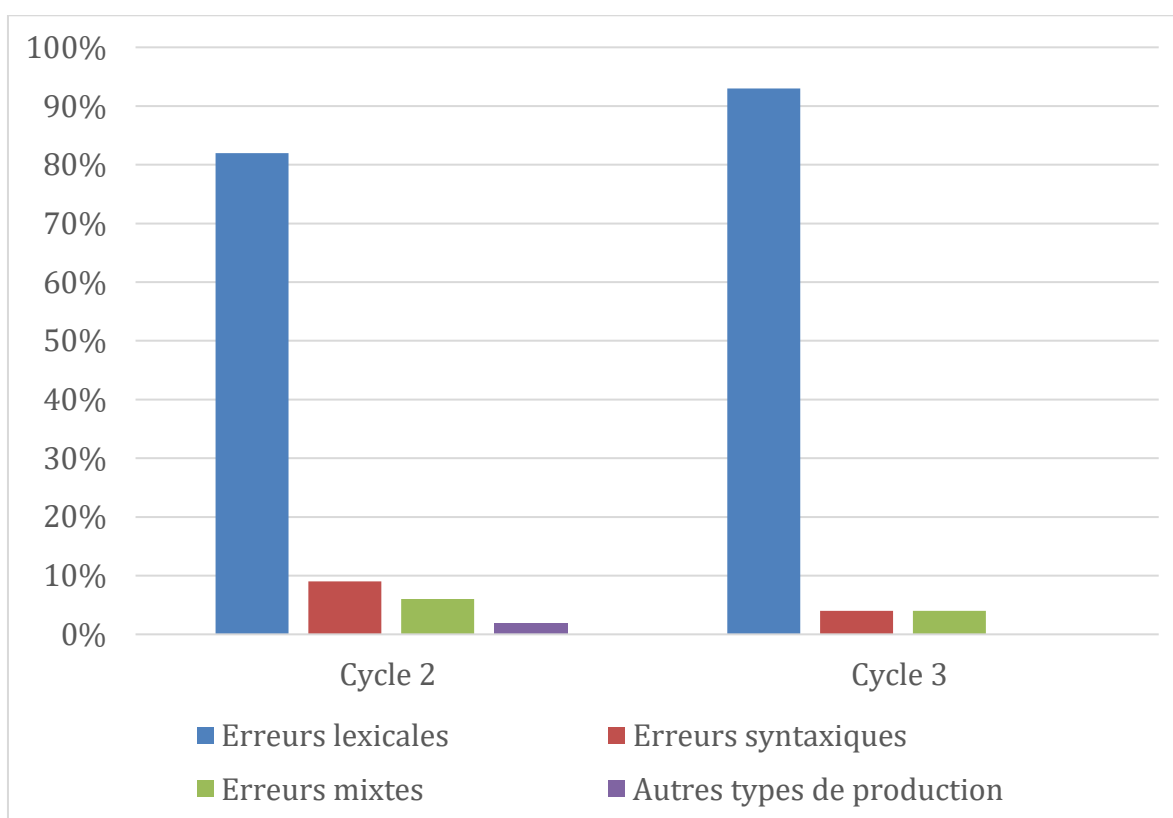
Annexe 15. Graphique récapitulatif : score total par cycle à la tâche de dictée



