



HAL
open science

Modélisation (neuro)cognitive du traitement neurotypique et pathologique de la LSF

Caroline Bogliotti

► **To cite this version:**

Caroline Bogliotti. Modélisation (neuro)cognitive du traitement neurotypique et pathologique de la LSF. Linguistique. Université Toulouse Jean Jaurès, 2023. tel-04398960

HAL Id: tel-04398960

<https://hal.science/tel-04398960>

Submitted on 16 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



Modélisation (neuro)cognitive du traitement neurotypique et pathologique de la LSF

Habilitation à Diriger des Recherches
Spécialité Sciences du Langage, Psycholinguistique

Présentée et soutenue publiquement le 10 novembre 2023 par
Caroline Bogliotti

Jury

Emmanuel Ferragne	Professeur des Universités, Univ. Paris Cité, CLILLAC-ARP, <i>membre du jury</i>
Barbara Köpke	Professeur des Universités, Univ. Toulouse Jean Jaurès & LPNL, <i>Garante</i>
Anne Lacheret-Dujour	Professeur des Universités, Univ. Paris Nanterre & MODYCO, <i>membre du jury</i>
Gary Morgan	Professeur des Universités, Univ. Oberta de Catalunya, <i>rapporteur</i>
Chotiga Pattamadilok	Directrice de Recherche, LPL, CNRS, <i>rapporteur</i>
Marie-Anne Sallandre	Professeur des Universités, Univ. Paris 8 & SFL, <i>rapporteur</i>

INTRODUCTION	11
I. NORME, ATYPIE ET PATHOLOGIE LANGAGIERE : UNE FRONTIERE POREUSE	13
1. Acquisition et développement de la LSF chez les locuteurs sourds : un contexte atypique	13
1.1. Acquérir une langue à modalité visuo-gestuelle : langue des signes et les locuteurs sourds.....	13
1.1.1. Un avantage iconique : l'iconicité facilitatrice	14
1.1.2. Un avantage moteur : les caractéristiques articulatoires et la saillance perceptive facilitatrices..	14
1.2. Diversité des profils langagiers : qui sont les locuteurs des langues des signes ? .	15
1.2.1. Un point terminologique	15
1.2.2. Acquisition du langage et bilinguismes sourds	16
1.2.3. Le développement langagier en LS : pourquoi et quand parle-t-on d'atypie ?	18
2. Problématiser l'atypie langagière	22
2.1. Réinterroger le continuum norme – atypie – trouble	22
2.2. Délimiter l'acquisition typique et atypique en LSF	23
2.2.1. Sourds natifs vs. sourds tardifs : les limites d'une telle distinction	24
2.2.2. L'émergentisme, une représentation dynamique de la compétence bilingue bimodale des locuteurs sourds	25
2.3. L'Indice de Potentiel Langagier : une meilleure représentation de l'hétérogénéité des sourds ?.....	26
2.3.1. L'écosystème et l'expertise des locuteurs sourds : les facteurs à considérer.....	26
2.3.2. L'Indice de Potentiel Langagier (IPL).....	28
3. Environnement natif et échec inattendu dans l'acquisition et le développement du langage : le trouble spécifique du langage en LS	30
3.1. Définir le trouble spécifique en langues des signes : les limites du diagnostic	31
3.2. Les théories sur les origines des troubles spécifiques du langage en langue des signes	33
Données expérimentales sur le TSL en LS	34
3.3.1. La difficulté de mettre en évidence un TSL.....	34
3.3.2. Le continuum Atypie - TSL	36
II. ÉCRIRE LES PREMIERES LIGNES DU CHAPITRE DE L'INVESTIGATION COMPORTEMENTALE ET NEUROPHYSIOLOGIQUE DE LA LSF	38
1. Description linguistique des langues des signes : impact de la modalité langagière sur la structure de la langue	38
1.1. Caractéristiques et spécificités du système visuo-gestuel	39
1.1.1. Une langue corporelle.....	39
1.1.2. Une langue simultanée.....	40
1.1.3. Une langue iconique	42
1.2. Quelques éléments de linguistique des LS.....	44
1.2.1. Les différentes approches.....	44
1.2.2. Phonétique des langues des signes et description articulatoire des signes.....	45
1.2.3. Phonologie des langues des signes	47
1.2.4. L'iconicité au cœur des modèles linguistiques	55
1.2.5. Le lexique signé et ses composants sublexicaux.....	56

1.2.6. Une syntaxe spatiale	62
2. Évaluation des langues des signes : les enjeux psycholinguistiques et cliniques	67
2.1. Traitement des LS : enjeu psycholinguistique	67
2.2. Évaluation des langues des signes : enjeux cliniques.....	69
2.2.1. Les tests prédictifs de troubles du langage en langue des signes	71
2.2.2. Notre apport : la batterie EVASIGNE, premier outil de diagnostic et de remédiation de la LSF en LSF.....	72
2.3. Notre apport : les premières investigations en psycholinguistique en LSF	73
2.3.1. Screener les compétences générales en LSF : Test de répétition	73
2.3.2. Tester les compétences phonologiques en LSF des sourds signeurs	78
2.4. La Mémoire de Travail en LS.....	87
2.4.1. Processus de MDT impliqués dans le traitement des LV et des LS	87
2.4.2. Notre étude : des stimuli LS adaptés à l'évaluation de la MDT?.....	91
2.5. Tester l'accès lexical	98
2.5.1. Le traitement du lexique signé et son organisation.....	98
2.5.2. Le rôle des indices vocaux dans l'accès au lexique signé : le cas de la labialisation (mouthing)	100
2.5.3. Fluence et évocation lexicale (EVOLEX).....	105
2.5.4. Tâche de désignation et de dénomination.....	108
2.6. Tester la morphosyntaxe de la LSF.....	111
2.6.1. Outil pilote de la morphosyntaxe en LSF.....	111
2.6.2. Évaluation des Constructions Prédicatives	112
2.7. Tester la narration.....	116
2.8. Littéracie sourde et bilinguisme bimodal	118
2.8.1. Projet TempoLSF : Évaluation des compétences plurilingues et de la maîtrise de l'écrit.....	118
2.8.2. Corpus Alpha : productions écrites d'adolescents sourds	120
2.8.3. Projet ANR Sign To Kids : Création d'outils pédagogiques pour l'apprentissage conjoint du français écrit et de la LSF.....	121
III. LES BASES NEURALES DU TRAITEMENT LANGAGIER EN LSF	125
1. Le traitement neurolinguistique des LV et sa modélisation.....	125
1.1. Modèle neurocognitif de compréhension du langage de Friederici (1995; 2011) .	126
1.2. Modèle MUC (Memory, Unification, Control ; Hagoort, 2007; 2013)	128
1.3. Modèle neurobiologique de la dyslexie développementale (Ramus, 2005).....	129
2. Le traitement neurolinguistique des LS.....	130
2.1. Production et compréhension des langues des signes : données neurolinguistiques	130
2.1.1. Processus de production dans les LS.....	131
2.1.2. Processus de compréhension dans les LS	132
2.2. Les effets de l'acquisition tardive sur le traitement neural.....	133
3. EEG et Langue des Signes	135
3.1. Preuves électroencéphalographiques du traitement langagier dans les LV	135
3.2. Preuves électrophysiologiques du traitement sémantique et syntaxique des phrases en langue des signes.....	137
3.3. Notre apport : les premières investigations électrophysiologiques en LSF et en fonction de l'AOA	141
3.3.1. Influence de l'AOA sur le traitement sémantique et morphosyntaxique de la LSF	141
3.3.2. Expérience Phon-Sem (incongruité phonologique et sémantique).....	152
4. Sign-Prim: Sign Processing Interactive Model.....	154

CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	158
PUBLICATIONS	160
PROJETS DE RECHERCHE.....	164
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	165

Acronymes

AC. Âge Chronologique

AOA. Age Of Acquisition

ASL. American Sign Language

AUSLAN. Australian Sign Language

BSL. British Sign Language

CODA. Child Of Deaf Adults

DGS. Deutsche Gebärdensprache (Langue des Signes Allemande)

DSGS. Deutschschweizer Gebärdensprache (Langue des Signes Suisse-Allemande)

ELAN. Early Left Anterior Negativity

ERP. Evoked Related Potentials

IC. Implant Cochléaire

IFL. Indice de Fonctionnement Linguistique

IPL. Indice de Potentiel Langagier

LAN. Left Anterior Negativity

LES. Lenguaje de Señas Española (Langue des Signes Espagnole)

LIBRAS. Língua Brasileira de Sinais (Langue des Signes Brésilienne)

LIS. Lingua des Segni Italiana (Langue des Signes Italienne)

LSC. Lengua des Señas Catalana (Langue des Signes Catalane)

LSF. Langue des Signes Française

LS. Langue des Signes

LV. Langue Vocale

L1. Langue 1

L2. Langue 2

MCT. Mémoire à Court Terme

MDT. Mémoire De Travail

MEG. Magnétoencéphalographie

MMN. MisMatch Negativity

TSL(O). Trouble Spécifique du Langage (Oral)

Remerciements

Cette fameuse partie des remerciements est toujours un savoureux hommage à tous les collègues, doctorant-e-s, étudiant-e-s, famille et ami-e-s qui nous accompagnent, nous épaulent, nous soutiennent de près ou de loin dans la réalisation de ces travaux. La rédaction du mémoire d'HDR n'est que l'instantané des travaux au moment où on l'écrit, mais elle est empreinte des présences quotidiennes qui nous ont permis d'accomplir ce travail.

Avant de les citer, je tenais à remercier très chaleureusement Barbara Köpke pour avoir accepté de m'accompagner dans la rédaction de ce mémoire de synthèse.

Un grand merci à chacun des membres du jury pour l'honneur qu'il m'a fait d'accepter d'en faire partie et d'accompagner ainsi ma démarche pour l'obtention de l'Habilitation à Diriger les Recherches.

Anne Lacheret-Dujour, merci pour la confiance accordée et ton amitié sans faille. Comment je suis modèle ? Ce chapitre final est un clin d'œil.

Et les perspectives dans tout ça ? J'ai eu et espère encore avoir beaucoup de plaisir à travailler avec mes collègues du laboratoire MODYCO, les étudiant-e-s rencontré-e-s en Master et parfois en Licence, qui ont toujours de l'énergie à revendre et de nombreuses qualités en termes techniques et méthodologiques. Une mention particulière à Philomène Périn, doctorante, mais aussi polyglotte, enquêtrice, et d'un humour savoureux . A tous et toutes, je vous dois beaucoup pour l'avancée des projets LSF.

Et puis, il y a des personnes qui seront des ami-e-s et collègues de longue route : Laeti et Marion, on va devoir encore se retrousser les manches pour finaliser cette batterie EVASIGNE (travail d'une vie?). Je me réjouis d'avance de nos prochaines aventures.

Mon ami Guillaume Desagulier, tu vas vraiment me manquer.

Les irréductibles Iris Eshkol et Florence Villoing, irréductible soutien dans les épreuves traversées. Iris, je te promets la prochaine ANR ; Florence, promets moi une Feuille d'automne et je te donnerai un nom-signé.

Mes chers collègues, le nomade Sylvain Kahane et le terrible Philippe Gréa.

Agnès Vourc'h, qui incarne la filiation dans toutes ses dimensions et je suis ravie d'en avoir pris une part.

Merci à Aliyah Morgenstern, pour son dynamisme et son plaisir à faire travailler les gens ensemble.

Un grand merci à tous les collègues et étudiants sourds, pour les heures passées à réfléchir sur la LSF, et sans qui ces projets n'auraient jamais pu aboutir : Hatice Aksen, Céline Fortuna, Benjamin Houy, Maylis Balyan, Romane Kasprzak.

Merci à Frédéric Brossier de m'avoir ouvert les portes de l'INJS Paris et Bordeaux, et d'avoir toujours veillé au bon déroulement des projets.

Merci à Aude Julien da Cruz Lima et Karin Heidlmayr.

Merci à Liliane Sprenger-Charolles et Franck Ramus, une pensée émue à Willy Serniclaes.

Et des pensées et bises fortes à chacun et chacune de mes Nice Friends & Espace de Confusions, des potes de Nanterre (la sororité, les chants du monde et les Thomas Lemaître), et Bruxelles aussi.

Et Catherine.

Et puis il y a Martin, et mes tendres bouilles Luce, Floris, et Suzanne.

Avant-propos

Après une formation universitaire en Sciences du Langage à l'Université de Nice puis à l'Université Paris 7 Denis Diderot, j'ai réalisé une thèse de doctorat (2001-2005) sur le déficit de perception catégorielle de la parole chez les enfants dyslexiques au sein du Laboratoire de Psychologie de la Perception (CNRS UMR8442) sous la direction de Liliane Sprenger-Charolles et Willy Serniclaes. Cette thèse a été réalisée avec le soutien d'un contrat du programme ACI Cognitive.

J'ai ensuite réalisé un post-doctorat entre 2005 et 2008 au Laboratoire de Sciences Cognitives et Psycholinguistique (ENS-EHESS-CNRS UMR8554) sous la direction de Franck Ramus. Ce post-doctorat a bénéficié des financements de l'ANR GENEDYS pendant deux ans et du projet européen NEURODYS pendant un an. L'objectif de ce post doctorat était d'étudier les origines cognitives, neurologiques et aussi génétiques des troubles du langage et de la communication, et ce dans plusieurs langues européennes (français, italien, espagnol, allemand, hongrois) afin d'évaluer à la fois les caractéristiques communes des troubles du langage et de la communication du point de vue des 3 facteurs (cognitifs, neurologiques, génétiques) mais également d'évaluer l'influence de la langue parlée par le locuteur sur ces troubles que sont la dyslexie et la dysphasie développementale.

En septembre 2008, à l'issue de notre post-doctorat, n'ayant pas encore de poste de MCF, j'ai décidé de suivre une formation d'Interprète Langue des Signes Française – Français à l'Université Paris 8, département SDL, dont j'ai validé la 1ère année (diplôme DESU).

J'ai interrompu cette formation d'interprète car j'ai été nommée en septembre 2009 à mon poste actuel de Maître de Conférences à l'Université Paris Nanterre sur le poste n°07 MCF 0221 profilé « Psycholinguistique », dans lequel j'ai développé, en plus de mes charges professorales et administratives, des recherches autour de l'acquisition et des troubles du langage en Langue des Signes Française.

Lors de mon recrutement au sein du département de Sciences du Langage de l'Université Paris Nanterre) en septembre 2009, Anne Lacheret-Dujour m'a confié la responsabilité du parcours DIAPASON du Master Fonctionnements Linguistiques et Dysfonctionnement Langagier. Ce master qui a pour objectif de coupler linguistique générale à une approche transdisciplinaire de terrain dans le domaine des sciences cognitives pour la mise en place de dispositifs de prévention, de dépistage et de remédiation des troubles langagiers oraux et écrits dans une perspective *life-span*.

Depuis l'année universitaire 2020-2021, le parcours DIAPASON est devenu le parcours Psycholinguistique et Linguistique Clinique avec une proposition de formation davantage ancrée dans les techniques expérimentales en associant psycholinguistique, neurosciences cognitives et linguistique clinique, dans le but d'apporter une formation complète dans le champ du développement du langage et de ses troubles, cette fois dans une perspective *life-span*. Ainsi, les questions d'atypies langagières, de troubles du langage, de développement langagier en situation de bilinguisme, de vieillissement cognitif et langagier, de communication multimodale, d'acquisition et de troubles du langage en LS, sont étudiées à travers la mise en place de divers paradigmes expérimentaux et testés dans la plateforme

expérimentale du laboratoire MODYCO (S2CH Sciences Sociales du Comportement Humain). Cet itinéraire de Master peut être complété avec les éléments de formation d'un D.U. Linguistique Clinique : Approche Multimodale de la Communication, D.U que j'ai créé en septembre 2020 (première rentrée décalée à l'année universitaire 2021 2022 en raison de la crise sanitaire) et dont j'ai pris la direction pédagogique.

Depuis le 1^{er} septembre 2021, j'ai cessé la responsabilité du master du fait de ma responsabilité de [Directrice du département des Sciences du Langage](#) de l'UPN, en collaboration avec Georgeta Cislaru (2021-2022), puis Nicola Lampitelli (2022-2024)

En termes de responsabilité scientifique et d'activité d'administration de la recherche, j'ai été [Directrice Adjointe du Laboratoire MODYCO – UMR 7114 CNRS](#) en collaboration avec Jean-Luc Minel, Directeur (janvier 2014 – décembre 2017). Depuis septembre 2019, j'ai pris la [responsabilité scientifique du Pôle Psycholinguistique : Neurocognition, Acquisition, Variation](#) du laboratoire MODYCO, en collaboration avec Frédéric Isel. Ce pôle réunit 5 EC et 12 doctorants. Dans cette équipe, nous étudions les fonctionnements et dysfonctionnements langagiers dans différentes langues (vocales et signées, orale et écrites), chez des locuteurs natifs ou non-natifs (L2) en intégrant les approches chronométrique, oculométrique, et neurophysiologique. Les travaux du pôle PNAV se focalisent sur le fonctionnement et dysfonctionnements des processus du langage à différents niveaux d'analyse linguistique.

En parallèle de la direction de cette équipe, je suis [co-responsable de la plateforme expérimentale LEEN \(Laboratoire d'Electro-Encéphalographie de Nanterre\)](#) qui fait partie de la Fédération de Recherche CNRS S2CH – Sciences Sociales du Comportement Humain. Dans cette plateforme, nous disposons d'un appareil EEG, d'un eye-tracker, d'un pack électrodermal, d'une chambre insonorisée et de plusieurs ordinateurs pour accueillir des expériences comportementales. Je coordonne toute l'activité scientifique au sein de la plateforme (lien entre doctorants et ingénieurs pour intégration des expérimentations, calendrier des expérimentations, prêt du matériel, la question des bonnes pratiques de gestion des données, etc.). Dans cette tâche, nous profitons de l'appui de Karin Heidlmayr et des ingénieurs du laboratoire.

Depuis le 1 janvier 2022, la Vice-Présidence de la Recherche nous a confié, en collaboration avec Laurence Conty, la [coordination scientifique de la plateforme PorDiS \(Portail institutionnel pour la Recherche à Distance\)](#) de l'UPN. PorDiS est une plateforme en ligne qui s'inscrit dans le projet d'établissement de l'UPN : forte de constater que de nombreuses plateformes expérimentales étaient présentes sur le site de l'UPN, l'université, pour répondre aux besoins des chercheurs qui, entre autres, en raison de la crise sanitaire ont développé de nombreuses expériences en ligne, a décidé de soutenir ce projet de plateforme expérimentale avec des expériences des chercheurs de l'UPN accessibles à distance. En plus de promouvoir la recherche nanterroise, cette plateforme a pour objectif de faire dialoguer les différents laboratoires à techniques expérimentales du site UPN.

Une autre activité scientifique en lien avec le laboratoire est [l'organisation du Séminaire Atypie et Dysfonctionnements Langagiers](#) (2016-2019 avec Christophe

Parisse), puis à partir de septembre 2020 l'organisation du séminaire Psycholinguistique (en collaboration avec Karin Heidlmayr depuis le 1^{er} septembre 2021).

En ce qui concerne l'encadrement doctoral, je co-dirige actuellement les thèses suivantes :

- "Étude de l'organisation du lexique de la LSF. Investigations comportementales et électroencéphalographiques sur le rôle de la fréquence lexicale et du voisinage phonologique lors de l'accès au lexique mental", Philomène Perin (2019-2023). Thèse inscrite en co-direction avec Frédéric Isel (Université Paris Nanterre, UFR PHILLIA département SDL). Taux d'encadrement 80 % CB/ FI 20 %.
- "La littératie chez les sourds : état des lieux sociolinguistique et linguistique, perspectives didactiques" Raphael Prenovec (2018-2021). Thèse inscrite en co-direction avec Anne Lacheret-Dujour (Université Paris Nanterre, UFR PHILLIA département SDL, INJS Paris). Taux d'encadrement 50 % ALD / 50 % CB.
- "La syntaxe dans les écrits sourds." Esther Gettler (depuis 2020) Thèse inscrite en co-direction avec Anne Lacheret-Dujour (Université Paris Nanterre, UFR PHILLIA département SDL, INJS Paris). Taux d'encadrement 50 % ALD / 50 % CB.

La thèse de doctorat de Laetitia Puissant-Schontz "Les structures prédicatives en LSF : description linguistique et développementale, en vue de leur évaluation" a été défendue le 17 juin 2020. Thèse inscrite en co-direction avec Martine Sekali (Université Paris Nanterre, UFR Anglais, Syntaxe). Taux d'encadrement 50% CB, 50% MS.

Depuis 2009, je dirige en moyenne 4 mémoires de recherche par an des étudiants en formation Master FLDL Psycholinguistique et Linguistique Clinique, et mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophonie. Cela implique un suivi régulier, aide à l'élaboration des expérimentations, recherche de participants. J'encadre également plusieurs stages à destination des L3 et Master SDL de l'UPN, ainsi que des stages recherche en orthophonie. Les mémoires abordent régulièrement les thématiques de la surdité, de la LSF, gestualité, dyslexie développementale, surdité, linguistique clinique, la CAA ; Plus rarement le lien mime et langage, la démence sémantique, autisme, la temporalité et marqueur spatiaux-temporels.

En termes de mandats locaux, j'ai été Présidente du CCD 7^e section en collaboration avec le PR Sylvain Kahane (2 mandats : 2017-2020 ; 2020-2023). Je suis également membre du conseil de laboratoire. En termes de mandats nationaux, j'ai participé à plusieurs COS de MCF (tous ces postes sont essentiellement des postes à profil Psycholinguistique ou Troubles du Langage), et ai été présidente du COS pour le poste de MCF de Psycholinguistique de l'UPN.

A présent le mémoire d'habilitation est écrit, et c'est une nouvelle étape!

Introduction

Ce mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches a pour vocation de retracer nos questionnements scientifiques à la base des différentes recherches que nous avons conduites depuis notre recrutement en tant que Maître de Conférences en 2009, et à partir duquel nous avons commencé à consacrer la majorité de notre temps de recherche à la Langue des Signes Française (LSF) dans une perspective psycholinguistique. Avec cette thématique scientifique au cœur de nos activités de recherche actuelles, nous nous sommes éloignée des travaux de thèse et de post-doctorat consacrés à la dyslexie développementale (travaux sur la perception allophonique en Doctorat et sur la génétique de la dyslexie développementale en post-doctorat ; cf. les publications dans le Volume 2). Nous avons cependant réinvesti tous les concepts théoriques et paradigmes expérimentaux utilisés dans les recherches sur la dyslexie pour l'étude du traitement du langage en LSF. Au fil des années, la recherche en LSF nous a conduite à reconsidérer plus globalement les concepts de norme et de trouble du langage, à interroger leurs fondements et à proposer de substituer à une approche catégorielle (norme *vs* trouble), une conception continue de l'habileté langagière. Cette approche continue ne peut pas cohabiter avec la conception d'un trouble du langage fixe, borné, et convoque un nouveau concept plus souple, plus élastique, celui d'atypie langagière. Dans cette HDR, nous raconterons comment nous avons été progressivement amenée à problématiser la notion intuitive d'atypie langagière, et comment ce nouveau concept nous sert de socle pour mener nos recherches sur le traitement du langage en LSF. De même, nous montrerons qu'étudier une langue des signes (LS) n'est pas étudier une langue vocale¹ (LV), et que les LS ne peuvent pas se satisfaire d'une simple adaptation des théories et des paradigmes comme il l'est couramment effectué (à tort) d'une LV à une autre. Les langues visuo-gestuelles demandent aux psycholinguistes d'emprunter une voie parallèle pour penser la structure de la langue, ses usages et le locuteur qui la parle.

Le matériau langue des signes s'avère être un terrain fertile pour l'investigation scientifique, tant pour le champ de la linguistique théorique, que le champ de la psycholinguistique, de la linguistique clinique et des neurosciences cognitives. Il existe encore très peu d'études en psycholinguistique et linguistique clinique de la LSF qui fournissent des repères stables du développement du langage de la LSF et de ses troubles, mais également sur le traitement du langage chez les locuteurs sourds signeurs de la LSF. L'objectif à long-terme de nos recherches est donc de combler ce manque. Pour ce faire, nous avons adopté une démarche expérimentale qui nous a permis de collecter des données empiriques comportementales et électrophysiologiques à l'aide de paradigmes expérimentaux de la psycholinguistique. Ces données recueillies ont pour objectif principal de mieux comprendre les comportements langagiers au regard des facteurs connus

¹On distingue les langues vocales des langues gestuelles. Les langues vocales sont perçues et produites par la modalité audio-phonatoire, alors que les langues gestuelles (les langues des signes) sont perçues et produites par la modalité visuo-gestuelle. Les langues vocales et les langues gestuelles sont des langues orales (interlocuteurs en présence, situation partagée, co-construction du discours).

comme l'âge d'acquisition d'une langue, la fréquence à laquelle on y est exposé, etc.

Depuis 2009, les différents projets que nous avons dirigés ou auxquels nous avons collaborés (Projet EVASIGNE²; Projet SignMET³; Projet TempoLSF⁴, ANR SignToKids⁵, ANR AAC4ALL⁶), ainsi que notre nomination à l'Institut Universitaire de France (2017-2022) pour le projet "*Clinical Linguistics and French Sign Language : A Model for LSF Acquisition and Sign Language Disorders*" nous ont donné les moyens humains et scientifiques pour développer les travaux que nous présentons ici. De même, la mise en place de la plateforme expérimentale LEEN (Laboratoire d'Électroencéphalographie de Nanterre) de la Fédération de Recherche CNRS S2CH⁷ au sein du laboratoire MODYCO, nous a permis d'élargir nos compétences en électroencéphalographie et d'investiguer les aspects neuronaux des habilités langagières normales ou altérées chez les locuteurs sourds signeurs en LSF. Ces travaux nous permettent de proposer le premier modèle de traitement de la LSF, le Modèle Sign-Prim.

La recherche en psycholinguistique et en linguistique clinique implique d'avoir accès à des patients et des populations à besoins spécifiques. Par conséquent, un intérêt dans notre travail est de proposer des outils cliniques pour le terrain. Ainsi, dans ce mémoire, nous présenterons également les bases de notre batterie d'évaluation du langage EVASIGNE (Évaluation de la Langue des Signes Française).

² EVASIGNE, Évaluation des compétences en LSF. Enjeux cliniques et linguistiques. Projet financé par l'Université Paris Lumières - COMUE (PI. Caroline Bogliotti & Marion Blondel)

³ SignMET, Projet Européen "Sign Language: Methodologies and Evaluation Tools – SignMET" Project N°. 543264-LLP-1-2013-1-IT-KA2-KA2MP, Financé par l'EACEA - Lifelong Learning Programme ; PI. Pasquale Rinaldi (Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma La Sapienza). En collaboration avec Aliyah Morgenstern (porteuse France), Marion Blondel, Stephanie Caët, Laetitia Puissant-Schontz, Saliha Heouaine, Hatice Aksen, Clémentine Caron.

⁴ TEMPO LSF, Temporalité linguistique en LSF et Français écrit : création d'un outil d'aide à l'acquisition de marqueurs temporels chez l'enfant sourd signeur, financé par la DGLFLF (Délégation Générale de la Langue Française et des Langues de France) (notification d'acceptation du projet en mai 2016). (PI. Caroline Bogliotti)

⁵ ANR SignToKids, Outils d'apprentissage LSF – Français pour les enfants sourds (PI. Sylvie Gibet) ; Porteur WP3. Développement d'outils de scénarisation pédagogique pour l'évaluation des compétences langagières en LSF et en français écrit

⁶ ANR AAC4ALL, Alternative and Augmentative Communication for Everyone (PI. Jean-Yves Antoine) ; Porteurs WP4. Iris Eshkol Taravella et Caroline Bogliotti.

⁷ Fédération CNRS - S2CH : Sciences Sociales du Comportement Humain, Fédération CNRS (<https://s2ch.cnrs.fr/realiser-une-experience/les-plateformes/leen-2/>)

I. Norme, Atypie et Pathologie Langagière : une frontière poreuse

1. Acquisition et développement de la LSF chez les locuteurs sourds : un contexte atypique

Si au début de nos recherches doctorale et post-doctorale sur la dyslexie développementale, la frontière entre le normal et le pathologique me semblait clairement définie (Bogliotti et al., 2008, voir Volume 2), nous avons réinterrogé la délimitation de cette frontière lors de nos travaux sur la LSF et la population sourde. Lorsque nous avons souhaité étudier la trajectoire développementale des compétences langagières chez les enfants sourds signeurs de la LSF, nous avons été confrontée à des compétences langagières singulières dans une population très hétérogène, et donc à des comportements difficilement catégorisables. Dans la littérature sur le développement du langage chez les enfants sourds signeurs, nous trouvons régulièrement les collocations acquisition atypique et développement langagier atypique (Bogliotti et al., 2017 ; Marshall et al., 2013 ; Quinto-Pozos et al., 2013). Aucun de ces auteurs ne spécifiait clairement si l'acquisition atypique relevait du développement normal ou du développement déviant, mais tous les auteurs caractérisaient ce fonctionnement comme atypique, suggérant qu'ils prenaient le processus d'acquisition du langage du locuteur entendant comme référence. Or, prendre ce cadre comme la référence typique n'est pas viable : 95 % des enfants sourds sont issus de parents entendants (Mitchell & Karchmer, 2004), c'est-à-dire que la majorité des enfants sourds ne partagent pas la langue de leurs parents et de leur environnement social car elle ne leur est pas naturellement accessible du fait du déficit sensoriel. De même, ces parents entendants ne connaissent pas la langue qui pourrait être naturellement accessible à leur enfant sourd, à savoir la LS, la modalité visuo-gestuelle étant la seule modalité sensorielle intègre chez ces enfants. De plus, les enfants sourds sont rarement dans un milieu scolaire dans lequel les apprentissages peuvent se dérouler dans la seule langue qui leur est naturellement accessible, et n'ont pas nécessairement de pairs qui parlent la même langue qu'eux, etc. La situation d'acquisition du langage d'un enfant sourd est donc dépendante de nombreux facteurs individuels et environnementaux qu'il est fondamental de prendre en compte pour mesurer et comprendre le développement du langage et les éventuels troubles langagiers.

1.1. Acquérir une langue à modalité visuo-gestuelle : langue des signes et les locuteurs sourds

Les langues des signes (LS) sont des langues visuo-gestuelles et nous verrons dans un chapitre suivant (voir page 38) comment les modalités de réception et d'expression langagière peuvent impacter le processus d'acquisition du langage. Mais il est important de ne pas confondre langue et locuteur : les LS sont certes

visuo-gestuelles, avec des structures sensori-motrices et linguistiques singulières, mais ces langues sont également utilisées par des locuteurs aux profils socio-culturels et langagiers très variés. Les compétences langagières des locuteurs sourds peuvent se situer sur un continuum allant d'un bilinguisme bimodal efficient (LS et LV dans sa forme orale et/ou écrite) à une absence totale de maîtrise d'une LV (dans sa forme orale ou écrite), ou d'une LS (Estève, 2011 ; Mugnier, 2006). Il est donc très difficile de mesurer le type d'input langagier nécessaire, tant en qualité qu'en quantité, pour le développement du langage et ce, même pour les signeurs natifs⁸ (Baker & van den Bogaerde, 2008).

Dans le cas d'une acquisition typique (nous verrons plus loin les raisons pour lesquelles l'acquisition du langage est fréquemment qualifiée d'atypique), l'acquisition d'une LS est souvent supposée plus facile que l'acquisition d'une langue vocale. Cette hypothèse est connue sous le nom du *Sign Advantage* (Karadöller et al., 2022), et deux raisons concourent à véhiculer cette idée : l'aspect iconique des langues gestuelles et les avantages moteurs liés aux articulateurs des langues des signes.

1.1.1. Un avantage iconique : l'iconicité facilitatrice

L'idée ici est que la propriété iconique des signes (c'est-à-dire le lien de ressemblance entre le signifiant et le signifié) faciliterait le processus d'acquisition du langage, en rendant le vocabulaire iconique plus accessible et plus facile à mémoriser que les signes non-iconiques (Baus et al., 2013). Plusieurs études montrent cependant que les signes iconiques ne sont pas nécessairement les premiers signes acquis chez les enfants signeurs (Courtin, 2010 ; Meier, 2002 ; Mayberry et Squires, 2006 ; Ortega et Morgan, 2010), le lien entre signifiant et signifié n'étant pas nécessairement transparent, même s'il est iconique. L'iconicité peut en revanche être source de facilitation chez les adultes apprenants L2 car ils ont une plus grande connaissance du monde et sont capables de faire des analogies entre le référent auquel se rapporte le signe iconisé (Campbell et al., 1992).

1.1.2. Un avantage moteur : les caractéristiques articulatoires et la saillance perceptive facilitatrices

Mis à part le possible avantage que procurerait l'iconicité sur la mémorisation des signes (Ortega, 2017), un autre avantage tiendrait dans le fait que les signes seraient plus simples à articuler que les sons de parole, les enfants maîtrisant plus tôt les articulateurs gestuels (les mouvements de bras et de mains) que les articulateurs plus fins du tract vocal (langue, lèvres, larynx, etc.). La modalité gestuelle est d'ailleurs le canal de communication favori dans les premiers stades de développement langagier, même si les enfants ne sont pas des locuteurs des langues des signes (Volterra & Iverson, 1995). De plus, à l'inverse des articulateurs vocaux, les articulateurs mobilisés pour la production gestuelle sont non seulement visibles par l'enfant, offrant un feedback visuo-articulatoire et permettant ainsi

⁸ On appelle *signeur natif* une personne sourde ou entendant qui est née et a grandi dans un environnement familial sourd, avec une langue signée comme langue première et principale. Son exposition langagière à cette L1 est équivalente à celle d'un locuteur natif d'une LV. Les personnes sourdes qui acquièrent une langue signée à l'école ou plus tard sont appelées *signeurs tardifs*.

l'autocorrection, mais auraient la caractéristique d'être produits plus lentement que les mots. C'est ce qu'ont constaté Ortega et Morgan (2010) avec des adultes locuteurs de la British Sign Language-L2 : ces derniers réalisaient des productions signées plus souvent correctes pour les signes qui étaient produits dans le champ visuel, les signes articulés en périphérie étant plus échoués du fait de l'absence de retour visuel. Il est clair que ce type de résultat ne peut pas être constaté en langue vocale du fait de l'invisibilité articulatoire, la majorité des phonèmes se réalisant dans la cavité buccale.

L'idée que les LS soient plus faciles à apprendre et à mémoriser vient également du fait que différentes formes de communication visuo-gestuelle sont fréquemment utilisées en tant qu'alternative à la langue vocale chez des personnes présentant des déficiences intellectuelles, cognitives ou motrices. Certaines études rapportent de bonnes compétences en Langue des Signes Américaine (ASL) chez des autistes non-verbaux et des praticiens créent et utilisent des outils de Communication Alternative et Augmentée type Makaton, associant pictogrammes et LS (Grove et Walker, 1990). Ces systèmes de communication sont souvent des mots de la langue vocale associés à quelques signes clés, plutôt que de la LS à proprement parler (Grove & Woll, 2017), certains chercheurs considérant que le recours à la modalité signée n'est pas convaincant (Shield & Meier, 2014). Il n'y a en fait aucune donnée qui permette d'affirmer que les enfants sourds signeurs acquièrent une LS plus rapidement que les enfants entendants n'acquièrent une langue vocale, et donc que les langues signées seraient plus faciles à acquérir (Blondel, 2009; Bonvillian & Folven, 1993).

1.2. Diversité des profils langagiers : qui sont les locuteurs des langues des signes ?

1.2.1. Un point terminologique

Les travaux de recherche sur l'acquisition du langage se sont largement basés sur l'idée d'un environnement linguistique idéal, avec des nourrissons entendants qui baignent dans le langage dès la naissance, voire in utero. Il est certain qu'on ne peut pas en dire autant des nourrissons sourds qui ont pour la plupart un environnement linguistique très appauvri si la LS n'est pas présente. Ainsi, les chercheurs qui s'intéressent au développement de la LS, doivent prendre en considération le fait que la surdité modifie radicalement l'apport de l'environnement langagier dans l'acquisition (Mayberry et Kluender, 2018).

Avant de discuter du sujet qui nous occupe, il nous semble nécessaire de préciser la signification des termes couramment utilisés dans la littérature pour faire référence aux langues utilisées par le locuteur sourd, et la réalité à laquelle ils se rapportent. Il faut donc distinguer :

- Langue des Signes (LS) vs Langue Vocale (LV)
 - Langue naturelle : langue naturellement accessible, c'est-à-dire sans avoir besoin d'appareillage, c'est donc la LS.
-

- Langue native: langue présente à la naissance, acquise naturellement. Dans le cas des LS, les enfants issus de parents sourds signeurs auront la LS comme langue native.
- Langue première : chez les enfants sourds issus de parents entendants, on préférera parler de langue première plutôt que de langue native. La langue première sera donc la première langue que l'enfant pourra utiliser. Cela peut être la LS ou la LV, selon les choix des parents et la langue préférée de l'enfant.
- Langue 1 (L1) : dans ce manuscrit, lorsque nous parlerons de L1, cela pourra faire référence à la langue native ou la langue première. Nous désambiguïserons en fonction de la population traitée.
- Langue 2 (L2) : langue acquise après la langue native ou la langue première ; pour les enfants sourds signeurs natifs, il s'agit généralement de la LV environnante (langue institutionnelle) dans sa modalité écrite.

1.2.2. Acquisition du langage et bilinguismes sourds

Lorsqu'un enfant sourd bénéficie d'une exposition complète à une langue signée depuis la naissance, on parle d'acquisition typique. Dans ce type de situation, les parents sourds peuvent offrir à leur enfant signeur natif un modèle sourd sur le plan cognitif, social, émotionnel et langagier (Bates et al., 1994 ; Corina et Singleton, 2009 ; Chen-Pichler, 2012 et 2009 ; Corina et Singleton, 2009 ; Fenson et al., 1994 ; Goldin-Meadow et Mylander, 1998 ; Lillo-Martin, 2008 ; Mayberry et Squires, 2006 ; Newport et Meier, 1985 ; Novogrodsky et al., 2014b ; Petitto et Marentette, 1991 ; Petitto, 2000). Mais la grande majorité des enfants sourds ne sont pas exposés à une LS dès la naissance car ils sont issus de parents entendants ou de parents sourds dont la connaissance de la LS est lacunaire (Lu et al., 2016 ; Goldin-Meadow, 2003a). Ces enfants, que l'on qualifie de signeurs tardifs (et dans quelques cas rapportés dans la littérature d'acquisition extrêmement tardive, Ferjan-Ramírez et al., 2013), rencontrent la LS dans l'enfance à des âges très divers, le plus souvent à l'école ou en institution. Ils ont par conséquent subi une privation langagière et on peut s'attendre à un développement du langage singulier, qui est souvent qualifié d'acquisition atypique (Quinto-Pozos et al., 2011). Enfin, dans ce contexte d'acquisition atypique, les chercheurs s'intéressent également aux signeurs précoces, c'est-à-dire des enfants sourds de parents entendants, qui n'ont pas eu la LS comme langue native mais qui y sont exposés précocement dans l'enfance, cette exposition pouvant être assez fréquente, voire quotidienne pour disposer d'une efficacité near-native (Mayberry & Kluender, 2018 ; Twomey et al., 2020). Nous exposerons plus tard nos propositions pour mesurer l'impact de l'exposition précoce sur les compétences langagières.

Selon que le locuteur sourd soit signeur natif, précoce, tardif langue première ou tardif L2, il apparaît une pluralité d'inputs langagiers que peut recevoir un locuteur sourd. Le type d'input langagier est conditionné par de nombreux facteurs que nous développerons ci-après (voir page 26) mais quel que soit l'input, les sourds signeurs sont nécessairement / inévitablement bilingues.

En effet, en plus de la LS, les locuteurs sourds utilisent au moins une LV dans leur quotidien que ce soit en modalité orale ou écrite, sans nécessairement la maîtriser

(Quinto-Pozos et al., 2017a). Ils se retrouvent fatalement confrontés à la langue vocale du pays dans lequel ils évoluent : l'expérience et les contacts avec l'école, l'administration, et la société de manière générale, impliquent donc une exposition à la LV environnante, au moins par le biais de la lecture labiale s'il n'y pas d'appareillage ou d'implant cochléaire. Mais s'ils peuvent "se passer" de l'oral de la LV, le mode de communication souvent privilégié par des locuteurs entendants non signeurs pour s'adresser à un sourds est la modalité écrite de LV. De même, les locuteurs sourds doivent tant bien que mal utiliser l'écrit dans toutes les activités du quotidien. Dans leur article de revue, Williams et Meier (2015) rappelle que le niveau de lecture moyen d'un étudiant sourd américain de 18 ans correspond au niveau atteint à l'issue de la quatrième année de scolarisation (Allen, 1986 ; King & Quigley, 1985; Qi & Mitchell, 2012 ; Traxler, 2000 ; Trezek, Wang, & Paul, 2010), et qu'environ 30% des diplômés sourds quittent l'école en étant fonctionnellement analphabètes (Marschark, Lang, & Albertini, 2002 ; Moores, 2001, 2006). Concernant le domaine de l'écriture, les performances sont à peu près similaires et l'étudiant sourd typique de 18 ans écrit à un niveau comparable à celui d'un apprenant entendant de 8 à 10 ans (Paul, 1998 ; Mayer, 2010, pour une synthèse ; Mayer et Leigh, 2010). En fait, pris en tant que groupe, les enfants sourds ont des résultats nettement inférieurs à ceux de leurs pairs entendants du même âge pour un certain nombre de mesures des compétences écrites en anglais, avec un vocabulaire limité, et des connaissances restreintes en syntaxe et en sémantique (Albertini & Schley, 2011). Ces résultats proviennent de la littérature anglosaxonne (principalement US) mais il nous semble que ces constats correspondent à la situation d'un élève ou étudiant sourd français.

La grande majorité des locuteurs sourds sont en situation de bilinguisme, ce bilinguisme pouvant être caractérisé comme un bilinguisme bimodal (Grosjean, 2010) ou comme un bilinguisme intramodal (Bogliotti et Isel, 2021). En 2021, nous avons proposé la terminologie bilinguisme intramodal pour caractériser le bilinguisme LS-LV des sourds non appareillés car ces locuteurs perçoivent et traitent la langue vocale au travers de la modalité visuelle. Les locuteurs sourds sont également confrontés à la LV par l'intermédiaire de l'écrit pour toutes les activités du quotidien, scolaires ou professionnelles, ce qui n'assure pourtant pas le niveau d'efficacité à l'écrit que l'on suppose souvent (pour les différents travaux sur la littéracie sourde dans lesquels nous sommes investie, voir page 118).

Le bilinguisme bimodal réfère à une situation dans laquelle le locuteur sourd est confronté à un input vocal et un input signé. Cette situation de bilinguisme bimodal peut s'illustrer par du multilinguisme, situation elle aussi très fréquente car ces enfants peuvent naître dans des familles immigrées et/ou de parents de nationalité différente. Ces enfants sourds sont alors baignés dans un environnement linguistique riche mais peu accessible : LV native des parents, LV institutionnelle, et toutes deux dans les modalités orale et écrite, avec une LS plus ou moins efficace selon l'environnement dans lequel les enfants grandissent. En termes de temporalité, ces situations de bilinguisme et de plurilinguisme sont le plus souvent simultanées chez les enfants sourds signeurs tardifs et les enfants CODA⁹, et plus rarement séquentielles chez les enfants sourds signeurs natifs ou les enfants

⁹ L'acronyme CODA ou *Child Of Deaf Adults* désigne les enfants entendants issus de parents sourds.

entendants devenus sourds. Si les CODA connaissent un bilinguisme simultané précoce, du fait de leur exposition native à la LSF et au Français oral, les signeurs tardifs sont dans une situation de bilinguisme simultané tardif. Ce bilinguisme simultané tardif s'avère être une difficulté supplémentaire pour le développement du langage : l'imprégnation dans le bain de langues environnantes est tardive, superficielle, lacunaire. Cette imprégnation est tardive car il faut du temps pour décider du type d'appareillage, laissant les enfants sans entrée auditive et donc sans LV. Imprégnation tardive encore car la LS n'est pas une fin en soi, ou n'est pas toujours envisagée comme une solution de communication pour les parents entendants : la LS leur est inconnue ou, pire, méconnue, avec de nombreux préjugés véhiculés par des professionnels soignants qui laissent à penser que la LS va empêcher l'acquisition de la LV (Duhayer et al., 2006). Enfin, l'imprégnation est lacunaire car le bain langagier se résume à une LS non native (si elle est présente) et une LV acquise par le biais d'appareillage, et donc sans doute dégradée.

Ce n'est pas le cas pour les signeurs natifs ou devenus sourds qui, eux, rencontrent en principe la LS et la LV à des âges différents. Les signeurs natifs disposent d'une langue native, assurant une entrée plus robuste dans la L2 qu'ils seront obligés de manipuler, c'est-à-dire la LV environnante au moins dans sa modalité écrite. S'il a été clairement démontré que l'acquisition native est évidemment primordiale, plusieurs études lui confèrent un rôle fondamental y compris pour acquérir une L2 (Cormier et al., 2012 ; Mayberry et al., 2002 ; Mayberry et al., 2007). Cette langue native permet un développement des compétences cognitives (catégorisation, symbolisation, représentation du monde, etc.). Nous rappelons cependant que la LS native n'est pas la condition sine qua non pour maîtriser une L2, plusieurs études ayant démontré que la fréquence d'exposition à une langue jouait un rôle sur l'efficacité (Birdsong, 1992 ; Hakuta et al., 2003 ; White et Genesee, 1996). De même, le développement du langage des enfants sourds ne doit pas être envisagé comme la seule conséquence du retard ou de la fréquence d'exposition, car ces facteurs sont confondus avec d'autres facteurs comme le développement cognitif et social, entravé par l'absence d'interactions (cas de Genie, Curtiss, 1977 ; Skuse, 1984).

Aussi, comprendre le développement typique, atypique et pathologique du langage chez un locuteur sourd suppose de prendre en compte la globalité et la spécificité de la compétence plurilingue sourde, et non pas simplement dans un contexte d'évolution des compétences de chacune des langues que les locuteurs sourds bilingues utilisent (de Houwer, 2009).

1.2.3. Le développement langagier en LS : pourquoi et quand parle-t-on d'atypie ?

Exposition native et développement du langage

En l'état actuel des connaissances, si l'enfant reçoit une exposition complète à une LS dès la naissance, l'acquisition et le développement de cette LS seront considérés se réalisant de manière identique à celle d'une langue vocale (Bates et

al, 1994 ; Chen-Pichler, 2012, 2009 ; Fenson et al., 1994 ; Lillo-Martin, 2008 ; Petitto & Marentette, 1991 ; Petitto, 2000). Si ces résultats sont relativement bien connus pour plusieurs LS (ASL, BSL, DGS), et supposées semblables pour les LS qui n'ont pas ce type de données, il n'existe actuellement aucune étude sur les stades de développement de l'acquisition de la LSF. Plusieurs thèses de doctorat ont été menées sur des acquisitions spécifiques : les fonctions de pointage chez un enfant sourd LSF (Limousin, 2011), les processus référentiels dans les narrations enfantines (Jacob, 2007), la poésie enfantine en LSF (Blondel, 2000) mais il n'existe que de rares études transversale et longitudinale sur le développement du langage des enfants sourds signeurs. Dans le cadre du projet SignMET, nous avons justement collecté des données transversales sur le développement phonologique d'enfants sourds signeurs âgés de 6 à 12 ans (Bogliotti et al., 2020). Ces premiers travaux montrent l'impact du développement chronologique dans une large population d'enfants sourds (64 enfants), mais surtout pour la première fois l'effet de l'âge d'acquisition (AOA- Age Of Acquisition) de la LSF sur les compétences phonologiques signées tant du point de vue quantitatif que qualitatif (voir ci-dessous et Volume 2). De même, les travaux de Puissant-Schontz (2020) sur le développement des compétences morphosyntaxiques ont mis en évidence un effet de l'AOA (voir page 111).

Le manque d'exposition à une LS native provoque des retards cognitifs et linguistiques importants (Courtin, 2000 ; Morgan et al., 2007). Plusieurs auteurs ont d'ailleurs montré que les enfants sourds exposés tardivement à une LS dans l'enfance ne maîtrisaient pas certains aspects phonologiques (Bogliotti et al., 2020 ; Morford, 2000), ni les structures morphosyntaxiques de la LS (Berk, 2003; Morford & Mayberry, 2000; Newport, 1990 ; Puissant-Schontz, 2020) et tendaient à se comporter comme des apprenants L2 (Mayberry & Eichen, 1991; Mayberry & Lock, 2003; Newman et al., 2002). Nous verrons plus loin que cette comparaison avec des locuteurs L2 est à interroger car apprendre une L2 dans l'enfance sur la base d'une L1 bien construite (la langue native) n'est pas analogue au fait d'apprendre une L1 dans l'enfance ou plus tardivement comme cela peut être le cas chez les adolescents sourds (comme nous l'avons défini plus haut, on parlera de langue première pour les locuteurs sourds signeur tardif ; Ferjan-Ramirez et al., 2016). Ces constatations et propositions d'une équivalence L1 / L2 sont nées des premières études de Mayberry dans lesquelles les compétences en ASL de signeurs natifs étaient comparées à celles d'autres types de signeurs, comme des signeurs précoces, des signeurs tardifs dont la LS est la langue première, et signeurs tardifs L2 (Mayberry et Fisher, 1989 ; Mayberry 1993). Lors de la comparaison avec des signeurs natifs, Mayberry et Fisher (1989) ont rapporté que les signeurs tardifs, dont l'âge d'acquisition de l'ASL se situait entre 9 et 16 ans, présentaient des difficultés de compréhension lors de tâches de répétition de phrases immédiate et de répétition décalée¹⁰. Ces difficultés se manifestaient par des répétitions moins précises et des suppressions ou substitutions lexicales lors des deux tâches de répétition. Dans une autre étude sur les effets de l'âge d'acquisition de l'ASL sur le traitement langagier, Mayberry (1993) a comparé 4 groupes de signeurs et donc 4

¹⁰Dans une tâche de répétition décalée (narrative shadowing), les participants doivent reproduire les stimuli en même temps qu'ils les reçoivent.

types d'environnement langagier (signeurs natifs, signeurs précoces et signeurs tardifs LS langue première, et tardifs L2) et a fait ce même constat concernant cette fois la qualité du traitement phonologique, lexical et syntaxique, qualité qui serait fortement dépendante de l'âge d'acquisition. Même si les temps de réponse et les taux de production de signes étaient quantitativement identiques quel que soit le groupe de sujets, les signes étaient qualitativement (i.e. articulatoirement) mieux répétés chez les sujets qui avaient acquis l'ASL précocement. Elle a rapporté les mêmes résultats en ce qui concerne le nombre et le type de substitutions lexicales (phonologique ou sémantique), ainsi que le respect de la structure syntaxique lors de la tâche de répétition, qui était meilleur chez les signeurs précoces. Il y a donc une forte corrélation entre l'âge d'acquisition et le niveau de maîtrise globale de la LS.

Age d'exposition et expérience avec la LS

En plus des premières preuves comportementales sur l'effet de la privation langagière, nous retenons ici l'importance de bien dissocier les effets de l'AOA des effets de l'expérience en LS – i.e., depuis combien de temps le locuteur signe -. En effet, même avec 15 à 20 ans de pratique en LS, les adultes sourds non natifs ne se comportent pas comme des locuteurs signeurs natifs âgés de 15 ou 20 ans (Bishop et al., 1996 ; Mayberry, 2007). Le moment pendant l'enfance auquel se situe la première expérience avec le langage présente très clairement des effets robustes sur la maîtrise finale du langage, et ce, quelle que soit la langue ou la modalité sensorimotrice. Dans les diverses études qui ont comparé les compétences syntaxiques ou morphologiques pour lesquelles l'âge d'acquisition et la fréquence d'exposition à une LS variaient (enfants sourds LS natifs *vs* enfants sourds LS-L2 tardifs mais avec une L1 vocale *vs* enfants sourds avec une L2 tardive associée à une entrée langagière vocale minimale), les auteurs ont fait la même observation : même si le temps d'exposition à une langue est identique, c'est la précocité de l'exposition qui est cruciale dans la maîtrise du langage (*L1 Timing Hypothesis* : Boudreault & Mayberry, 2006 ; Mayberry, 1993 ; Mayberry et al, 2002 ; Mayberry & Lock, 2003). Bien que ces résultats sur le rôle de la précocité de l'exposition à une langue proviennent essentiellement du groupe de Mayberry, plusieurs études soulèvent ce point. Dans leur étude fondamentale, Hart et Risley (1995) avaient constaté que la quantité de LV adressée aux enfants avait des effets importants sur leur développement linguistique. Depuis ces travaux, de nombreuses études ont rapporté que la quantité et le type d'apports linguistiques reçus par les enfants affectaient la trajectoire de leur acquisition lexicale et syntaxique (Hoff, 2003 ; Huttenlocher et al., 2002). À tout point de vue, l'environnement linguistique des enfants nés sourds est très appauvri par rapport à celui des enfants entendants lorsque la LS est absente de leur environnement. Nous pouvons donc supposer que cette quantité de langue aura les mêmes effets sur le bon développement langagier, à la seule différence majeure que ces enfants sourds n'ont pas eu de langue native. Henner et al. (2016) ont justement fait mention du lien entre acquisition de la LS et âge auquel les enfants sourds entrent dans une école sourde, leur assurant une exposition plus fréquente à la LS. Ils ont observé le fameux effet Matthieu : si l'apprentissage de la LS profite à tous les sourds quel que

soit l'âge, le fait d'y être exposé précocement et fréquemment majore grandement la maîtrise des habiletés langagières et de raisonnement logique.

Les conséquences néfastes de l'exposition tardive ont également été rapporté dans des études électrophysiologiques. Ferjan Ramirez et al., (2013 ; 2016) ont présenté des données concernant le développement langagier chez deux adolescents sourds exposés très tardivement à l'ASL aux alentours de 14 ans, et qui n'avaient jamais été exposés à aucune langue native auparavant (qu'elle soit vocale, signée ou écrite). L'ASL était donc leur langue première. A l'aide d'une tâche d'amorçage sémantique, les auteurs ont étudié de manière longitudinale le traitement lexico-sémantique de ces adolescents, et ont constaté un comportement semblable à celui de locuteurs entendants ASL – L2 : la durée d'exposition à l'ASL était bénéfique car les réponses étaient plus précises et le temps de réponse diminuait au fur et à mesure que leur expérience langagière s'accroissait. En revanche, les mesures MEG¹¹ effectuées en parallèle ont révélé une atypicité dans le traitement : les régions du cerveau activées ne se situaient pas dans la partie fronto-temporale de l'hémisphère gauche comme cela est le cas chez des enfants sourds ou entendants exposés précocement à une langue, mais dans la partie dorso-fronto-pariétale de l'hémisphère droit. Ces résultats sont d'une importance majeure, et nous osons le dire, encourageants pour la clinique : comme nous essayons de le faire avec nos travaux entrepris en EEG (voir Partie 3) une manifestation neurale de l'atypie ou d'un trouble langagier pourrait être utilisée comme un critère diagnostique non négligeable. Sachant que les données comportementales sont rarement efficaces à l'âge adulte pour révéler des compétences déficitaires en raison d'effets plafond, les mesures neurophysiologiques constituent une piste de recherche intéressante pour la mise en évidence de troubles langagiers, et plus précisément de marqueurs neurophysiologiques de ces troubles.

D'autres données en neuroimagerie (Ferjan-Ramirez et al., 2016) ont permis de mettre en évidence la plasticité cérébrale chez ces adolescents au cours de l'apprentissage à la suite de 2 ou 3 années d'exposition à l'ASL : les zones activées lors de la tâche ne sont plus les mêmes et se situent majoritairement dans l'hémisphère gauche, notamment pour le traitement des unités lexicales les plus fréquentes et les mieux maîtrisées par les adolescents. Ce phénomène de plasticité cérébrale n'est pas surprenant car il avait été constaté précédemment dans des cas d'acquisition typique du langage en modalité vocale et dans des cas de bilinguisme (Leonard et al., 2010). En résumé, la plupart des chercheurs indiquent que l'exposition précoce à la LS est bénéfique, y compris pour l'alphabétisation dans une langue seconde (Newman et al., 2002 ; Mayberry & Lock, 2003). Mais l'exposition native ou précoce doit être distinguée de l'expérience que les locuteurs ont avec la LS.

Cette distinction entre âge d'exposition, longueur de l'expérience et fréquence d'exposition à la langue est cruciale pour distinguer les profils de locuteurs sourds, mais également pour comprendre la quantité et la qualité nécessaire à un locuteur pour atteindre une compétence langagière maximale. Nous exposerons dans un

¹¹ La magnétoencéphalographie (MEG) est une technique de mesure des champs magnétiques induits par l'activité électrique des neurones du cerveau.

prochain chapitre une nouvelle proposition pour repenser le profil langagier des locuteurs sourds en fonction de l'hétérogénéité de ces facteurs (Indice de Potentiel Langagier). Avant cela, nous souhaitons revenir sur la question de l'atypie langagière et du contexte atypique, expressions régulièrement employées dans la littérature sourde, sans pour autant avoir été clarifiées en amont.

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

* **Bogliotti, C., Puissant-Schontz, L., & Marshall, C. R. (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 *Les atypies langagières de l'enfance à l'âge adulte. Apports de la psycholinguistique et des neurosciences cognitives* (DeBoeck Supérieur, p. 75-114).

* **Bogliotti, C., Aksen, H., & Isel, F. (2020).** Language experience in LSF development: Behavioral evidence from a sentence repetition task. *PLOS ONE*, 15(11), e0236729. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236729>

2. Problématiser l'atypie langagière

2.1. Réinterroger le continuum norme – atypie – trouble

Ce constat établi sur le contexte atypique dans lequel le développement langagier se réalise, il nous semblait possible de délimiter les contours de l'atypie langagière. Dans l'éventail des variations langagières individuelles, certains comportements interpellent par leur caractère singulier, inhabituel, inattendu, bref atypique. Posée comme cela, la notion d'atypie semble évidente, mais elle reste en réalité vague, intuitive et peu opératoire en l'état. Trois questions fondamentales se posent alors. D'une part, atypie par rapport à quoi, comment et pour qui ? Autrement dit, ce qui peut être considéré comme atypique selon une certaine norme définie dans un certain environnement peut ne plus l'être dans un contexte différent. La notion est donc toute relative et nécessite de préciser le cadre de référence, les indicateurs et les mesures employés précisément. D'autre part, en supposant que le cadre de référence puisse être clairement établi, atypique suppose-t-il nécessairement pathologique ? Cette conception catégorielle est-elle encore acceptable aujourd'hui étant donné les connaissances acquises ? N'est-il pas plus pertinent de réfléchir dans une perspective continue qui consiste à poser l'existence d'un espace intermédiaire, ou zone grise, entre le normal et le pathologique ? Et si oui, comment définir cet espace précisément ? Enfin, quelle approche utiliser pour étayer et justifier l'atypie comme concept scientifique ? Une approche empirique, clinique ou théorique ? La problématisation de l'atypie langagière a fait l'objet d'une conférence internationale sur le langage atypique (Conférence ATYLANG "*Atypical Language : what are we really talking about*", 2015) à l'Université de Nanterre, organisé en collaboration avec Anne Lacheret-Dujour, et qui a ensuite donné lieu à un ouvrage sur les atypies langagières (Bogliotti et al. 2017).

Ainsi, concernant plus précisément notre domaine de recherche, est-ce alors approprié de parler de développement atypique dans la population sourde alors que la norme de cette population est de ne pas partager la langue de ses parents (la norme étant entendue ici comme la représentation de la majorité des cas) ? Les chercheurs peuvent-ils et doivent-ils modéliser le développement du langage à partir d'une conception du typique qui est discutable pour leur champ ? Le contexte et la période de développement du langage d'un enfant sourd peuvent être considérés comme atypiques, sans pour autant générer de troubles langagiers durables, comme enfant sourd issu de parents entendants, qui aura donc un input langagier lacunaire mais pour autant pas nécessairement de trouble langagier installé. Ou encore, le contexte dans lequel se déroule le développement langagier d'un enfant peut être typique, et pourtant ne pas le protéger d'un trouble du développement du langage.

2.2. Délimiter l'acquisition typique et atypique en LSF

Nous avons pu constater que réinterroger la [norme LSF](#) nécessitait de réinterroger le [locuteur qui la parle](#). La grande majorité des locuteurs sourds sont touchés par un fait unique : l'absence de langue à la naissance, et parfois même de communication (Courtin, 2000). La notion de privation langagière est donc centrale dans les travaux sur le traitement du langage en LS. Dans la littérature scientifique, il est d'usage de considérer qu'il existe deux grandes populations de sourds signeurs, les natifs et les tardifs (signeurs natifs, signeurs précoces, signeurs tardifs langue première et signeurs tardifs L2). Il y a consensus sur le fait que les sourds signeurs natifs et précoces présentent de meilleures compétences langagières que les sourds signeurs tardifs. Si ce n'est pas contestable, et plusieurs études le rapportent (Mayberry and Lock, 2003 ; Newman et al., 2002 ; Mac Sweeney et al., 2006 ; Skotara et al., 2012 ; [Bogliotti et al., 2020](#)), ces distinctions reposant uniquement sur l'AOA apparaissent insuffisantes, et la description des compétences langagières en LS gagnerait en qualité si nous utilisions une catégorisation plus fine. C'est la raison pour laquelle nous avons travaillé avec Laetitia Puissant-Schontz à la proposition d'un indice qui exprime le potentiel dont dispose un locuteur sourd pour atteindre un niveau de compétence langagière plus ou moins robuste. Cet indice, que nous avons renommé Indice de Potentiel Langagier (initialement nommé Indice de Fonctionnement Linguistique par Puissant-Schontz, 2020), permet d'affiner cette distinction sourds natifs / tardifs et prend en compte les facteurs favorables ou défavorables au développement langagier typique de la LSF. Ces facteurs sont quantifiés et pondérés en fonction de leur potentialité d'impact (e.g., l'âge d'acquisition de la LSF a-t-il plus ou autant d'impact que la valorisation d'une langue au sein de la famille ?). Comme dans les études sur le bilinguisme qui s'attèlent à décrire l'hétérogénéité des locuteurs bilingues à l'aide d'indices multifactoriels (Anderson et al., 2018 ; Dash et al., 2022 ; Kaščelan et al., 2022), un des enjeux de la recherche en LS réside donc dans la capacité à dépasser cette distinction 'confortable' et peu opératoire en l'état, et de proposer un indice fiable qui permette de décrire la population hétérogène des locuteurs sourds.

2.2.1. Sourds natifs vs. sourds tardifs : les limites d'une telle distinction

La contribution innovante de nos travaux de recherche est de dessiner la trajectoire dynamique du développement langagier en LSF tout au long de la vie, que ce soit chez les enfants sourds, les adolescents sourds et adultes sourds. Il est nécessaire d'adopter une perspective *life-span* car un locuteur sourd peut clairement développer ses compétences langagières tout au long de la vie. Cette perspective est éminemment écologique car elle semble bien refléter la réalité de la population sourde et l'hétérogénéité qui la caractérise. En effet, selon l'environnement langagier dans lequel ils sont nés, le choix du type de réparation de la surdité, et l'environnement pédagogique, les enfants sourds peuvent connaître des départs langagiers très différents : développement langagier typique (signeur natif), développement langagier retardé avec input lacunaire pour ensuite disposer rapidement d'une bonne langue première (signeur précoce) ou plus tardivement (signeur tardif), ou acquérir une L2, ou bien devenir signeur bien que bon locuteur oralisant (implantation cochléaire, appareillage). Ainsi, nous pouvons observer une variété de locuteurs en raison de la variété d'entrées langagières auquel il rencontre la ou les langues. Tout cela sans prendre en compte d'autres facteurs socio-économiques, culturels qui comptent indéniablement dans la vie quotidienne d'un sourd. Notre expertise de la LS et des locuteurs sourds s'accroissant, nous avons relevé que la littérature sur le traitement des langues signées commettait deux impairs sur lesquels il nous semble falloir travailler : tout d'abord un impair sur la manière dont les chercheurs (nous y compris) distinguent de manière peu opérante les locuteurs sourds signeurs en deux groupes (natifs et tardifs) et en second lieu, un impair sur la manière dont les chercheurs adaptent les paradigmes expérimentaux classiques aux LS. Ce dernier point sera abordé dans le chapitre sur nos expérimentations électrophysiologiques en LSF (voir page 141).

Ainsi, en tant que psycholinguiste, nous soutenons que cette dichotomie natif / tardif est grossière et peu opérante car, non seulement, elle est vraiment trop éloignée de la réalité linguistique, mais surtout elle empêche de mesurer efficacement les compétences langagières de ces locuteurs. Ce n'est pas uniquement la question de l'âge auquel le locuteur a été confronté à la LS qui nous importe, mais aussi son niveau d'efficacité au moment de l'expérimentation qui doit retenir notre attention. Un enfant sourd peut avoir grandi dans une famille entendante, avoir appris la LS en classe élémentaire et donc utiliser la LS toute la journée. Aussi, sa langue dominante sera la LS et son niveau d'efficacité sera élevé. Ou à l'inverse, un enfant sourd de parents sourds peut se trouver confronté à un input signé lacunaire, car les parents sourds auront grandi dans l'oralisation (i.e., éducation oraliste et appareillage), ne pouvant offrir une langue robuste à leur enfant. Ou encore, la surdité peut ne pas toucher tous les membres de la famille, ou bien les toucher à des degrés divers, et les locuteurs peuvent être dans une situation de bilinguisme bimodal (CODA) ou dans une situation d'interlangue (malentendant). Autant d'environnements langagiers que de profils langagiers (et donc de niveaux d'efficacité). Ces différents cas ne peuvent être considérés de la même manière, en tout cas pas dans une perspective d'évaluation des compétences, que cette évaluation soit psycholinguistique, pédagogique ou clinique (diagnostic et remédiation).

Cette mise en garde sur la dichotomie natif / tardif que l'on constate dans toutes les recherches sur les compétences en LS n'est évidemment pas la conséquence d'une mauvaise compréhension du terrain. Le problème est qu'il n'est pas aisé de recueillir les métadonnées avec les personnes sourdes. Mesurer le temps d'exposition, le niveau d'effcience ou encore savoir précisément à quel moment un locuteur a été exposé de manière efficace à une langue est difficile à objectiver. Et c'est sans compter sur les questions complexes, et parfois taboues, concernant l'oralité, l'appareillage, et tout autre facteur qu'un parent sourd peine à mesurer ou information intime qu'il n'a pas envie de donner.

Par conséquent, dans nos recherches, nous avons souhaité adopter une approche plus réaliste et plus écologique en tenant compte des bilinguismes sourds et de leur hétérogénéité. En plus de savoir évaluer cette population, connaître cette hétérogénéité nous permettra de proposer une modélisation du traitement du langage plus réaliste.

2.2.2. L'émergentisme, une représentation dynamique de la compétence bilingue bimodale des locuteurs sourds

Nous verrons ci-dessous comment la prise en compte de l'aspect multidimensionnel et multifactoriel du bilinguisme sourd est indispensable pour la conceptualisation de l'atypie langagière, et la compréhension d'un continuum de compétences typique – atypique – pathologique. Le problème que nous rencontrons avec la classification des locuteurs sourds rappelle les nombreux travaux conduits sur le bilinguisme vocal : la population des bilingues est tellement large qu'il est difficile de la généraliser du fait des nombreuses variables à prendre en compte pour mesurer le bilinguisme : l'âge d'acquisition, la fréquence d'exposition, l'usage, etc. Une grande partie des études usent de ces facteurs catégoriels mais des études récentes insistent sur une mesure plus continue du bilinguisme (Dash et al., 2022). Le contexte langagier des sourds peut donc s'appréhender au regard de la littérature sur le bilinguisme vocal, et particulièrement dans la Théorie Émergentiste, décrit par plusieurs chercheurs qui ont travaillé sur le bilinguisme vocal (Claussenius-Kalman et al., 2021 ; Hernandez et al., 2018, 2019) et l'apprentissage des langues secondes (Gregg, 2003 ; MacWhinney, 2002).

L'émergentisme est un concept philosophique décrit à l'origine par Mill (1843) dans un système physique, où des forces dynamiques se combinent pour former un mouvement simple. Dans le cadre du développement du langage, l'émergentisme peut être décrit comme une interaction entre l'écosystème et l'expertise du locuteur au cours de l'acquisition du langage ou l'acquisition d'une L2. L'écosystème correspond aux différentes propriétés de la langue à acquérir et de l'environnement linguistique. Cet écosystème comprend des propriétés concernant les caractéristiques de la langue cible, le type d'entrée (par exemple, plusieurs langues qui peuvent être mélangées), de la fréquence d'exposition, de caractéristiques de l'environnement, de distance ou similarité typologiques des langues entre elles, du contexte d'apprentissage (enseignement en classe ou apprentissage social en immersion), et de diversité des pratiques et des utilisations de la langue (alternance codique, contrôle langagier). L'expertise correspond à l'aptitude individuelle dont dispose le locuteur pour la réalisation de la tâche. Cela

implique des caractéristiques telles que l'âge du locuteur, les compétences attentionnelles, la mémoire de travail, le contrôle cognitif et la flexibilité cognitive. L'émergentisme est donc le produit de l'interaction entre écosystème et expertise, aboutissant ainsi à un résultat variable du traitement langagier chez les bilingues.

Dans les études sur le bilinguisme vocal, cette notion d'écosystème fait référence à tous les facteurs qui sont caractéristiques de l'environnement d'apprentissage de la L2, tels que l'utilisation de la langue, la fréquence d'exposition à cette langue, les similitudes entre les langues et le mode/environnement d'apprentissage. La notion d'expertise quant à elle fait référence à l'aptitude de l'apprenant à apprendre une nouvelle langue. Cela peut inclure les différences individuelles et d'âge dans les compétences cognitives telles que la mémoire, le contrôle cognitif et la flexibilité cognitive. L'émergentisme s'envisage dans une perspective développementale, s'appuyant sur une interaction entre l'écosystème et l'expertise qui aboutit à un résultat variable du traitement langagier bilingue. Ainsi, chaque locuteur connaît une trajectoire de développement différente qui s'actualise dans un espace multidimensionnel unique, en fonction de l'interaction entre son écosystème et ses compétences. Ainsi, si nous appliquons le concept d'Émergentisme à notre objet d'étude qui est le développement du langage dans un contexte de surdité, ces notions d'écosystème et d'expertise sont d'importance et permettent d'expliquer le résultat variable du traitement langagier sourd. Comme pour l'apprenant L2, la trajectoire de développement d'un locuteur sourd s'actualise dans un espace multidimensionnel unique, en fonction de l'interaction entre son écosystème et ses compétences.

2.3. L'Indice de Potentiel Langagier : une meilleure représentation de l'hétérogénéité des sourds ?

2.3.1. L'écosystème et l'expertise des locuteurs sourds : les facteurs à considérer

A l'heure actuelle, par manque de ressources théoriques et méthodologiques, le locuteur sourd signeur est décrit à l'aide des seuls facteurs catégoriels que sont l'AOA (natif, tardif, parfois précoce), la fréquence d'exposition (quotidienne, fréquente, ponctuelle, rare), ou le niveau d'efficacité (fort, faible). Mais un AOA précoce n'assure pas un niveau d'efficacité plus fort qu'un AOA tardif si la fréquence d'exposition à la LSF est quotidienne.

De notre point de vue, au regard de la population sourde, ces facteurs sont trop vagues pour définir la compétence langagière et la perspective d'envisager la compétence langagière sourde comme une variable continue est nécessaire. La compétence langagière est dépendante de nombreux facteurs internes et externes au locuteur, et c'est cette approche multifactorielle qui permettra de rendre compte de la variabilité inter-individuelle sourde. La théorie émergentiste, et plus précisément l'interaction entre l'écosystème et l'expertise, est particulièrement adaptée pour décrire la compétence sourde. Au vu des différents points développés plus haut, il est donc nécessaire de repenser la référence typique du locuteur sourd. Mais pour mettre en place cette référence (est-ce réellement envisageable ?), et pour être le plus écologique possible, il faut prendre en compte

les facteurs internes (facteurs physiologiques) et externes (facteurs environnementaux) qui constituent l'écosystème et l'expertise des locuteurs sourds.

Facteurs physiologiques

Les facteurs physiologiques sont des facteurs propres à la surdité et sa remédiation, qui auront de fait des implications sur la nature et l'intensité de l'input langagier. De même, nous pouvons nous interroger sur les limitations perceptives et motrices conséquentes des facteurs physiologiques. L'âge de survenue de la surdité a une implication sur l'élaboration de l'esprit : un enfant ayant entendu aura pu accéder à une langue et donc à l'élaboration de concept, de représentation. Ainsi, nous pouvons supposer un meilleur accès à la LSF si l'enfant a eu une expérience vocale antérieure. A l'inverse, il n'est pas certain que la distinction surdité prélinguale *vs* postlinguale soit si pertinente pour l'acquisition de la LS, et que ce soit davantage la quantité et la qualité d'input langagier reçu qui soit un facteur crucial : un enfant sourd postlingual n'aura pas de limite perceptive pour acquérir une LS, alors qu'un enfant sourd prélingual de parents entendants ne pourra pas l'acquérir, ses parents ne pouvant lui offrir un bain langagier qui lui soit accessible (facteur psycholinguistique).

On peut considérer que les facteurs suivants sont à intégrer pour mesurer l'IPL:

- Le type de surdité : cophotique, profonde, partielle
- L'âge de survenue de la surdité : naissance ou liée à une maladie dans la petite enfance ou l'adolescence.
- Le type d'appareillage : implant cochléaire, prothèse auditive, absence d'appareillage

Facteurs psycholinguistiques

Tous les facteurs psycholinguistiques peuvent avoir des répercussions sur le développement cognitif et neurocognitif, et donc sur le développement du langage.

- Le statut auditivo-langagier des parents, de la fratrie, de la famille : parents sourds signeurs, parents sourds oralistes, famille exclusivement entendante, parents entendants et fratrie sourde.
- L'AOA : âge d'acquisition et d'exposition à la LS : naissance, petite enfance, tardif, très tardif.
- La fréquence d'exposition (quotidienne, hebdomadaire, rare, etc.)
- Le type d'exposition langagière : signée uniquement, vocale et signée, multimodalité efficace, interlangue, etc.
- La qualité de – des inputs langagiers (natif, interlangue, lacunaire, etc.)
- La multiplication des inputs dans les différents milieux dans lesquels le locuteur évolue : familial, amical, professionnel

Facteurs socio-éducatifs

- La langue dans laquelle s'effectuent les apprentissages scolaires
-

- La maîtrise de la LS chez les pairs (langue efficiente, langue lacunaire)
- Le genre : différence dans la manière d'éduquer et stratégie cognitive différente dans la résolution de tâches (Rinaldi et al., 2021)

Facteurs socio-affectifs / socio-culturels / démographiques

- Importance de la Culture Sourde et sa communauté
- Le fait que les locuteurs habitent une ville de sourds (facilite l'exposition à la LS et assure un plus grand nombre de contacts et d'échanges)
- Le prestige et la valorisation de la LSF dans la famille et la communauté environnante.
- Motivation, aptitude

Les effets de l'AOA sur les compétences en langue première ou en L2 sont robustes, mais ils interagissent aussi clairement avec des facteurs non liés à l'âge, tels que la quantité d'expérience linguistique avec la L2, la relation typologique entre la L1 (que la langue soit native ou première) et la L2, la quantité d'éducation reçue dans la L2, la quantité d'utilisation de la L2, ainsi que des facteurs d'apprentissage tels que la motivation et l'aptitude. Il est possible que ces facteurs d'apprentissage puissent contribuer à une partie du déclin des résultats en L2 lié à l'âge. Par exemple, la motivation à apprendre et à utiliser une nouvelle langue, ainsi que la quantité d'éducation reçue en L2, peuvent diminuer avec l'âge (Mayberry et Klender, 2018).

2.3.2. L'Indice de Potentiel Langagier (IPL)

Nous développons ici notre proposition d'Indice de Potentiel Langagier. Cette mesure que Puissant-Schontz a proposé dans son doctorat sous le nom d'Indice de Fonctionnement Linguistique (Puissant-Schontz, 2020), et que nous avons décidé de renommer Indice de Potentiel Langagier pour nos futures recherches, permet d'objectiver la multi-factorialité qui entre en jeu dans le développement du langage. Comme le développent Dash et al. (2022) pour le bilinguisme vocal, l'approche multifactorielle est la "voie à suivre" car elle permet d'examiner en profondeur la manière dont le bilinguisme peut contribuer aux avantages cognitifs et neuronaux. Avec cet indice, nous espérons expliquer les compétences des locuteurs sourds en tenant compte de la variabilité interindividuelle, i.e. l'interaction entre l'expérience bilingue hétérogène et d'autres expériences de vie telles que l'éducation, les loisirs et le statut socio-culturel et économique.

Notre proposition d'Indice de Potentiel Langagier peut s'appuyer sur les concepts développés dans la théorie Émergentiste, théorie qui souligne l'interaction entre l'écosystème dans lequel évolue le locuteur et l'expertise de ce locuteur lors de l'acquisition d'une seconde langue (Hernandez et al., 2018 ; 2019). L'émergentisme est donc le produit de l'interaction entre écosystème et expertise, aboutissant ainsi à un résultat variable du traitement langagier chez les bilingues. En adoptant une perspective développementale, on peut imaginer un processus non-linéaire et dynamique, avec une représentation multidimensionnelle unique et spécifique à chaque locuteur, fonction de l'interaction écosystème / expertise.

L'Indice de Potentiel Langagier (IPL) est un indice multifactoriel qui a pour objectif de refléter le potentiel dont dispose un locuteur pour « réussir » son développement langagier. Cet indice se mesure à partir des différents facteurs susmentionnés et qui sont connus pour être impliqués de manière plus ou moins influente dans le développement du langage d'un enfant sourd. On peut trouver la première proposition de cet indice dans la thèse de Laetitia Puissant-Schontz lors de l'analyse des compétences de réception et production en morphosyntaxe de la LSF (Puissant-Schontz, 2020). Pour les besoins de comparaison entre différents groupes d'enfants sourds, Puissant-Schontz (2020) a développé l'Indice de Fonctionnement Linguistique (IFL), pour lequel elle a pris en compte 4 facteurs connus pour leur influence sur le développement du langage (Table 1). Si quelques résultats sont apparus significatifs, il ressortait du travail de Puissant-Schontz que des améliorations devaient être apportées à cet indice.

Il fallait tout d'abord ajouter d'autres facteurs car l'IFL était encore trop sommaire, ne comprenant que quelques facteurs que l'on peut regrouper sous un facteur plus large de nature psycholinguistique. Or, comme nous l'avons exposé plus haut, des facteurs de nature physiologique, socio-éducative et socio-culturelle sont à associer et intégrer pour la mise en place de cet indice.

	Âge d'exposition à la LSF (AE)	Langue dominante (LD)	Exposition Familiale (EF)	Exposition Scolaire (ES)	Indice de Potentiel Langagier
Objectif (postulat)	Avoir une information sur l'âge d'exposition à la LSF (la LSF étant la langue naturellement accessible à la personne sourde)	Langue privilégiée utilisée spontanément par l'enfant. On attend qu'elle soit la plus riche et la plus développée. On suppose que la LSF une langue plus riche car devrait pouvoir se développer sans l'intervention d'un tiers.	Langue à laquelle l'enfant est le plus exposé en famille. Si LSF, on suppose que les enfants sourds de parents sourds sont avantagés par rapport aux enfants de parents entendants car ils partagent la même langue.	Langue à laquelle l'enfant sourd est exposé avec les enseignants et ses pairs sourds. On suppose que l'éducation bilingue permet une meilleure exposition à la LSF que l'inclusion.	Objectivation d'un Potentiel langagier permettant de connaître la qualité du bain langagier et donc du développement de développer de bonnes compétences.
Cotation Indice de Fonctionnement Linguistique <i>Puissant-Schontz, 2020</i>	2 pts : quand AE < 2 ans 1 pt : AE = 2 – 5 ans 0 pt : AE > 5 ans	2 pts : LSF 1 pt : LSF et LV 0 pt : LV	2 pts : LSF seule 1 pt : LSF et LV 0 pt : LV seule	2 pts : exposition LSF favorable (enseignants et pairs) 1 pt : exposition moyennement favorable 0 pt : exposition défavorable sans LSF	AE + LD + EF + ES Score maximal de 8 points
Cotation Indice de Fonctionnement Linguistique <i>Bogliotti et al, 2020</i>	2 pts : LSF native ou AE < 2 ans 1 pt : AE 2 – 5 ans 0 pt : AE > 5 ans	2 pts : LSF 1 pt : interlangue LSF-LV 0 pt : LV	2 pts : LSF / LV si enfant IC < 2 ans (bonne réception de l'input vocal) 1 pt : LSF et LV 0 pt : autre LV à la maison	3 pts : exposition LSF très favorable (classe bilingue) 2 pts : exp. LSF moyennement favorable (ex. pas de pairs sourds mais interprète) 1 pt : exposition défavorable sans LSF ou peu fréquent	AE + LD + EF + ES Score maximal de 9 points

Table 1. Description des facteurs composant l'Indice de Fonctionnement Linguistique (tiré de la thèse de doctorat de Laetitia Puissant-Schontz, 2020 ; et de Bogliotti et al., 2020 CMLF). Les facteurs Exposition Familiale et Exposition Scolaire ont été traités de manière différente au vu du type de la population testée dans les 2 études.

Nous avons décidé de le renommer Indice de Potentiel Langagier afin qu'il permette de supposer le niveau d'efficacité du locuteur, et donc de prédire un niveau d'habileté langagière : un IPL élevé (un bon potentiel) serait le prédicteur ou le marqueur d'un bon niveau de langage, un faible IPL serait prédicteur / marqueur d'un niveau de langage bas. Et par conséquent, un indice IPL élevé associé à un faible niveau de langage chez un locuteur sourd signifierait pour être le prédicteur / marqueur d'un retard ou d'un trouble du langage.

En plus d'affiner cet indice multifactoriel, il serait intéressant d'évaluer le poids de chacun des facteurs le composant. C'est ce que nous faisons actuellement avec

Esther Gettler et Raphael Prenovec dans leur travail de doctorat. Ainsi, cet IPL pourra fournir des informations cruciales sur le rôle des facteurs environnementaux dans le développement du langage, et même dans le développement de structures linguistiques typiques, atypiques ou pathologiques.

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

* Puissant-Schontz, L., Villoing, F. & Bogliotti, C., accepté dans LANGAGES. Titre provisoire Constructions prédicatives et Indice de Potentiel Langagier : une nouvelle piste pour le diagnostic de trouble du langage en LSF

* de Pontonx, S., Battistelli, D., Bogliotti, C., & Brossier, F. (2020). L'acquisition des adverbiaux temporels en français écrit chez l'enfant sourd: Premiers résultats comportementaux. SHS Web of Conferences, 78, 10008. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207810008>

Bogliotti, C., Lacheret-Dujour A. & Isel, F. (2017) Atypies langagières de l'enfance à l'âge adulte. Apports de la psycholinguistique et des neurosciences cognitives. De Boeck Supérieur Editions

3. Environnement natif et échec inattendu dans l'acquisition et le développement du langage : le trouble spécifique du langage en LS

Les enfants dont l'acquisition du langage se déroule dans la modalité vocale peuvent présenter un développement langagier pathologique. Ce développement pathologique peut revêtir plusieurs aspects : certains enfants présentent des difficultés dans la production de la parole, que ce soit avec les aspects moteurs de la parole ou dans la maîtrise du système phonologique de leur langue ; d'autres enfants rencontrent davantage de difficultés dans l'acquisition du lexique, de la syntaxe et/ou de la morphologie ; d'autres enfin connaissent des difficultés dans les fonctions sociales du langage, à savoir la pragmatique.

Un des aspects de nos travaux concerne justement la manière de décrire le développement langagier pathologique dans la modalité signée, et plus précisément de comprendre si les troubles langagiers constatés et décrits dans les LV sont repérables dans les LS. Savoir répondre à cette question permettrait de faire la lumière sur les causes fondamentales du développement pathologique du langage en général, car elles restent encore mal comprises. Cela permettrait également de prévenir, informer et créer des interventions appropriées au public sourd, particulièrement les enfants et adolescents sourds dont le développement du langage suit une trajectoire atypique et qui présentent tout un continuum de comportements langagiers déficitaires, que ce soit en termes de type de déficits

ou de moment d'apparition de certaines étapes (Quinto-Pozos, 2014 ; Puissant-Schontz, 2020 ; Bogliotti et al., 2020 ; Bogliotti et al., 2017). Comme nous l'avons déjà dit, les travaux sur le fonctionnement de la LSF et sur le développement du langage typique étant encore lacunaire, il est difficile de définir précisément ce qu'est un retard ou un trouble du langage en LSF. Depuis plusieurs années, les chercheurs et praticiens travaillent à la mise en place d'outils de mesure des compétences langagières normales, mais aussi d'outils d'évaluation clinique. Quelques rares études attestent de la présence de troubles langagiers que l'on peut qualifier de troubles spécifiques, et les praticiens témoignent d'une patientèle sourde avec ce profil pathologique et proposent des remédiations. Cependant, il n'existe encore aucune caractérisation fiable d'un trouble du langage en LS, et pas d'outils de diagnostic normalisés. Nos travaux ont donc pour objectif de dégager de possibles marqueurs de retard ou trouble dans une langue signée, et de proposer des outils d'évaluation langagière.