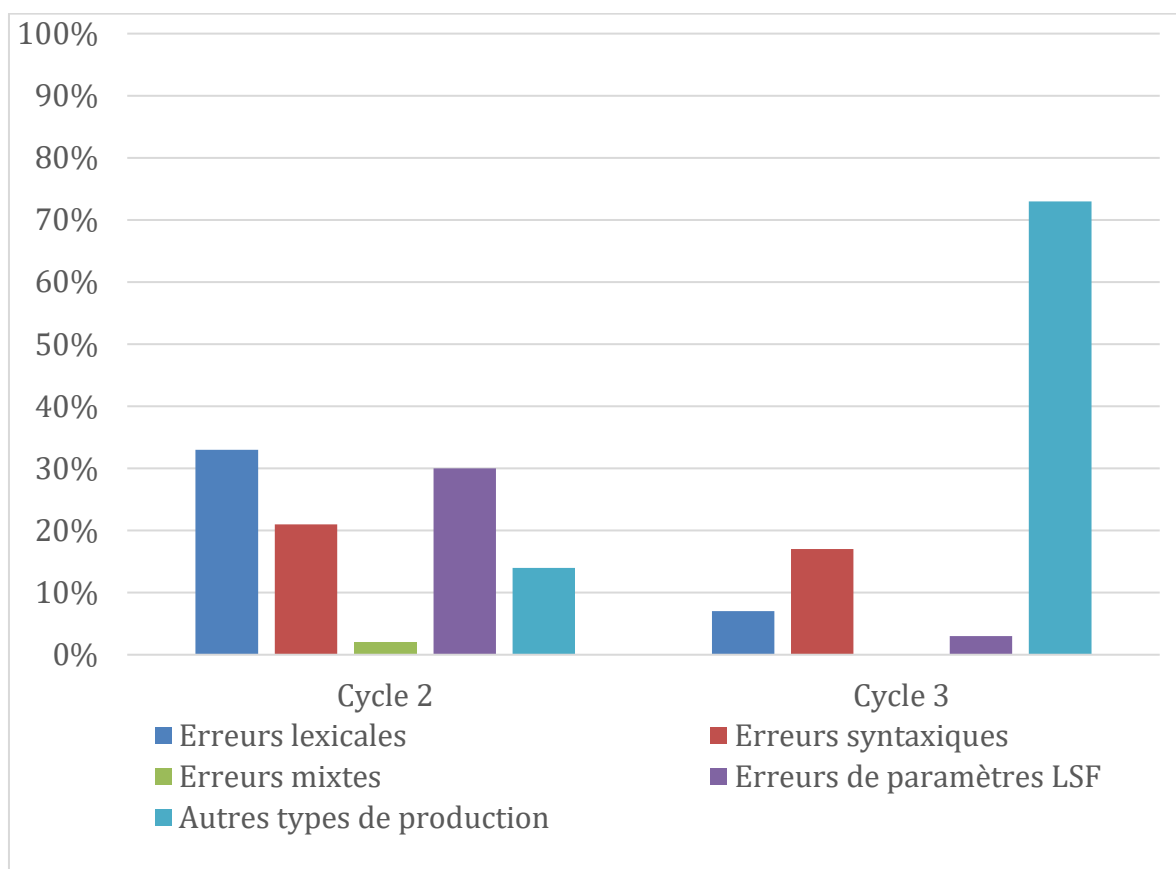
Annexe 16. Graphique récapitulatif : score total par cycle à la tâche de lecture



Annexe 17. Graphique récapitulatif : types d'erreurs par cycle à la tâche de dictée



Annexe 18. Graphique récapitulatif : types d'erreurs par cycle à la tâche de lecture



Titre : Le transcodage en LSF : étude comparative des performances d'enfants sourds bénéficiant d'une approche audio-phonatoire et d'enfants sourds bénéficiant d'une approche visuo-gestuelle en classes de primaire

Résumé

Les enfants sourds utilisent au quotidien et dans leurs apprentissages la lecture et la dictée de nombres arabes vers les nombres en Langue des Signes Française (LSF), et inversement. Pourtant, cela n'a été que très peu étudié, c'est pourquoi, notre étude a évalué les capacités (performances et type d'erreurs) de transcodage en LSF des enfants sourds en tenant compte de leur approche linguistique prédominante. Nous avons comparé les performances en dictée et en lecture de nombres chez les enfants oralistes et chez les enfants de famille signante scolarisés en cycle 2 et en cycle 3. Un groupe de 50 enfants sourds a réalisé, individuellement, trois tâches mathématiques : une tâche de comptine signée, une tâche de dictée de nombres et une tâche de lecture de nombres. Nos résultats montrent des performances et des erreurs similaires entre les deux groupes à la tâche de dictée. En revanche, à la tâche de lecture, les enfants sourds signants sont meilleurs que les enfants sourds oralistes. Les deux groupes commettent le même taux d'erreurs lexicales mais les enfants oralistes commettent davantage d'erreurs syntaxiques que les enfants de famille signante. Ces résultats suggèrent l'importance de l'exposition de la LSF dans la performance en lecture de nombres. Ainsi, l'étude donne des pistes pour les professionnels, enseignants et orthophonistes, afin de s'adapter au profil des enfants dans leurs enseignements ou leurs rééducations des mathématiques en LSF.

Mots-clés : enfant, sourd, surdité, LSF, mathématiques, nombre, transcodage, dictée, lecture.

Title : Transcoding in LSF: a comparative study of the performance of deaf children benefiting from an audio-phonatory approach and deaf children benefiting from a visual-gestural approach in primary classes

Abstract

Deaf children use number reading and dictation of arabic numbers into French Sign Language (LSF) numbers, and inversely, in their daily lives and in their learning. Yet this has been little studied, for this reason, our study assessed deaf children's ability (performance and type of errors) to transcode into LSF, considering their predominant linguistic approach. We compared the dictation and number-reading performances between oralizing children and children from signing families enrolled in cycle 2 and cycle 3. A group of 50 deaf children individually performed three mathematical tasks : a signed rote counting task, a number dictation task and a number reading task. Our results show similar performance and errors between the two groups on the dictation task. However, in the reading task the deaf children signers outperformed the deaf children oralists. Both groups made the same rate of lexical errors, but the oralists children made more syntactic errors than the signing children. These results suggest the importance of LSF exposure in the number-reading task. So, the study provides guidelines for professionals, teachers and speech therapists, to adapt to children's profiles in their teaching or their rehabilitation of mathematics in LSF.

Keywords : child, deaf, sign language, mathematics, number, transcoding, dictation, reading.