3.1. Définir le trouble spécifique en langues des signes : les limites du diagnostic

Le Trouble Spécifique du Langage¹² (TSL) se définit comme un échec dans le déroulement de l'acquisition du langage à un niveau attendu pour un âge donné, et ce, en l'absence de causes évidentes et manifestes. Le trouble spécifique ne peut pas être diagnostiqué chez les enfants souffrant de troubles des apprentissages généralisés, ni en cas de trouble développemental connu pour affecter le langage, comme l'autisme par exemple. Bien que la spécificité du trouble spécifique soit fort débattue dans la littérature (Joanisse & Seidenberg, 1998; van der Lely et al., 1998), la question qui nous intéresse ici est de savoir s'il est possible d'identifier un TSL chez l'enfant sourd qui acquiert une langue gestuelle.

Un des défis à relever pour l'identification du TSL chez les enfants sourds signeurs est de savoir comment considérer les nombreux enfants retardés dans l'acquisition de la LS en raison d'un input tardif à cette langue. Pour poser un diagnostic de TSL en LV, une des conditions est que l'enfant ait reçu un input langagier adéquat, avec une quantité suffisante et de bonne qualité. C'est malheureusement rarement le cas des enfants sourds qui ne disposent pas d'un environnement langagier riche pour leur permettre d'acquérir aisément la LS. De plus, la définition du TSL exclut toute personne souffrant d'un trouble sensoriel, laissant supposer qu'un enfant sourd ne peut pas être touché par un TSL. Ainsi, au regard des différentes études de cas présentant des enfants sourds avec des troubles sévères du langage, Quinto-Pozos et al. (2017) suggèrent que la communauté scientifique revoie la définition du TSL pour que les enfants sourds n'en soient plus exclus. En plus de ce critère sensoriel, plusieurs facteurs empêchent encore de poser un diagnostic en LS (Marshall et Morgan, 2016) :

- Une exposition tardive à la LS est la norme chez les enfants sourds.

¹² Dans ce chapitre, le terme TSL peut être compris comme l'équivalent du Specific Language Impairment (SLI) dans la littérature internationale.

- Peu de tests **de** et **en** LS standardisés sont disponibles (Haug, 2008).
- Les compétences requises pour identifier un TSL et exclure d'autres troubles requièrent d'autres compétences que la seule connaissance de la LS et de son acquisition ou apprentissage.
- La LS adulte, modèle cible avec lequel on pourrait comparer le développement de la LS en acquisition, est encore insuffisamment décrite et connue.

Malgré ces facteurs limitants, la littérature scientifique et la pratique clinique offrent des tentatives de mettre en évidence le TSL avec la création d'outils permettant de le déterminer. Il existe deux stratégies pour identifier un enfant sourd présentant potentiellement un TSL en LS. La première stratégie consiste à identifier le TSL uniquement dans une population d'enfants sourds signeurs natifs, ayant acquis la LS dans un environnement linguistique favorable, mais qui, pour des raisons externes à cet environnement, n'ont pas atteint le niveau de langage attendu pour leur âge. L'identification des sourds déficitaires se fait donc à partir d'un point de comparaison, à savoir le locuteur signeur neurotypique. C'est un abus de langage que de considérer qu'un sourd est neurotypique, mais il faut comprendre cette assertion comme un sourd dont le développement langagier n'a pas été entravé, qui présente les compétences langagières attendues. La seconde stratégie consiste à identifier les sourds signeurs qui présentent un retard plus important que le retard déjà attendu dans leur compétence à signer, compte tenu du fait qu'ils ne sont pas des signeurs natifs. Dans ce cas, le TSL sera constaté lors de la comparaison entre signeurs non natifs sans trouble apparent et les signeurs non natifs qui présentent une faible compétence signée. Il est évident la première stratégie est préférable du point de vue du repérage, mais les enfants sourds signeurs natifs présentant un TSL sont rares, ce qui explique le petit nombre d'études réalisées (Bogliotti et al., 2013; Quinto-Pozos et al., 2017b; Morgan et al., 2007; Puissant-Schontz et al., 2014). La seconde stratégie a l'avantage d'identifier un plus grand nombre d'enfants dans des études de groupe, et est utilisée dans de nombreuses études (Marshall et al., 2015; Marshall & Morgan, 2016; Marshall et al., 2013; Mason et al., 2010a). Concernant cette seconde stratégie, il faut rappeler la réflexion tout à fait pertinente de Quinto-Pozos (2014) concernant le caractère atypique du développement langagier qui écrivait ¹³ "pour un grand nombre d'enfants sourds, l'atypicité a été simplement envisagée comme une phase de développement, un comportement que l'on s'attend à voir disparaître à mesure qu'ils grandissent " (Quinto-Pozos, 2014; p.1). Or c'est sur cette phase qu'il faut porter notre attention, car c'est là que se situe le point critique : nous devons être de mesure de distinguer une atypie développementale d'un comportement plus déviant que serait un TSL installé. Peut-on les distinguer ? Quels sont les marqueurs cliniques ? Ce sont ces questions qui motivent nos recherches.

¹³ "For many deaf children atypicality has been viewed simply as a developmental phase – something that is expected to "go away" as they get older" Quinto-Pozos (2014).

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

* **Bogliotti, C.**, Aksen, H. & Isel, F. (2020) Role of language experience in sign language experience: behavioural evidence from a repetition task, *PLOS ONE*, 15 (11), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236729>

* **Bogliotti, C.**, Puissant-Schontz, L., & Marshall, C. R. (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 *Les atypies langagières de l'enfance à l'âge adulte. Apports de la psycholinguistique et des neurosciences cognitives* (DeBoeck Supérieur, p. 75-114).

Puissant-Schontz, L., **Bogliotti, C.** & Blondel, M. (2014) Assessment of morphosyntactic skills in French Sign Language (LSF) : linguistic and practical issues, *ALTE Conference*, 10-11 avril 2014, Paris

Bogliotti C., Puissant-Schontz, L. & Heouaine S. (2013) Assessing morphosyntactic skills in French Sign Language, *TISLR11 Theoretical Issues in Sign Language Research*, 10-13 juillet 2013

3.2. Les théories sur les origines des troubles spécifiques du langage en langue des signes

Plusieurs théories ont été proposées pour rendre compte du trouble spécifique du langage chez les enfants entendants, et il n'y a pas de consensus sur l'hypothèse la plus probable. Ainsi, l'existence d'un TSL en LS pourrait potentiellement nous éclairer sur l'origine de ce trouble, et nous permettrait de valider ou d'invalider les théories qui supposent le déficit sensoriel comme étant source de trouble spécifique du langage *vs* les théories qui défendent un déficit cognitif comme cause du trouble spécifique du langage (pour une revue sur l'origine des TSL, voir Léonard, 1998 ; 2000).

Si l'on écarte évidemment la théorie la plus ancienne qui affirme que le trouble spécifique du langage trouverait son origine dans le déficit du traitement auditif rapide, ce dernier altérant le traitement des unités de parole (Tallal, 1980 ; 2003), d'autres théories sont plus à même de rendre compte du TSL en LS. Par exemple, l'hypothèse d'un ralentissement généralisé (Kail, 1994), supposent que les enfants TSL traiteraient les informations linguistiques et non linguistiques plus lentement que leurs pairs neurotypiques, ce qui aurait pour conséquence de ralentir le processus d'acquisition du langage. Cette théorie peut donc expliquer les troubles spécifiques du langage aussi bien pour les langues vocales que gestuelles.

La théorie *Computational Grammatical Complexity* (CGC), qui suppose qu'un déficit spécifiquement langagier altère l'interprétation des règles grammaticales, peut être également considérée comme indépendante de la modalité langagière (van der Lely, 2005). Les auteurs de cette théorie postulent que les composants clés de la grammaire (syntaxe, morphologie et phonologie), à partir desquels le locuteur interprète et traite une phrase, seraient affectés en cas de trouble

spécifique du langage, impactant ainsi fortement les représentations des structures syntaxiques complexes (Marshall et al., 2006 ; van der Lely, 2005 ; van der Lely et al., 2011). On peut donc supposer que cette théorie est cliniquement valable et largement envisageable dans le cadre d'un trouble spécifique du langage en LS.

L'hypothèse d'un déficit en mémoire phonologique à court terme (Gathercole & Baddeley, 1990) est également envisageable pour les langues signées. La capacité réduite à stocker des informations dans le système cognitif empêcherait notamment le développement des structures syntaxiques complexes (Mason et al., 2010b). Sur ce point, nous avons vu qu'il était nécessaire d'actualiser les modèles pour les LS et en particulier la manière de tester certaines hypothèses (Boutla et al., 2004 ; Bogliotti et al, *en cours de rédaction*; voir page 91) .

Enfin, l'hypothèse d'un déficit de la mémoire de travail visuo-spatiale peut être sérieusement envisagée. Des études ont montré que ce déficit touchait des enfants entendants avec trouble spécifique du langage (Bavin et al., 2005), même s'il n'a pas été clairement montré de quelle manière cela impactait la langue vocale. En revanche, il paraît évident qu'un tel déficit affectera le développement du langage en LS, puisque les langues signées ont une utilisation linguistique de l'espace (Quinto-Pozos et al., 2013) évoque d'ailleurs le cas d'une adolescente sourde qui présente à la fois un déficit de la mémoire visuo-spatiale et de faibles compétences d'utilisation de l'espace sémantico-syntaxique.

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

Bogliotti, C., Kasprzak R. & Heidlmayr K. (in progress) Working memory capacity in LSF – French bimodal bilinguals.

Données expérimentales sur le TSL en LS

3.3.1. La difficulté de mettre en évidence un TSL

Conduire des études expérimentales avec des enfants sourds n'est pas aisé car il faut savoir traiter et intégrer l'hétérogénéité de la population à la démarche expérimentale. Cette contrainte méthodologique permet de comprendre pourquoi les auteurs ont privilégié les études de cas aux études de groupe. Malgré le faible nombre d'études, Quinto-Pozos et al. (2011) évoque une prévalence des TSL de l'ordre de 3 à 5% chez des enfants signeurs natifs. Un cas de TSL chez un enfant signeur natif de 5 ans et 2 mois a été rapporté par Morgan et al. (2007). Cet enfant, qui bénéficiait de bonnes conditions d'acquisition de la BSL à la maison et dans sa scolarité, semblait présenter des difficultés dans la maîtrise de compétences langagières attendues. Une fois la présence de troubles associés éliminée, et la certitude assurant donc d'un profil neurologique, cognitif et social typique, les auteurs ont évalué son développement langagier. Ses compétences en réception et en production ont permis de conclure à un développement langagier déficitaire typique d'un trouble spécifique du langage : ses compétences lexicales étaient préservées et ses compétences phonologiques relativement bonnes, mais il

présentait un déficit grammatical important. Plus précisément, en production, les auteurs ont observé des phrases courtes d'un ou deux signes, avec très peu d'éléments grammaticaux (peu de signes fléchis), une utilisation exagérée de gestes non linguistiques, de pointages de désignation et d'expressions faciales en compensation de ce déficit grammatical. En réception, le trouble se traduisait par des difficultés dans la compréhension de phrases complexes (présence de la négation, constructions prédicatives avec déplacements de classificateurs¹⁴ dans l'espace de signation) et une hétérogénéité des résultats (échec pour des items jugés simples, normalement acquis précédemment, et réussite pour des items jugés plus complexes).

Quinto-Pozos et al. (2017b) ont également rapporté un cas de TSL dans le cadre de l'étude longitudinale d'un adolescent signeur natif. Cet adolescent, qui a bénéficié de conditions favorables au bon développement de sa langue qu'est l'ASL, et qui ne présentait aucun trouble cognitif, moteur, visuel, ni social associé, présentait malgré tout des difficultés d'acquisition du langage depuis un âge précoce. Les auteurs ont constaté des performances lors d'épreuves de répétition de phrases et de répétition dactylographique faibles. Selon eux, ces difficultés étaient sous-tendues par un déficit de mémoire à court terme et majorées par la séquentialité des informations présentes dans les tâches proposées. Les quelques études sur le TSL en LS ne s'étaient jusqu'à alors pas encore focalisées sur ce type de déficit (Mason et al., 2010a; Morgan et al., 2007), mais les auteurs rappellent l'importance de prendre en compte ces habiletés non-linguistiques.

Les seules études de groupe dont on dispose sont celles de Mason et al. (2010a) et de Herman et al. (2014). Dans l'étude de Mason et al. (2010), l'objectif était de rechercher les caractéristiques langagières communes aux enfants à trouble spécifique du langage ou enfants à risque de développer un trouble spécifique. A l'issue de l'analyse des questionnaires envoyés dans les écoles britanniques recevant des enfants sourds signeurs de la BSL, les auteurs ont pu isoler des enfants à risque de développer un trouble spécifique du langage. Ces enfants ont été soumis aux pré-tests classiques de la littérature sur le trouble spécifique du langage afin d'exclure les troubles moteurs et cognitifs, puis aux tests langagiers afin d'évaluer leur niveau de BSL (Herman et al., 1999 ; Herman et al., 2004). Parmi tous les enfants considérés à-risque, treize d'entre eux présentaient un déficit que l'on pourrait qualifier de TSL : déficits phonologiques, morpho-syntaxiques, pragmatiques et discursifs. Tous ces enfants avaient bénéficié d'une exposition suffisante à la LS, excluant ainsi l'hypothèse du retard lié à une acquisition tardive. Comme dans les recherches en langue vocale, tous ces enfants ont fait preuve d'une grande hétérogénéité de troubles, pouvant se caractériser par de grosses difficultés dans l'utilisation de l'espace linguistique, des signes mal articulés, une narration pauvre avec une articulation du récit peu cohérente et des référents introduits de manière peu explicite, un vocabulaire limité, une compréhension se limitant à deux signes combinés, ou encore un déficit altérant tous les domaines langagiers. Herman et al. (2014) ont évalué plus spécifiquement les compétences

¹⁴ Les classificateurs sont des unités manuelles dont la configuration manuelle représente la forme de la classe de référence (en LSF, la configuration I peut représenter une personne, une brosse à dents, un crayon ; Emmorey, 2013).

narratives d'enfants signeurs de la BSL, en comparant les enfants qualifiés de TSL à des enfants neurotypiques. Comme attendu, les enfants TSL présentaient des compétences narratives déficitaires. Outre les énoncés quantitativement plus courts, la qualité des structures langagières typiques de la narration était touchée : mauvaise gestion de l'espace de signation et des localisations référentielles, peu de flexions morphologiques utiles à l'encodage des relations morphosyntaxiques, classificateurs erronés, peu ou pas de prises de rôle¹⁵. Les auteurs ont également observé de nombreux mouvements de main sans signification, pouvant être des gestes de remplissage. Ainsi ces résultats confortent les données sur la spécificité du déficit langagier déjà constaté dans des épreuves de répétition de non-signes (Woll & Morgan, 2012), de répétition de phrases (Marshall et al., 2015), de fluence sémantique (Marshall et al., 2013) et dans d'autres études s'intéressant aux troubles du langage et de la communication en ASL (Quinto-Pozos et al., 2011 ; 2013 ; 2014 ; 2017).

3.3.2. Le continuum Atypie - TSL

Comme nous l'avons déjà évoqué, le problème avec les sourds tardifs est de pouvoir distinguer les effets d'un TSL des effets de l'acquisition tardive. On a vu que l'on avait tendance à qualifier le développement langagier d'atypique si les enfants sourds rencontraient tardivement une LS en tant que langue première. Le problème majeur est que nous ne savons pas combien l'exposition aux signes est nécessaire pour le développement typique ou si l'exposition principale à la langue des parents non signeurs peut suffire. Et on ne sait toujours pas quel(s) âge(s) sont les plus sensibles pour différents aspects de la phonologie ou de la morphosyntaxe (Ferjan Ramirez et al., 2013; Morgan, 2014; Schick, 2004). La situation la plus fréquente pour un sourd qui apprend une LS est l'exposition tardive avec un apport lacunaire. Cela signifie que si un enfant fait preuve d'un retard ou trouble du langage, il est difficile de déterminer si cette altération est le fait d'un retard dans l'exposition (et donc d'un facteur externe, environnemental) ou d'un trouble spécifique (un facteur interne à l'enfant ; Marshall & Morgan, 2016).

Aussi, si évaluer l'existence d'un TSL chez les signeurs natifs semble être la stratégie la plus réaliste, il faut rappeler que cela ne permettra pas de comprendre la distinction retard / trouble spécifique du langage chez les enfants signeurs tardifs issus de parents entendants. Plusieurs études (Mason et al., 2010 ; Herman et al., 2014) ont rapporté des cas d'enfants signeurs tardifs présentant des compétences langagières déficitaires de type TSL. Dans ces études, les enfants sont souvent considérés comme des enfants à TSL alors qu'ils ne sont pas signeurs natifs. Il faudrait plutôt considérer ces enfants comme des enfants bilingues ou LS-L2 avec un retard. Ainsi, l'étude du retard langagier et des effets de l'exposition tardive peut être comprise à travers les travaux et résultats sur les effets du bilinguisme en LV. En effet, certains locuteurs bilingues, en étant exposés de manière très différente à deux LV, avec un input réduit dans l'une des deux langues lors de l'acquisition du langage, présentent un ralentissement, voire un retard, dans l'acquisition de cette langue moins présente dans l'environnement (Genesee et al., 2004).

¹⁵ Prise de rôle : structures spécifiques du discours en LS, connues également sous le nom de transferts ou Structures de Grande Iconicité (Sallandre, 2001)

Pour conclure, toutes ces études confortent le fait que les troubles type TSL pourraient se constater aussi bien en LV qu'en LS, indépendamment de l'âge d'acquisition de la langue et de la durée d'exposition. Quelle que soit la modalité langagière, le déficit langagier que l'on peut qualifier de TSL semble présenter des caractéristiques communes : déficit phonologique, morphosyntaxique, recours à de l'expression gestuelle (non linguistique pour les LS). Cependant, les TSL disposent tout de même de caractéristiques propres à la modalité langagière : un déficit davantage phonologique en LV, lié aux mots polysyllabiques, et un déficit davantage morphologique en LS, lié aux constructions polymorphémiques complexes (Woll et Morgan, 2012).

II. Écrire les premières lignes du chapitre de l'investigation comportementale et neurophysiologique de la LSF

1. Description linguistique des langues des signes : impact de la modalité langagière sur la structure de la langue

Nous avons vu dans la partie précédente que les LS sont parlées par des locuteurs dont il est urgent de prendre en compte la spécificité physiologique, cognitive, sociale et culturelle. Mais une autre spécificité à prendre en compte concerne le médium employé pour les parler, à savoir le médium visuo-gestuel. Ce point est central dans l'analyse du traitement des LS, car la modalité a de fait un impact sur la nature et la structure des unités constituantes des LS. Elle devrait également avoir un impact sur le traitement du langage, et plusieurs chercheurs rapportent des résultats plus ou moins concordants sur cette question du *modality-specific* : certaines études rapportent un traitement des LS similaire à celui des LV, d'autres suggérant un traitement spécifique à la modalité (Morgan et al., 2007).

La LS est donc un matériau riche et intéressant pour examiner et valider les différentes théories linguistiques qui décrivent les LV. Ainsi, pouvons-nous décrire convenablement les LS à partir des modèles issus des LV ? Est-ce qu'un changement de substance dans le matériau linguistique (modalité vocale vs. gestuelle) modifie la structure du langage ? Est-ce que les unités linguistiques comme les phonèmes sont des unités spécifiques aux LV ou bien les LS disposent d'unités minimales que l'on peut qualifier de phonèmes gestuels ? L'objectif de ce chapitre n'est pas de faire une présentation exhaustive des études sur l'analyse des unités linguistiques des LS et de la LSF, mais davantage de donner quelques repères définitoires et théoriques sur ces unités linguistiques, et comment les travaux que nous menons ou que nous avons encadrés pourront enrichir la description linguistique de la LSF. De plus, les points que nous abordons ici sont des repères indispensables pour comprendre les recherches en psycholinguistique et les variables que nous manipulons dans les études sur le traitement du langage et dans les outils d'évaluation.

Dans le cadre de nos travaux, nous étions de fait confrontée à ce problème de modalité langagière car l'utilisation de paradigmes expérimentaux nous mettent face aux aspects purement matériels des langues (physiologique et acoustique), et nous avons dû résoudre de nombreuses contraintes méthodologiques et techniques pour pouvoir évaluer le traitement langagier en LSF. Il s'agira donc de comprendre dans quelle mesure la modalité visuo-gestuelle impacte, ou n'impacte

pas, la nature et la structure des unités linguistiques de la LSF, mais également le traitement de ces unités de la part des locuteurs des langues des signes.

1.1. Caractéristiques et spécificités du système visuo-gestuel

Travailler sur une LS implique de réfléchir aux systèmes sous-jacents à la langue, c'est-à-dire les systèmes perceptifs et moteurs. Jusqu'alors, les études sur les langues des signes parlaient de corporalité / gestualité mais il nous semble que peu d'entre elles prennent correctement en compte les aspects physiques du signal. Aussi, nous allons tout d'abord faire un point sur les spécificités du système visuo-gestuel et montrer en quoi ces points sont fondamentaux à la LS et en font donc une langue radicalement différente des LV. Dans un second temps, nous décrirons les articulateurs corporels (manuels et non manuels), pour montrer comment ces articulateurs façonnent la structure de la langue et quels sont les impacts sur les niveaux linguistiques et leur description.

1.1.1. Une langue corporelle

Les LS sont des langues naturelles qui diffèrent dans leur modalité de production et de réception du langage : modalité visuo-gestuelle pour les LS, modalité audio-phonatoire pour les LV. A l'instar des LV, les LS peuvent être analysées du point de vue de leurs caractéristiques phonologiques, lexicales, morphosyntaxiques, sémantiques (Emmorey, 2002; Sandler & Lillo-Martin, 2006). D'un point de vue formel, elles sont évidemment très différentes des LV car les articulateurs en jeu sont à la fois manuels, corporels et faciaux, se réalisant dans l'espace de signation, espace topologique devenant linguistiquement fonctionnel lors de la mise en mouvement des articulateurs corporels. Cette caractéristique gestuelle a de nombreuses conséquences sur la perception et la production langagières, et nous oblige à envisager différemment l'analyse linguistique et psycholinguistique.

Comme pour les LV, dans lesquelles le développement des compétences langagières du jeune enfant est conditionné par le développement des compétences motrices de l'appareil phonatoire (Davis & MacNeilage, 1995; MacNeilage et al., 2000), le développement du langage chez l'enfant signeur, qu'il soit sourd ou entendant, est contraint par le développement du système moteur. Ce développement langagier s'appuie précisément sur le développement d'articulateurs corporels plus ou moins fins : le corps, les bras, les mains, les doigts, les différentes parties du visage telles que la bouche, les yeux, les joues (pour une référence récente, voir Millet, 2019).

Évidemment, comme pour les LV, le développement du langage en LS et l'apparition des premières productions signées ne sont pas que la conséquence des possibilités articulaires, mais sont également soustraites aux unités du système phonologique existantes dans la langue native. Un résultat intéressant de Petitto et al., (2004) sur l'émergence d'un babillage gestuel illustre cette conjonction capacité motrice / environnement langagier. Dans cette étude, les auteurs ont souhaité étudier le babillage signé chez des enfants sourds et des enfants CODA exposés à l'ASL depuis leur naissance. Outre qu'ils ont pu observer du babillage

gestuel avec des structures syllabiques propres à la LS environnante dans les deux groupes d'enfants (c'était l'objet de leur article), ils rapportent un point intéressant sur le babillage vocal des CODA : bien que moins fréquent, ces enfants produisaient bien un babillage vocal, mais celui-ci n'était pas typique de l'anglais car il ne contenait pas les unités phonétiques et syllabiques de l'anglais. Pour les auteurs, ce type de babillage serait la conséquence du développement moteur uniquement (*Motor-Driven Theory*, Liberman et al., 1967) mais pas la conséquence de l'exposition de l'environnement linguistique vocal puisque le bain langagier est lacunaire.

Du point de vue de la production, le fait que les articulateurs soient plus grands a nécessairement un effet sur la production langagière. Un des premiers effets connus concerne la vitesse à laquelle les signes sont produits. Plusieurs études rapportent une vitesse de production gestuelle plus lente que pour la parole (Klima & Bellugi, 1979). Dans une étude réalisée par Bellugi & Fischer (1972), le rythme d'une production en ASL, mesuré en signes/seconde, était deux fois plus lent que le rythme de la parole mesuré en mots/seconde. Cette variation dans le rythme peut être attribué à la mobilisation d'articulateurs de taille plus grande (bras, mains) et ce dans un espace plus grand, en comparaison aux articulateurs bucco-phonatoires. Malgré ce rythme plus lent, ces auteurs ont observé que le nombre de propositions étaient semblables dans les langues signées et vocales. Ce phénomène soulève et s'explique par la simultanéité qui opère en LS, chaque main pouvant signifier une chose de manière indépendante et simultanée. Ainsi, les langues utilisent bien les avantages que leur offrent la modalité employée, et les deux modalités semblent aussi efficaces pour transmettre des informations.

1.1.2. Une langue simultanée

Il semble évident qu'il faille prendre en compte les caractéristiques et spécificités physiques du système visuel pour comprendre le développement et le traitement du langage. En effet, dans le cas des LS, les informations langagières sont encodées gestuellement et perçues visuellement, on peut donc penser que les capacités de production sont modelées en fonction des capacités de réception. Autrement dit, dans le cas de la LS, le système visuel apprend à traiter des unités linguistiques gestuelles, et que ce système doit permettre de percevoir, décoder, et traiter des éléments gestuels produits de manière simultanée, en vision centrale et périphérique. Cette question de la simultanéité, i.e. l'encodage simultané de deux ou trois éléments langagiers est singulière aux LS. En effet, les articulateurs corporels, et plus précisément la main dominante (main de dominance latérale), la main dominée et le visage peuvent chacun référer à un objet ou un concept de manière simultanée (Figure 1). Cette possibilité n'est pas permise en LV car le système articulaire vocal ne le peut physiquement pas, le seul recours qu'aura le locuteur pour exprimer deux unités différentes sera d'utiliser la multimodalité (voix et geste). Nous pourrions faire référence à la combinatoire des niveaux segmental et suprasegmental, mais cette combinatoire concourt à véhiculer un seul sens. Dire que les LS permettent l'encodage simultané n'empêche pas de penser une certaine séquentialité. A la différence des LV, la syntaxe n'est pas uniquement régie par l'ordre d'apparition des signes, et c'est souvent la place qu'occupent les signes sur l'espace de signation, ou la trajectoire et la dynamique entre ces signes présentés

simultanément qui permettent de comprendre les relations syntaxiques qu'entretiennent les signes entre eux. Comme on peut le voir dans la Figure 1, l'ancrage spatial des langues des signes permet de ne pas superposer les différents référents introduits dans l'espace (Millet, 2019).



Figure 1. Phrase dans laquelle des informations linguistiques sont produites simultanément. Les signes papa et maman sont produits isolément ; puis la locutrice utilise le même classificateur pour signifier papa et maman s'allongent ; ensuite, le signe enfant est produit alors que la locutrice maintient la référence papa et maman s'allongent, avec le locus 'vide' papa ; et enfin la locutrice produit un 3e classificateur pour signifier l'enfant s'allonge entre ses parents.

Le canal gestuel permet l'encodage simultané et le système perceptif visuel en permet le traitement. Bregman (1990) fait référence à la notion de traitement vertical et traitement horizontal, le traitement vertical désignant notre capacité à traiter des unités différentes présentées en même temps, et le traitement horizontal désignant un traitement plus temporel et séquentiel. En général, un traitement vertical profite au système visuel et un mode de traitement horizontal profite au système auditif. Nous verrons plus tard comment cette spécificité de traitement a été prise en compte lors de la création de nos expérimentations, en particulier pour l'expérience sur la mémoire de travail.

C'est parce que l'œil dispose d'une très bonne résolution spatiale qu'il peut traiter les différentes informations linguistiques produites simultanément par des articulateurs se situant à divers endroits du corps, et donc du champ visuel. En revanche, l'œil dispose d'une très faible résolution temporelle : à la différence de l'oreille qui peut traiter des stimuli présentés à 2 ms d'intervalle, l'œil est beaucoup plus lent et a besoin d'un intervalle temporel d'environ 25-30 ms pour distinguer deux stimuli consécutifs (Brentari, 2002; Meier, 2012; Meier et al., 2002). Compte-tenu des différences de perception entre les modalités, on peut imaginer que les unités phonologiques et lexicales des LV et des LS exploitent les avantages des systèmes perceptifs dédiés.

A notre connaissance, aucune étude sur le développement du langage en LSF ne s'est centrée sur le rôle du développement du système visuel. Des preuves très intéressantes sur les spécificités de traitement proviennent d'études intermodales sur la mémoire de travail (Boutla et al., 2004; Hall & Bavelier, 2010; Mayberry & Eichen, 1991; Wilson, 2001; [Bogliotti, Kasprzack et Heidlmayr, en préparation](#)). En effet, dans ces études, les auteurs ont dévoilé comment les spécificités de traitement des systèmes sensori-moteurs étaient impliquées dans le traitement des

LV vs LS : si le système auditif est connu pour être très efficace dans la rétention de l'ordre d'occurrence de phonèmes, le système visuel semble limité dans sa capacité à maintenir des informations temporelles dans des épreuves d'ordre d'occurrence de signes. Il semble en revanche bien plus efficace dans la rétention d'informations spatiales.

1.1.3. Une langue iconique

Une dernière caractéristique importante qui distingue les LS des LV et qui est permise par la modalité visuo-gestuelle est l'iconicité. Cette iconicité est présente à la fois dans les signes lexicaux (iconicité d'image) et dans la structure syntaxique d'un énoncé (iconicité diagrammatique). Si l'iconicité d'image consiste à représenter des caractéristiques visuelles propres au référent, l'iconicité diagrammatique décrira visuellement les relations qui existent entre les différents éléments d'une phrase.

Les signes lexicaux sont issus d'un processus d'iconicisation du réel (iconicité structurante ; Cuxac, 2000 ; Sallandre, 2003), c'est à dire que le locuteur signant cherche à représenter le réel avec les paramètres corporels, manuels et non manuels (Jepsen et al., 2015 ; Millet, 2019 pour la LSF). Les signes concrets sont facilement reproductibles par les articulateurs manuels et corporels, et les signes abstraits peuvent être liés métaphoriquement à des caractéristiques physiques (comme le signe EMOTION relié à la chair de poule, conséquence physique d'une émotion). Par exemple, pour signifier ARBRE (Figure 2), les deux mains sont engagées pour représenter un arbre prototypique avec un tronc et des branches ancré dans le sol : la main dominante, avec l'avant-bras dressé vers le haut, la main plate et les doigts écartés représente l'arbre et ses branches ; la main non dominante avec l'avant-bras placé horizontalement dans l'espace représente le sol. L'iconicité décrite ici est une iconicité d'image.



Figure 2. Iconicité d'image et lexique en LSF. On peut observer ici les paramètres manuels combinés pour la production d'un signe LSF et l'iconicité plus ou moins transparente à l'origine de la création des signes. Si l'iconicité du signe ARBRE est claire, l'iconicité de FILLE ou de PROFESSEUR est plus opaque et il est nécessaire de connaître l'histoire du signe pour en deviner la trace imagique.

La trace iconique n'est cependant pas toujours évidente et on peut voir tout un continuum de signes avec une iconicité référentielle plus ou moins préservée, allant de l'iconicité que l'on qualifie de transparente puis translucide et enfin opaque. S'il est facile de comprendre la trace iconique du signe ADOLESCENT (trace de boutons sur les joues, caractéristique physique typique d'un adolescent), il faudra en revanche connaître l'histoire du signe FILLE pour y retrouver sa trace iconique et le processus d'iconicisation sous-jacent (en LSF, le signe FILLE porte la trace iconique du ruban qui servait à nouer le chapeau que les jeunes filles portaient autrefois ; Delaporte, 2007). Le signe PROFESSEUR est lui aussi opaque. La création lexicale est

donc motivée par le lien entre la réalité et la représentation de cette réalité dans le signe produit, mais chaque signe comprend une part plus ou moins grande de traces iconiques et arbitraires (Figure 2). Cette ressemblance entre le réel et le signe lexical ne signifie pas que tous les signes sont motivés, et les signes répondent bien à cette notion d'arbitraire : la VACHE signée par ses cornes, qui aurait pu être représentée par ses mamelles ou ses tâches, n'est cependant pas le seul mammifère avec des cornes, des mamelles et des tâches. Les locuteurs ont conventionnellement décidé que le signifiant de VACHE serait signé CORNE. Comme le dit Kooij (2002), il est cependant trompeur de parler de "signes iconiques" car les signes ne sont généralement pas iconiques dans leur ensemble, mais plutôt une représentation partielle du référent (Figure 2, Figure 3).

Les signes à motivation iconique sont omniprésents dans les lexiques signés. Selon Boyes-Braem (1986), au moins un tiers de tous les signes lexicaux sont iconiques, et 50 et 60 % de la structure des signes peuvent être directement liée aux caractéristiques physiques de leurs référents (Pietrandrea, 2002). L'iconicité des signes présente deux caractéristiques importantes. Tout d'abord, bien qu'elles soient visuellement motivées par les caractéristiques visuelles et spatiales d'un référent, les structures des signes sont limitées par des principes phonotactiques spécifiques à la langue. Cela montre que même lorsque les LS ont recours à des stratégies similaires pour représenter un référent de manière iconique, elles ont des conventions linguistiques qui ne sont pas nécessairement partagées par toutes les langues (Figure 3). Comme on le verra plus loin, l'iconicité contraint le choix des paramètres du signe, en fonction de la configuration, du mouvement ou de l'emplacement du signe.

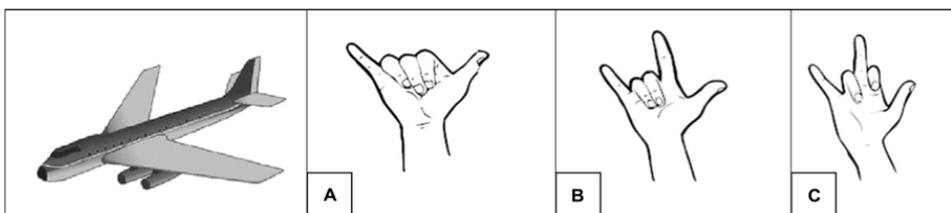


Figure 3. Configurations utilisées pour signer AVION en a. LSF et BSL, b. ASL et c. Langue des signes Coréenne. Dans ces 4 langues, la configuration représente le fuselage de l'avion mais les configurations sont propres au système phonologique de la LS cible (figure tirée de Ortega, 2017)

Cette iconicité, longtemps mise à l'écart dans l'étude des langues des signes, a été le point de départ des études de Cuxac et Sallandre et du modèle sémiogénétique (Cuxac, 2000; Sallandre, 2003). Elle est également l'objet de nombreuses recherches tant du point de sa description linguistique (Perniss et al., 2010; van der Hulst & van der Kooij, 2006) de son rôle potentiel dans l'acquisition des signes (Novogrodsky et Meier, 2020 ; Caselli et Pyers, 2020 ; Thompson, 2011; Meier et al., 2008; Slobin, 2003), que du traitement des signes (Ormel et al., 2009; Thompson et al., 2009) et de l'accès au lexique ([doctorat de Philomène Périn en cours](#); Mc Garry et al., 2023 ; Emmorey et al., 2020).

En plus de structurer le lexique, l'iconicité structure la syntaxe. Dans son modèle sémantico-syntaxique, Millet (2004 ; 2019) montre de quelle manière l'iconicité structure l'espace et la représentation syntaxique. L'espace serait pré-sémantisé grâce à des repères iconiques : c'est en fonction du placement dans l'espace, des mouvements et des trajectoires qui unissent les signes entre eux que les rôles syntaxiques et thématiques sont assignés. C'est parce que la LS est iconique qu'elle peut représenter des relations syntaxiques entre différents éléments dans l'espace. On parlera alors d'iconicité diagrammatique.

1.2. Quelques éléments de linguistique des LS

1.2.1. Les différentes approches

L'analyse linguistique des LS est traversée par les nombreuses approches et controverses qui existent dans l'analyse linguistique des LV (pour une synthèse des approches théoriques en LS, voir Blondel, 2020¹⁶). Bien que tous les auteurs s'accordent sur les aspects séquentiels et simultanés des articulateurs corporels (main, bras, buste, visage), sur l'existence de l'espace de signation et l'iconicité dans le système linguistique des LS, ces différentes approches adoptent des perspectives différentes selon qu'elles défendent le caractère spécifique et singulier des LS (approche différentialiste), l'amodalité langagière (approche convergente), ou si elles se situent entre ces deux points de vue.

L'approche majoritaire dans une grande partie des travaux internationaux sont des approches formelles qui relèvent de la linguistique structurale. Dans ces théories, les LS se décomposent comme les LV en plusieurs niveaux linguistiques, ce qui permet de prouver que les LS sont des langues naturelles (Stokoe, 1980 ; Sandler et Lillo-Martin, 2006). Pour les travaux sur la syntaxe, les modèles s'inspirent davantage des modèles générativistes (Geraci et al., 2008 ; Schlenker et al., 2013).

Il existe aussi des approches fonctionnelles qui analysent les LS au regard de la diversité des usages, des contextes et de la variation. Dans le spectre des approches cognitives, nous devons citer le Modèle Sémiologique proposé par Cuxac et Sallandre (Cuxac, 2000 ; Sallandre, 2003) qui s'inscrit en rupture par rapport aux autres approches parce qu'il repose sur l'idée que la cognition sourde est fondamentalement différente, et donc la communication langagière d'un signeur également, la surdité serait considérée comme un filtre cognitif et linguistique (Blondel, 2020). Comme l'écrit Garcia (sous presse) "Étroitement corrélée au développement cognitif et conceptuel, la langue se construit à travers l'expérience perceptive et praxique que l'être humain fait du monde et dans l'interaction avec son environnement linguistique et culturel", l'expérience perceptive d'un sourd se fait à travers la modalité visuo-gestuelle, ce qui permet d'iconiciser l'expérience (Cuxac, 2000; Sallandre, 2001). Si les modèles

¹⁶ <https://shs.hal.science/SFLTAMP/tel-03089705v1>

précédents considèrent l'iconicité comme linguistique, le modèle Sémiologique en fait le principe fondateur et organisateur : l'iconicité est structurante tant du point de vue lexical que syntaxique, et le discours s'organise en un va-et-vient entre les structures illustratives (les transferts) et les structures non illustratives (les unités lexématiques). Si cette théorie est intéressante car elle met en avant des structures linguistiques spécifiques aux LS, nous avons l'impression que les auteurs la mettent en opposition à des théories plus formalistes. Or cette proposition de l'iconicité structurante ne nous semble pas contradictoire avec des principes linguistiques retrouvés dans des approches plus formelles (principe d'économie articulatoire, décomposition en unités minimales, procédé phonologique, etc.). Nous le verrons plus tard, mais il nous semble que les données recueillies lors d'expérimentation peuvent apporter des réponses par rapport à cette question de la spécificité de la cognition sourde.

Dans sa proposition des dynamiques iconiques, Millet (2000; 2004; 2019) adopte une position intermédiaire : la structuration linguistique des LS intègre l'iconicité lexicale et syntaxique, tout en reposant sur des paramètres manuels et corporels. Elle introduit la notion d'Unité Linguistique Intermédiaire, unités chevauchant différents niveaux linguistiques, et donc pouvant disposer d'un statut de phonème ou de morphème. Par exemple, la configuration bimanuelle main plate de BATEAU peut être considérée comme un phonème, mais si nous considérons la suite lexicale couler, chavirer, tanguer (Millet, 2004), cette configuration peut être considérée comme un morphème en raison du sémantisme commun "bateau".

Ces quelques modèles ne sont qu'un court aperçu des nombreuses propositions. En ce qui nous concerne, nous pensons que nos travaux de psycholinguistique sur le traitement des LS pourront donner des informations nouvelles sur le niveau linguistique des unités gestuelles.

1.2.2. Phonétique des langues des signes et description articulatoire des signes

A la différence des LV dont tous les articulateurs sont uniques, les articulateurs principaux impliqués dans les LS sont appariés : les deux bras et les deux mains peuvent être impliqués dans l'articulation. Ces articulateurs peuvent agir en isolé (un seul bras et une seule main), en synchronie (les deux bras et mains réalisant la même activité articulatoire), ou en asynchronie (les deux bras et mains ne réalisent pas la même activité articulatoire) (Meier, 2012). D'un point de vue articulatoire, on parlera de main dominante pour se référer à la main qui remporte la préférence manuelle et avec laquelle on effectue la majorité des activités de motricité fine et de préhension. La main dominante sera la main qui effectuera les activités articulatoires qui demandent le plus de dextérité manuelle, en comparaison à la main dominée, qui sera moins habile.

Les organes articulateurs se distribuent en deux grandes catégories : 1) les paramètres manuels, et 2) les paramètres non manuels, ces 8 paramètres se combinant pour créer des signes. Ces articulateurs se déploient dans l'espace topologique qui devient espace linguistique, et sur l'espace de signation qui recouvre des fonctions sémantico-syntaxiques (Millet, 2019).

Dans ce manuscrit, je ne détaillerai que les aspects utiles à la compréhension des expériences que je présente. Pour une description des paramètres manuels et non manuels dans les LS, voir l'ouvrage de Jepsen et al. (2015) dans lequel 38 LS sont décrites.

Les paramètres manuels

Les signes sont décrits de manière articulatoire à l'aide des paramètres manuels et non manuels, ces paramètres étant équivalents aux traits articulatoires des langues sonores. Les paramètres manuels qui entrent dans la composition d'un signe sont la **configuration** (la forme de la main), l'**emplacement** (endroit du corps ou de l'espace de signation où le signe est articulé), le **mouvement** (mouvement réalisé par les mains, les doigts, les bras et avant-bras) et l'**orientation** de la paume de la main (Figure 4).

			
Signification	boisson	jouet	paysage
Arrangement Manuel	uni-manuel	bimanuel symétrique	bimanuel asymétrique
Configuration	A	J	moufle
Orientation	neutre	vers le corps	vers le bas
Emplacement	bouche	neutre	bras
Mouvement	rectiligne	circulaire	curviligne

Figure 4. Description paramétrique de trois signes lexicaux en LSF, décrits en fonction de leur composition paramétrique manuelle.

Les paramètres non-manuels

En plus des quatre paramètres manuels, les signes se décomposent en quatre paramètres non-manuels : l'expression faciale, les mouvements labiaux (gestes labiaux et labialisations), le regard, la posture.

Nous détaillons ici les mouvements labiaux car nous avons conduit une expérience précisément sur ces aspects (Bogliotti et Isel, 2021).

Les mouvements labiaux. Les mouvements labiaux¹⁷ peuvent être de deux sortes : soit des labialisations, soit des gestes labiaux. Les labialisations sont des productions vocales empruntées à la langue vocale environnante, subvocalisée ou presque inaudible, et généralement une approximation de la parole. Elles sont

¹⁷ Les mouvements labiaux : *mouth actions* dans la littérature internationale, divisée en *mouthings* (labialisation) et *mouth gestures* (gestes labiaux).

généralement produites en même temps que le signe manuel (Boyes-Braem et al., 2001; Crasborn et al., 2008; Woll, 2014; Bogliotti et Isel, 2021). Le signe manuel peut être combiné avec une articulation complète du mot parlé ou une articulation incomplète comme le segment initial /diff(erent)/, le segment médian /(re)mem(ber)/, le segment final /(im)prove/, ou les deux segments initial et final /f(in)ish/ (Johnston et al., 2016). Alors que la labialisation est généralement effectuée simultanément avec le signe manuel, dans certains cas, elle peut anticiper ou suivre la production manuelle. Selon McKee (2007), la labialisation a plusieurs fonctions : (1) phonémique : elle peut désambiguïser deux signes manuels (par exemple, en LSF, les signes lexicaux chocolat et vide sont manuellement similaires et sont discriminés par la labialisation ; (2) morphémique : la labialisation peut spécifier ou étendre le sens d'un signe manuel (par ex, en LSF, le mot POMME est labialisé simultanément à la production manuelle du signe MANGER pour produire la phrase "manger une pomme" ; voir aussi les exemples dans Crasborn et al. (2008) ; (3) prosodique : pour mettre en valeur ou souligner le signe manuel ou lier des éléments dans une phrase (Weisenberg, 2003) ; (4) grammatical : pour distinguer les noms (présence d'une labialisation) vs des verbes (absence de labialisation, Kimmelman, 2009); et (5) psycholinguistique : met en valeur la capacité bilingue écrite/signée. Les personnes sourdes qui disposent d'un niveau satisfaisant de langue vocale, que ce soit dans la modalité orale ou écrite, ont tendance à labialiser plus fréquemment.

Quant aux gestes labiaux (*mouth gestures*), ils accompagnent le signe sans référence à la langue vocale, et ont pour fonction d'ajouter des informations sémantiques ou morphosyntaxiques aux productions manuelles (pour des détails, voir les travaux de (Crasborn et al., 2008). Par essence, un geste labial est fréquemment qualifié de composante orale, bien qu'il ne soit pas dérivé de la langue vocale. Plus précisément, ce geste labial peut être une syllabe non vocalisée, produite une ou plusieurs fois, ou encore une expiration d'air. Toutes deux font écho à la structure cinématique du signe et sont intrinsèquement sémantiquement vides (Crasborn et al., 2008 ; Woll, 2001). Woll & Sieratzki (1998) ont nommé ce phénomène écho phonologie, avec l'idée que la bouche "fait écho" au mouvement de la main (Johnston et al., 2016). Il existe d'autres types de gestes labiaux, et eux portent un contenu sémantique : l'énonciation (la bouche mime l'action signifiée par le signe, par exemple mâcher un chewing-gum) ; les gestes avec une fonction adverbiale ou adjectivale (le geste labial ajoute des propriétés linguistiques au signe manuel : une personne mince vs ronde représentée par des joues creuses vs des joues gonflées, respectivement).

1.2.3. Phonologie des langues des signes

La phonologie étant le niveau de la langue qui est en interface directe avec les articulateurs, les différences anatomiques peuvent à leur tour influencer la structure phonologique des langues dans toutes les modalités. Dans la littérature, les paramètres sont souvent considérés comme l'équivalent des phonèmes. Or, cette description n'est pas non plus satisfaisante car tous les paramètres ne disposent pas des mêmes rôles, pouvant occuper une fonction phonologique, parfois lexicale ou morphosyntaxique. Ici, nous aborderons les processus phonologiques des LS.

Paires minimales

Tel que nous l'avons décrit plus haut, les signes se décomposent en paramètres, paramètres que l'on peut comparer aux traits segmentaux des phonèmes des langues vocales. Ainsi, comme pour le lieu d'articulation d'un phonème (+/- labial ; +/- vélaire), ou pour le voisement (+/- sonore), les paramètres peuvent être considérés comme des unités phonologiques : une configuration manuelle pourra être décrite *main +/- plate vs +/- courbée*. Les paramètres en LS constituent donc un groupe fondamental de traits manuels ou non manuels (unités minimales) permettant de créer des paires minimales.



Figure 5. Signes lexicaux dans lesquels nous pouvons observer différentes configurations manuelles, mouvements (représentés par des flèches blanches), emplacement et orientations. Dans ces paires minimales, nous pouvons observer le changement d'un seul paramètre (trait distinctif) : le paramètre du MOUVEMENT (mouvement de la main et du bras) pour la paire minimale GATEAU – SAVON, le paramètre CONFIGURATION (forme de la main) pour la paire minimale FILLE – GENTIL, et le paramètre EMLACEMENT (endroit où est placé le signe : front, bouche, épaule, espace neutre) pour la paire minimale IDEE - JAUNE. Les signes lexicaux sont également composés par des paramètres non-manuels : expression faciale, posture, regard et gestes labiaux (labialisation et gestes labiaux).

Dans la Figure 5, nous présentons 3 paires minimales en LSF (issu de [Bogliotti et al., 2020](#)). Bien que cela soit possible, nous constatons très peu de paires minimales en LS : l'association simultanée des différents paramètres manuels et non-manuels permet une grande possibilité de combinatoire, rendant ainsi le champ des possibles plus large que dans les LV (Eccarius & Brentari, 2008 ; Eccarius & Brentari, 2010; Millet, 2019 ; van der Kooij, 2002; van der Hulst & van der Kooij, 2006).

Processus phonologiques : règle de composition des signes et contraintes

Si la mise en évidence de phonèmes gestuels n'est pas très productive avec le procédé des paires minimales, des processus phonologiques semblables à ceux rencontrés dans les langues vocales ont été rapportés : règle de composition des signes et contraintes phonotactiques (Marshall et al., 2011), changements synchroniques et diachroniques avec réduction temporelle et phénomène d'assimilation (Figure 6; Blondel, 2000; Corina, 1990a ; Millet, 2019), saillance perceptive (Cristini & Bogliotti, 2015; Thompson et al., 2013), perception catégorielle (Baker et al., 2005; Emmorey et al., 2003).

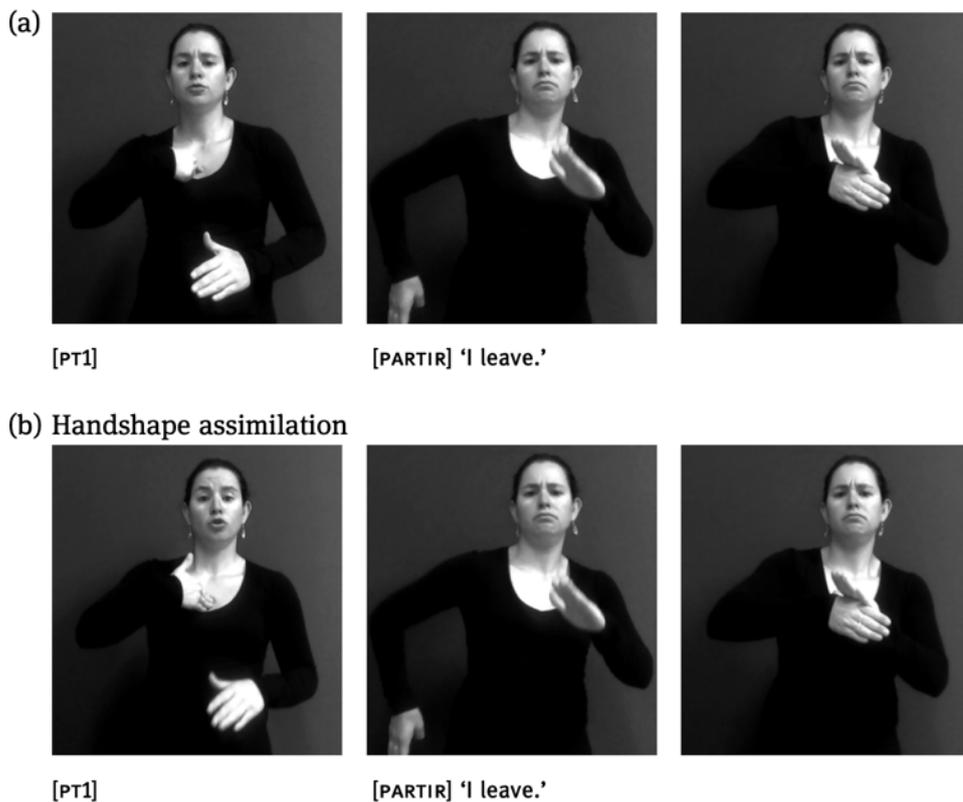


Figure 6. Phénomène d'assimilation du paramètre configuration en LSF. Dans la figure (a), le pointage JE est réalisé avec la forme attendue (index de la main dominante). Dans la figure (b), on observe une assimilation régressive, le pointage JE étant réalisé avec la configuration Main Plate, qui est la configuration attendue et utilisée pour le signe PARTIR. Figure tirée de Millet et al, 2015)

Les modèles phonologiques des LS

Pour l'heure, hormis les partisans des modèles non-paramétriques (Cuxac, 2000 ; Sallandre, 2003), la description paramétrique est considérée comme équivalente à la description phonologique. Différents modèles phonologiques ont été proposés pour rendre compte de la représentation sous-jacente des signes, et l'histoire des modèles phonologiques des langues des signes a suivi une trajectoire parallèle à ceux des langues vocales en étant influencés par les modèles phonologiques des langues vocales qui leur sont contemporains.

Le premier modèle phonologique a été proposé par Stokoe (1960) qui s'est inspiré de la linguistique structurale des langues vocales pour décrire des signes de l'ASL. Stokoe propose une description paramétrique des signes (configuration [DEZIGNATOR], emplacement [TABULA] et mouvement [SIGNATION]) en mettant en avant des paires minimales en ASL, preuve selon lui de la compositionnalité phonémique des LS. Stokoe en insistant sur le caractère indécomposable et simultané de ces paramètres, distingue clairement les segments simultanés des LS des segments linéaires des LV.

Les modèles développés ensuite n'évident pas la notion de simultanéité des paramètres constituant les signes, mais rappellent que les signes sont tout de même constitués de segments séquentiels. Dans le Modèle Hold-Movement, Liddell et Johnson (1989) montrent qu'un signe peut être représenté séquentiellement par une alternance de segment statique et dynamique. Le signe NOTRE (OUR) en ASL (Figure 7) peut être décomposé séquentiellement de la manière suivante HOLD – MOVEMENT – HOLD (tenue de la configuration manuelle – mouvement – tenue). Ce qui est intéressant dans le travail de Liddell et Johnson est l'analogie qu'ils font entre la nature des éléments et leur fonction phonologique : les éléments statiques HOLD sont considérés comme des consonnes, et les éléments dynamiques MOVEMENT comme des voyelles. À bien des égards, du fait de l'ajout de la notion séquentialité, le Modèle Hold - Movement reflète davantage la structure phonologique d'un signe que le modèle de Stokoe. Bien qu'ayant eu l'audace de mettre en avant la simultanéité de paramètres, Stokoe proposait une structure phonologique très simplifiée. Le modèle Hold-Movement a cependant été critiqué à la fois pour sa richesse de description phonétique (il faut ici entendre richesse comme une multitude de spécification), et en même temps une redondance d'informations, ce qui nuit à la représentation phonologique. Par exemple, la configuration de départ HOLD₁ peut être la même configuration d'arrivée HOLD₂, aboutissant à la double spécification de la même information phonologique (signe FIRED, Figure 7).

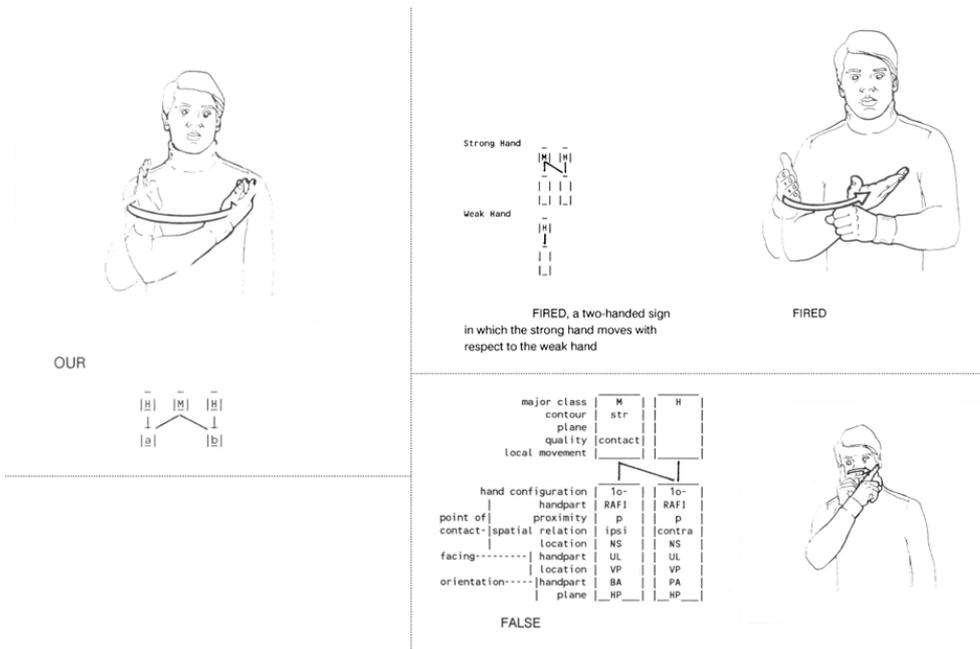


Figure 7. Exemples de description phonologique de signes tirés de Liddell & Johnson, 1989.

Plus tard, les modèles phonologiques des LV devenant de moins en moins linéaires, le Hand Tier Model (Sandler, 1989), le Prosodic Model (Brentari, 1998) et le Dependency Model (van der Kooij, 2002) tendent également vers une représentation moins linéaire de la phonologie signée, en unissant la nature séquentielle et simultanée des signes. Ces modèles utilisent la géométrie des traits (Clements 1985; McCarthy 1988; Clements and Hume 1995) pour organiser hiérarchiquement les paramètres constituant du signe, en fonction de leurs propriétés articulatoires et de leur comportement phonologique.

Dans le Hand Tier Model (Sandler, 1989), Sandler s'est d'abord attaquée aux lacunes du modèle Hold-Movement. Le modèle qu'elle propose est analogue à celui de Liddell & Johnson, en ce sens qu'il incorpore la notion de séquentialité dans la représentation phonologique des signes, mais elle cherche à proposer un modèle qui évite les redondances. Pour cela, elle pose le trait Configuration (HC pour Hand Configuration) comme un autosegment, nœud supérieur avec des associations à trois nœuds disposés séquentiellement dans l'ordre Lieu-Mouvement-Lieu (Figure 8).

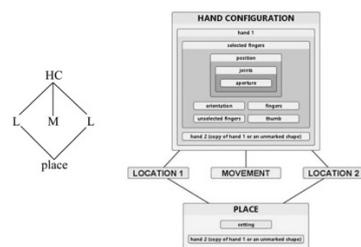


Figure 8. Hand-Tier Model, figure tirée de Vlášková & Strachonová (2021)

En partant de l'idée que l'emplacement global tend à rester relativement stable pendant la plupart des signes, même si le signe suit une trajectoire qui pourrait le faire changer d'emplacement initial, les deux nœuds Emplacement (L pour Location) sont associés à un nœud plus large Emplacement (Place), permettant d'indiquer la position globale. Un point intéressant abordé dans ce modèle concerne le phénomène d'assimilation de traits. Comme on peut le constater dans les LV, Sandler montrent que certains traits ont tendance à se comporter de manière similaire dans les systèmes phonologiques des LS, généralement pour des raisons articulatoires (Figure 6 page 49). Bien que les segments séquentiels linéaires aient continué à occuper un rôle central dans ce modèle, la nature simultanée du signe était reconnue.

Des modèles plus récents tels que le Modèle de Dépendance (Dependency Model ; van der Hulst, 1993) et le Modèle Prosodique (Prosodic Model ; Brentari, 1998) se sont justement recentrés sur la structure simultanée des langues des signes. Bien qu'ils diffèrent sur certains points, ces deux modèles suggèrent que la structure segmentale, bien que jouant un rôle important en phonologie, est dérivée des caractéristiques spécifiées du signe. Dans le modèle de Dépendance, la structure segmentale du signe est liée à la Configuration et l'Emplacement, le Mouvement jouant un rôle mineur dans la représentation phonologique. Selon van der Hulst, le Mouvement est dérivé des paramètres Configuration et Emplacement.

En revanche, le Modèle Prosodique de Brentari (1998) diffère considérablement de ce modèle, en particulier dans son traitement du mouvement. Dans ce modèle, les paramètres constituant des signes sont divisés en deux catégories qui correspondent aux éléments segmentaux d'une part et aux éléments suprasegmentaux d'autre part : les Inherent Features codant les traits Configuration et Emplacement, et les Prosodic Features codant le Mouvement. Brentari considère donc que les paramètres Configuration, Emplacement et Mouvement ont tous des propriétés autosegmentales, mais elle ne les branche pas ensemble, et c'est à partir de la branche Prosodic Features que la structure segmentale est dérivée.

Jusqu'ici, les modèles que nous avons décrits supposent que les signes sont tous unimanuels, mais un autre point à prendre en compte dans les modèles phonologiques concerne le rôle de la main non-dominante et donc de la représentation phonologique des signes bimanuels. Bien que les deux mains soient souvent actives lors de la production d'un signe, les linguistes ont recensé différents types d'arrangement manuel lorsque le signe est bimanuel : i) les deux mains sont en synchronie, partageant la même configuration et le même

mouvement ; ii) les deux mains sont en asynchronie, partageant la même configuration, mais pas le même mouvement, la main dominée étant maintenue immobile ; iii) les mains sont en asynchronie totale, ne partageant ni la configuration ni le mouvement avec là encore la main dominée maintenue immobile. Dans ces signes bimanuels, la main dominante sera l'articulateur primaire, et la main non-dominante sera l'articulateur passif (Battison, 1978).

Chaque modèle phonologique varie dans le traitement qu'il fait de la main non-dominante au sein de sa représentation. Dans le Hand Tier Model, la main non-dominante a une double fonction : la fonction d'Emplacement pour les signes dont les mains ne fonctionnent pas en synchronie (ii & iii) et celle d'articulateur actif pour les mains synchrones (i). En revanche, dans le Modèle Prosodique et le Modèle de Dépendance, les deux fonctions Emplacement et Articulateur sont réunies et la main non-dominante est représentée comme étant dépendante, en n'ayant pas de représentation propre. Cela traduit le fait que le degré de complexité de la main dominée est sévèrement contraint et limité, observation déjà faite par Battison (1978) lorsqu'il avait formalisé les contraintes de symétrie et de dominance. En d'autres termes, la main non dominante est soit spécifiée pour la même forme de main et le même mouvement que la main dominante (contrainte de symétrie), soit, si la main non dominante est statique, les configurations manuelles potentielles sont restreintes à un ensemble limité (contrainte de dominance).

La syllabe en langue des signes

Comme autre preuve de l'existence d'un niveau phonologique, plusieurs linguistes rapportent l'existence des syllabes (Perlmutter, 1992). Le mouvement a été décrit comme analogue aux voyelles en ce sens qu'il serait perceptivement plus saillant et que c'est le mouvement, seul élément dynamique d'un signe, qui le rendrait visible, comme la voyelle rend audible une suite de consonnes. Il est donc largement admis que le mouvement joue un rôle clé dans la structure de la syllabe en raison de sa similarité fonctionnelle avec les voyelles et le noyau syllabique.

Selon Sandler (1989), ce serait la combinaison [Emplacement – Mouvement – Emplacement] qui permettrait de déterminer la composition de la syllabe. Ainsi, le mouvement répond à plusieurs caractéristiques syllabiques énoncées dans les LV. Comme nous l'avons dit plus haut, Brentari a décidé de penser la phonologie du mouvement de manière singulière par rapport aux autres modèles phonologiques. Le modèle prosodique attribue aux mouvements un rôle central dans la phonologie du signe : les *Prosodic Features* capturent non seulement les caractéristiques phonologiques du mouvement (la géométrie du mouvement, la trajectoire, orientation, etc.), mais fournit également une colonne vertébrale cohérente pour l'unité prosodique d'ordre supérieur qu'est la syllabe.

Plusieurs auteurs (Corina, 1992 ; Brentari, 1993 ; 2002 ; Sandler, 1993a) stipulent que certaines syllabes signées seraient plus sonores que d'autres : les mouvements de trajectoire seraient plus saillants, plus visibles et donc plus sonores que des mouvements d'articulation digitale. Des phénomènes psycholinguistiques comme la répétition du mouvement dans le babillage gestuel des enfants signeurs, apparenté à la répétition de syllabes vocales et donc interprété comme une unité séquentielle rythmique, ont mené à adopter une vision syllabique du

mouvement (Pettito et Marentette, 1991). Ou encore la présence d'un mouvement épenthétique lors de la production de signes isolés fixes (comme un chiffre ou une lettre dactylographiée) s'est trouvé être un argument en faveur du pouvoir de syllabification du mouvement (Segouat, 2010 ; Brentari, 2019).

Prise en compte des paramètres non-manuels dans les modèles phonologiques

Bien que la littérature souligne fréquemment le rôle majeur des paramètres non-manuels, le rôle des paramètres comme l'expression faciale, le regard, la posture, et les gestes labiaux n'est pas clairement défini dans les modèles phonologiques.

Dans le modèle prosodique, les paramètres non-manuels sont représentés dans la branche des *Inherent Features*, au niveau du nœud le plus élevé de la structure Configuration.



Figure 9. Simultanéité d'un signe manuel et d'un signe non-manuel. Le signe non-manuel est suffisant pour porter une information lexicale.

Certains signes peuvent être articulés à l'aide des seuls paramètres non-manuels comme l'expression faciale (par ex. en LSF, le signe non-manuel DÉÇU produit simultanément au signe manuel IL N'Y EN A PLUS, Figure 9) ou bien composer une paire minimale avec un paramètre non-manuel contrastif (par ex. en LSF content / pas content pour lesquels l'expression faciale est le paramètre contrastif). Toutefois, il convient de noter que les signes non manuels sont extrêmement peu fréquents par rapport aux signes manuels et que très peu de paires minimales existent dans cette dimension.

Les paramètres non manuels tels que le regard, le haussement de sourcils, le gonflement des joues, la protrusion des lèvres et de langue (etc.) jouent un rôle important au niveau suprasegmental et ont été assimilées à l'intonation dans les langues vocales (Nespor et Sandler, 1999; Sandler et Lillo-Martin, 2006). Ces paramètres disposent également d'un rôle morphologique et syntaxique (Neidle et al., 2000 ; Zeshan, 2004). Étant donné leur rôle mineur au niveau phonologique et lexical, et leur rôle plus prononcé dans la morphologie, la syntaxe et le discours, la manière dont les caractéristiques non-manuelles des signes devraient être représentées dans les modèles phonologiques n'est pas claire, et c'est sans doute pour cette raison que les modèles actuels manquent d'une représentation adéquate pour ces paramètres.

1.2.4. L'iconicité au cœur des modèles linguistiques

Il est clair que les paires minimales sont bien moins nombreuses en LSF qu'elles ne le sont en français, et c'est une caractéristique régulièrement rapportée que les LS disposent de peu de paires minimales. (Eccarius & Brentari, 2010 ; Millet, 2019). Ce constat nous laisse supposer que le principe combinatoire d'éléments phonologiques distinctifs n'est pas le principe de création du lexique le plus productif dans les LS. Contrairement à la vision traditionnelle selon laquelle les éléments lexicaux sont des formes arbitraires générées par la combinaison de parties phonologiques (Hockett, 1960 ; Saussure, 1966), une propriété particulièrement intéressante et unique des LS est que, les formes gestuelles sont motivées par le caractère imagé qui lie le signe au référent, et ressemblent à des expériences sensorielles ou motrices avec leurs référents (Perlman et al., 2018 ; Perniss et al., 2010 ; Taub, 2001). Par exemple, le signe VACHE en LSF est produit avec les deux mains qui portent la configuration J sur les deux côtés de la tête, semblant correspondre à la forme des cornes d'une vache.

Une question souvent soulevée par les psycholinguistes et que Philomène Périn étudie actuellement dans son travail doctoral porte sur le rôle de l'iconicité dans l'accès lexical et l'organisation du lexique mental. Mais ici, c'est davantage le lien entre motivation iconique et organisation formelle des signes qui nous intéresse. Nous avons vu plus haut le rôle de l'iconicité dans la création lexicale (iconicité structurante). Le problème que l'on rencontre avec la notion d'iconicité est que sa nature même entre en conflit avec la notion de compositionnalité phonologique. Symboliser la forme est possible et présente dans les LV (les onomatopées), mais ce symbolisme est plus fréquent en LS car il est tout simplement plus facile de le faire avec des articulateurs gestuels que des articulateurs sonores (van der Hulst, 1996). Si le procédé d'iconicisation permet aux articulateurs corporels et manuels de reproduire une forme qui est parfaitement analogue au référent, comment segmenter cette production en unités phonologiques ? Si cela était possible, cela signifierait que l'inventaire phonologique (i.e. les unités minimales signées) serait dressé en fonction de tous les signes présents dans la langue, qu'ils soient iconiques ou non. Van der Hulst & Van der Kooij (1998) font une proposition intéressante : les propriétés iconiques seraient représentées comme des implémentations phonétiques spécifiées lexicalement. Plus précisément, l'iconicité inhérente aux LS aurait cette potentialité de déterminer les propriétés phonétiques des signes, propriétés qui pourraient interférer avec le système d'implémentation phonétique qui contient les règles d'articulatoires classiques (facilité d'articulation et de réception, contraintes articulatoires, saillance perceptive et de réception, etc.). Mais cette iconicité étant spécifiée lexicalement, elle imposerait une analogie entre la forme manuelle et la signification. Aussi, la pré-spécification iconique-phonétique va prendre le pas sur les règles d'implémentation phonétique, et le phonologique s'arrange de cette contrainte iconique qui précède la formalisation phonétique. Pour prendre un exemple, tout référent qui exprime une notion de "couché / au sol" implique l'utilisation d'une configuration dont la direction serait horizontale avec, si besoin, un support de la main dominée.

1.2.5. Le lexique signé et ses composants sublexicaux

Le lexique en LS est composé d'unités lexicales de nature très différente. Il nous semble utile de faire un point sur la composition du lexique afin de comprendre les limites que nous pouvons rencontrer lors de nos expériences conduites en accès lexical (voir page 67).

Brentari et Padden (2001) ont proposé une modélisation du lexique signé. Quelles que soient les LS, trois grandes catégories lexicales émergeraient :

1. Le lexique noyau natif (*the core lexicon* chez Brentari et Padden, 2001). Il serait composé de signes standards (unités lexématiques), ces signes étant segmentables en unités sublexicales dépourvues de sens, avec une association forme-sens hautement conventionnelle.
2. Le lexique natif non central (*the non-core lexicon*). Les signes du lexique non central sont constitués d'unités significatives et renvoient généralement à des constructions appelées Classificateurs, ou à des signes impliquant des Structures de Grande Iconicité (Constructed Actions ; Cuxac, 2000 ; Sallandre, 2003 ; Cormier et al., 2012). Dans le lexique non central, l'iconicité contenue dans les signes est fortement préservée.
3. Le lexique non natif (*the non-native lexicon*). Il contient des séquences dactylogogiées. Ces séquences sont régulièrement utilisées pour épeler un nom propre ou un lexème vocal qui n'aurait pas de correspondant signé dans la LS cible. En ce sens, les signes dactylogogiés peuvent être considérés comme des emprunts lexicaux.

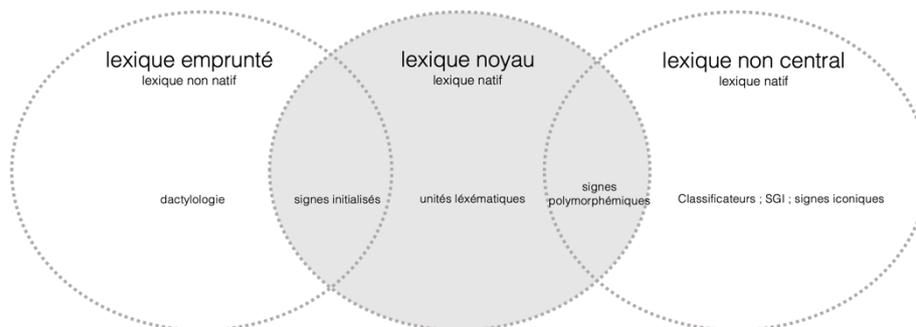


Figure 10. Modèle de composition du lexique proposé par Brentari et Padden (2001) (figure adaptée pour la LSF).

Comme nous pouvons le voir dans la Figure 10, les trois catégories lexicales se chevauchent car les procédés morphologiques en œuvre dans les LS combinent les unités des différentes catégories pour générer de nouveaux lexèmes. Selon Eccarius (2008), les propriétés structurelles des signes composant le lexique non-central et le lexique emprunté diffèrent de celles des signes composant le lexique noyau en termes d'inventaires de configurations et d'application des règles et contraintes phonologiques.

Comme en LV, on observe des procédés dérivationnels, compositionnels et flexionnels. Le phénomène de dérivation peut s'observer soit sur des unités lexicales du lexique noyau, soit sur des signes initialisés (Figure 11). Ce phénomène est très productif en LSF donc très fréquent. Pour illustrer les processus dérivationnels, les dérivés des signes ENSEIGNER ou de CULTURE permettent de comprendre les modifications apportées. En ce qui concerne les dérivés du signe ENSEIGNER, on peut observer le glissement sémantique du signe ENSEIGNER vers le signe PEDAGOGIE, ce glissement sémantique s'effectuant par la substitution de la configuration "bec de canard" par la configuration "p" issue de la dactylogogie (Figure 11). Ce type de dérivation est très nettement la conséquence du contact LSF-français, le signe étant modifié par un élément alphabétique du français écrit. Un autre exemple de dérivé d'ENSEIGNER peut s'observer dans le glissement sémantique d'ENSEIGNER vers ENSEIGNER EN LSF pour lequel une des mains qui produit la configuration "bec de canard" incorpore la configuration typique de SIGNER (configuration "main cinq ouverte"), et la produit simultanément à la configuration "bec de canard" pour signifier ENSEIGNER EN LSF. Les dérivations peuvent être réalisées par une modification de la configuration, mais également une modification de l'emplacement (CULTURE > CULTURE SOURDE, Figure 11), du mouvement, ou de la position des mains si ce sont des signes bimanuels (SIGNER MAL).

Les signes dont la configuration correspond à la première lettre du mot de la LV environnante comme les jours de la semaine en LSF¹⁸ sont également des signes initialisés mais ne sont pas construits sur des signes du lexique noyau. Pour ces signes, un mouvement circulaire ou de battement dans l'espace neutre y est combiné.

Enfin, le même type de processus dérivationnel est observé pour des signes dont le sens est énumérable. Dans ces signes, la configuration est modifiée en utilisant la configuration numérale adéquate (un an, deux ans, trois ans ; une semaine, deux semaines, etc.). Millet (2019) fait référence à un phénomène dérivationnel (qu'elle considère comme une flexion lexicale iconique) avec la suite lexicale BATEAU, AVANCER, CHAVIRER, COULER, TANGUER. Pour tous ces signes, la modification à caractère iconique du mouvement actualise le sens du signe. Pour Millet, l'absence de préfixe et de suffixe en LSF empêche le processus dérivationnel, et elle préfère envisager ces phénomènes comme un processus flexionnel mais, à la différence des LV, ce procédé peut également être observé au niveau lexical, et pas uniquement morfo-syntaxique.

¹⁸ Signe des jours de la semaine LSF : [lundi](#) ; [mardi](#) ; etc.

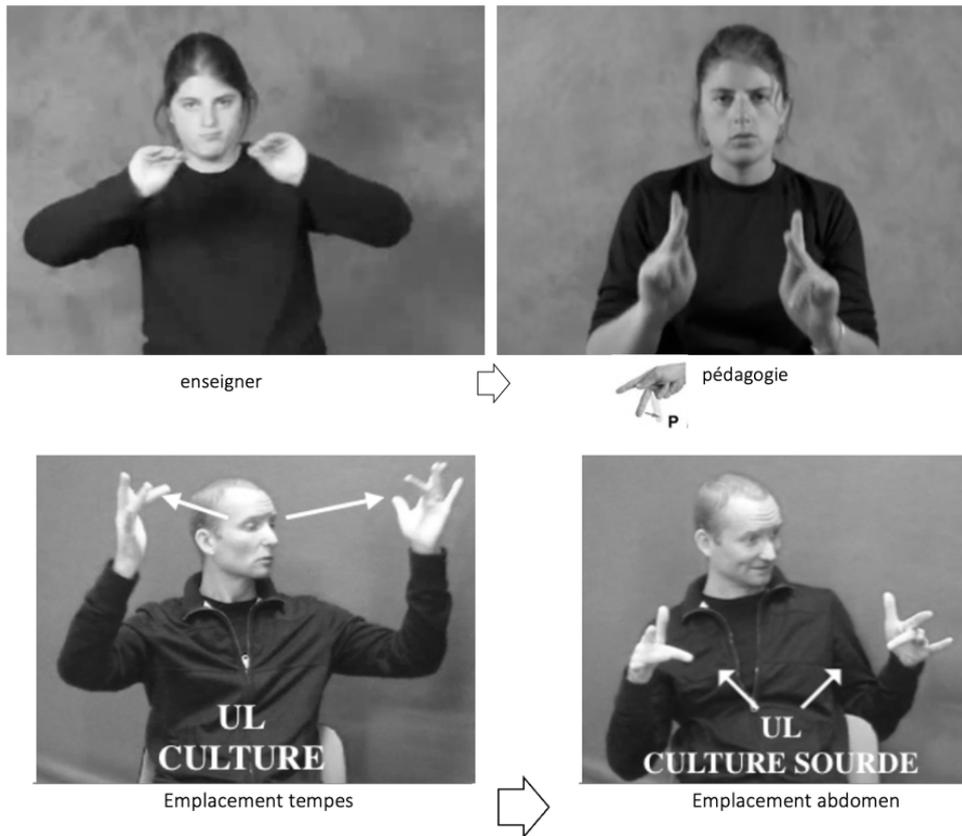


Figure 11. Signes dérivés enseigner > pédagogie / culture > culture sourde. Par la modification d'un paramètre, le glissement sémantique s'opère. Pour enseigner, c'est la configuration bec de canard qui est substituée par la configuration P qui permet de glisser vers pédagogie. L'exemple CULTURE / CULTURE SOURDE est issu de Sennikova et Garcia (2019).

Nous observons également un phénomène de composition, avec des signes auxquels un segment est ajouté au radical, aboutissant à un signe plurisyllabique. C'est le cas du signe APERCEVOIR, qui est la combinaison des signes VOIR et ATTRAPER (Figure 12). A l'issue de la composition, ce type de signe est fréquemment soumis à des processus phonologiques d'assimilation ou d'économie (suppression de morphèmes) aboutissant ainsi des signes monosyllabiques exprimant plusieurs morphèmes simultanément. Par exemple, le signe APERCEVOIR est également produit de manière plus économique, avec la disparition du premier composant du signe (VOIR avec l'index sur l'œil), mais avec le signe ATTRAPER produit au niveau de l'œil (ATTRAPER se produit généralement dans l'espace neutre).



Figure 12. Signe compositionnel APERCEVOIR construit à partir des signes VOIR ET ATTRAPER. Pour répondre au principe d'économie articulatoire, il est de plus en plus fréquent de produire le signe APERCEVOIR sans le signe VOIR (captures d'écran issues de elix.fr)

Les signes sont dits polymorphémiques lorsqu'ils sont composés de plusieurs unités significatives : si nous comparons le signe MANGER UN SANDWICH vs. MANGER AVEC DES BAGUETTES, nous notons qu'ils sont composés d'un signe standard du lexique central (emplacement et mouvement de MANGER) avec des classificateurs du lexique non central : le proforme exprimant le sandwich (bimanuel) ou le proforme exprimant bol et baguettes (deux référents unimanuels simultanés) (Figure 13). L'expression faciale peut également apporter une information sémantique (dégout, envie, etc.).



Figure 13. Signes polymorphémiques iconiques (MANGER UN SANDWICH vs. MANGER AVEC DES BAGUETTES)

Aronoff (2005) ou Millet (2019) considèrent que les procédés flexionnels s'observent lorsque les combinaisons sont simultanées et procédés dérivationnels lorsque les combinaisons sont séquentielles. Il semble que cette distinction soit

faite à partir de critères formels alors que de notre point de vue, la dérivation doit être envisagée du point de vue lexical. Plus précisément, nous considérons qu'un processus est qualifié de dérivationnel lorsqu'une nouvelle unité lexicale apparaît (ex : PEDAGOGIE dérivé d'ENSEIGNEMENT), alors que le processus flexionnel est envisagé lorsqu'il y a une information morphosyntaxique sur une même base (exemple : avec le même procédé formel d'incorporation d'une configuration : un jour, deux jours, trois jours ; autre exemple : le pluriel JE LEUR DONNE A CHACUN vs. JE DONNE A TOUS, Figure 14). Ce mémoire d'habilitation n'a pas pour objet d'étudier les processus morphologiques des LS, donc nous n'apporterons pas de réponses, mais uniquement les connaissances que nous avons sur ces aspects. C'est un sujet sur lequel nous avons commencé avec notre collègue morphologue, Florence Villoing, avec l'aide de deux étudiantes ([Awa M'Baye et Marion Pombet en 2020](#)).

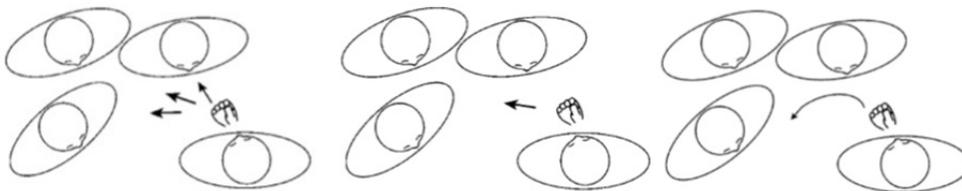


Figure 14. JE donne à chacun (3 flèches) – JE donne à tous (entité groupe) - je donne à tous. Les segments soulignés est la traduction des mouvements représentés par les flèches de l'agent vers le / les patients.

Sennikova et Garcia (2018) rapportent des compositions *mosaïques*, correspondant à l'assemblage des paramètres de plusieurs unités lexicales, cet assemblage permettant la création d'une nouvelle unité lexicale. Par exemple, le signe CENTRE-RELAIS est composé de composants de différentes unités lexicales (Figure 15), ces composants étant produits simultanément. Ici, c'est un mécanisme singulier lié aux possibilités permises par l'iconicité, le visuo-gestuel et l'espace inhérentes aux langues des signes.

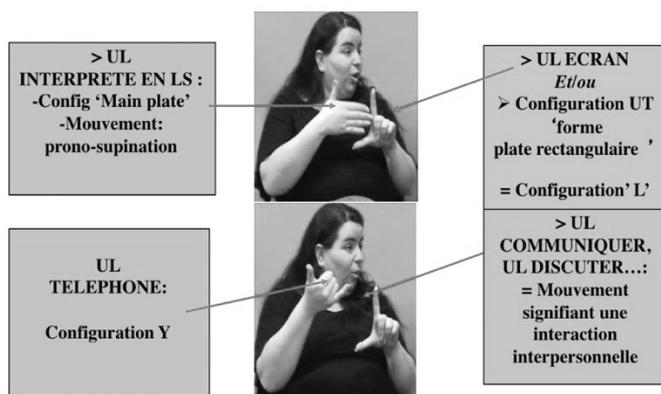


Figure 15. Compositions mosaïques en LSF ; figure empruntée à Sennikova et Garcia (2018)

Les processus morphologiques constatés dans les LS semblent contraints par la lenteur d'exécution des articulateurs corporels, en comparaison aux articulateurs

vocaux, et c'est sans doute pour cette raison qu'il existe davantage de signes monosyllabiques ou bisyllabiques avec une modification interne des signes, plutôt que des signes plurisyllabiques avec une concaténation de morphèmes. Certaines unités lexicales comme LIN, BAC, RER, issus de la concaténation de séquences dactylogogiées, subissent des processus de monosyllabité : la production manuelle, qui au début est une suite de lettres, dactylogogiées une à une, prend finalement la forme de signe standard en termes de structure phonologique et prosodique grâce à la production d'un mouvement séquentiel unique. Ces signes intègrent ensuite le lexique noyau.

Si nous nous intéressons aux aspects morphosyntaxiques, nous pouvons repérer que le mouvement, la direction et les trajectoires sur l'espace de signation marquent les processus flexionnels. Par exemple, pour marquer le pluriel, le locuteur utilisera la simple répétition du signe sans modification de la forme manuelle ou non manuelle. Le pluriel du signe LIVRE se signera par une répétition du signe LIVRE, soit de manière discrète, finie et dénombrable (DEUX LIVRES, TROIS LIVRES), soit avec un défilement horizontal sur l'espace de signation signifiant qu'il y a plusieurs livres (PLUS DE TROIS). Pour marquer la flexion verbale, le locuteur procédera à un déplacement du signe dans l'espace de signation, avec selon le sens, une modification de l'orientation de la paume pour marquer les agents et les patients (JE INVITER TOI vs TOI INVITER MOI ; Figure 14 page 60).

Ces différents exemples révèlent que les caractéristiques iconiques et simultanées des langues des signes entrent en jeu dans la composition du sens. En ce qui concerne l'iconicité, une approche intéressante réside dans l'approche cognitive du Modèle de construction analogique de l'iconicité linguistique (Taub, 2001).

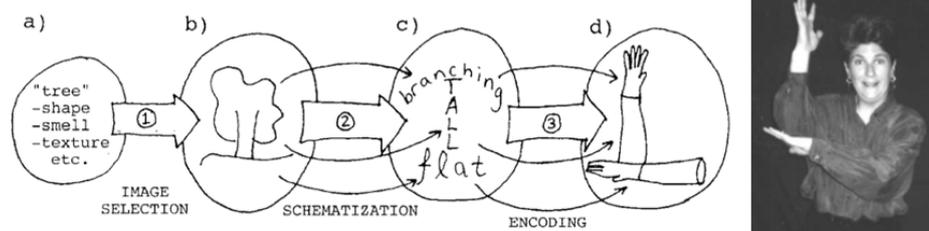


Figure 16. Le modèle de construction analogique de l'iconicité linguistique (*The analogue building model of linguistic iconicity*, Taub, 2001). Dans ce modèle, Taub (2001) explique les différentes étapes qui permettent de passer de l'analogie qui est faite entre le concept initial à l'encodage. Dans cet exemple, le concept initial arbre (a) est représentée par une image prototypique (b), cette image prototypique est ensuite ajustée aux possibilités phonétiques de la langue cible (c) avec pour obligation de préserver la structure imagique du concept (plusieurs branches dressées vers le haut, le tronc est allongé verticalement et le sol est plat et horizontal). Le concept est encodé à l'aide des spécifications formelles choisies (d).

Dans ce modèle, Taub suppose que l'iconicité n'est pas simplement une question de ressemblance directe entre la forme et le sens, mais un processus sophistiqué dans lequel les ressources phonologiques disponibles d'une langue vont permettre de construire une représentation analogique d'un référent en une image. Ainsi, comme le montre la Figure 16, la représentation iconique se base sur un lien entre l'image et la possibilité de le signifier, c'est-à-dire les possibilités phonétiques de

la langue cible, sachant que ce n'est pas tout le référent qui est encodé. Pour créer un signe iconique, une image est sélectionnée et schématisée de telle sorte qu'elle puisse être représentée par la langue et les formes appropriées sont choisies pour encoder chaque partie représentable de l'image en préservant la structure imagique. Ainsi Taub (2001) considère que le processus d'encodage se réalise à partir de propriétés formelles disponibles dans les possibilités phonologiques de la langue. A l'inverse, Kooij (2002) soutient que l'encodage dans le processus de construction analogique peut conduire à l'utilisation de propriétés formelles qui ne sont pas présentes dans l'ensemble phonétique des traits phonologiques présents dans la langue cible.

1.2.6. Une syntaxe spatiale

Spatialisation de la grammaire

Comme dans les LV, les signes peuvent être combinés de manière raisonnée pour générer un nombre illimité de messages. La syntaxe spatiale est l'un des aspects les plus singuliers des LS : toutes les relations grammaticales entre signes sont spatialisées, et marquées par l'emplacement des signes sur l'espace gestuel et la manière dont ils se déplacent et donc le sens de la phrase. (Millet, 2019 ; Jepsen et al., 2015 ; Sandler & Lillo-Martin, 2006 ; Neidle et al., 2000). L'accord en LS semble présenter des propriétés clairement distinctes de l'accord en LV (Pfau et al., 2018). Pour la phrase "L'enfant est allongé entre ses parents" (Figure 1, voir page 41), nous pouvons distinguer différentes unités linguistiques : des signes lexicaux (PARENTS et ENFANTS) et des classificateurs manuels (mains gauche et droite avec l'index et le majeur tendus produits dans un mouvement de glissement ; les classificateurs de mains représentent l'action de se coucher sur le sol ou dans un lit, et ces classificateurs reprennent les référents PARENTS – ENFANTS S'ALLONGER, en les intégrant dans la forme de la main et le mouvement). Enfin, nous distinguons les référents précédemment localisés et non tenus manuellement (symbolisés par les ronds blanc plein sur l'espace de signation, Figure 1 page 41).

Dans son modèle sémantico-syntaxique, Millet (2019) présente la manière dont l'espace de signation est pré-sémantisé. Lorsque le signeur souhaite exprimer les différents actants, ces actants ont une place systématique sur l'espace de signation, et la Figure 17 montre très clairement la structuration de l'espace de signation. Ainsi, selon la place d'un signe sur l'espace de signation, il peut occuper le rôle d'agent, patient, bénéficiaire, etc.

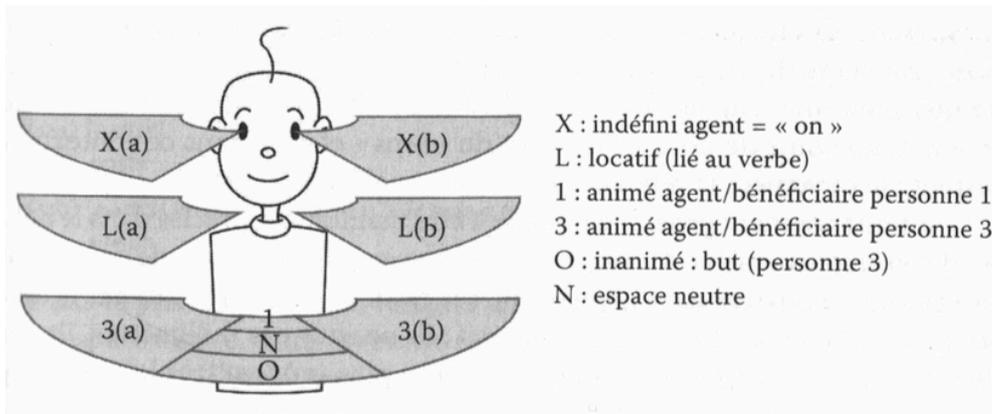


Figure 17. Espace pré-sémantisé de Millet (2019)

La morphosyntaxe signée est supportée par les articulateurs manuels et non manuels. Par exemple, la qualité d'un objet (type petit ballon, gros ballon) sera respectivement exprimée par la protrusion des lèvres ou le gonflement des joues. Elle peut être également lexicalisée dans un haussement ou froncement de sourcil (interrogation, doute, etc.). D'autres paramètres non manuels sont investis d'une fonction morphosyntaxique : le mouvement des mains accompagnés du regard, de mouvement de sourcils, des mouvements labiaux, l'inclinaison de la tête et du buste sont autant d'indices cruciaux pour la compréhension des relations entre éléments d'une phrase signée. Une revue de ces phénomènes se trouve dans la thèse de Puissant-Schontz (2020).

Proposition d'une typologie des constructions prédicatives en LSF

Une de nos contributions dans le domaine de la morphosyntaxe peut se trouver dans la typologie des constructions prédicatives en LSF proposée par Puissant-Schontz (2020). Dans le cadre de son travail de doctorat, Laetitia Puissant-Schontz avait pour objectif de créer un outil d'évaluation de la morphosyntaxe en LSF afin de dépister les troubles du langage en LSF.

L'analyse de la littérature sur les verbes dans les LS l'ont menée au constat suivant :

- Les classes de verbes sont insuffisamment définies, et certaines classes englobent des verbes qui semblent se réaliser différemment. Par exemple, Meurant (2008) fait référence à des verbes à un locus comme DORMIR, JOUER, MANGER alors que ces verbes se réalisent très différemment du point de vue des articulateurs et des déplacements, et de leur potentialité de recevoir un actant.
- Du fait que les classes soient insuffisamment définies, certains verbes peuvent appartenir à plusieurs classes. Par exemple, le verbe DONNER en AUSLAN peut être considéré comme un *indicating verb* (i.e. verbe qui se déplace dans l'espace d'un référent à l'autre, que le référent soit absent ou présent, ex. DIRE) ou un *depicting verb* (i.e. verbes qui encodent les actions ou les états : CONDUIRE ; Johnston et Schembri, 2007 ; Liddell, 2003)
- Les classifications existantes ne permettent pas de classer tous les verbes de façon discriminante.

Dès lors que nous souhaitons classer ces verbes, nous constatons que les propositions sont peu opérantes. Ainsi, à partir de différentes situations orales LSF (monologue, dialogue et repas familiaux), Puissant-Schontz a repéré toutes les constructions prédicatives identifiables, les a analysées d'un point de vue formel et fonctionnel pour en proposer une nouvelle typologie (2020). La classification qu'elle propose nous semble décrire la globalité des prédicats en LSF, permettant ainsi de répondre aux besoins qu'elle avait pour construire le premier outil d'évaluation en morphosyntaxe de la LSF (voir p.111). En s'appuyant sur cette classification, Puissant-Schontz (2020) a développé une tâche de morphosyntaxe pour tester l'acquisition et la maîtrise des prédicats d'action, d'existence et de propriété en réception et production.

Critère Gestuel ou Spatial		Traits Formels Distinctifs
Emplacement, Localisation	Emplacement où le signe est réalisé sur l'espace de signation, en fonction de l'énoncé, et jouant un rôle grammatical (localisation, source ou cible)	Flottant (F)
	Emplacement fixe avec contact avec le corps / très proche du corps	Ancré (A)
Mouvement du bras Déplacement d'un point A vers un point B	Changement d'espace actanciel avec une position manuelle	Dynamique (D)
Orientation manuelle	Possibilité de modifier l'orientation de la paume de la main pour exprimer la distribution des rôles	Orientation (O)
Configurations manuelles - classificateurs	Possibilité que la configuration manuelle change donnant ainsi des informations sur le référent agent ou objet de la prédication	Configuration (C)

Table 2. Critères gestuels et spatiaux et trait formel attribué, permettant la catégorisation des constructions prédicatives d'action en LSF. Traits formels distinctifs. Tableau adapté de la thèse de Puissant-Schontz (2020).

Dans cette typologie, les prédicats d'action sont décrits en fonction des caractéristiques articulatoires suivantes (Table 2) :

- Emplacement Flottant ou Ancré,
- Présence ou absence d'un mouvement Dynamique sur l'espace de signation,
- Orientation de la paume
- et incorporation d'une Configuration manuelle pour exprimer l'agent ou le patient dans le signe prédicatif.

Ainsi, le signe LANCER sera considéré comme une construction FDOC (Flottant – Dynamique – Orientation – Configuration) : i) il pourra bouger sur l'espace de signation ; ii) il sera orienté en fonction des agents et bénéficiaires ; iii) il y aura une incorporation de configuration manuelle qui correspondra au référent donné (je te lance un ballon, tu lui lances un bâton, il me lance une verre d'eau ; Table 3)

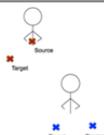
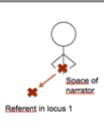
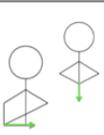
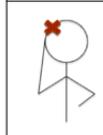
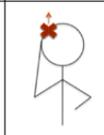
F+	D+	O+	C+	F-	D-	O-	C-
Source et cible peuvent avoir différentes places	Les mains vont de la source à la cible, avec un changement d'espace actanciel	L'orientation peut être modifiée en fonction de la place de la source et de la cible (lien avec D)	La configuration peut changer en fonction de qui jette quoi	Le signe est toujours réalisé à la même place, dans l'espace du narrateur	Les mains ne changent pas d'espace actanciel	L'orientation est toujours la même, elle n'est pas modifiable	Seulement une configuration possible
							

Table 3. Deux constructions prédicatives : LANCER et PENSER. Figures issues de Puissant-Schontz (2020).

F+							
D+				D-			
O+		O-		O+		O-	
C+	C-	C+	C-	C+	C-	C+	C-
FDOC	FDO	FDC	FD	FOC	FO	FC	F
[LANCER qqch à qq'un]	[REPENDRE]	[DONNER qqch à qq'un]	[DIRE]		[DEMANDER]	[ALLER]	[TRAVAILLER]

A+							
D+				D-			
O+		O-		O+		O-	
C+	C-	C+	C-	C+	C-	C+	C-
ADOC	ADO	ADC	AD	AOC	AO	AC	A
			[AIMER qq'un]			[BOIRE qqch]	[PENSER]

Table 4. Classification des Constructions Prédicatives, Puissant-Schontz (2020)

Cette proposition est un apport majeur pour la littérature des langues des signes (Table 4). Les linguistes qui s'intéressent à la syntaxe des langues des signes, et plus précisément de la LSF, se trouvent maintenant avec une description articulatoire et argumentale bien plus précise des "verbes" en LSF, description qui était jusqu'à présent incomplète et permettait de décrire uniquement les exemples minutieusement choisis par les chercheurs. Dans les perspectives proches, il serait intéressant de soumettre cette typologie à d'autres langues des signes afin d'évaluer les points communs et les éventuelles variations interlangues ([Puissant-Schontz, Villoing et Bogliotti, accepté](#)).

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

* Puissant-Schontz, L., Villoing, F et Bogliotti, C. - accepté dans *Langages* - Constructions prédicatives et Indice de Potentiel Langagier : une nouvelle piste pour le diagnostic d'un trouble du langage en LSF

* **Bogliotti, C.**, Aksen, H. & Isel, F. (2020) Role of language experience in sign language experience: behavioural evidence from a repetition task, *PLOS ONE*, 15 (11), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236729>

* **Bogliotti, C.**, & Isel, F. (2021). Manual and Spoken Cues in French Sign Language's Lexical Access: Evidence From Mouthing in a Sign-Picture Priming Paradigm. *Frontiers in Psychology*, 12, 1836. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.655168>

2. Évaluation des langues des signes : les enjeux psycholinguistiques et cliniques

2.1. Traitement des LS : enjeu psycholinguistique

Comme nous le précisons en introduction de ce mémoire, il existe encore très peu d'études sur le développement et le trouble du langage en LSF. Depuis 2009, nous avons axé nos travaux sur ce point et avons obtenu trois projets de recherche nous permettant d'apporter les premières données dans ce domaine : le projet EVASIGNE (2014-2018), le projet SignMET (2013-2015), le projet Tempo LSF (2017-2018), et enfin le projet [IUF Clinical Linguistics LSF](#) (2017-2022). Dans ces projets, notre travail s'articulait autour de deux volets : un premier volet autour du traitement du langage en LSF, avec pour objectif final de proposer un modèle décrivant les différentes étapes de traitement du langage en LSF (nous présenterons ce modèle à la fin de ce mémoire). Ce modèle sera basé sur des données multidimensionnelles, à savoir des preuves comportementales et électroencéphalographiques recueillies dans ces projets. Un second volet plus appliqué avait pour objectif de proposer une batterie d'outils pour l'évaluation et la remédiation de la LSF.

Notre intérêt pour l'expérimentation est à fois valorisable pour la psycholinguistique et la linguistique clinique, les outils utilisés étant proches en termes de structures et d'objectifs, parfois identiques. Ainsi il nous semble utile d'utiliser ces compétences pour fournir les premiers repères stables du développement typique de la LSF pour ensuite borner les notions de typique – atypique – pathologique et proposer des marqueurs comportementaux (et électrophysiologiques) de ces notions. Il s'agira également de penser une approche plus écologique, en donnant des repères du développement du langage chez l'enfant sourd, qui ne sera pas celui du locuteur LSF. Ces repères devront sans doute référer aux compétences plurilingues des personnes sourdes.

Pour réaliser ce travail, nous avons donc adopté une démarche expérimentale qui nous a permis de collecter des données empiriques comportementales à l'aide de paradigmes expérimentaux de la psycholinguistique. Ces données recueillies ont pour objectif principal de mieux comprendre les compétences langagières au regard de facteurs connus comme l'AOA et le type de bilinguisme. Ces données ne sont pas encore toutes publiées. Les données présentées ci-dessous et les articles joints ([Bogliotti et Isel, 2021](#) ; [Bogliotti et al., 2020](#) ; [Perin et al., 2023](#) ; [Perin et al., soumis](#)) au présent mémoire d'habilitation présentent les différents paradigmes expérimentaux de la psycholinguistique que nous avons utilisés pour examiner les processus langagiers impliqués dans le traitement de la LSF à différents niveaux de traitement linguistique. Ainsi, nous présenterons ici les premières données sur le traitement phonologique, lexical et morphosyntaxique de la LSF. Du point de vue de l'investigation de la phonologie LSF, nous avons testé les compétences phonologiques grâce à des tâches de répétition et de discrimination de pseudosignes ([Cristini et Bogliotti, 2015](#) ; [Bogliotti, en](#)

[préparation](#)), et une étude récente dont les résultats sont en cours d'analyse porte sur l'empan et la mémoire de travail en LSF ([Bogliotti, Kasprzak & Heidlmayr, en préparation](#)). Nous avons également étudié les compétences en répétition de phrases en LSF permettant d'observer de réelles différences qualitatives et quantitatives chez des enfants signeurs natifs et tardifs ([Bogliotti et al., 2020](#)). En ce qui concerne les aspects lexicaux en LSF, nous avons proposé une première étude d'évocation lexicale permettant ainsi d'évaluer le stock lexical, son accès et son organisation chez des enfants sourds signeurs ([Bogliotti, Fortuna et Vourc'h, en préparation](#)), une expérience sur le rôle de la labialisation dans l'accès au lexique signé ([Bogliotti et Isel, 2021](#)) et sommes en train de finaliser une épreuve de dénomination – désignation LSF ([Bogliotti, Houy, Knafo et Vourc'h, en cours](#)). Un travail d'importance concerne la base de données FlexSign qui est la première base de fréquence lexicale de signes de la LSF ([Perin, Herrera et Bogliotti, soumis](#)). Enfin, nous présenterons les travaux émanant de la thèse de doctorant de Puissant-Schontz sur les compétences morphosyntaxiques ([Puissant-Schontz et al., 2017](#); [Puissant-Schontz, Villoing et Bogliotti, accepté](#)). Du point de vue de la modalité écrite, nous présenterons nos travaux sur les compétences en temporalité en français écrit ([Bellato et al., 2019](#) ; [Bogliotti et al., 2020](#)) et le Corpus Alpha ([Prenovec, Lacheret-Dujour et Bogliotti, 2023](#)), premier corpus de productions écrites d'adolescents sourds. Tous ces travaux ont été conduits avec des locuteurs natifs et tardifs, chez des enfants et / ou des adultes.

Avant de présenter les travaux effectués, il nous semble important de répondre à quelques questions que le lecteur est en droit de se poser. Dans les différents travaux que nous avons menés ou encadrés, il y a toujours différents types de locuteurs, nous permettant d'obtenir des informations cruciales sur le rôle des facteurs environnementaux dans le développement et le traitement du langage, et la spécificité des structures linguistiques construites ou en cours de construction. Quand nous avons commencé à travailler sur les LS, la dichotomie sourd natif / sourd tardif semblait évidente, et c'est la raison pour laquelle une grande partie de nos travaux s'appuie sur cette distinction. Mais à l'heure où nous écrivons ce mémoire, nous sommes convaincue de l'absence de finesse de cette distinction et travaillons sur l'indice IPL. Néanmoins, quel que soit le cut-off que l'on utilise, la population des signeurs tardifs offrent une perspective unique sur l'impact de la privation langagière précoce sur le traitement du langage et la neurobiologie du langage, ce type de connaissances ne pouvant être obtenues auprès des personnes entendantes.

D'autre part, notre objectif de proposer un modèle de traitement du langage en LS paraîtra sans doute non atteint à l'issue de la lecture des expériences initiées. Il est certain que nous devons encore tester des locuteurs sourds pour proposer un modèle du traitement et développement du langage.

Outre les aspects psycholinguistiques, les travaux que nous menons sont d'un intérêt certain pour les linguistes des LS car il reste encore de nombreuses questions sur la nature linguistique des unités des LS. Par exemple, l'expérience sur la labialisation (*mouthings*) nous a permis de proposer que la labialisation, indice gestuel produit au niveau des lèvres et emprunté à la LV environnante, ferait partie de la représentation linguistique du signe au même titre que les paramètres

manuels. Ces résultats permettent de démontrer que les LS sont clairement multimodales, avec des phénomènes linguistiques qui évoquent des conditionnements phonologiques du médium vocal vers le médium gestuel (Bogliotti et Isel, 2021).

2.2. Évaluation des langues des signes : enjeux cliniques

Comme déjà plusieurs fois explicité dans ce mémoire un des objectifs appliqués de mes recherches est de proposer une batterie d'outils pour l'évaluation et la remédiation du langage de la LSF en LSF. Les outils utilisés par les chercheurs et les cliniciens sont souvent semblables, mais si le chercheur s'intéresse aux invariants dans une population précise, le praticien axe son analyse sur le patient, et précisément tout l'environnement du patient qui permet de comprendre les comportements langagiers. Depuis plusieurs années, nous travaillons avec des praticiens et des chercheurs à l'élaboration d'outils langagiers qui pourraient être utilisés par tous les professionnels de la surdité et de la LS : chercheur, orthophoniste, enseignant 1^{er} degré et enseignant LSF. Notre travail a d'ailleurs fait l'objet d'un webinaire "Enfants sourds et trouble des apprentissages"¹⁹, organisé par Delphine Fleurion (Réseau Sourds et Santé Hauts de France & Service de Neuropédiatrie du GHICL, Lille).

Dans ce chapitre, nous présenterons les résultats recueillis dans les différentes expérimentations conduites depuis 2014, et nous expliquerons comment ces résultats, obtenus à partir de paradigmes expérimentaux comportementaux et électrophysiologiques, concourent à l'élaboration d'une batterie d'évaluation complète. Ces résultats pourraient nous permettre de dégager des marqueurs et des biomarqueurs d'un trouble du langage chez les sourds signeurs. Tous ces travaux enrichissent considérablement le champ de la LSF et ses applications cliniques.

Nous avons exposé plus haut que l'acquisition du langage chez un enfant sourd signeur pouvait être affectée par l'émergence d'un TSLO ou avoir des causes plus générales (problèmes psycho-émotionnels, problèmes de praxie, troubles psychomoteurs, environnement linguistique pauvre). A ce jour, il n'existe pas d'outils standardisés qui permettent d'évaluer finement les compétences langagières d'un locuteur sourd dont la LSF est la langue native, langue première ou seule langue fonctionnelle bien que lacunaire. Il n'est donc pas possible de savoir quelles sont les compétences linguistiques bien installées et quelles sont celles qui nécessitent une prise en charge. Il est en effet important de penser à la prise en charge des compétences langagières déficitaires, car comme dans toute LV, l'acquisition du langage chez un enfant signeur peut être perturbée par la survenue d'un trouble spécifique du langage oral (Bogliotti et al., 2017 ; Marshall et Morgan, 2016 ; Morgan et al., 2007), Ainsi, l'objectif appliqué de mes recherches est de constituer une batterie d'évaluation standardisée de la LSF en LSF, en m'appuyant sur des travaux antérieurs en LSF ou en cours dans d'autres LS (Bogliotti et al., 2020 ; Courtin et al., 2010 ; Haug & Mann, 2007 ; Puissant-Schontz, 2020). L'élaboration de la batterie d'évaluation des compétences en LSF est bien

¹⁹ Le webinaire est accessible en ligne : <https://www.youtube.com/watch?v=WcXc6-ph37Q>

avancée et les outils de Répétition de Phrases LSF (outil à présent disponible sur le site *Sign Language Assessment* ²⁰ qui recense les outils linguistiques et psychologiques pour les locuteurs LS), et de Morphosyntaxe de la [batterie EVASIGNE](#) ont déjà été partagés avec des cliniciens et des chercheurs pour permettre la normalisation de l'outil. Un autre outil d'évaluation du lexique (tâches de dénomination et de désignation) est bientôt terminé (travail en collaboration avec Agnès Vourc'h, Benjamin Houy et Naomi Knafo) et va être testée auprès d'enfants sourds âgés de 6 à 12 ans dès la rentrée scolaire 2023-2024. Une fois normalisée, la batterie sera mise en ligne sur le réseau universitaire Huma-Num et les professionnels intéressés pourront utiliser cette batterie. L'évaluation fondée sur cette batterie complètera les travaux de recherche décrivant les étapes développementales de la LSF, ainsi que les travaux en électrophysiologie sur les biomarqueurs, et servira de référence pour investiguer le développement langagier et les troubles du langage en LSF.

Même si elle en est encore à ses premières étapes en France, la question de l'évaluation de la LS de ses implications éducatives, rééducatives et scientifiques n'est pas nouvelle, et des outils existent dans plusieurs langues des signes (pour une revue, voir Haug 2008). Là encore, la question de la spécificité de la langue est un défi. Par exemple, en LV, il est connu qu'une faible conscience phonologique peut être le signe d'une incapacité future à lire et à écrire. De même, les erreurs de flexion verbale peuvent être caractéristiques d'un trouble du langage oral dans certaines LV. Qu'en est-il de la LS ? Ces compétences phonologiques et morphosyntaxiques peuvent-elles être testées pour les troubles du langage ? En raison de facteurs déjà évoqués (pas d'accès naturel au langage, acquisition du langage plus ou moins retardée, contexte multilingue), sans facteurs environnementaux explicatifs et indépendamment de la question de la surdité, les enfants sourds peuvent présenter des caractéristiques atypiques au cours de leur développement. Ces développements langagiers atypiques peuvent être la manifestation de compétences langagières en développement, ces dernières pouvant apparaître non-conventionnelles sans être déficientes. Mais ils peuvent aussi être la manifestation de compétences langagières altérées tel qu'un retard ou un trouble spécifique, nécessitant une remédiation.

Les chercheurs du DCAL ont été les premiers à mettre en évidence des troubles spécifiques chez enfants sourds signeurs grâce leurs outils (BSL Receptive Skills Test, Herman, 1998 ; BSL Productive Skills Test, Herman et al., 2004 ; Marshall, et al., 2015 ; Marshall & Morgan, 2015 ; Mason et al., 2010 ; Quinto-Pozos, 2014).

Nous travaillons dans leur trace, et grâce aux deux projets EVASIGNE et SignMet, nous avons pu commencer l'élaboration et la diffusion de tels outils pour la LSF. Aussi, à l'issue de ces travaux, nous espérons placer les enfants sur un continuum de performance typique - atypique - pathologique. Ce positionnement devrait permettre de mieux comprendre les processus de développement, mais aussi de distinguer et caractériser le développement atypique, du retard de langage aux troubles du langage spécifiques à la LSF. La caractérisation de ce continuum de compétences normales et altérées est un défi de taille que nous avons déjà

²⁰ Site internet créé par Tobias Haug, et qui recense tous les outils créés en LS pour évaluer les compétences langagières ou cognitives. <http://www.signlang-assessment.info/home-en.html>

commencé à relever en cherchant d'abord à problématiser la question du langage atypique (Bogliotti et al., 2017). Cette batterie, qui testera tous les niveaux de langage, permettra de situer les enfants et les adultes signant en LSF sur un continuum de performances.

2.2.1. Les tests prédictifs de troubles du langage en langue des signes

Dans cette partie, nous présenterons des tests créés par les chercheurs dans différentes LS, et qui ont observé si les marqueurs de TSL relevés pour les langues vocales sont aussi de bons marqueurs pour les langues des signes (Haug, 2008 ; Marshall & Morgan, 2016). C'est un véritable défi que de créer un outil d'évaluation pour une LS car il faut savoir s'adapter à la LS en termes techniques (geste et vidéo), en termes cognitifs (est-ce que tester du signe se teste de la même manière que de la parole) et en termes socioculturel prendre en compte l'hétérogénéité du groupe « sourd »).

L'évaluation des compétences phonologiques : tâche de répétition de non-signes

Une étude de Marshall et al. (2006) a montré que les capacités de répétition de non-signes²¹ était fonction du développement langagier et de la complexité de la structure phonologique du signe répété : les enfants les plus jeunes sont moins compétents dans la répétition de non-signes simples et complexes, et les enfants sourds les plus âgés éprouvent des difficultés spécifiques lors de la tâche de répétition de non-signes à structure phonologique complexe. Cette première étude sur la répétition de non-signes constitue une tâche phonologique à soumettre aux enfants signeurs BSL et à suspicion de TSL afin de diagnostiquer un possible trouble phonologique.

Une étude sur la répétition de non-signes en LSF a permis de montrer que les enfants à risque présentaient des performances de répétition de non-signes déficitaires (Cristini et Bogliotti, 2015). De plus, les signeurs natifs et tardifs n'utilisaient pas les mêmes indices phonologiques pour répéter et discriminer des signes, indiquant donc des processus de perception et d'expression dépendants de l'expérience langagière. Cet outil pilote a été actualisé et testé auprès d'adultes sourds.

Lexique : tâche de fluence sémantique

L'étude de Marshall et al. (2013) montre que dans les groupes TSL étudiés, les enfants ne présentent pas de trouble de la fluence mais une lenteur d'accès au lexique. En effet, en comparaison à des enfants neurotypiques, les compétences de dénominations des enfants TSL sont moins bonnes dans les 15 premières secondes, cette différence disparaît dans la suite de la tâche.

Morphologie et syntaxe : tâche de répétition de phrases

²¹ Les non-signes sont des signes qui ont été créés de toute pièce et qui ne répondent pas nécessairement aux contraintes phonotactiques de la langue testée, alors que les pseudo-signes sont des signes qui peuvent être dérivés d'un signe lexical existant, et dont on a modifié au moins un paramètre (ce paramètre devant répondre aux contraintes phonotactiques). Dans le papier de Marshall et al. (2006), il semble que le matériel soit davantage des pseudo-signes mais l'auteur a employé le terme "non-signes". Nous le gardons ainsi.

L'étude de Marshall et al. (2015) met en évidence un déficit en répétition de phrases pour le groupe TSL : le contenu lexical est moins bien répété (davantage d'omissions et de substitutions entre signes lexicaux et entre classificateurs), plus d'erreurs dans l'ordre des signes, moins d'expressions faciales, erreurs dans l'espace de signation avec problème de flexion des verbes. D'autres tâches de répétition de phrases existent dans plusieurs LS (en ASL, Hauser et al., 2008 ; en LIS – Langue des Signes Italienne, Rinaldi et al., 2018 ; en LSF, [Bogliotti et al., 2020](#) ; en DSGS – Langue des signes Suisse-Allemande : Haug et al., 2020 ; en SSL – Langue des Signes Suédoise : Schönström et Hauser, 2022). Les tâches de répétition sont intéressantes car elles donnent des informations rapides sur le niveau de compétences. Et ces informations semblent suffisantes pour justifier une investigation clinique ou non.

Compétences pragmatiques et grammaticales : tâche de narration

Herman et al. (2014) rendent compte des compétences narratives en BSL d'enfants sourds avec TSL et les comparent à celles d'enfants contrôles sourds signeurs de la BSL. Les enfants TSL présentent des compétences équivalentes à celles d'enfants plus jeunes, aussi bien au niveau de la structure globale du récit qu'au niveau de la structure plus fine : les auteurs observent un déficit au niveau pragmatique ainsi que grammatical : structure de phrases plus simple, mauvais usage des verbes polymorphémiques et des anaphores.

2.2.2. Notre apport : la batterie EVASIGNE, premier outil de diagnostic et de remédiation de la LSF en LSF

Comme mentionné ci-dessus, un de nos objectifs est de développer une batterie complète d'évaluation du langage en LSF. L'évaluation basée sur cette batterie viendra compléter les recherches décrivant les étapes du développement de la LSF, et servira de référence pour l'étude des troubles de la LSF (leur diagnostic, leur caractérisation et leur remédiation). Le diagnostic et la caractérisation des troubles du langage en LSF est un second aspect innovant de nos travaux. Le développement de l'outil d'évaluation permettra de déterminer quelles compétences langagières sont bien établies et lesquelles nécessitent un soutien, notamment pour observer les signes d'un trouble de la LS, l'évaluer et le caractériser par rapport aux retards de langage.

À ce jour, il n'existe pas de tels outils LSF spécifiques et standardisés pour mesurer les compétences en LS. La plupart des praticiens utilisent, et au mieux adaptent, des outils de langage oral pour évaluer les compétences en LS. Cette pratique est louable du point de vue de la rééducation mais affecte l'évaluation du langage puisque les adaptations ne respectent pas les structures linguistiques propres aux LS, ce qui entraîne une évaluation inefficace des compétences linguistiques des enfants.

Lorsque nous avons souhaité travailler sur les outils d'évaluation en LSF, nous avons péché par orgueil car nous pensions qu'il "suffirait" d'adapter ce que l'on sait faire en français et le faire en LSF. Forte de notre expérience dans le domaine de la dyslexie développementale, domaine de recherche pour lequel on trouve pléthore de travaux et d'outils, nous avons vite compris que nous avions ouvert la

boîte de pandore avec nos objectifs LSF. Aussi, entre 2014 et 2017, nous avons dirigé avec Marion Blondel le projet EVASIGNE dont l'objectif était de fournir une batterie d'évaluation standardisée de la LSF, avec des outils construits à partir de travaux et projets existants en LSF ou en cours dans d'autres LS (Bogliotti et Puissant-Schontz, 2013 ; Courtin et al., 2010 ; Cristini & Bogliotti 2015 ; Niederberger et al., 2001 ; Bogliotti et Puissant-Schontz, 2013).

Le projet EVASIGNE nous a permis d'améliorer significativement la mise en place d'un outil en LSF. Ce projet n'est évidemment pas suffisant pour mener à bien notre objectif de batterie d'évaluation. La construction d'une batterie de tests nécessite un financement pérenne : financement de l'élaboration du test (rémunération de collègues sourds signeurs pour aider à l'élaboration des stimuli, tant pour le choix des items linguistiques que pour l'enregistrement des stimuli, dessinateurs et graphistes pour les dessins qui sont présentés dans le test, développeurs informatiques), financement de nombreux déplacements pour tester les enfants sourds (certaines villes ont des situations socio-éducatives, socio-professionnelles et culturelles favorables pour rencontrer des sourds : Toulouse, Poitiers, Chambéry, Marseille, Bordeaux), et le financement d'étudiants pour l'analyse et la transcription de corpus multimodaux (principalement des étudiants de M2 sourds et entendants).

2.3. Notre apport : les premières investigations en psycholinguistique en LSF

2.3.1. Screener les compétences générales en LSF : Test de répétition

Dans le sillage des travaux de Courtin sur l'évaluation de la LSF, et d'autres outils d'évaluation en LS (Haug, 2008), nous souhaitons développer une batterie de tests permettant d'évaluer les capacités linguistiques en LSF. Simultanément au projet EVASIGNE, des tests ont pu être développés dans le cadre du projet Sign MET. L'objectif de ce projet était de construire des outils d'évaluation communs à différentes LS dans une perspective clinique et pédagogique (Langue des Signes Italienne - LIS, Langue des Signes Suisse Allemande - DSGS, LSF et Langue des Signes Catalane-LSC). Durant de ce projet, nous avons élaboré 3 tâches d'évaluation : i) une tâche de répétition de phrases, ii) une tâche de production (narration) et iii) une tâche de compréhension d'histoires. 40 enfants sourds signeurs de la LSF et 15 adultes sourds ont été évalués.

Pourquoi une tâche de répétition de phrases ?

Depuis les années 1970, les tâches de répétition de phrases sont fréquemment utilisées dans l'évaluation des langues vocales (Slobin et al., 1971 ; Naiman, 1974), et se sont avérées efficaces pour mesurer les capacités linguistiques dans diverses populations (locuteurs natifs, apprenants d'une langue seconde, locuteurs bilingues, enfants et adultes souffrant de troubles du langage, personnes défavorisées sur le plan socio-économique, etc.). La tâche de répétition est également connue pour être un marqueur clinique fiable des troubles du langage (Bley-Vroman et al., 1994 ; Conti-Ramsden et al., 2001 ; Chiat et al., 2013 ; Bishop

et al., 1996 ; Bishop et al., 2009 ; Redmond et al., 2011 ; Riches et al., 2010 ; Marshall et al., 2015).

Concrètement, la tâche consiste à répéter une phrase produite par un locuteur (l'expérimentateur, l'enseignant, l'orthophoniste), et on attend que la répétition du participant soit similaire à la phrase produite par le locuteur. Une fois la phrase répétée, le nombre et le type d'erreurs (phonologiques, lexicales et syntaxiques) sont analysés, fournissant ainsi des informations sur le/les niveaux linguistiques perturbés et en quelle quantité. Comme pour les LV, on peut s'attendre à ce que le nombre et la nature des erreurs produites en LSF soient un indicateur fiable d'une acquisition normale, retardée ou déviante. Par conséquent, la tâche de répétition peut être considérée comme un outil précieux de dépistage des troubles du langage en LS. De plus, ces tâches présentent plusieurs avantages : rapides et faciles à administrer, elles permettent de tester des structures linguistiques explicites et précisément spécifiées. Elles sont également peu chronophages en termes d'analyse des compétences, surtout pour les professionnels qui l'utilisent pour évaluer les compétences langagières en plus de l'enseignement ou de la rééducation.

Bien que ces tâches s'avèrent un bon outil de détection des retards et troubles du développement du langage, aucune étude sur la répétition en LSF chez les enfants sourds signeurs n'a été réalisée auparavant. Pour combler cette lacune, au sein du projet Sign MET, nous avons conçu une expérience comportementale en LSF en utilisant cette tâche avec des enfants sourds (Bogliotti et al., 2020). De telles tâches existaient dans quelques langues des signes (ASL, BSL), et c'est à partir de cette base que nous avons commencé à travailler. Une fois le test de répétition créé, notre objectif était d'étudier le développement phonologique, morphosyntaxique et lexical chez des enfants sourds locuteurs de la LSF en fonction de l'âge d'acquisition de la LS (AOA) et de l'âge chronologique (CA-Chronological Age dans les figures) à l'aide de cette tâche.

Dans cette étude, nous avons testé 62 enfants sourds signeurs. À notre connaissance, c'est la plus grande cohorte d'enfants sourds dans une étude expérimentale. Ces enfants étaient âgés entre 6 et 12 ans, et leur expérience en LSF variait (AOA : 34 enfants signeurs natifs, 28 enfants signeurs tardifs).

Les signeurs natifs et non natifs ont tous reçu une éducation bilingue LSF / français écrit. Il faut noter que tous les enfants natifs de notre étude ont fréquenté la même école, assurant une cohérence quant à l'environnement et l'expérience linguistique des participants. D'après les questionnaires des parents et les commentaires des enseignants, aucun des enfants ne présentait de déficiences cognitive, psychologique et/ou sociale. Avant de réaliser l'expérience avec les enfants sourds, 10 adultes sourds, tous signeurs natifs de la LSF, ont été testés pour s'assurer de la validité de notre test. Les adultes étaient âgés de 25 à 45 ans (âge moyen. 29;9 ans), provenaient de différentes régions de France ce qui nous permettait de vérifier la viabilité lexicale de notre test (variabilité régionale connue en LSF).

La tâche était composée de 20 phrases, sélectionnées à partir d'une étude pilote dans laquelle deux adultes sourds avaient évalué la naturalité des phrases dans un pool initial de 35 phrases LSF. Quatre critères ont été pris en compte pour satisfaire

la naturalité : ⁽¹⁾ la grammaticalité des phrases, ⁽²⁾ la plausibilité, ⁽³⁾ le contenu sémantique adapté à l'âge, et ⁽⁴⁾ la saillance des signes pour l'affichage à l'écran. Pour créer nos 35 phrases LSF, nous nous sommes appuyés sur la version italienne de la SRT (Rinaldi et al., 2018), et l'avons adaptée avec des collègues sourds signeurs natifs pour que les phrases LSF soient culturellement et linguistiquement bien conçues. Les phrases variaient en longueur et en complexité syntaxique (Figure 18). Comme dans les LV, il faut rappeler que la longueur des phrases n'est pas le seul marqueur de complexité syntaxique en LS. Nous avons donc inséré plusieurs phrases courtes qui comprenaient des structures morphosyntaxiques complexes telles que ⁽¹⁾ des classificateurs (*whole-classifiers*, Morgan et Woll, 2007) ⁽²⁾ des prédications doubles, et ⁽³⁾ l'utilisation de la main non dominante pour maintenir la référence dans l'espace de signation.

Item	Sign Span	Syntactic Complexity	Sentence content and inflections GLOSS & approximate translation
3	3	Easy	FRIENDS – MEET – KISS <i>Friends meet and kiss each other</i>
7	4	Intermediate easy	BONE - SMALL (SASS) - DOG – DISAPPOINTED <i>The dog is disappointed because its bone is small</i>
14	5	Intermediate difficult	CHILDREN - HAT - CL: hat on the head – CL: put the hat on the child's head – CL: match the hat to the child's head <i>I take the hat that I have on my head, I put it on the child's head and I fit it to child's head.</i>
16	5	Complex	BOX – CANDY + CL: box – EAT + CL: box – ANY CANDY LEFT + CL: box - DISAPPOINTED + CL: box + CL: any candy left <i>I ate all the candies that were in the box and there's nothing left, so I am disappointed</i>



Figure 18. Phrases représentatives des 4 niveaux de complexité présentées dans le test de répétition (figure tirée de l'article Bogliotti et al., 2020)

Nous souhaitons évaluer si le développement des compétences de répétition de phrases et des compétences phonologiques répondait d'une part à la tendance développementale (facteur Age Chronologique - AC) , mais également à l'âge

d'acquisition de la LSF (facteur AOA). Nous attendions de meilleures compétences chez les enfants les plus âgés, particulièrement chez les enfants signeurs natifs. En outre, nous prédisions un développement plus faible de ces compétences chez les signeurs tardifs. Nous avons donc analysé le pourcentage de signes répétés, et parmi ces signes répétés, le pourcentage de signes erronés qui contenaient soit une erreur sémantique (substitution, variation, omission), soit une erreur phonologique (seulement les paramètres manuels : configuration, emplacement et mouvement).

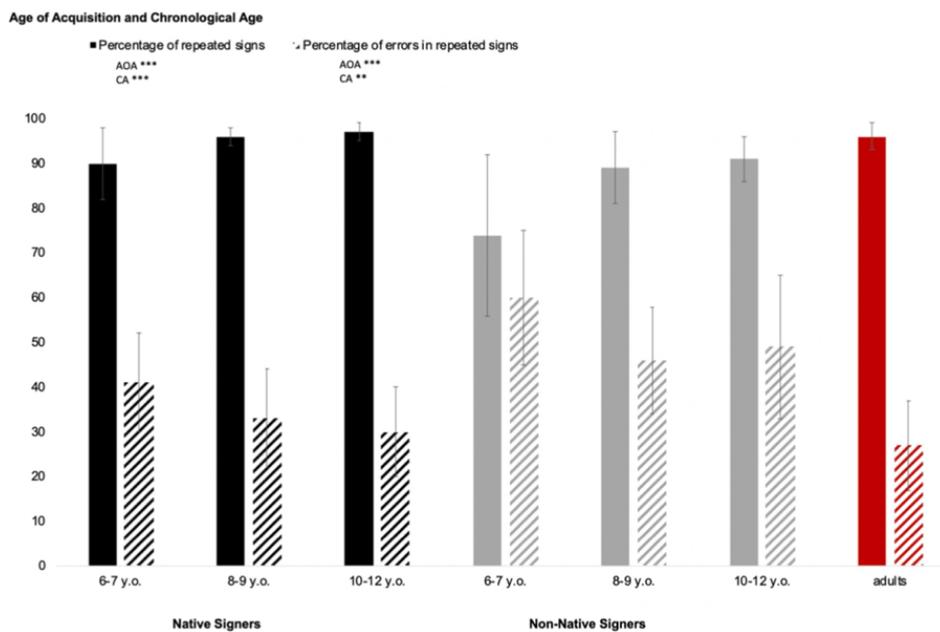


Figure 19 pourcentage de signes répétés et pourcentage d'erreurs (lexicales et phonologiques) dans les signes répétés en fonction de l'âge chronologique et de l'âge d'acquisition de la LSF.

Les analyses statistiques²² ont confirmé ces prédictions. Nous avons relevé un effet significatif de l'AC et de l'AOA sur le pourcentage de signes répétés et le pourcentage d'erreurs dans les signes répétés (Figure 19). Comparativement aux signeurs natifs, les signeurs tardifs répétaient moins de signes et faisaient davantage d'erreurs dans ces signes répétés (erreurs lexicales ou phonologiques). En ce qui concerne le nombre d'erreurs phonologiques, les enfants sourds signeurs tardifs montrent également des compétences significativement différentes que les signeurs natifs (Figure 20).

²² Nous ne présentons pas la méthodologie complète dans le mémoire d'HDR. Le lecteur pourra la trouver dans le Volume 2: Bogliotti et al., 2020

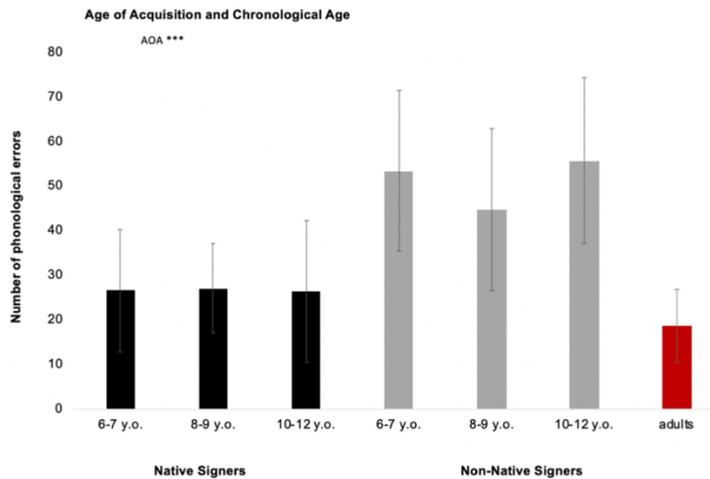


Figure 20. Nombre d'erreurs phonologiques en fonction de l'âge chronologique et de l'âge d'acquisition de la LSF.

Ici, même si nos hypothèses sont validées, les résultats quantitatifs sont très peu représentatifs des réelles compétences de répétition. En effet, si l'on s'intéresse aux aspects plus qualitatifs, les enfants sourds signeurs tardifs présentaient une fluence très altérée, un nombre conséquent d'ébauche de signes, des productions manuelles grossières. La qualité de la LSF des enfants signeurs tardifs est donc très éloignée de celle des enfants signeurs natifs. Ce test de répétition, qui présente des résultats quantitativement fiables, doit avoir une grille de notation qualitative. Au cours des notations, nous avons décidé d'ajouter des informations qualitatives du type « Jugement Qualitatif », pour laquelle l'annotateur devait donner une note entre 1 et 5, et cette différence se constate dans ce score (les enfants signeurs natifs ont une moyenne de 4,5/5 et les enfants signeurs tardifs ont une moyenne de 3/5).

Développement et diffusion auprès d'orthophonistes et d'orthosigneurs.

Le bilan concernant notre travail sur la tâche de répétition de phrases LSF est plus que satisfaisant et répond aux objectifs que nous visons : rapide à exécuter, facile à noter, valide et sensible quant à l'étendue des compétences linguistiques (Bogliotti et al., 2020). Elle est d'ailleurs déjà utilisée pour le recueil de données auprès de populations sourdes présentant des troubles du langage, dans des SESSAD par des orthosigneurs (C. Jimeno, Toulouse) mais aussi pour des recherches sur les enfants sourds porteurs d'implants cochléaires (thèse de doctorat de Céline David, sous la direction de Sandrine Ferré & Mary Gomot, Université de Tours & INSERM).

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

* Périn, P., Herrera S. et **Bogliotti, C.** (soumis) FLexSign: a lexical database in French Sign Language (LSF). *Behavior Research Methods*

Puissant-Schontz, L., Villoing, F et **Bogliotti, C.** - accepté dans *Langages* - Constructions prédicatives et Indices de Potentiel Langagier : une nouvelle piste pour le diagnostic d'un trouble du langage en LSF

Périn, P., Herrera, S., Isel, F., **Bogliotti, C.** (2023) FLexSign: a lexical database in French Sign Language (LSF), *FEAST Formal and Experimental Advances in Sign Language Theories*, Bergen Norway 27-29 June

* **Bogliotti, C.**, & Isel, F. (2021). Manual and Spoken Cues in French Sign Language's Lexical Access: Evidence From Mouthing in a Sign-Picture Priming Paradigm. *Frontiers in Psychology*, 12, 1836. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.655168>

* **Bogliotti, C.**, Aksen, H. & Isel, F. (2020) Role of language experience in sign language experience: behavioural evidence from a repetition task, *PLOS ONE*, 15 (11), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236729>

* Bellato, S., Filhol, M., Battistelli, D., & **Bogliotti, C.** (2019). Vers la traduction automatique d'adverbiaux temporels du français en langue des signes française. *Actes de la Conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN) PFIA, Volume III: RECITAL*, pages 605–616, Toulouse, France. ATALA.

Bogliotti, C., Fortuna, C. & Morgenstern, A. (2018) Sentence Repetition Task in French Sign Language: a new approach to assess LSF abilities. SLAAC- Sign Language Acquisition and Assessment, Haifa-Israel, 19-21 november

Puissant-Schontz, L., Sekali, M & **Bogliotti, C.** (2017) Assessing morphosyntactic skills in LSF (French Sign Language): focus on predicative structures; *FEAST17 Formal and Experimental Advances in Sign Language Theories*, Reykjavick, 21-22 juin 2017

David, C., **Bogliotti, C.**, & Ferré, S. (2017). A non-sign repetition task to test phonological development in French sign language (LSF), *Language as a form of Action*, Rome, 21-23 juin 2017.

Cristini, M. & **Bogliotti, C.** (2015) The phonology of French Sign Language (LSF): non sign repetition and discrimination tests, *ICSLA15*, Amsterdam, 1-3 juillet 2015

En préparation

Bogliotti, C., Kasprzak, R. & Heidlmayr K. (in progress) Working memory capacity in LSF – French bimodal bilinguals.

Bogliotti, C., Fortuna, C. & Vourc'h, A. (in prep.) EVOLEX. Lexical access in deaf children

Bogliotti, C., Houy, B., Knafo, N. & Vourc'h, A. (in progress)

Prenovec, R. Lacheret-Dujour, A. et **Bogliotti, C.** (2023), Corpus ALPHA

Prenovec, R. **Bogliotti, C.**, & Lacheret-Dujour, A. (2023) Guide d'annotation pour corpus d'écrits sourds. *unpublished*

2.3.2. Tester les compétences phonologiques en LSF des sourds signeurs

Toujours dans l'objectif de mieux connaître le traitement langagier en LSF et le développement des compétences, mais également de caractériser les troubles du langage en LSF, nous avons mis en place plusieurs expérimentations pour évaluer la phonologie de la LSF.

Étant donné que les troubles du langage n'étant pas exclusifs aux LV et des troubles spécifiques du langage ont déjà observés chez les sourds signeurs

(Morgan et al., 2007 ; Quinto-Pozos et al., 2011; 2017b). Le déficit phonologique est un indice fiable de la présence d'un trouble du langage en LV, nous pouvons supposer qu'il en est de même pour les LS (Herman et al, 2013). Étant donné que de nombreux indices morphosyntaxiques reposent sur la phonologie signée, un déficit phonologique peut conduire à un déficit morphosyntaxique. Pour évaluer et quantifier ce déficit, il est donc nécessaire de disposer d'un test d'évaluation de la phonologie de la LSF, mais avant cela, et par conséquent de tester en premier lieu les compétences phonologiques. Avant nos propositions, il n'existait aucun test spécifique qui permette aux chercheurs et praticiens d'évaluer ces compétences phonologiques en LSF. L'évaluation des compétences phonologiques est importante car elles sont reconnues comme un bon prédicteur des compétences langagières plus tardives. Aussi, si un enfant présente de mauvaises compétences phonologiques de manière précoce, une remédiation peut être mise en place rapidement, et assurer ensuite un développement des compétences lexicales et syntaxiques efficient.

Nous développons ci-dessous les différents travaux que nous avons conduits avec l'aide d'étudiants en Master pour la plupart. Les expériences phonologiques utilisées en psycholinguistique (conscience phonologique, catégorisation) sont souvent utilisées par les praticiens avec les mêmes procédures. Aussi, les tests que nous présentons ci-dessous peuvent être utilisés pour des expérimentations mais aussi en clinique. En revanche, les praticiens ont besoin d'une norme afin de situer un patient, et c'est tout l'enjeu de nos propositions 'norme typique LSF' et 'norme écologique sourde'.

La conscience phonologique en LSF : premières investigations

Dans la continuité de nos travaux de doctorat et de post-doctorat qui portaient sur le lien entre compétences phonologiques et identification des mots écrits, nous souhaitons investiguer la conscience phonologique en LSF. Il fallait donc comprendre en premier lieu quelles étaient les unités minimales en LSF, comment adapter les paradigmes fréquemment utilisés en langue vocale à la LSF. Ce travail a été magistralement initié par Cristini (Cristini, 2014 ; [Cristini et Bogliotti, 2015](#)). Dans ce mémoire, elle a tout d'abord effectué un recensement des différents paramètres articulatoires de la LSF (Configuration, Emplacement Mouvement, Arrangement Manuel et Expression Faciale), aboutissant ainsi à la création de 36 pseudo-signes, variant en 3 niveaux de complexité phonologique (Table 5 et Figure 21).

Paramètres	Niveau	NS 13	NS 9	NS 1	NS 5	NS 36	NS 8	NS 17	NS 15	NS 22	NS 30	NS 32	NS 28
Configuration	1												
Lieu		Espace neutre	Cuisses	Espace neutre	Espace neutre	Espace neutre	Cuisses	Cuisses	Espace neutre	Cuisses	Espace neutre	Cuisses	Cuisses
Mouvement													
Arrangement		Bimanuel symétrique											
Expression faciale		Tristesse		Sourcils froncés					Surprise		Joues rentrées		Langue tirée
Paramètres	Niveau	NS 16	NS 7	NS 24	NS 27	NS 19	NS 3	NS 11	NS 6	NS 12	NS 34	NS 23	NS 4
Configuration	2												
Lieu		Tronc (dos)	Main non dominante	Tronc (torse)	Tronc (torse + ventre)	Tronc (ventre)	Tronc (ventre)	Main non dominante	Main non dominante	Tronc (dos)	Main non dominante	Main non dominante	Main non dominante
Mouvement													
Arrangement		Symétrique alterné	Symétrique contact fin	Interne	Symétrique contact fin	Interne	Interne	Symétrique contact fin	Symétrique contact fin	Symétrique alterné	Symétrique alterné	Symétrique contact fin	Symétrique contact fin
Expression faciale		Dédain	Joie	Yeux plissés	Joues gonflées		Moue						
Paramètres	Niveau	NS 29	NS 14	NS 25	NS 2	NS 21	NS 10	NS 31	NS 26	NS 20	NS 18	NS 35	NS 33
Configuration	3												
Lieu		Hors champ visuel	Cou (et EN)	Tête (joue + menton)	Cou (et EN)	Tête	Bras	Bras	Cou	Bras	Hors champ visuel	Tête (et EN)	Hors champ visuel
Mouvement		Interne + circulaire	Interne + linéaire	Interne + linéaire	Interne + linéaire								
Arrangement		Bimanuel 1 main active											
Expression faciale		Colère		Sourcils levés		Peur	{p}					Langue ds une joue	

Table 5. Pseudo-Signes LSF présentés dans les tâches de conscience phonologique. Les pseudo-signes ont été classés en niveau de complexité (1,2 et 3), tiré de Cristini, 2014.

Méthodologie

Tâches. Les capacités phonologiques ont été évaluées en utilisant une tâche de répétition de pseudo-signes et une tâche de discrimination de pseudo-signes chez des enfants âgés de 4 à 9 ans. Les stimuli s'opposaient sur chacun des cinq paramètres : Configuration, Mouvement, Emplacement, Arrangement Manuel et Expression Faciale. Les pseudo-signes ont été élaborés et utilisés afin de mesurer avec précision les capacités phonologiques des participants, en évitant que leur jugement ne repose sur leurs compétences lexicales. Les enfants étaient soumis à une tâche de répétition de pseudo-signes et une tâche de discrimination de pseudo-signes.



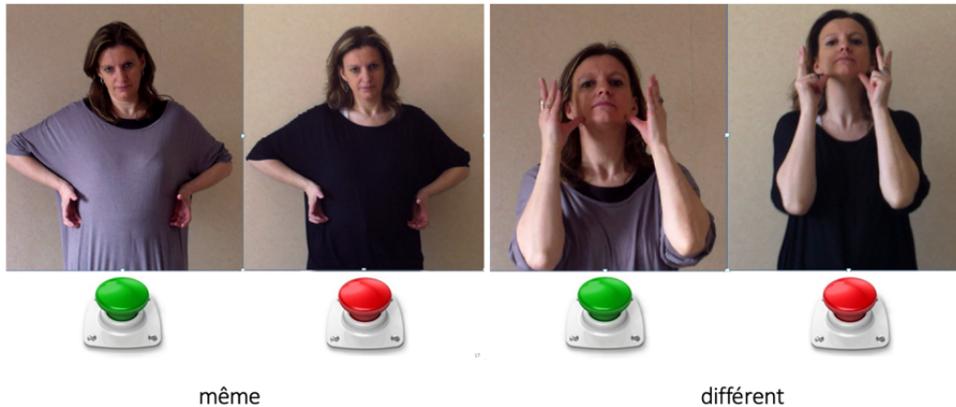


Figure 21. a) stimuli présentés dans l'épreuve de répétition, (b) stimuli présentés dans l'épreuve de discrimination : paires intra-catégorielle vs inter-catégorielle (même / différent)

Participants. Trois groupes ont été testés : 5 enfants sourds signeurs de parents sourds (âgés entre 5,09 à 9 ans, 2 d'entre eux souffraient de troubles spécifiques du langage), 11 enfants sourds signeurs de parents entendants (âgés entre 4,08 et 8,10 ans) et 20 enfants entendants de parents entendants non signeurs (âgés de 4,08 à 9 ans).

Résultats. L'ANOVA a révélé un effet du groupe sur les compétences de répétition de pseudo-signes ($F(2,32)=17.35$; $p < .001$), les enfants sourds de parents sourds (DCDP – Deaf Child of Deaf Parents dans la Figure 22) répétant plus de 80% des signes correctement, 75% pour les DCHP et moins de 65% pour les enfants entendants. Nous avons également pu observer un effet de complexité dans la tâche de répétition de pseudo-signes. Les pseudo-signes les plus simples étant mieux répétés que les pseudo-signes dans les conditions plus complexes. Dans l'analyse des erreurs, nous avons relevé que les enfants sourds ne produisaient pas les mêmes erreurs, nous menant ainsi à évaluer quels étaient les indices paramétriques les plus fiables pour la répétition correcte. En revanche, il n'y a pas d'effet du groupe pour la tâche de discrimination ($F < 1$).

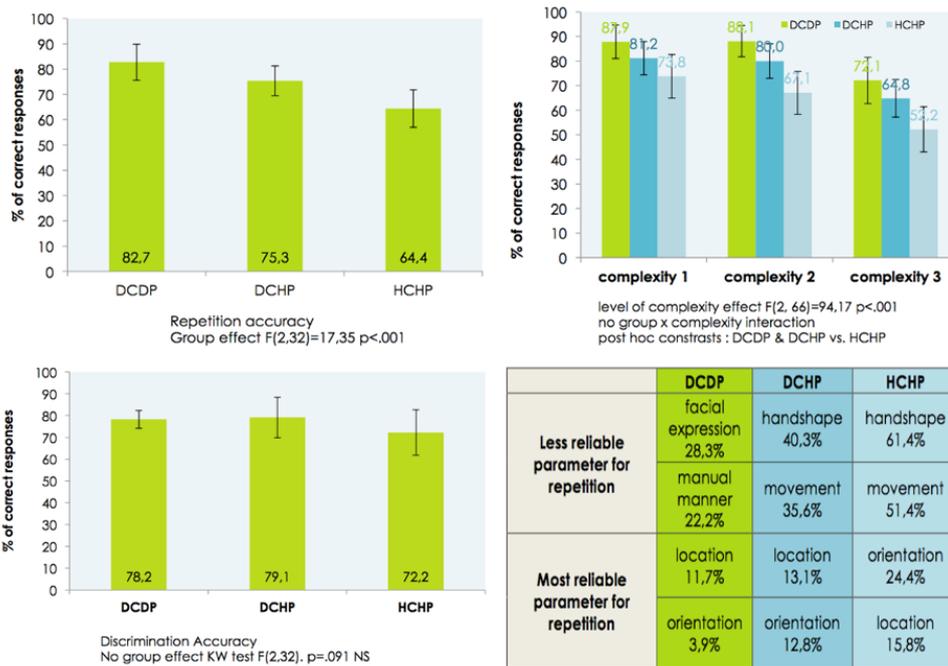


Figure 22. Compétences de répétition et de discrimination de non-signes en fonction des groupes, figures tirées de Cristini & Bogliotti (2015)

Discussion et perspectives

Comme attendu, les sourds natifs ont été plus précis dans la répétition de pseudo-signes et ont réussi à discriminer des paires par rapport aux sourds tardifs et aux entendants. Ce sont là les premiers résultats sur les effets de l'AOA sur les compétences phonologiques en LSF. Même si les problèmes méthodologiques de cette étude étaient nombreux (les stimuli n'étaient pas propres : la locutrice qui n'était pas habillée de la même manière donc la discrimination des stimuli peut avoir été basée sur les vêtements de la locutrice ou la prise de vue tronc *vs* prise de vue plein pied ; nombre très inégal de participants dans les groupes), les résultats recueillis dans ces tâches peuvent être discutés en termes de développement et de maîtrise de la LSF. Le paramètre Emplacement semble être le paramètre le plus facilement maîtrisé par les jeunes enfants sourds confirmant les résultats de Chen-Pichler (2012). La maîtrise de ce paramètre semble également être une information importante concernant la présence d'un TSL en LSF : les 2 enfants sourds à risque ont présenté des résultats inférieurs à ceux attendus pour ce groupe. Du point de vue linguistique, ces résultats nous donnent des informations sur la saillance perceptive des différents indices phonologiques : l'Emplacement est le paramètre le plus facile à répéter et à discriminer pour tous les groupes de locuteurs, sans doute en raison de sa grande saillance perceptive. De manière intéressante, on peut voir que la Configuration est un paramètre délaissé par les entendants non signeurs car il demande sans doute des ressources perceptives de haut niveau.

Amélioration de la tâche de conscience phonologique en LSF

A la suite des travaux de Cristini, nous avons souhaité apporter des améliorations aux épreuves de discrimination et de répétition de pseudo-signes. Pour cette étude, avec trois étudiantes du Master Psycholinguistique & Linguistique Clinique ainsi qu'une collègue sourde signeuse, Maylis Balyan, nous avons élaboré de nouvelles épreuves avec des stimuli plus propres. Pour des raisons pratiques, cette étude pilote a porté sur des locuteurs entendants LSF - L2 (ces épreuves vont être bientôt présentées à des enfants sourds signeurs, en plus d'une tâche de dénomination – désignation).

Les nouveaux stimuli ont été créés sur la même base que ceux de Cristini (2014) : 3 niveaux de complexité, 12 items par niveaux. Pour la tâche de discrimination, 12 paires étaient présentées dont 4 contrastaient en mouvement, 4 contrastaient en configuration et 4 contrastaient en emplacement. Le paramètre Orientation ne nous semble pas un paramètre phonologique, aussi nous avons exclu cette opposition phonologique (Figure 23 et Figure 24).



Figure 23. Stimuli présentés dans la tâche de répétition de pseudo-signes dans les 3 conditions de complexité.



Figure 24. Stimuli de la tâche de discrimination AX. Ici, une paire DIFFERENT qui s'oppose en Configuration est présentée (les instantanés permettent de comprendre le début /fin du stimulus 1 vs le début /fin du stimulus 2).

Résultats

Influence de la complexité phonologique sur les compétences de répétition de pseudo-signes. L'ANOVA a révélé un effet principal de la complexité phonologique ($F(2,34)=33,23$; $p<.001$) indiquant que la complexité phonologique influence le pourcentage de répétition correcte (Figure 25). Les comparaisons planifiées indiquent que les pseudo-signes du niveau facile sont mieux répétés que les pseudo-signes du niveau intermédiaire (respectivement 92% de répétition correcte, $sd=9\%$ et 75%, $sd=13\%$, $t(17)=4,20$; $p<.001$). De même, les pseudo-signes faciles sont mieux répétés que les complexes (60%, $SD=22\%$; $t(17)=8,15$; $p<.001$), et la comparaison intermédiaire vs complexe montre une nouvelle fois que la répétition est moins bonne pour les stimuli phonologiquement complexes ($t(17)=3,95$; $p<.001$).

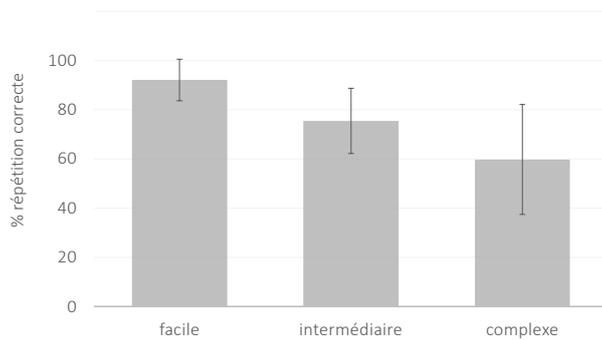


Figure 25. Pourcentage de répétition correcte en fonction du niveau de complexité phonologique

Influence de du type de paramètre sur les compétences de répétition de pseudo-signes L'ANOVA a révélé un effet principal du type de paramètre ($F(2,34)=35,88$; $p<.001$) indiquant que le type de paramètre influence le pourcentage de répétition correcte (Figure 26). Les comparaisons planifiées indiquent que l'emplacement est le paramètre qui génère le moins d'erreurs comparativement au mouvement et à la configuration (respectivement 2% d'erreurs vs 10% et 15% d'erreurs ; $t(17)=5,05$; $p<.001$ et $t(17)=8,41$; $p<.001$), et que le mouvement génère moins d'erreurs que la configuration ($t(17)=3,36$; $p<.01$).

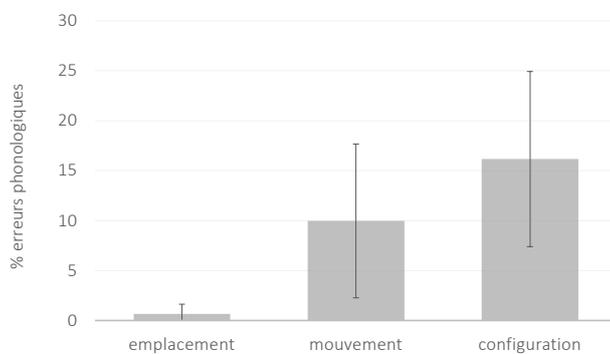


Figure 26. Pourcentage d'erreurs phonologiques dans les 3 conditions (facile, intermédiaire et complexe)

Influence de la complexité phonologique sur les compétences de discrimination de pseudo-signes, Discrimination correcte. L'ANOVA a révélé que l'effet principal de complexité est significatif ($F(2,38)=34,17$; $p<.001$) indiquant que les locuteurs ont eu plus de difficultés à discriminer des stimuli phonologiquement complexes (Figure 27). Les comparaisons planifiées révèlent qu'en moyenne que les niveaux facile vs complexe et intermédiaire vs complexe impacte les compétences en discrimination (respectivement $t(19)=6,81$; $p<.001$ et $t(19)=7,46$; $p<.001$). En revanche, il n'y a pas de différence entre le niveau simple vs intermédiaire ($p>.10$).

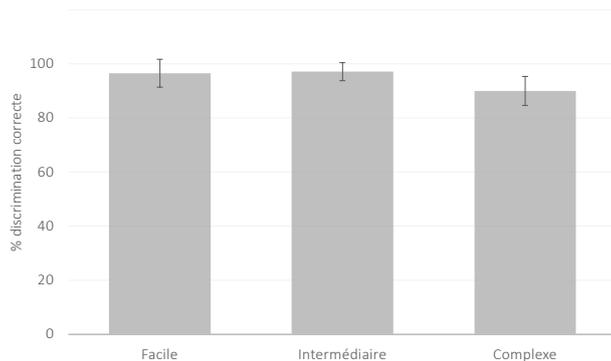


Figure 27. Pourcentage de discrimination correcte en fonction des 3 niveaux de complexité phonologique

Influence de la complexité phonologique sur les compétences de discrimination de pseudo-signes, Temps de réaction. L'ANOVA a révélé un effet principal de complexité significatif ($F(2,38)=44,82$; $p<.001$) indiquant que les locuteurs mettent plus de temps à discriminer les stimuli phonologiquement complexes (Figure 28). Les comparaisons planifiées indiquent précisément que le niveau de complexité qui s'accroît impacte le temps de réaction : simple vs intermédiaire ($t(19)=2,62$, $p<.01$), simple vs complexe et intermédiaire vs complexe (respectivement $t(19)=-6,57$ et $t(19)=-9,19$, les deux $p<.001$).

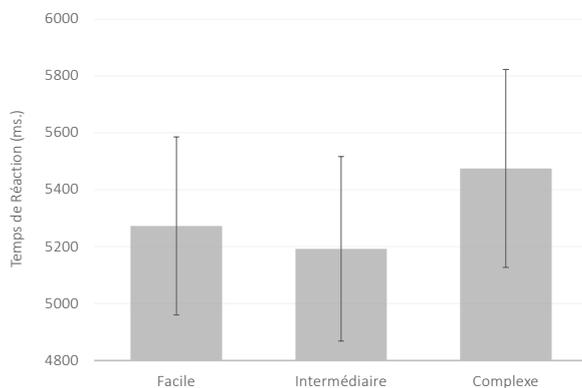


Figure 28. Temps de réaction en fonction des 3 niveaux de complexité phonologique

Influence du type de paramètre sur les compétences de discrimination de pseudo-signes, Discrimination correcte. L'ANOVA a révélé un effet significatif du type de paramètre ($F(2,38)=13,92$; $p<.001$) indiquant que les compétences de discrimination varient selon que la paire s'oppose en configuration, mouvement ou emplacement (Figure 29). Les comparaisons planifiées indiquent que les différences de configuration sont plus difficiles à discriminer que celles de mouvement (respectivement : 92% de RC, $SD=6\%$ et 97%, $SD=4\%$; $t(19)=-5,24$; $p<.001$) et que celles d'emplacement (95% RC, $SD=4\%$; $t(19)=-3,14$; $p<.01$). Il n'y a en revanche pas de différence entre le mouvement et l'emplacement ($p>.10$).

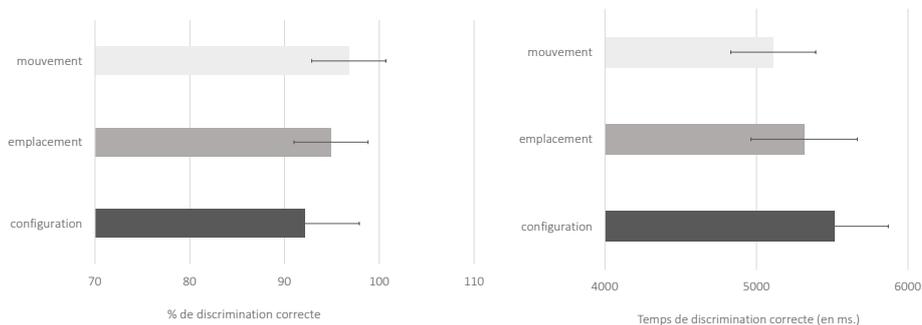


Figure 29. Pourcentage de discrimination correcte (a) et temps de discrimination (b) pour chacun des paramètres manipulés dans l'expérience de discrimination de pseudo-signes.

Influence du type de paramètre sur les compétences de discrimination de pseudo-signes, Temps de réaction. L'ANOVA a également révélé un effet significatif du type de paramètre ($F(2,38)=71,80$; $p<.001$) indiquant que selon le temps de décision de discrimination varie selon le paramètre présent dans la paire à discriminer (Figure 30). Les comparaisons planifiées indiquent que les locuteurs mettent en moyenne plus de temps à discriminer la différence de configuration que la différence d'emplacement (respectivement 5515 ms, $SD=355$ ms et 5315 ms, $SD=351$ ms; $t(19)=5,94$; $p<.001$) et que la différence de mouvement (5110 ms, $SD=280$ ms ; $t(19)=11,98$; $p<.001$), et plus de temps à discriminer les paires d'emplacement que de mouvement ($t(19)=6,04$; $p<.001$).

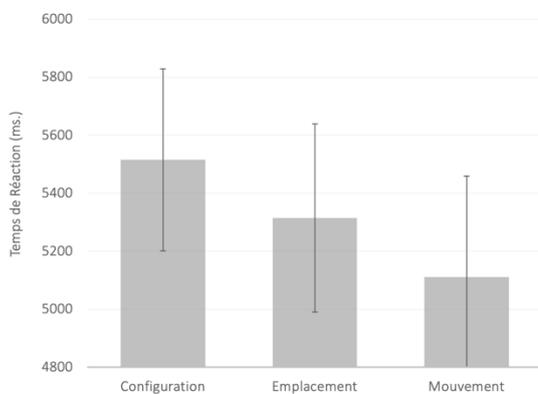


Figure 30. Temps de réaction en fonction du paramètre phonologique à discriminer dans les paires.

Intérêts théoriques et perspectives

Les épreuves de répétition et de discrimination de pseudo-signes que nous avons créées semblent réussies du point de la gradation en termes de complexité phonologique. De plus, nous avons pu démontrer que les paramètres phonologiques présentaient des niveaux de complexité différents. En effet, nous avons noté que la configuration, qui est un paramètre moins saillant perceptivement, était le paramètre le plus échoué lors des épreuves de répétition, ou le plus difficile à discriminer lorsque les stimuli différaient en configuration. Il faut rappeler que ces deux épreuves n'exigent pas le même type d'habiletés

langagières : la répétition est une tâche qui demande de bonnes compétences de production, et donc un bon niveau de LSF, comparativement à l'épreuve de discrimination qui demande des compétences perceptives et ne nécessite pas nécessairement un grand niveau de LSF, tout au moins pour les paramètres comme l'emplacement qui sont très facilement perceptibles.

Cet échantillon de premières données recueillies avec des locuteurs L2 débutant doit être agrandi avec des locuteurs natifs et langue première. La prochaine étape consistera à tester des enfants afin d'évaluer le développement phonologique. Nous supposons que selon leur potentiel langagier (connu grâce à l'IPL), les enfants présenteront des scores de répétition et de discrimination qui seront corrélés à leur niveau de LSF. Dans les LV, Les compétences phonologiques précoces sont connues pour être de bons indicateurs sur le développement des compétences langagières. Ainsi, ce test en phonologie LSF pourrait être envisagé comme un outil prédicteur des compétences langagières futures, et donc permettrait de mettre en place des séances de remédiation si les compétences phonologiques se révélaient déficitaires. Dans une étude très récente sur la répétition de non-signes en ASL chez des enfants sourds natifs et enfants CODA, Gu et al. (2022) rapportent le même type de résultats concernant la difficulté à reproduire les paramètres de Configuration et de Mouvement. Ces auteurs soulignent que la répétition de non-signes est une épreuve intéressante pour juger des compétences en LS et insistent sur le fait de fournir des cotations quantitatives et qualitatives car elles permettent respectivement de comprendre le niveau d'expertise et les erreurs phonologiques caractéristiques. Concernant notre épreuve de répétition et discrimination de pseudo-signes, dès qu'elle sera testée auprès d'enfants sourds, nous espérons l'inclure dans la batterie d'évaluation de la LSF.

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

Cristini, M. & **Bogliotti, C.** (2015) The phonology of French Sign Language (LSF): non sign repetition and discrimination tests, *JCSLA 15*, Amsterdam, 1-3 juillet 2015

2.4. La Mémoire de Travail en LS

2.4.1. Processus de MDT impliqués dans le traitement des LV et des LS

La mémoire de travail (MDT) est un système de mémoire qui peut être défini comme l'ensemble des mécanismes et processus qui maintiennent en mémoire les représentations mentales nécessaires pour une tâche cognitive en cours de traitement (Cowan, 2017 ; Oberauer, 2019). Elle est particulièrement impliquée lors des diverses activités langagières (production et compréhension du langage oral et écrit, lecture, constitution d'un lexique fonctionnel) mais également dans de

nombreuses activités quotidiennes. Il est régulièrement mentionné que La MCT²³ est limitée à environ 7 ± 2 items (Miller, 1956), mais il faut cependant noter des effets liés à la langue dans laquelle les compétences sont évaluées, la longueur des stimuli, le type de stimuli, la complexité de la tâche ou le type de rappel sélectionné (phonologique *vs* sémantique), le rappel sémantique pouvant être un support pour le rappel (Köpke et Nespoulous, 2006). Dans ces derniers cas, les études rapportent des empan moins larges.

L'un des modèles les plus influents sur la structure et le fonctionnement de la MDT humaine est le modèle à plusieurs composantes proposé par Baddeley et Hitch (1974) et sa version revisitée (Baddeley, 2021 ; Baddeley et al., 2011). Les deux composantes essentielles de ce modèle sont la "boucle phonologique" et le "calepin visuospatial", qui permettent le stockage d'informations phonologiques ou visuospatiales, respectivement, en quantité limitée et sur une période limitée. Les informations perçues accèdent en MDT par l'intermédiaire de l'une de ces composantes: la boucle phonologique reçoit des informations provenant du son ou de la musique, des informations langagières présentées auditivement et visuellement (parole et texte imprimé), de la LS ou de la lecture labiale ; le calepin visuo-spatial recueille et combine dans l'espace des informations visuelles, spatiales et haptiques, c'est-à-dire des informations sur la couleur, la forme et l'emplacement, ainsi que des informations provenant de récepteurs kinesthésiques et tactiles. Les processus de ces deux composantes sont contrôlés par une troisième composante, "l'exécutif central", un système global de contrôle de l'attention. Dans la version revisitée du modèle de MDT (Baddeley, 2021 ; Baddeley et al., 2011), une quatrième composante est incluse dans une position intermédiaire, à savoir le "buffer épisodique", système qui combine des informations provenant de sources multiples, entre autres de la boucle phonologique et du calepin visuospatial, et qui les rend accessibles à la conscience. Les processus de la mémoire tampon épisodique sont directement contrôlés par l'exécutif central.

Une autre approche, le "modèle des processus intégrés" de la MDT, a été proposée par Cowan (1988). Selon ce modèle, la MDT correspond à "l'ensemble des composants de l'esprit qui conservent temporairement une quantité limitée d'informations dans un état de disponibilité accrue en vue d'une utilisation dans le traitement continu de l'information"²⁴ (Cowan et al., 2020). Comme dans le modèle de Baddeley (2021 ; 2011 ; 1974), les processus de la MDT sont supposés être sous le contrôle de l'exécutif central. Une différence majeure par rapport au modèle de Baddeley est que la version initiale du modèle de Cowan ne contient pas de séparation des composantes spécifiques à la modalité. Cependant, dans une version plus récente, Cowan (2020) reconnaît qu'à la lumière de nouvelles données expérimentales, ce modèle pourrait être trop indifférencié et qu'une nouvelle version du modèle nécessiterait potentiellement une différenciation supplémentaire en composantes spécifiques à la modalité, mais encore plus nombreuses et plus fines ("micromodules") que celles proposées dans l'approche multi composante de Baddeley (2021 ; 2011 ; 1974).

²³ La terminologie utilisée MCT / MDT est variable selon les études. Dans le texte, nous utiliserons la terminologie employée par l'auteur dans l'étude mentionnée.

²⁴ "Ensemble of components of the mind that hold a limited amount of information temporarily in a heightened state of availability for use in ongoing information processing"

Selon le modèle à composantes multiples proposé par Baddeley et al. (2021 ; 2011), les LV et les LS seraient traitées par le même système. En d'autres termes, que les informations linguistiques proviennent de la modalité auditive ou de la modalité visuelle (parole, geste et signe, lecture labiale ou texte imprimé), elles seraient collectées par la boucle phonologique. En revanche, ni la LV ni la LS ne feraient appel aux processus du calepin visuospatial, censé recueillir et combiner dans l'espace les informations visuelles, spatiales et haptiques.

Dans un modèle alternatif, Malaia et Wilbur (2019) proposent que LV et LS soient traitées via des systèmes distincts. Selon ce modèle, l'entrée linguistique auditive et l'entrée linguistique visuelle emprunteraient respectivement une voie de traitement phonologique ou visuospatiale. Plus précisément, le traitement de l'emplacement dans la LS ferait appel à des ressources de traitement spatial, ce qui ne serait pas le cas dans les LV (Malaia & Wilbur, 2019).

Le rôle de la modalité sensorielle et perceptive dans les compétences en MDT

Une capacité réduite en MDT a été observée pour les LS comparativement aux LV dans les tâches de MDT verbale qui impliquent un rappel sériel, suggérant que la capacité de MDT est dépendante des spécificités modales des stimuli utilisés. En effet, plusieurs études ont montré une capacité de MDT plus faible chez les locuteurs d'une LS que chez ceux d'une LV lorsqu'ils utilisaient une tâche de rappel sériel verbal (dactylographie, chiffres, signes selon les études ; Boutla et al., 2004 ; pour une revue des différentes études, voir Hall & Bavelier, 2011). Des résultats similaires ont été obtenus chez les bilingues bimodaux, qui présentaient une capacité de MDT plus faible en LS qu'en LV dans une tâche de MDT verbale basée sur le rappel sériel (Hall & Bavelier, 2011). Les auteurs ont constaté que le rappel sériel était affecté par la similarité phonologique, la longueur des signes et la suppression articuloire (Boutla et al., 2004; Conrad, 1970, 1972 ; Wilson et al., 1997 ; Wilson et al., 1998). Comme il a été rapporté dans certaines LV, les études ont rapporté une MDT d'environ 5 ± 1 items chez des locuteurs sourds de l'ASL (Wilson et al., 1997). Les raisons évoquées pour expliquer cet empan plus petit sont souvent liées au problème de privation langagière, ou encore aux caractéristiques gestuelles des LS (comme la lenteur d'exécution des gestes). Mais, même si ces points sont des facteurs à prendre en compte, Boutla et al. (2004) évoque une raison qui nous a semblé tout à fait pertinente et que nous avons largement gardé en tête pour les études que nous avons conduites plus récemment. En effet, Boutla rappelle que les LS sont perçues par un autre système perceptif, le système visuel, dont elle rappelle les spécificités de traitement que nous avons évoquées plus haut. La répétition d'une séquence de chiffres étant une des mesures les plus courantes pour tester la MDT, les chercheurs ont adapté cette tâche en traduisant les séquences de chiffres vocaux en séquences de chiffres signés. Or, si nous pouvons accorder que les caractéristiques phonologiques des LS sont effectivement présentes lors de la production de chiffres signés, cette adaptation ne respecte pas les contraintes physiques du système visuel : l'épreuve reste sérielle et séquentielle, mettant à mal les compétences de stockage visuel en le saturant, ne permettant donc pas de tester correctement la MDT chez les locuteurs d'une LS.

D'autre part, en évaluant spécifiquement l'empan de la MDT visuo-spatiale et tactile, Heled & Ohayon (2021) ont constaté que des participants atteints de surdité congénitale disposaient d'empans visuo-spatiaux avant et arrière plus longs (test de Corsi block-tapping) que des participants entendants neurotypiques, alors qu'aucune différence de groupe n'avait été observée pour l'empan de MDT tactile. La capacité en MDT semble donc être spécifique à la modalité langag iere chez les locuteurs de LS par rapport aux locuteurs de LV et chez les bilingues bimodaux.

Ces résultats peuvent d'une part s'expliquer par des différences de capacité inhérentes aux processus sensoriels-perceptuels impliqu es dans les composantes phonologiques et visuospatiales de la MDT. Ils peuvent aussi s'expliquer par le fait que ces compétences cognitives (langage, MDT) sont entraînées par l'utilisation à long terme d'une LS, se manifestant ainsi sous la forme d'une augmentation de l'empan de MDT visuospatiale par rapport à la MDT phonologique chez ces individus maîtrisant une LS (la MDT phonologique étant plus entraînée chez des locuteurs exposés fréquemment et depuis longtemps à une LV).

Le rôle des spécificités de la tâche : encodage sériel et rappel

Au-delà des spécificités liées à la modalité sensori-perceptive de la langue en présence, des explications liées aux caractéristiques de la tâche MDT ont été avancées. Dans le modèle propos e par Malaia et Wilbur (2019), LV et LS sont traitées via deux systèmes distincts, l'audio-oral pour les LV, le visuo-spatial pour les LS. Par conséquent, pour une LV, les ressources de traitement spatial restent entièrement disponibles pour d'autres tâches qui procèdent par répétition sérielle, nécessaire dans de nombreuses tâches classiques de MDT. En revanche, les ressources de traitement spatial sont déjà recrutées pour l'encodage dans les LS et, par conséquent, ne restent disponibles de manière limitée pour des tâches supplémentaires qui procèdent par répétition sérielle (Malaia & Wilbur, 2019).

Miozzo et al. (2016) ont cherché à savoir si les LS et les LV pouvaient s'appuyer sur un type d'encodage sériel diff erent. Plus précisément, les auteurs se sont interrog es sur le schéma d'encodage positionnel adapt e aux tâches de MDT verbale sérielle avec des stimuli LS : est ce que les stimuli sont encod es en "deux bords", c' est-à-dire en prenant en compte la distance par rapport au début et à la fin de la s equen e, ce qui semble caractéristique de l'encodage des tâches de MDT verbale sérielle ; ou plutôt un schéma uniquement ancr e au début, prenant en compte uniquement la distance par rapport au début de la s equen e et caractéristique des tâches de MDT visuospatiale sérielle ? Miozzo et al. (2016) ont observ e que le schéma d'encodage positionnel à deux bords s'appliquait également à la tâche de MDT verbale sérielle signée, mais les analyses d'erreurs suggéraient que le désavantage en termes de capacité de MDT dans la LS par rapport à la LV peut provenir de difficultés à lier les éléments sign es dans la MDT visuospatiale plutôt qu'à leur position spécifique dans la s equen e (Miozzo et al., 2016).

Le rôle de la complexité du stimulus sur la charge de la MDT.

Enfin, il a été avanc e que la complexité du stimulus différait entre les LS et les LV, les signes les plus simples étant plus complexes que les mots les plus simples,

c'est-à-dire ayant un poids phonologique plus élevé (Hall & Bavelier, 2011). Par conséquent, la charge de la MDT peut être intrinsèquement plus élevée lors du traitement d'éléments signés que d'éléments vocaux dans une tâche de MDT verbale. Cependant, le rôle de la complexité du stimulus (poids phonologique) dans les tâches de MDT en LS reste peu étudié.

2.4.2. Notre étude : des stimuli LS adaptés à l'évaluation de la MDT?

L'étude de Boutla et al. (2004) a eu peu de retentissement sur les études en psycholinguistique des LS, alors qu'elle soulève un point fondamental à l'élaboration des expériences, à savoir la question des aspects sensori-moteurs impliqués dans la production et le traitement d'une LS. Dès lors, son travail s'est avéré être un point central dans l'étude sur la MDT que nous présentons ici. Nous avons fait le constat que les épreuves proposées dans les études précédentes, y compris celle de Boutla et al. (2004) ne semblaient pas adaptées pour tester proprement la MDT en LS. La séquentialité (l'horizontalité) mettant en échec le système visuel, il fallait donc réfléchir à une épreuve qui mettent en difficulté la MDT de manière verticale. Nous avons pu initier ce travail avec l'aide de Romane Kasprzak, étudiante sourde en Master 2 SDL et Karin Heidlmayr. Ce travail est encore en cours de réalisation afin d'avoir un plus grand nombre de participants.

La présente étude vise à élucider la capacité de MDT chez des locuteurs bilingues du français et de la LSF. Pour ce faire, quatre groupes de bilingues présentant différents niveaux de maîtrise des deux langues ont été recrutés : 8 sourds signeurs natifs de la LSF, 8 sourds signeurs tardifs LSF, 10 entendants signeurs experts LSF (i.e., interprètes LSF – Français) et 13 entendants signeurs débutants LSF. Ces 4 groupes nous permettaient de mesurer l'effet de l'AOA (natif, tardif) mais également de la fréquence d'exposition (les interprètes n'étant pas des locuteurs natifs mais avec une fréquence d'exposition à la LS élevée, puis quotidienne). En outre, plusieurs tâches distinctes de MDT ont été administrées aux participants, dans le but d'évaluer au mieux les capacités de MDT verbale et visuospatiale. Ces tâches diffèrent essentiellement par la modalité perceptivo-sensorielle impliquée (auditive, visuelle) et par la dimension de la complexité/charge de la MDT (sérielle, spatiale).

Hypothèse 1. Selon le modèle de Baddeley et de ses collègues (2021 ; 2011), le traitement langagier s'appuie sur la boucle phonologique dans les LV et les LS. Par conséquent, la capacité de la MDT devrait être identique dans les deux langues, indépendamment de la tâche spécifique à accomplir, chez les locuteurs bilingues ayant des compétences comparables dans les deux langues. Chez les bilingues dominants dans une langue (locuteurs tardifs), la capacité de MDT devrait varier en fonction de la compétence/dominance linguistique, c'est-à-dire que la capacité de MDT devrait être plus faible dans la langue la moins bien maîtrisée.

Hypothèse 2. Selon le modèle de Malaia et Wilbur (2019), le traitement langagier s'appuie sur la boucle phonologique dans les LV, mais sur le schéma visuo-spatial dans les LS. Par conséquent, la capacité de la MDT devrait être qualitativement différente selon que les tâches engagent un traitement sériel ou un traitement simultané. En accord avec les conclusions de Boutla et al. (2004) et le modèle de Malaia et Wilbur, nous avons créé de nouvelles tâches pour tester la MDT de

manière non sérielle. Les locuteurs dont la LV est la langue dominante devrait profiter des épreuves qui usent de la boucle phonologique (épreuve sérielle).

Hypothèse 3. Comme alternative, alors que les LV s'appuient uniquement sur la boucle phonologique, les LS peuvent s'appuyer sur les deux composantes, la boucle phonologique et le calepin visuospatial. Par conséquent, la capacité de la MDT devrait être meilleures dans les tâches de MDT non sérielles chez les locuteurs dont la LS est la langue dominante.

Le matériel créé en LSF

Dans ce travail, nous avons cherché à tester la MDT de manière verticale. En effet, si le système visuel n'est pas le système privilégié pour traiter des stimuli séquentiels, l'adaptation de la tâche d'empan à la LSF doit prendre en compte cette spécificité. Aussi, il fallait comprendre comment charger la mémoire de travail et complexifier la tâche d'empan de telle sorte que le système visuel soit saturé. Pour cela, nous avons créé plusieurs tâches afin de mesurer l'implication du système visuel dans la mémoire de travail, avec l'idée de mesurer également l'effet de l'AOA et du niveau d'efficacité de la LSF sur les compétences de mémoire.

Tâche d'Empan Horizontal LSF. Nous avons tout d'abord créé une Tâche d'Empan Horizontal LSF (réplication de l'étude de Boutla et al., 2004), c'est-à-dire une épreuve d'empan classique avec les configurations de la dactylogogie de la LSF, proposée à l'endroit et à l'envers (Table 6). Pour la construction de cette tâche, nous avons tout d'abord choisi des configurations issues de la dactylogogie LSF, le plus saillantes du point de vue de la perception visuelle, c'est-à-dire qu'il fallait que la discriminabilité visuelle soit facilitée pour améliorer les compétences de rappel, et éviter la similarité phonologique connue pour impacter la mémoire (le taux de rappel étant plus faible si les stimuli sont phonologiquement proches). Pour créer la tâche d'empan LSF, nous avons tout d'abord associé un chiffre à une des configurations dactylogogiques précédemment sélectionnées (1 = B ; 2 = C ; 3 = S ; 4 = F ; 5 = H ; 6 = N ; 7 = R ; 8 = P ; 9 = W), puis nous avons séquencé les lettres de la même manière que les chiffres du WAIS, nous assurant ainsi une épreuve contrôlée (même nombre d'occurrences pour chacune des lettres, ordre aléatoire).

Epreuve empan endroit			Epreuve empan envers		
Taille d'empan	Sérial Français Chiffres (WAIS)	Sérial LSF Dactylogie	Taille d'empan	Sérial Français Chiffres (WAIS)	Sérial LSF Dactylogie
2	9-7	W-R	2	3-1	S-B
	6-3	N-S		2-4	C-F
3	5-8-2	H-P-C	2	4-6	N-F
	6-9-4	N-W-F		5-7	H-R
4	7-2-8-6	R-C-P-N	3	6-2-9	N-C-W
	6-4-3-9	N-F-S-W		4-7-5	F-R-H
5	4-2-7-3-1	F-C-R-S-B	4	8-2-7-9	P-C-R-W
	7-5-8-3-6	R-H-P-S-N		4-9-6-8	F-W-N-P
6	3-9-2-4-8-7	S-W-C-F-P-R	5	6-5-8-4-3	N-H-P-F-S
	6-1-9-4-7-3	N-B-W-F-R-S		1-5-4-8-6	B-H-F-P-N
7	4-1-7-9-3-8-6	F-B-R-W-S-P-N	6	5-3-7-4-1-8	H-S-R-F-B-P
	6-9-1-7-4-2-8	N-W-B-R-F-C-P		7-2-4-8-5-6	R-C-F-P-H-N
8	3-8-2-9-6-1-7-4	S-P-C-W-N-B-R-F	7	8-1-4-9-3-6-2	P-B-F-W-S-N-C
	5-8-1-3-2-6-4-7	H-P-B-S-C-N-F-R		4-7-3-9-6-2-8	F-R-S-W-P-N-C-P
9	2-7-5-8-6-3-1-9-4	C-R-H-P-N-S-B-W-F	8	9-4-3-7-6-2-1-8	W-F-S-R-N-C-B-P
	7-1-3-9-4-2-5-6-8	R-B-S-W-F-C-H-N-P		7-2-8-1-5-6-4-3	R-C-P-B-H-N-F-S

Table 6. Épreuve d'empan horizontal en chiffres (épreuve du WAIS) et en LSF (adapté du WAIS)

Tâche d'Empan Vertical en LSF. La nouveauté réside dans la création de la Tâche d'Empan Vertical en LSF, simultané, composé de 40 pseudo-signes de 4 niveaux de complexité (Figure 31). Pour cette épreuve, nous avons créé des pseudo-signes, tous bimanuels, nous permettant d'assurer des stimuli variant en complexité (facile à très complexe). Nous avons fait varier deux paramètres : le mouvement et la configuration. Les pseudosignes étaient classés en 4 conditions :

- Condition 1, niveau **facile** : même mouvement, même configuration
- Condition 2, niveau **intermédiaire simple** : même mouvement, configuration différente
- Condition 3, niveau **intermédiaire complexe** : même configuration, mouvement différent
- Condition 4, niveau **complexe** : configuration et mouvement différent

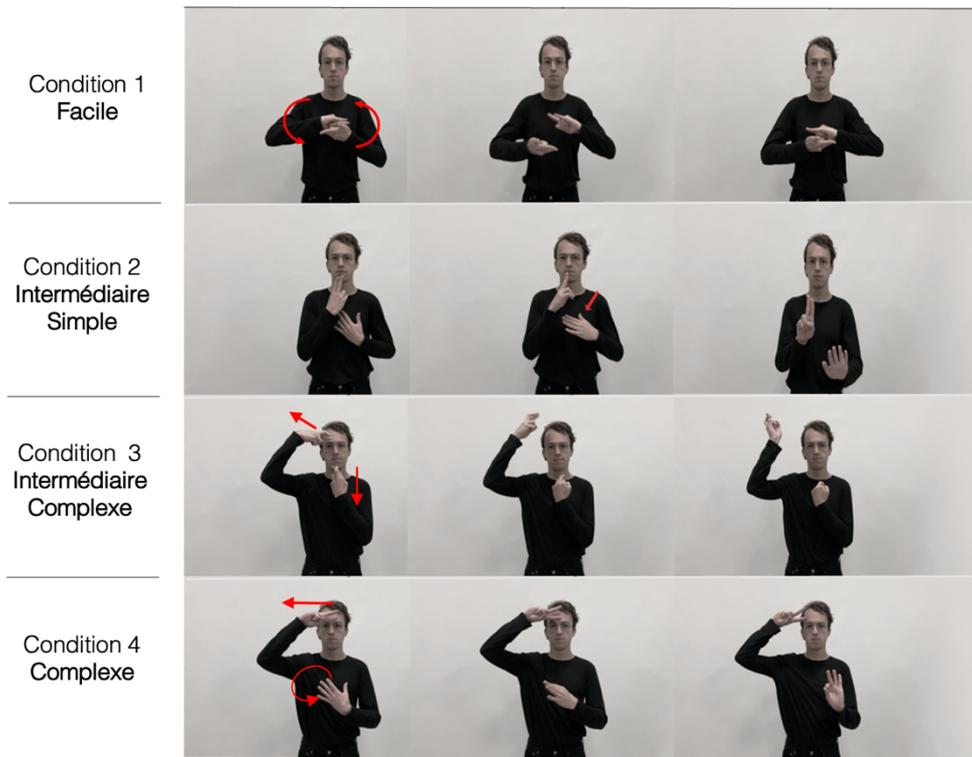


Figure 31. Présentation d'un stimulus de chaque condition ([exemples à consulter sur HumaNum](#))

En plus des épreuves d'empan LSF, et des deux prétests (l'EMG : Évaluation Motrice et Gnosopraxique distale, Vaivre-Douret, 1997 ; l'épreuve de Préférence Manuelle, Auzias, 1975), nous avons proposé deux autres épreuves, à savoir l'empan de chiffres du WAIS pour tester l'empan vocal des entendants, et l'épreuve du CORSI pour évaluer la mémoire visuo-spatiale de tous les participants (Corsi, 1972).

Résultats préliminaires²⁵

Effet de l'AOA et du niveau d'effcience sur la MDT en LSF. L'ANOVA a révélé un effet significatif de l'ordre sur la taille de l'empan en LSF ($F(1,16)=15.36$; $p<.001$). Elle n'a pas révélé d'effet du groupe ($F<1$). De manière surprenante, tous les groupes présentent un meilleur empan dans les épreuves envers (Figure 32).

²⁵ Au moment où nous écrivons ce mémoire, les passations sont toujours en cours.

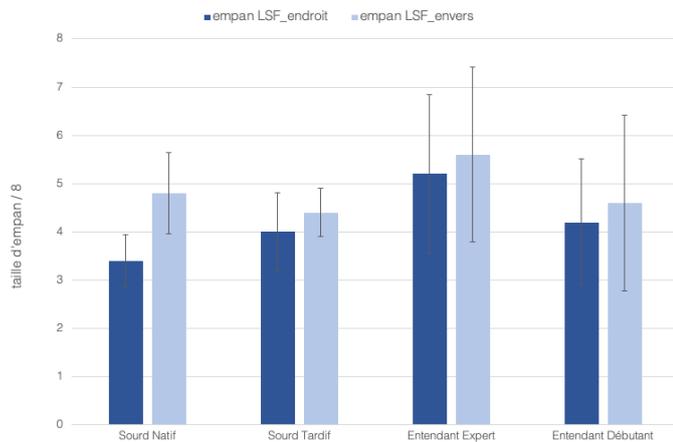


Figure 32. Taille d'empan LSF (endroit et envers) chez les quatre groupes de participants

Effet de la modalité sur la taille de l'empan. L'ANOVA a révélé un effet significatif de la modalité ($F(1,8)=8.56$; $p<.01$) indiquant que les locuteurs entendants ne présentent pas la même taille d'empan en LSF et en français (Figure 33). On relève également un effet de l'interaction modalité x ordre ($F(1,8)=22.15$, $p<.01$) soulignant que les entendants présentent un empan de taille différente selon la modalité et l'ordre dans lequel ils doivent répéter. De manière surprenante, leur empan LSF est plus grand lorsqu'ils doivent répéter à l'envers. En français, leur empan est conforme à ce que l'on trouve dans les études. Il n'y a pas d'effet de groupe ($F<1$).

Des comparaisons planifiées ont été réalisées et la condition LSF endroit vs Français endroit impacte significativement la taille de l'empan ($t = -4.28$, $p<.01$).

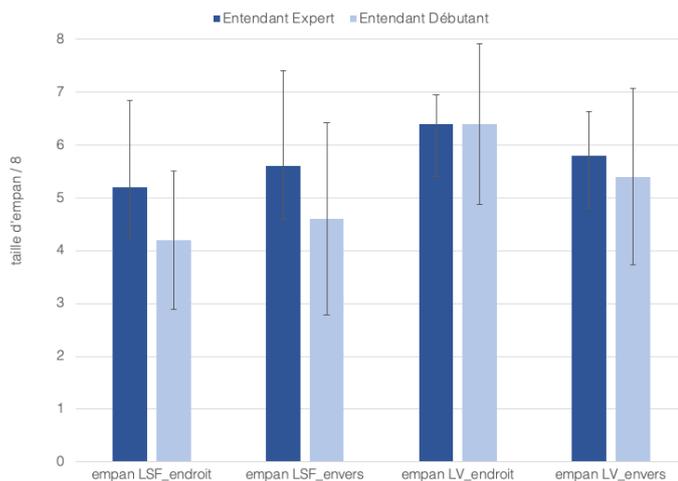


Figure 33. Taille d'empan en LSF et français vocal, à l'envers et à l'endroit, chez les entendants experts en LSF et débutants en LSF.

Effet de l'AOA et de la complexité phonologique sur l'empan vertical. L'ANOVA a révélé un effet significatif de la Condition ($F(3,36)=19.25, p<.001$), la condition Complexe étant moins bien rappelée que les conditions plus simples (Figure 34). Les comparaisons planifiées révèlent que les compétences sont différentes selon la condition (Facile vs Intermédiaire Complexe $t(19)=3.68, p<.01$; Facile vs Complexe $t(19)=7.36, p<.001$; Intermédiaire Simple vs Complexe $t(19)=5.23, p<.001$ et Intermédiaire Complexe vs Complexe : $t(19)=3.68, p<.05$). L'ANOVA révèle également un effet du Groupe ($F(3,16)=14.90, p<.001$), indiquant que le niveau de LSF a des conséquences sur la répétition des stimuli. On observe également un effet significatif de l'interaction Condition x Groupe ($F(3,36)=3.58, p<.001$).

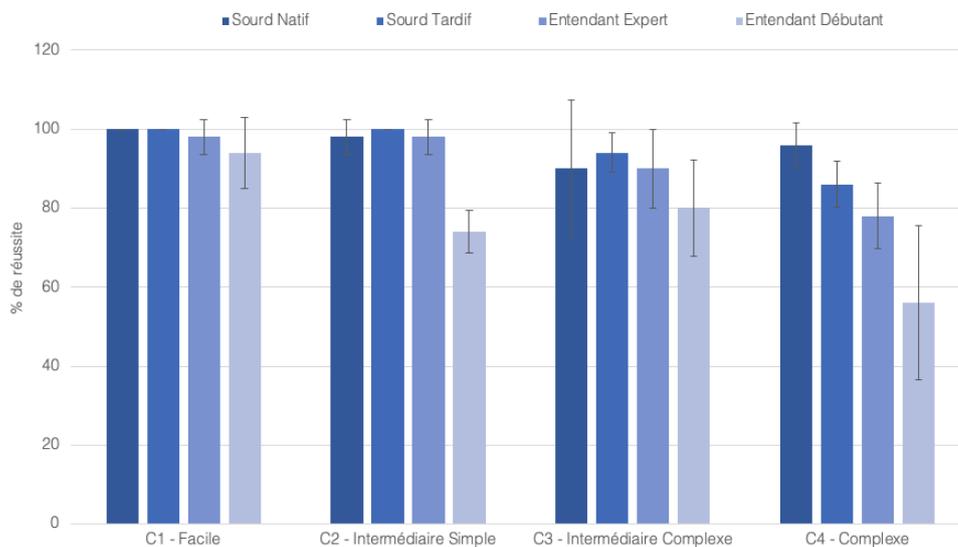


Figure 34. Pourcentage de réussite dans la tâche 'empan vertical' en fonction des conditions et des groupes.

Analyse des erreurs phonologiques dans la tâche d'empan vertical. L'ANOVA a révélé un effet du Type d'erreur ($F(3,48)=6,16 ; p<.001$) et un effet du Groupe $F(3,16)=16,95 ; p<.001$). Comme on peut le voir sur la Figure 34, le niveau d'expertise en LSF impacte la précision de la répétition des pseudosignes : on observe un nombre d'erreurs plus importants qui est fonction du profil des signeurs (Figure 35). Un point intéressant concernant le type d'erreur qui n'est pas identique, suggérant que la répétition repose sur des indices différents. Ce type de résultats avaient déjà été constatés dans [Cristini et Bogliotti \(2015\)](#).

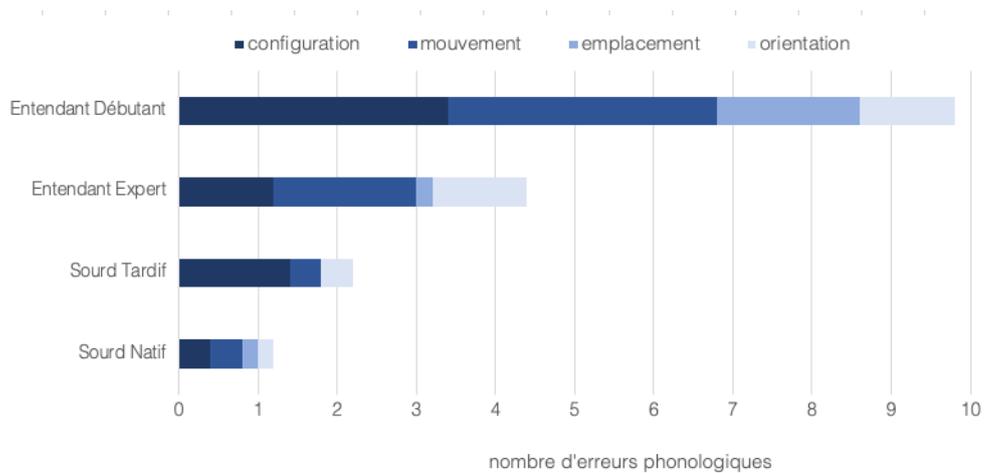


Figure 35. Nombre d'erreurs phonologiques en fonction des groupes lors de la tâche de répétition de pseudo-signes.

Intérêt théorique & perspectives : le modèle de Baddeley mis à l'épreuve pour les LS

Nos résultats sont encore préliminaires et les passations se poursuivent. Les premiers résultats sont encourageants car nous observons des différences déjà significatives en fonction du type d'items à rappeler et des groupes de signeurs. Il reste cependant plusieurs types d'analyses à mener. D'une part, il est nécessaire d'avoir une réflexion sur la manière de mesurer l'empan phonologique chez les signeurs avec cette question d'empan "vertical". En effet, l'empan se définit par le nombre d'unités que l'on peut rapporter. S'il est facile à mesurer dans une langue qui permet une réponse sérielle, cela semble plus complexe dans une langue qui demande une réponse sérielle et simultanée. Comment isoler les éléments pour calculer l'empan ? Comment charger ce type d'empan ? L'épreuve que nous proposons ici nous met face au problème d'adaptation des paradigmes ou aspects théoriques des LS : devons-nous adapter un savoir-faire à la LS, ou devons-nous adopter un point de vue différentieliste ?

D'autre part, en plus de la précision de la réponse, indicateur comportemental classique, il faut que nous prenions en compte le temps de latence de production du signe, et surtout des stratégies mises en place (construction par séquençage, ébauche manuelle, aller-retour visuel sur la production manuelle, etc.). Enfin, il est nécessaire de procéder à une analyse qualitative des erreurs sur le typage des erreurs phonologiques (paramètres échoués, substitués, etc.).

Notre étude et les études précédentes sur la MDT en LS interrogent tout naturellement la validité du modèle de Baddeley et Hitch (2000) pour les locuteurs des LS et plus particulièrement les sourds signeurs. Aussi, un de nos objectifs à l'issue de cette étude sera de comprendre comment le modèle de Baddeley peut être adapté aux LS au moyen des données recueillies avec un protocole qui nous semble convenir davantage à l'évaluation de chacun des modules.

Enfin, en plus de l'intérêt théorique évident, un intérêt clinique nous poussait à proposer de nouvelles tâches de MDT en LS : les tâches d'empan sont reconnues être de bons prédicteurs des compétences langagières (Daneman & Merilke,

1996). De fait, il nous semblait important de disposer de tâches qui testent la MDT lors de l'évaluation des compétences langagières en vue d'un diagnostic TSL, pour, in fine, s'assurer que le trouble langagier observé n'est pas la conséquence d'une déficience cognitive plus générale.

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

Bogliotti, C., Kasprzak R. & Heidlmayr K. (in progress) Working memory capacity in LSF – French bimodal bilinguals.

2.5. Tester l'accès lexical

2.5.1. Le traitement du lexique signé et son organisation

Comme nous l'avons vu précédemment, les unités phonologiques et morphologiques en LSF ont des structures différentes, ce qui a des implications directes sur le lexique. L'organisation phonologique des LS est très différente de celle des LV (Brentari, 1998 ; Sandler, 1989 ; van der Kooij, 2002). Les mots sont constitués de phonèmes concaténés, qui sont eux-mêmes composés de traits phonologiques distinctifs. En revanche, les signes sont constitués de paramètres gestuels articulés simultanément.

Les premières études sur la reconnaissance des signes visaient à déterminer si le processus de reconnaissance lexicale était spécifique à la modalité langagière employée ou si c'était un processus amodal. L'étude séminale d'Emmorey et Corina (1990) avait pour objectif d'étudier le rôle sublexical des paramètres manuels (Emplacement, Configuration et Mouvement) dans le processus de reconnaissance des signes. Dans cette étude, les auteurs ont utilisé une tâche de *gating*. Cette expérience impliquait la présentation partielle et répétée d'un signe, avec, à chaque nouvelle présentation du signe, une quantité d'informations phonologiques disponible plus importante, permettant alors de mesurer la quantité d'informations supposée suffisante pour déclencher la reconnaissance lexicale. Cette étude a mis en évidence le rôle des informations manuelles sublexicales dans l'accès au lexique en LS, et plus particulièrement le rôle singulier et spécifique de chaque paramètre phonologique du signe. En termes de décours temporel, c'est l'Emplacement du signe qui est identifié en premier, puis la Configuration, et enfin c'est le Mouvement qui permet la reconnaissance du signe. Il est intéressant de noter que ces données comportementales ont été confirmées par une simulation réalisée par Caselli et Cohen-Goldberg (2014).

Dans leur article de revue sur l'accès lexical en LS, Gutiérrez- Sigut et Baus (2021) rapporte une forte similitude entre le traitement des mots et le traitement des signes. Elles ont montré que les effets régulièrement observés dans les LV, comme la lexicalité, la familiarité et l'amorçage sémantique ont également été constatés dans les LS. Il y a cependant quelques études qui rapportent des différences de

traitement qui pourraient être la conséquence de la modalité langagière employée (Gutierrez et al. 2012 ; Hosemann et al. 2013 ; Marshall et al. 2014). Comme on a pu le voir dans la première partie, rien d'étonnant à ce que le processus et la temporalité d'accès au lexique soient influencés par la modalité gestuelle. Emmorey et Corina (1990) ont constaté qu'un signe était reconnu plus rapidement qu'un mot : les signes seraient reconnus en moyenne lorsque 35 % du signe est produit, alors que les mots sont reconnus en moyenne lorsque 80 % du mot a été produit. Cette différence est très certainement liée à la modalité et au caractère simultané de la LS et de la linéarité / séquentialité de la langue vocale. Ces résultats sont renforcés par Caselli et Cohen-Goldberg (2014), qui ont observé que les simulations générées par le modèle computationnel correspondaient aux données expérimentales : le paramètre Emplacement était activé le plus tôt et semblait être le paramètre le plus robuste pour la décision lexicale. Deux raisons peuvent expliquer ces observations : tout d'abord l'Emplacement dispose d'une fréquence sublexicale élevée (l'inventaire des Emplacements est plus petit que celui des Configurations ou des Mouvements, ce qui a pour conséquence d'être exposé plus fréquemment à chacun des types d'emplacement) ; et, il dispose d'une grande saillance perceptive car il mobilise des articulateurs que l'on peut qualifier de plus global, plus large, et se stabilise le premier dans l'espace de signation. Par conséquent, cette saillance perceptive conduit à un encodage mémoriel plus fort qui facilite l'accès au lexique (Gutiérrez-Sigut et Baus, 2021).

L'effet de fréquence est en revanche plus difficile à étudier en LS, car les bases de données de fréquence de signes sont quasi-inexistantes à part pour quelques langues des signes (Langue des Signes Britannique - BSL : Vinson et al., 2008 ; Fenlon et al., 2015 ; Langue des Signes Australienne - AUSLAN : Johnston, 2012 ; Langue des Signes Espagnole : Gutiérrez-Sigut et al., 2016 ; ASL : Caselli et al., 2017). Les différentes études en LS ont porté uniquement sur la fréquence subjective (également dénommée familiarité) et ont constaté des effets robustes : les signes familiers sont reconnus plus rapidement que les signes moins familiers (LSE : Carreiras et al., 2008 ; ASL : Emmorey et Corina, 1993 ; Ferjan-Ramirez et al., 2016 ; Mayberry et Witcher, 2005). En ce qui concerne la LSF, la fréquence subjective fait l'objet d'une première étude : nous avons accompagné Philomène Périn dans la création de FLexSign, première base de fréquence pour les signes de la LSF (Périn, Herrera, Isel et Bogliotti, 2023²⁶ ; Périn et al., soumis dans *Behavioral Research Methods*). Cette base de données comporte des informations concernant la fréquence, la concrétude et l'iconicité de 550 signes de la LSF. L'effet des trois facteurs a été quantifié à l'aide d'une échelle de Likert par des locuteurs sourds LSF natifs et CODA.

L'effet de lexicalité a également été observé dans plusieurs études en LS (Emmorey, 1991 ; Emmorey et Corina, 1993 ; Carreiras et al., 2008 ; Gutiérrez et Carreiras, 2009 ; Dye et al., 2016). Cet effet est actuellement testé en LSF dans l'expérience de décision lexicale élaborée par Philomène Périn.

Concernant des effets sémantiques plus généraux, Baus et al. (2008) ont rapporté un effet d'interférence sémantique dans une expérience de dénomination

²⁶ Périn, P., Herrera, S., Isel, F. & Bogliotti, C. (2023). FLexSign: a lexical database in French Sign Language (LSF). *Formal and Experimental Advances in Sign Language Theory (FEAST 2023)*, June 27th-29th, Bergen, Norway.

d'images chez des signeurs sourds natifs et non natifs de la LSC (Langue des Signes Catalane). Les sourds signeurs ont nommé les images plus lentement lorsqu'elles étaient présentées dans la condition sémantiquement reliée que dans la condition non reliée. Il n'est évidemment pas surprenant d'observer cette interférence sémantique en LS. Enfin, certaines études ont également noté un effet d'amorçage sémantique à l'aide d'une tâche d'amorçage signe-signé, tant chez les natifs que chez les signeurs tardifs (Emmorey et Corina, 1993 ; Mayberry et Witcher, 2005 ; Bosworth et Emmorey, 2010 ; pour une revue, voir Gutiérrez-Sigut et Baus, 2021).

2.5.2. Le rôle des indices vocaux dans l'accès au lexique signé : le cas de la labialisation (mouthing)

Ce travail expérimental est né d'une simple conversation avec Céline Fortuna, étudiante sourde en Master 2 à Paris 8 que nous dirigeons pour son mémoire de recherche, et Émilie Blanchet, étudiante en Master 2 FLDL. En tant que locuteurs de la LSF, nous connaissions des expériences différentes en ce qui concerne la labialisation lors d'interactions signées avec des sourds : si Céline appréhendait la labialisation comme une simple "trace visuelle", nous (les entendants) avions l'impression d'être dans de la communication bimodale simultanée, les sourds vocalisant les signes. Nous avons des ressentis et des explications diverses de cette expérience signe / voix et, c'est ainsi que la présente étude a émergé de nos conversations. La question ici concernait le rôle de la labialisation dans l'accès au lexique : est-elle indispensable ou un support pour la reconnaissance d'un signe ? Est-ce que tous les signeurs (sourds et entendants) utilisent cet indice de la même manière ? Et d'ailleurs, quelle est la nature linguistique de cet indice ?

Bien que les LS soient des langues visuo-gestuelles, il n'en reste pas moins que certaines informations linguistiques peuvent également être transmises par des composantes vocales comme la labialisation (le *mouthing*). À notre connaissance, peu d'études se sont penchées sur le rôle de la labialisation dans l'accès lexical. Concernant ce point, certains chercheurs considèrent que la labialisation fait partie du signe lui-même (Sutton-Spence, 1999 ; Boyes-Braem et al., 2001 ; Sutton-Spence et Day, 2001), tandis que d'autres la considèrent comme une conséquence fortuite du contact linguistique et ne fait pas partie du lexique des signes (Nadolske et Rosenstock, 2007). La question abordée dans cette étude concerne justement le statut de la labialisation, et plus particulièrement de savoir si ce *spoken cue* est un indice pertinent pour le traitement du lexique signé. Devons-nous considérer la labialisation comme une caractéristique sublexicale ou lexicale ? Le cooccurrence entre les informations vocales et les informations signées facilite ou inhibe-t-il le processus d'accès lexical ? L'expérience en LV facilite-t-elle ou inhibe-t-elle le processus d'accès au lexique signé ? À cette fin, nous avons conçu une expérience d'amorçage signe-image, dans laquelle les participants devaient décider si la paire "signe manuel / labialisation" qui compose le signe lexical correspondait à l'image (Bishop, 2003 ; Friedrich et Friederici, 2008 ; Barcroft, 2009 ; Marinis, 2010).

Comme nous l'avons largement développé, l'âge et la fréquence d'exposition à une LS sont connus pour avoir un impact important sur la reconnaissance des signes, mais la question pertinente ici était d'analyser l'effet d'une exposition intramodale par rapport à une exposition bimodale. Ce qui est intéressant dans

cette étude, c'est le fait que les sourds signeurs perçoivent les aspects vocaux de la LS par le biais de la modalité visuelle ("*seen speech*"; Capek et al., 2008). Dans le cadre de cette étude, nous avons émis l'hypothèse que les effets de la labialisation devraient varier en fonction du type de bilinguisme : bilinguisme intramodal *vs* bimodal. Cela devrait se traduire par une plus grande difficulté des signeurs sourds à gérer le conflit d'informations manuelles et vocales. Enfin, nous attendions une interaction entre la condition expérimentale et le type de bilinguisme avec une augmentation des taux d'erreurs et des temps de réaction d'autant plus importante pour les signeurs sourds intramodaux que pour les signeurs entendants bimodaux. Comme indiqué dans la littérature sur la littéracie sourde, les signeurs sourds développent une certaine conscience phonologique et peuvent activer une phonologie silencieuse (MacSweeney et al., 2008 ; Hirshorn et al., 2015). Ainsi, les sourds signeurs LSF pourraient disposer de représentations phonologiques des mots parlés du français, sans doute incomplètes. A partir de nos observations quotidiennes avec nos collègues sourds, et les réflexions des auteurs que nous avons pu lire, nous avons fait l'hypothèse que les signeurs utilisaient le flux de parole pour récupérer des informations lexicales.

Méthodologie

Participants. 13 sourds signeurs natifs et 11 entendants signeurs ont participé à l'expérience. Pour évaluer l'effet de modalité langagière, nous avons administré notre tâche expérimentale à deux groupes : (1) un groupe de sourds signeurs natifs de la LSF, c'est-à-dire des bilingues intramodaux, n'ayant accès à aucune langue parlée dans sa modalité audio-orale ; et (2) des signeurs entendants dont la langue maternelle est le français, c'est-à-dire des bilingues bimodaux, ayant une compétence élevée en LSF car ils travaillent comme interprètes LSF-français. Nous avons choisi et introduit dans la littérature ce terme de locuteur intramodal car les signeurs natifs accèdent à l'information vocale par le biais du système visuel, et donc à travers une autre modalité que la modalité auditive.

Stimuli. Pour évaluer le rôle de la labialisation dans la reconnaissance des signes, nous avons créé une tâche expérimentale de décision lexicale signe-image. Cette tâche comprenait cinq conditions expérimentales dans lesquelles la congruence de la paire signe manuel-labialisation variait, la labialisation pouvant ou ne pouvant pas correspondre au sens du signe manuel (Figure 36). Dans notre plan expérimental, la condition critique pour évaluer l'impact de la labialisation sur la décision lexicale était fournie par l'interférence entre le signe manuel et la labialisation. Nous avons prédit que la condition aurait un effet sur l'accès au lexique : les conditions incongrues (interférence sémantique et phonologique) devaient entraîner des taux d'erreurs plus élevés et des temps de décision plus longs que les conditions congruentes (paire signe-labialisation et signe présenté isolément sans labialisation). La dernière condition labialisation présentée seule sans signe manuel devait évidemment être plus échouée.

labialisation était incongru, ce qui se traduisait par des taux d'erreur plus élevés et des temps de réaction plus longs que dans la condition congrue (Figure 37). En effet, le pourcentage de RC était plus faible dans la condition Pseudo-Mot que dans la condition Contrôle et les TR étaient plus longs dans les conditions Pseudo-Mot et Sémantiquement incongrue.

Ces résultats suggèrent que les deux groupes de signeurs utilisent les informations lexicales disponibles dans la labialisation pour accéder à la signification du signe. Nous avons cependant constaté des stratégies de reconnaissance différentes selon les groupes : les signeurs intramodaux étaient plus précis mais plus lents, alors que les signeurs bimodaux étaient plus rapides mais moins précis (Figure 38).

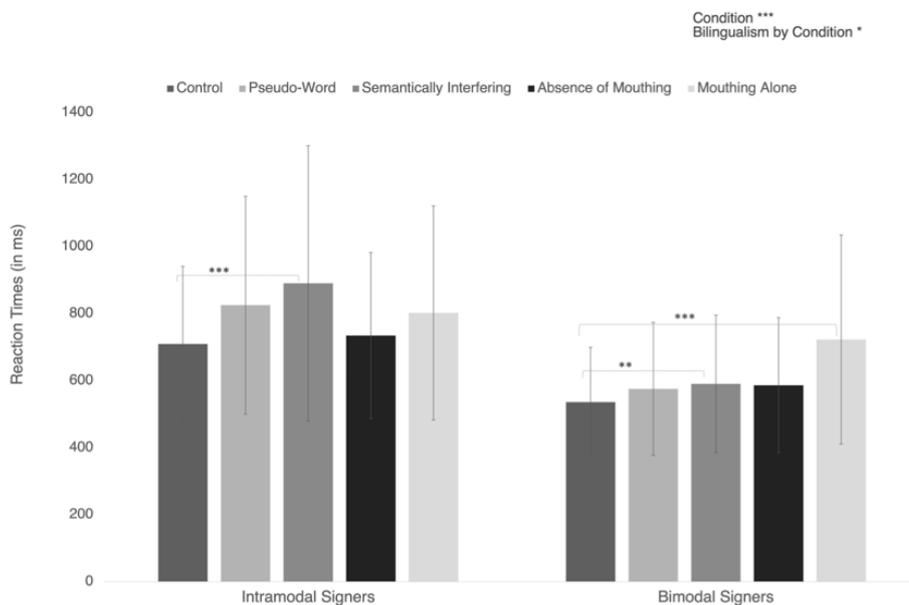


Figure 38. Temps de réaction dans les deux groupes de bilingues. Les comparaisons post-hoc significatives sont indiquées par des astérisques (* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$)

Discussion. Comme l'écrit Schermer (1985), "*the existence of a pure sign language, without the occurrence of any speech, among deaf adults, is more or less a theoretical construct*" (p. 288; cité dans Bank et al., 2015). Dans l'ensemble, nos résultats suggèrent que la labialisation joue un rôle déterminant dans le traitement à une étape lexico-sémantique. Cependant, pendant le traitement des signes, nous avons pu observer que les signeurs intramodaux sont fonctionnellement bimodaux, alors que les signeurs bimodaux sont fonctionnellement unimodaux. Plus précisément, si les signeurs intramodaux ont bien utilisé les indices fournis par les deux modalités vocale et signée, les signeurs bimodaux semblent avoir totalement ignoré l'information vocale et n'ont traité que les informations manuelles. Nous faisons l'hypothèse que les locuteurs bimodaux, étant entendants, présenteraient des effets d'interférence plus fort que les sourds intramodaux, mais les locuteurs entendants ont complètement ignoré cet indice vocal. Ce résultat inattendu est intéressant car il renforce l'idée que les sourds ont l'habitude d'utiliser la labialisation pour l'accès au lexique. Des résultats précédents

recueillis par Emmorey et al. (2008b) suggéraient que les signeurs entendants utilisaient fréquemment la labialisation pour traiter les signes. Mais, contrairement à notre étude, ces signeurs étaient des signeurs débutants et utilisaient l'indice vocal pour soutenir le traitement des signes lorsqu'ils avaient besoin d'informations sémantiques utiles. Dans notre étude, les signeurs entendants étaient des signeurs experts, ce qui a eu pour conséquence l'adoption d'une stratégie bien particulière : ils se sont concentrés uniquement sur le signe manuel, et ont sans doute sciemment délaissé l'information vocale qui interférait dans leur jugement. En ce qui concerne les signeurs intramodaux, nous avons observé un autre type de traitement lexical : ils utilisent les informations issues de la labialisation en plus des informations manuelles. Ces résultats apportent de nouvelles preuves quant au rôle sémantique de la labialisation dans la récupération lexicale et nous interrogeons sur son implication possible dans la représentation sémantique. Les meilleures performances des signeurs intramodaux dans notre étude renforcent les résultats précédemment rapportés par Huguet (2016) et Muir et al. (2003), dans lesquels les signeurs sourds rencontraient des difficultés lorsqu'ils devaient traiter des signes sans labialisation.

Plusieurs études suggèrent que la labialisation est facultative et utile uniquement pour désambiguïser la signification de deux signes, affirmant ainsi que la labialisation n'est pas une composante sémantique car jouerait un rôle externe dans l'accès au lexique des LS (Vinson et al., 2010 ; Giustolisi et al., 2017). Giustolisi et al. (2017) ont suggéré qu'un signe complet nécessite la spécification de tous les paramètres manuels, alors que la labialisation peut être exclue de cette spécification. Nous ne sommes pas d'accord avec ce point de vue car nos résultats montrent très clairement qu'une information de labialisation manquante ou altérée peut avoir la même conséquence qu'une information manquante ou altérée sur l'un des paramètres manuels : la récupération lexicale est imprécise ou ralentie. Ainsi, la labialisation serait interne à la représentation lexicale. Comme nous l'avons décrit précédemment, la labialisation n'est certes pas obligatoire, mais semble être un indice fiable pour faciliter l'accès lexical.

Nous pourrions considérer que la labialisation est une composante linguistique acquise plus tard car perceptivement moins saillante que les indices manuels, ou encore parce qu'elle est liée à la LV et peut être impactée par l'exposition au langage écrit. Au cours de la trajectoire développementale, les enfants se concentrent et utilisent différents indices, selon l'intégrité et la maturité de leurs systèmes de perception et de traitement. Dès qu'ils ont appris le système d'écriture de la LV, leur traitement lexical pourrait être influencé par cette connaissance. La LV environnante serait ensuite maîtrisée, et l'indice vocal, i.e. la labialisation, pourrait être utilisé pour traiter un signe et donc intégré plus tardivement à la spécification du signe.

Nos résultats nous encouragent à proposer une première version d'un modèle de traitement lexical pour les signes de la LSF. Ce modèle spéculatif postule que selon le type de signeurs (ici, intramodal ou bimodal), différentes stratégies de traitement pourraient être utilisées. Ces stratégies pourraient être capturées dans une architecture fonctionnelle postulant deux voies de traitement pour accéder au lexique en LS. Une première voie, la voie directe, constituerait une correspondance directe entre les paramètres manuels des signes (tels que l'emplacement, la forme

de la main et le mouvement) contenus à un niveau sublexical et la représentation lexicale stockée de chaque signe. Cette voie directe serait préférentiellement utilisée par les signeurs bimodaux. La voie directe dépendrait du traitement d'une représentation holistique du signe. Une deuxième voie, la voie décompositionnelle, analytique, impliquerait le traitement de la labialisation pendant l'accès lexical du signe. Cette dernière voie serait préférentiellement utilisée par les signeurs intramodaux qui doivent s'appuyer sur l'analyse des différents paramètres constitutifs de chaque signe, dont la labialisation.

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

* **Bogliotti, C., & Isel, F.** (2021). Manual and Spoken Cues in French Sign Language's Lexical Access: Evidence From Mouthing in a Sign-Picture Priming Paradigm. *Frontiers in Psychology*, 12, 1836. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.655168>

2.5.3 Fluence et évocation lexicale (EVOLEX)

Le travail que nous présentons ici répond aux deux objectifs psycholinguistique et clinique. Nous exposerons dans cette partie l'élaboration de l'outil dans une perspective psycholinguistique mais ce travail a également été pensé comme outil clinique et sera sans doute intégré dans la batterie EVASIGNE. Avec l'aide d'Agnès Vourc'h et de deux collègues sourds signeurs, Céline Fortuna et Rachilde Benelhocine, nous avons construit cette expérience dans le but de mesurer le stock lexical, mais aussi de comprendre le poids des indices phonologiques dans le traitement des signes, et leur rôle dans l'accès au lexique, permettant également de comprendre l'organisation du lexique gestuel. Cette expérience a été créée dans le cadre du projet EVASIGNE. L'objectif d'un test d'évaluation du lexique est d'obtenir des informations sur le lexique mental stocké en mémoire à long terme (nature, étendue, fréquence), sur les aspects production (vitesse d'accès, précision articulatoire, précision sémantique) et compréhension.

Comme mentionné dans la Figure 39, un signe manuel est décrit avec des paramètres phonologiques statiques (configuration, emplacement, orientation), et un paramètre dynamique (mouvement). La question qui se pose ici est de savoir si la présence de tous les indices phonologiques est nécessaire à la reconnaissance du signe, ou si la présence de certains indices suffit à accéder au signe - qui est donc structurellement dégradé - et dans ce cas quelle est la stratégie de traitement. Les résultats nous permettront de comprendre si certains traits phonologiques ont plus de poids que d'autres et peuvent être suffisants pour la reconnaissance du signe. Ainsi, en créant des pseudo-signes, nous avons testé l'accès lexical par l'entrée phonologique.

Méthodologie

Participants. Nous avons testé 25 enfants sourds signeurs LSF, âgés de 6 à 10 ans. Ces enfants étaient sourds signeurs natifs et scolarisés dans une école bilingue LSF – Français.

Stimuli et procédure. Pour créer les pseudo-signes, nous avons utilisé la même procédure que pour créer des pseudo-mots, à savoir nous avons pris des signes fréquents en LSF, et avons modifié un paramètre phonologique : configuration, emplacement, mouvement et orientation (Figure 39) . Nous avons ainsi obtenu 160 signes, mais au vu de la longueur de l'expérience pilote, nous n'avons présenté que 80 pseudo-signes. La tâche consistait à regarder la locutrice sourde signer un pseudo-signe, puis à produire le ou les signes que lui évoquait le pseudosigne que le participant venait de voir. L'enfant était placé devant un ordinateur et une caméra qui filmait toutes ses productions signées.

Après la tâche d'évocation lexicale, nous avons proposé une épreuve de dénomination afin de nous assurer que les enfants connaissaient tous les signes cible qui étaient à l'origine de la création des pseudo-signes.



Figure 39. Signe cible (*animal*) et pseudo-signes créés grâce à la modification d'un paramètre. Par exemple, la configuration *main plate* a été substituée par la configuration *index*, aboutissant un pseudo-signe. Un autre pseudo-signe a été créé par la substitution de l'emplacement *centro-temporal droit* par l'emplacement *torso-gauche*.

Une fois les données recueillies, nous avons analysé les données comme suit :

- 1) nous avons tout d'abord fait l'inventaire des signes évoqués
- 2) puis nous avons analysé le lien phonologique ou sémantique qui unissait les différents signes évoqués. Par exemple, dans la Table 7, le signe RENCONTRER a été produit après CAROTTE car ces deux signes partagent la même configuration et le même arrangement manuel (ce sont deux signes bimanuels symétriques, configuration INDEX)
- 3) Nous avons noté si le signe cible avait été évoqué, et si c'était le cas, à quelle position > si le signe cible n'est pas évoqué, nous pouvons faire l'hypothèse que le paramètre phonologique substitué transmet moins d'informations lexicales, et aurait donc moins de poids dans l'accès au lexique.

Résultats

Inventaire des signes évoqués. L'analyse complète des données n'est pas encore réalisée mais les premiers résultats attestent d'un mécanisme d'évocation qui dépendent des paramètres substitués. En effet, la substitution de certains paramètres semble répercuter davantage l'accès au lexique. Plus précisément, la

modification de la configuration ou du mouvement rend plus difficile l'accès direct au signe cible.

Signe cible	Paramètre modifié	signes évoqués
CAROTTE	Configuration	CAROTTE RENCONTRER REINE ELISABETH
AMOUR	Mouvement	MONDE PROBLEME AMOUR
CERISE	Mouvement	CHEVAL VENEZUELA VIE RENCONTRE (DEUX PERSONNES SE RENCONTRENT) TOMBER VISEUR

Table 7. Analyse de trois signes cibles, avec 1) le signe cible est évoqué en première intention ; 2) le signe cible est évoqué tardivement ; 3) le signe cible n'est pas évoqué.

L'ANOVA a révélé un effet significatif de la condition ($F(3,51)=22,64$; $p<.001$). Les participants n'évoquent pas le signe à la même fréquence dans chacune des conditions (i.e., le paramètre substitué), suggérant que les mécanismes d'activation des candidats lexicaux et de sélection du bon candidat (ici, le signe cible) sont influencés par les indices phonologiques disponibles.

Au vu des premiers résultats, nous pouvons supposer que les paramètres phonologiques ne sont pas traités de la même manière, et que ces indices phonologiques présentent des effets facilitateurs ou inhibiteurs pour l'évocation, et donc l'activation des candidats lexicaux.

En plus des analyses quantitatives, il sera intéressant d'observer les mécanismes de recherche lexicale des locuteurs dans les corpus vidéo. En effet, lorsque l'on observe les enfants évoquer les signes, nous constatons différentes stratégies d'évocation : recherche des voisins phonologiques avec les configurations manuelles maintenues et réalisation de mouvement aléatoire pour accéder à un signe ; changement d'emplacement permettant d'ébaucher des pseudo-signes pour là aussi évoquer un signe existant ; recherche de voisins sémantiques.

Un test de fluence pour évaluer les déficits lexicaux

Ce test peut être imaginé comme un test de fluence chez des patients sourds signeurs, comme les tests de fluence en LV largement utilisé dans la clinique pour les patients entendants. La fluence n'est pas considérée comme un marqueur clinique de TSL dans les LV, mais les enfants TSL présentent fréquemment des troubles d'accès au lexique. Aussi, un des qualités de ce test sera d'obtenir des informations sur le lexique mental stocké en mémoire (nature, étendue, fréquence) et sur la qualité des compétences en production (vitesse d'accès, précision articulatoire, précision sémantique).

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

Bogliotti, C., Fortuna, C. & Vourc'h A., en cours d'analyse

2.5.4. Tâche de désignation et de dénomination

Lors de séances de travail à l'INJS de Paris avec Saliha Heouaine (orthosigneuse investie dans le bilan des compétences LSF des enfants sourds de l'INJS et leur rééducation) et Frédéric Peillon (médecin psychiatre), nous avons pu rencontrer Agnès Vourc'h, orthophoniste et linguiste, et éminent personnage dans le monde de la LSF et dans le champ des tests orthophoniques à destination des sourds signeurs. C'est à Agnès Vourc'h que l'on doit, en collaboration avec Bill Moody et Michel Girod, les premiers dictionnaires bilingues LSF / français sourds (IVT), mais également le Protocole d'évaluation du langage Laplane, très connu des praticiens mais absolument pas des chercheurs.

Ce protocole est constitué de plusieurs épreuves : une tâche de fluence (phonologique et sémantique), une tâche lexicale (désignation et dénomination), et une tâche morphosyntaxique. Si les informations quantitatives ne sont pas à négliger et permettent souvent un premier bilan, les épreuves de dénomination et de désignation peuvent apporter des informations qualitatives très utiles au chercheur et praticien : la précision articulatoire, la précision sémantique, la nature du lexique connu, la vitesse d'accès aux représentations phonologiques et sémantiques. Elles permettent également de comparer le lexique actif (production) et le lexique passif (compréhension), l'existence de conduite d'approches pour trouver un signe (ébauche, définition, synonymie, etc.).

Depuis 2018, avec Agnès Vourc'h, nous avons entrepris d'actualiser les tâches de dénomination et de désignation. L'actualisation du protocole Laplane a été envisagée pour plusieurs raisons. Tout d'abord, certains items étaient obsolètes (comme les objets technologiques du type téléphone et ordinateur). D'autre part, le vocabulaire présent dans les épreuves ne variait pas en nature grammaticale car n'était constitué que de noms. Nous y avons donc ajouté des constructions prédicatives. Nous souhaitons également le rafraichir du point de vue des dessins proposés et du mode de passation pour que le test soit disponible à la fois en version papier et en version numérique. Un premier travail d'actualisation a été réalisé avec l'aide de Perrine Rousseau, étudiante en orthophonie (Rousseau, 2018). Ce travail d'actualisation a repris à la sortie de la crise sanitaire et nous avons constitué un groupe de travail avec 2 collègues sourds : Benjamin Houy (enseignant sourd) et Naomi Knafo (dessinatrice sourde). L'idée est que le test puisse servir à la fois à la population de praticiens, mais également à la population des chercheurs. Cet objectif nous a donc contraint à respecter les méthodes classiques des tests de dénomination - désignation.

Nous avons donc établi une liste de 120 items, qui seront tous présentés dans l'épreuve de dénomination. Dans cette épreuve, les enfants doivent nommer le dessin qui leur est présenté (Figure 40). Ces signes proviennent à la fois du

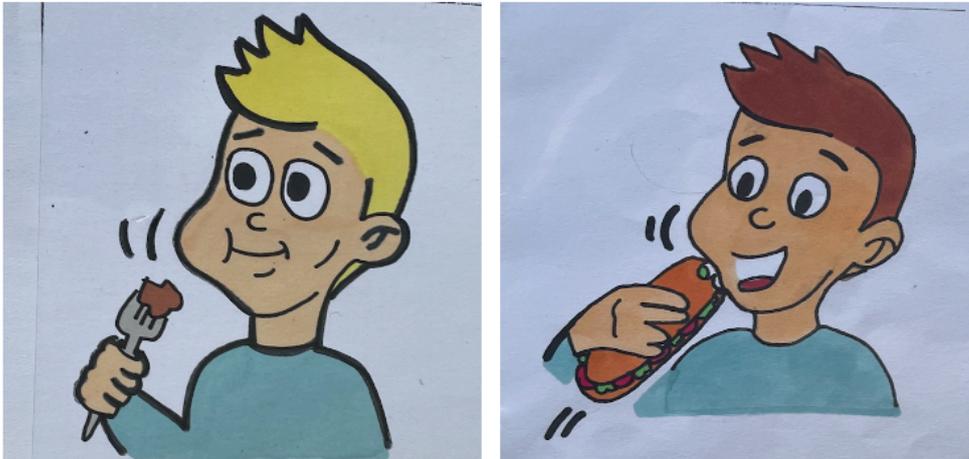
protocole initial, et en avons également ajouté au fur et à mesure des séances de travail.



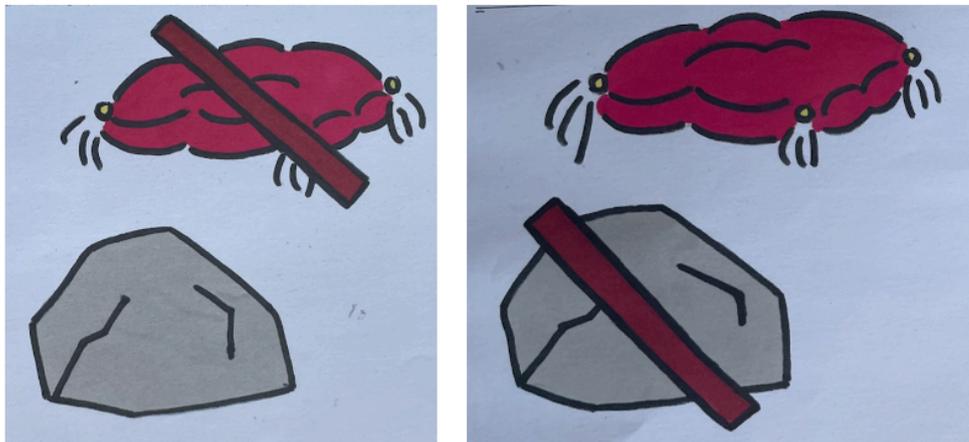
punir : version couleur et noir et blanc (adaptation nécessaire pour les enfants qui ont des troubles visuels associés)



chercher et **trouver** : le sens est compris en faisant référence à l'image qui lui est appariée. Chaque image est présentée isolément



mâcher et **manger** : deux prédicats dont le sens est proche et qu'il a fallu rendre accessible dans les dessins.



dur et **mou** : dénommer ou désigner en disant ce que le concept n'est pas

Figure 40. Exemple de stimuli proposés dans la tâche de dénomination et de désignation d'images.

Pour l'épreuve de désignation, il s'agit de trouver parmi 4 dessins le dessin qui correspond au signe LSF produit par un locuteur signeur LSF (Figure 41). Le signe peut être proposé soit par le médium vidéo (souvent préférée dans les expérimentations en psycholinguistique car cela assure une passation identique pour tous les participants), soit produite en direct par le praticien à destination du patient (souvent préféré par les orthophonistes, en raison des aspects perceptifs préservés lors de la production naturelle). Parmi ces 4 dessins, il y a l'item cible et les 3 distracteurs : un distracteur phonologique (item phonologiquement proche du signe cible), un distracteur sémantique (item proche du signe cible du point de vue sémantique) et d'un distracteur non relié.

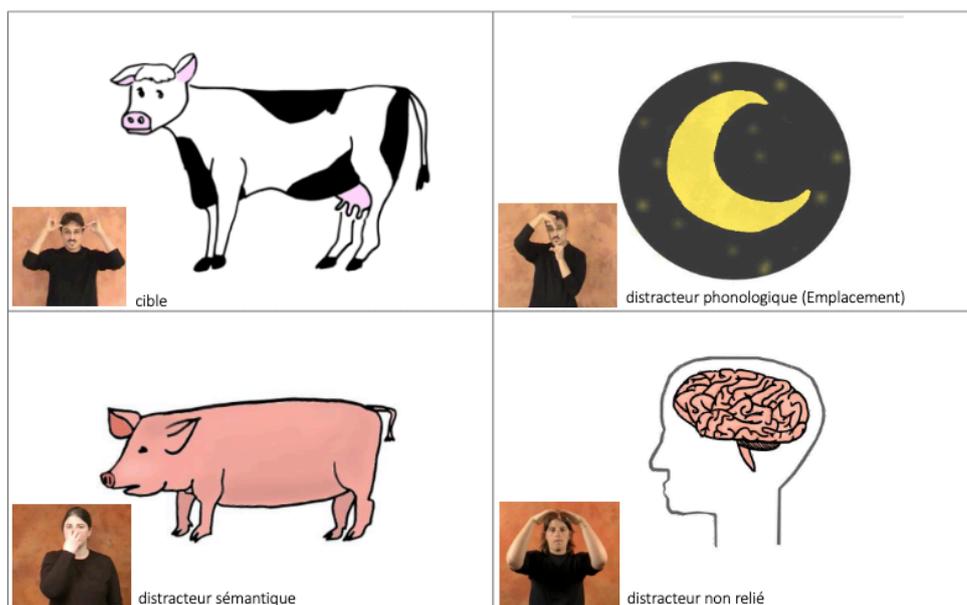


Figure 41. Un item de désignation avec la cible LUNE, le distracteur phonologique VACHE (ce signe partage les paramètres de configuration et de mouvement mais l'emplacement diffère de la cible, le distracteur sémantique COCHON, et le distracteur non-relié CERVEAU).

La version actualisée contient 30 items. Les distracteurs phonologiques ont été élaborés soit en modifiant la configuration, soit en modifiant le mouvement, et enfin l'emplacement (10 items pour chaque paramètre). Les dessins ont été réalisés en couleur et en noir et blanc, car certains enfants sourds ont des troubles visuels associés.

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

* Bogliotti, C. (2012). Les troubles de la dénomination. *Langue française*, 174 (2), 95.
<https://doi.org/10.3917/lf.174.0095>

Bogliotti, C., Houy, B., Knafo N & Vourc'h A. en cours

2.6. Tester la morphosyntaxe de la LSF

2.6.1. Outil pilote de la morphosyntaxe en LSF

Cette première tentative d'outil a été initiée par Laetitia Puissant-Schontz, grâce au financement du projet EVASIGNE, et en collaboration avec Marion Blondel et Yves Prud'homme (collègue sourd), nous avons pu l'aider dans la réalisation de la version finale du test. Ce pilote avait pour objectif de répondre aux besoins de

Laetitia Puissant-Schontz de tester un de ses patients sourds, Isidore²⁷, alors âgé de 6 ans, qui présentait de grandes difficultés à communiquer depuis un âge précoce. Isidore semblait souffrir d'un déficit langagier, et nous disons "sembler" car l'absence d'outil d'évaluation empêchait de poser un diagnostic. Ce déficit était d'autant plus inquiétant qu'Isidore grandissait dans un environnement linguistique adéquat (parents sourds signeurs LSF), et avait deux sœurs dont le développement langagier était normal.

Nous avons donc proposé un premier outil d'évaluation de la morphosyntaxe en LSF, trouble caractéristique du TSL, en axant les épreuves sur les structures morphosyntaxiques suivantes : négation, flexion verbale, temps et aspect, utilisation de l'espace, expressions faciales grammaticalisées. Nous avons mis en place 2 types d'épreuve : i) une tâche de compréhension, et ii) une tâche de jugement de grammaticalité (qui ne sera pas discutée ici). Dans la tâche de compréhension, les participants devaient associer le dessin correspondant à la phrase LSF qu'ils voyaient (Figure 42). Dans la tâche de jugement de grammaticalité, les participants voyaient deux phrases dans deux conditions expérimentales (grammaticalement correcte *vs* incongrue) et devaient choisir la phrase grammaticalement correcte.



Figure 42. Stimulus dans l'épreuve de compréhension de l'outil pilote. Ici, c'est la flexion verbale qui est testée (en français : *il lui* offre un cadeau *vs* *il leur* offrent un cadeau *vs* *ils lui* offre un cadeau)

Ces épreuves ont été proposées à des enfants sourds signeurs natifs, dont Isidore. Dans l'épreuve de compréhension, en comparaison aux sourds signeurs natifs, Isidore présentait des résultats typiques d'un enfant TSL : si la notion de quantification semblait acquise, tous les items testant la référence type Classificateurs et la flexion verbale étaient à peine réussis, suggérant qu'il était en train d'acquérir ces notions-là, alors qu'elles sont en principe maîtrisées en principe à l'âge de 6 ans (observation empirique). En revanche, les items testant l'aspect / le temps et la négation étaient clairement chutés. A l'issue de cette étude pilote, nous avons conclu que des améliorations conséquentes devaient être apportées à ce premier outil : ajout de stimuli avec des structures morphosyntaxiques plus complexes, dessins à modifier, estimation des temps de réaction.

2.6.2. Évaluation des Constructions Prédicatives

A partir de 2014, nous avons co-encadré la thèse de doctorat de Laetitia Puissant-Schontz avec l'aide de Martine Sekali. En plus d'avoir proposé une typologie des

²⁷ Prénom modifié

constructions prédicatives de la LSF (Puissant-Schontz, 2020 ; Puissant-Schontz et al., 2017), et mis en place l'Index de Fonctionnement Linguistique, elle a élaboré l'outil d'évaluation que l'on espère intégrer dans la batterie EVASIGNE.

Un point linguistique important que souhaitait soulever Laetitia Puissant-Schontz concernait la catégorie des verbes. En effet, la notion de verbe ne semble pas adaptée à la LSF (si ce n'est à toutes les LS), et les classifications existantes ne permettaient pas de classer les verbes de façon discriminante (Puissant-Schontz, 2020). Elle a donc entrepris d'inventorier toutes les constructions prédicatives au travers de corpus dans différentes situations discursives. Cet inventaire nous permet à présent de disposer d'une classification fiable des constructions prédicatives de la LSF. En s'appuyant sur cette classification, Laetitia Puissant-Schontz a pu concevoir une épreuve de réception et deux épreuves de production. Tous les dessins ont été conçus par Oz'artis ©.

Épreuve de réception

Le design de l'épreuve de réception correspond à la majorité des tests cliniques et psycholinguistiques : le participant voit une phrase en LSF et doit l'associer avec l'image cible. Cette image cible est accompagnée de 3 autres images qui ont la fonction de distracteur. Les distracteurs portent sur un des traits formels de la typologie : l'Emplacement qui porte le trait distinctif Flottant vs Ancré ; le Mouvement qui porte le trait Dynamique ; l'Orientation qui porte le trait Orientation ; la Configuration qui porte le trait Configuration (Figure 43)



Glose : Pt – RENARD – LAPIN – loc. renard ENSEIGNER loc. lapin ;

Traduction : le lapin enseigne au renard

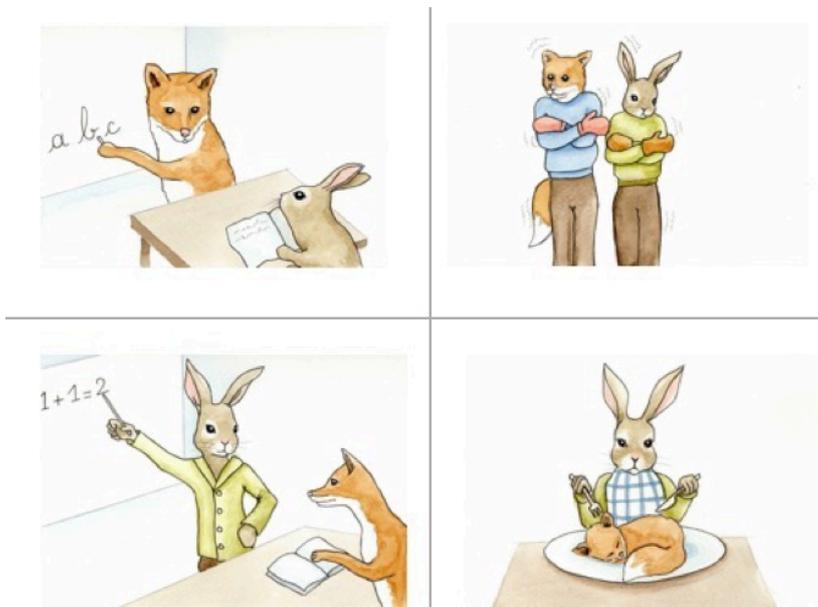


Figure 43. Exemple de stimulus dans l'épreuve de compréhension

Dans la Figure 43, nous pouvons voir la phrase signée, ainsi que les 4 images qui permettent de tester la construction prédicative FO (Flottant - Orientation) avec :

- 1) l'image cible *le lapin enseigne au renard* (bas gauche) ;
- 2) le distracteur Orientation *le renard enseigne au lapin* (haut gauche) (distracteur Agentivité)
- 3) le distracteur Flottant *le lapin mange le renard* (bas droite) (distracteur Prédicat)
- 4) le distracteur non relié *le renard et le lapin grelotent* (haut droite) (distracteur phonologique)

Les distracteurs ont été créés à partir du paramètre Configuration : le distracteur Orientation permet de tester la compréhension des rôles agentifs et de la distribution dans l'espace ; le distracteur Flottant permet de tester la phonologie et par conséquent le sémantisme de la construction prédicative (MANGER se réalise avec la même configuration mais se situe au niveau de la bouche).

L'épreuve de réception était composée de 113 items et testait les éléments morphosyntaxiques suivants : construction prédicative d'action, d'existence et d'attribution de propriété, la négation, l'aspect grammatical, la quantité, les classificateurs. Dans les phrases complexes, la condition et l'implicite étaient également testés.

Épreuve de production.

Deux épreuves ont été créées : i) une tâche de production à partir d'images, ii) une tâche de production à partir d'un dessin animé. La première épreuve était composée de 32 images (issues du test de réception, avec la contrainte de ne jamais utiliser les items cible). L'objectif de la tâche de production était d'analyser la qualité linguistique des productions en LSF. La qualité était estimée en fonction de la réalisation ou non des constructions prédicatives, de l'introduction des référents, de l'utilisation faite de l'espace à des fins syntaxiques, et de retranscrire

le sens global. Les productions étaient analysées de telle sorte à obtenir un score de complexité, qui correspondaient à une somme de points après le comptage de structures morphosyntaxiques produites.

La seconde épreuve était une tâche de production à partir d'un dessin animé, l'objectif étant de comptabiliser les constructions prédicatives et obtenir un score de récit pour mesurer les compétences narratives. Le dessin animé présenté a été créé par le studio d'animation TeamTO© et qui a gracieusement permis à Laetitia Puissant-Schontz de l'utiliser pour sa thèse.

Principaux résultats. L'ensemble des résultats est à lire dans Puissant-Schontz (2020). Trente et un enfants sourds signeurs, âgés entre 5 et 12 ans ont été testés, et nous devons rappeler que non seulement ce sont les premières données disponibles sur le développement des compétences en morphosyntaxe de la LSF, et que les données ont été analysées en fonction de l'Indice de Fonctionnement Linguistique. C'est la première fois que des données développementales ne sont pas analysées en fonction de l'AOA. Ce sont donc des résultats intéressants, qui sont cependant à relativiser au vu du petit nombre de participants.

En ce qui concerne les compétences en réception, si Puissant-Schontz a bien dégagé un effet de l'âge chronologique (plus les enfants sont grands, plus ils réussissent), ce qui atteste de la fiabilité de notre test d'évaluation, elle n'a pas dégagé d'effet de l'IFL. Ce résultat est sans doute dû à la taille de l'échantillon. Il est également possible que la tâche de réception soit moins sensible au niveau de compétences des participants, et donc à l'IFL.

Cet effet de l'IFL est cependant constaté dans l'analyse des compétences de production. Les enfants avec un IFL fort présentent un score de complexité plus haut que les enfants à IFL bas, suggérant que leurs productions sont plus riches du point de vue morphosyntaxique et informationnelles. En effet, ils produisent plus d'unités lors de la restitution de dessin animé et ont de meilleures compétences narratives (cohérence, qualité, fluidité).

Il nous semble normal que les compétences en production soient plus sensibles à l'IFL. Disposer de bonnes compétences expressives est évidemment lié à des facteurs pris en compte dans l'IFL (acquisition précoce, fréquence d'exposition). En réception, il faudrait envisager d'évaluer le temps de réaction qui pourrait faire ressortir ces effets de l'IFL. Les enfants peuvent avoir tous réussi de manière semblable en précision de la réponse, mais la différence pourrait s'illustrer dans des temps de réaction plus longs chez les enfants à IFL faible.

Perspectives. Actuellement, nous travaillons à la diffusion du test afin qu'il soit enfin accessible aux chercheurs et praticiens.

Épreuve de réception. Sur les 113 items de la version initiale, nous avons sélectionné 60 phrases en excluant les items qui étaient réussis ou échoués par la majorité des participants (i.e. items trop faciles ou trop difficiles), les items dont le sens n'était pas intéressant, les items déjà utilisés dans la tâche de production. Sur ces 60 items, 28 items seront adressés aux enfants de moins de 9 ans ; et 35 items adressés aux enfants de plus de 9 ans et plus précisément :

- dans la version < 9 ans : 15 constructions prédicatives : 7 action, 7 existence, 1 attribution de propriété ; 11 items de morphosyntaxe : 6 quantité, 3 négation, 2 aspects ; 2 complexes (implicite + négation).

- dans la version > 9 ans : 11 constructions prédicatives : 9 action, 2 existence ; 18 items de morphosyntaxe : 5 quantité, 8 négation, 5 aspects ; 6 complexes

Épreuve de production. Nous avons sélectionné 23 images. 13 images seront proposées aux enfants de moins de 9 ans, et 16 images aux enfants de plus de 9 ans. Quelle que soit la langue étudiée, la cotation des épreuves de production reste à résoudre. En effet, coter une épreuve de production est extrêmement chronophage, mais le plus ennuyeux pour une épreuve en LSF est qu'une grande majorité des expérimentateurs ne pratiquent pas toujours la LSF de manière efficiente. Aussi, lors de la création d'une épreuve de production, il faut également proposer un outil de cotation. Sur le même système que CotaSigne (Blondel et Caët, <https://cotasigne.huma-num.fr>), nous sommes en train de réfléchir à un outil semblable pour l'épreuve de morphosyntaxe.

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

Puissant-Schontz, L., Sekali, M & Bogliotti, C. (2017) Assessing morphosyntactic skills in LSF (French Sign Language): focus on predicative structures; *FEAST17 Formal and Experimental Advances in Sign Language Theories*, Reykjavick, 21-22 juin 2017

Puissant-Schontz, L., Villoing, F et Bogliotti, C. - accepté dans *Langages* - Constructions prédicatives et Indice de Potentiel Langagier : une nouvelle piste pour le diagnostic d'un trouble du langage en LSF

2.7. Tester la narration

Tâche de compréhension et de production. En plus de cette tâche de répétition de phrases, nous avons travaillé à l'élaboration d'une tâche de production et d'une tâche de compréhension au sein du projet SignMET.

La tâche de production consistait à regarder un dessin animé ; l'enfant devait ensuite raconter à l'expérimentateur ce qu'il avait compris du dessin animé. Cette tâche est également rapide à exécuter, mais comme toute tâche de production, elle prend beaucoup de temps à annoter. L'analyse des résultats est en cours par Marion Blondel et Stéphanie Caët. Pour analyser ces données, Marion Blondel, Stéphanie Caët et Sarra El Ayari ont élaboré l'outil de cotation CotaSigne.

La tâche de compréhension n'a en revanche pas donné les résultats escomptés car elle s'est avérée non valide. Elle doit être repensée : tester une langue signée impose de s'adapter à des contraintes cognitives et techniques. En effet, des contraintes cognitives car nous avons constaté que la forme habituelle des réponses dans un test de compréhension en langue vocale (une question, 3 réponses) était coûteuse pour une tâche en LS. Les réponses sont lentes, le

stockage en mémoire coûteux, aboutissant à des résultats chutés. Nous avons également compris le type de contraintes techniques en ce sens que les LS nécessitent une adaptation technique pour le choix des réponses : les enfants ont eu de grandes difficultés à reconnaître la vidéo avec la bonne réponse, alors que nous avons envisagé de garder des indices sémantiques pendant la présentation de l'instantané en image, une fois la vidéo présentée. Il semble donc nécessaire de repenser cette tâche pour tester correctement les compétences de compréhension.

Le projet SignMET est terminé, et l'analyse des résultats est toujours en cours. Pour l'heure, 3 papiers sur l'épreuve de répétition de phrases ont été publiés (Rinaldi et al., 2018 ; [Bogliotti et al., 2020](#) ; [Haug et al., 2020](#)).

2.8. Littéracie sourde et bilinguisme bimodal

Enfin, un autre domaine auquel nous appliquons notre expertise concerne les compétences en littéracie chez les locuteurs sourds. En l'état actuel des recherches, nous ne savons pas comment les locuteurs sourds apprennent à lire. Sur le terrain, les praticiens observent des réussites et des échecs dans l'apprentissage de la lecture, sans en connaître les raisons. Des hypothèses telles que l'âge de la rencontre avec la LS ou la connaissance du code oral (connaissance conditionnée par un implant cochléaire ou un appareil auditif et la maîtrise de la parole guidée) sont discutées. Pour élucider cette question, nous avons travaillé sur trois projets précis : i) le projet Tempo LSF (voir page 118) ; ii) le corpus Alpha (voir page 120), et iii) depuis 2023, la participation à l'ANR SignToKids (voir page 121).

Un des enjeux propres à l'éducation spécialisée concerne la maîtrise de la langue française écrite pour tous les élèves sourds. Entre les sourds signeurs et les sourds oralistes et LPC-éistes, une diversité de situations linguistiques s'impose dans les établissements scolaires et institutions et, pour les jeunes concernés, il est difficile d'identifier une langue première, voire de savoir s'il existe une langue tant les modes de communication observés sont hybrides. Parler de bilinguisme dans le contexte de la surdité, c'est parler d'un bilinguisme particulier. Il s'agit d'offrir aux enfants sourds, dès le départ de leur entrée dans le langage, deux langues fonctionnant sous deux modalités différentes (la modalité visuo-gestuelle et la modalité écrite d'une langue audio-phonatoire) et dont l'une seulement leur est directement accessible. La connaissance et la manipulation d'une langue est fondamentale pour leur permettre un réel accès à la LV dans ses modalités orales et/ou écrites (Niederberger & Prinz, 2005). Aussi, apprendre à lire et à écrire, dans ce cadre bilingue très spécifique, c'est apprendre à composer toujours plus précisément dans chacune des deux langues en présence, en prenant conscience des caractéristiques propres à chacune d'elles. En plus du contexte diglossique, le milieu familial peut se trouver découragé face à l'ampleur de la tâche pour accéder au lire-écrire. Les parents dont les enfants ont dépassé pour la plupart l'âge de 10 ans, expriment rarement de projet linguistique clair pour leur enfant même si la plupart d'entre eux s'engagent sur une démarche de réhabilitation prothétique ou d'implantation cochléaire. Pour ces élèves, un obstacle de taille est difficilement contournable pour garantir l'acquisition de la LSF et/ou du Français oral et du lire - écrire. Les conditions nécessaires propres au bain linguistique leur permettant de recevoir en qualité, en variété et en quantité ne sont pas réunies. C'est donc dans ce contexte que nous avons mené notre étude. Nous devons prendre en compte cette hétérogénéité dans l'élaboration de notre matériel, contrainte paradoxale pour une étude expérimentale.

2.8.1. Projet TempoLSF :  valuation des compétences plurilingues et de la maîtrise de l'écrit

En 2017-2018, nous avons dirigé le projet "Temporalité linguistique en LSF et en français écrit : création d'un outil pour l'acquisition des marqueurs temporels chez

les enfants sourds signeurs" financé par la DGLFLF, et mené en collaboration avec des collègues du domaine du Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN) : Delphine Battistelli (MODYCO, spécialiste de la temporalité en français écrit ; Battistelli, 2011), et Michael Filhol, (LIMSI, spécialiste de la temporalité en LSF ; Filhol et al., 2014).

Ce projet visait d'une part à étudier l'acquisition d'un certain nombre de concepts linguistiques liés à l'expression de la temporalité chez les enfants sourds. Les enfants sourds souffrent de difficultés à maîtriser les marqueurs linguistiques de la temporalité, quelle que soit la langue qu'ils utilisent. Ce projet visait également à développer un prototype avec des exercices d'entraînement afin de développer les concepts et les structures linguistiques qui nécessitent l'expression de la temporalité, et ce pour toutes les langues utilisées par les enfants sourds, i.e. le français et la LSF. Cet outil sera lié aux travaux en psycholinguistique et en TAL. La combinaison de ces disciplines soulève plusieurs enjeux : a) des enjeux scientifiques, car la création de cet outil apporte des connaissances sur le développement du langage en LSF (lié ici à la temporalité), la modélisation de la LSF mais aussi la modélisation de l'expression de la temporalité dans les deux langues (LSF et français écrit) avec un focus sur la question des invariants entre les deux langues (en termes de concepts et d'opérations de base impliquées) ; b) des enjeux éducatifs et cliniques car le projet a fourni des outils éducatifs et thérapeutiques pour tester et entraîner l'expression des schémas temporels chez des individus présentant des troubles dans l'accès cognitif et langagier.

Nous avons recruté une étudiante en Master TAL, Sandra Bellato, qui nous a été d'une grande aide pour la revue de la littérature sur les marqueurs temporels dans la LV et la LS, la création des stimuli pour tester les aspects temporels, et l'adaptation des tâches expérimentales aux stimuli signés *vs* stimuli en français écrit. Elle a également abordé la problématique de traduction automatique des adverbiaux temporels du français vers la LSF. Tout le travail qu'elle a réalisé pendant et pour le projet a fait l'objet d'un article pour RECITAL (Bellato et al., 2019). De même, notre travail a fait l'objet d'une publication pour le CMLF 2020 (de Pontonx et al., 2020).

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

* de Pontonx, S., Battistelli, D., **Bogliotti, C.**, & Brossier, F. (2020). L'acquisition des adverbiaux temporels en français écrit chez l'enfant sourd: Premiers résultats comportementaux. *SHS Web of Conferences*, 78, 10008. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207810008>

* Bellato, S., Filhol, M., Battistelli, D., & **Bogliotti, C.** (2019). Vers la traduction automatique d'adverbiaux temporels du français en langue des signes française. *Actes de la Conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN) PFIA, Volume III: RECITAL*, pages 605–616, Toulouse, France. ATALA.

2.8.2. Corpus Alpha : productions écrites d'adolescents sourds

Depuis 2019, nous dirigeons le travail de Raphael Prenovec en collaboration avec Anne Lacheret-Dujour, et avec le soutien de Frédéric Brossier (INJS de Paris). Le point de départ de ce travail est une commande de l'INJS Paris. En effet, depuis plusieurs années, nous avons une convention de collaboration scientifique avec l'INJS Paris, cette convention ayant pour objectif d'accéder au terrain sourd et de pouvoir passer des expérimentations auprès des élèves en élémentaire et collégiens sourds²⁸. La commande précise de l'INJS était de faire un état des lieux de la littéracie sourde. En effet, il y a le fameux rapport Gillot qui parle de 80 % d'illettrisme chez les sourds, mais ce rapport est controversé car les sources sont incertaines. Au vu de l'ampleur du travail, en accord avec l'INJS, nous avons décidé de livrer cette tâche à un doctorant. Ainsi, l'objectif de la thèse est de comprendre et de caractériser les productions écrites d'adolescents sourds en fin de collège, âgés entre 14 et 16 ans.

Méthodologie, participants, procédures

Raphael Prénovec a recueilli des productions écrites dans 4 registres différents. A partir de ces questions, il dispose d'un corpus constitué de 215 copies d'élèves sourds (66 élèves sourds qui ont composé dans au moins un des registres).

Descriptif. "Décris-moi le chemin pour aller de chez toi au collège."

Explicatif. "Quelle est la recette de cuisine que tu maîtrises ? Explique-moi comment tu fais "

Narratif. "Raconte-moi le meilleur souvenir de ta vie."

Argumentatif. "D'après toi, est-ce légitime d'empêcher les sourds de signer à l'école ? "

²⁸ Certains élèves font partie de l'étude de Puissant-Schontz (2020), du projet TempoLSF et certains adultes de l'INJS ont passé des tests du projet EVASIGNE.

Le genre descriptif :
« Décris-moi le chemin pour aller de chez toi au collège (ou au lycée). »



~~Le~~ tous les lundis, je commence à 9h. Donc je dois me lever à 7h. Un lundi, je me levais à 7h. Mon réveil me rappelle en vibration - j'ouvrais mes yeux, je restais dans mon lit pendant 5 min pour mieux me réveiller. Alors je me levais, je vais à la salle de bain, je brossais mes cheveux, j'habillais les vêtements. Parfois, je douche le matin mais ça dépend les soirs si je douche ou pas. Bref, je descends et je dis bonjour à ma belle-mère et mes deux demi-frères. Mon père était déjà parti au travail. Puis je prenais mon petit-déjeuner et je montais, je reprenais mon cahier, je pensais

Figure 44. Exemple de production écrite d'un adolescent sourd (Corpus Alpha, Prenovec)

Pour annoter le corpus Alpha, il était nécessaire de s'accorder sur la manière de coter les erreurs. Un guide d'annotation a été créé (Prenovec, Bogliotti et Lacheret-Dujour (2020) – document de travail non-publié). Les analyses sont en cours.

2.8.3. Projet ANR Sign To Kids : Création d'outils pédagogiques pour l'apprentissage conjoint du français écrit et de la LSF

Depuis le 1^{er} janvier 2023, nous sommes membre du projet ANR SignToKids, projet porté par Sylvie Gibet, PR en Informatique à l'Université Bretagne-Sud – laboratoire IRISA. Le projet ANR SignToKids vise à améliorer l'inclusion des enfants sourds dans le monde de l'éducation en mettant l'accent sur l'accessibilité numérique. Il porte plus précisément sur la conception et le développement des premiers outils numériques et pédagogiques facilitant l'apprentissage coordonné de la LSF et du français écrit pour des enfants sourds de 7 à 12 ans. L'hypothèse est de consolider leurs compétences langagières en LSF, afin de rendre leur langue native plus robuste, et ainsi faciliter le passage au français écrit, langue étrangère pour la population sourde (Marks et al., 2019). L'un des objectifs majeurs du projet est donc de créer des exercices pédagogiques qui offriront aux enfants sourds des moyens alternatifs pour appréhender les concepts langagiers abordés dans les cycles scolaires, en s'appuyant sur les logiques respectives des grammaires de la LSF (iconique et spatiale) et du français. Ces exercices seront ensuite scénarisés afin de renforcer les apprentissages aux différents niveaux de l'apprentissage de l'enfant. Les outils numériques d'assistance (jeux sérieux, vidéobooks) qui en résulteront permettront d'entraîner et de mesurer leurs compétences. La façon de manipuler les éléments du langage, en agissant interactivement sur des

représentations écrites (texte en français, LSF transcrite²⁹), imagières, ou sur des vidéos (média privilégié des sourds), constitue en soi une avancée pour la compréhension et la production de phrases signées. Nous remplacerons les vidéos par des avatars signeurs qui permettent d'éditer interactivement les éléments constitutifs de la LSF (en réorganisant les gloses, ou en coupant, collant, modifiant les mouvements), facilitant ainsi la génération de nouveaux contenus en LSF, et permettant la synthèse automatique d'animations en LSF. D'un point de vue numérique, nous souhaitons dans SignToKids aller plus loin dans cette transformation « texte vers LSF » qui jusqu'à présent reste limitée à des phrases stéréotypées (Gibet et al., 2011 ; Naert et al., 2021), en proposant des techniques récentes d'intelligence artificielle, à la fois symboliques et numériques, afin d'étendre les possibilités de traduction du Français vers la LSF. Une piste de recherche prometteuse consiste à effectuer cette traduction en deux étapes, la première transformant le Français écrit en LSF-glosée, afin de générer automatiquement des exercices et de pallier la faible quantité de données, la seconde utilisant ces données pour l'entraînement d'un réseau de neurone profond destiné à produire de la LSF. Au cours du projet, nous travaillerons en étroite collaboration avec les Instituts Nationaux de Jeunes Sourds qui ont une expertise pédagogique indispensable, et envisageons de tester ces outils dans des écoles bilingues LSF-français, afin de toucher une grande population d'utilisateurs sourds à différents niveaux du développement langagier et des apprentissages scolaires.

Les résultats de recherche attendus comprennent ⁽¹⁾ un état des lieux des documents pédagogiques existants en LSF et en français, ainsi que des livres jeunesse et d'histoires signées ; ⁽²⁾ la constitution d'un corpus en français et en LSF transcrite qui nous permettra de proposer une typologie des structures grammaticales dans des phrases extraites de ces documents ; ⁽³⁾ sur la base des phrases sélectionnées, la création d'exercices scénarisés en français et en LSF permettant l'acquisition et l'entraînement de compétences grammaticales chez les enfants sourds ; ⁽⁴⁾ une base de données annotée de gestes signés capturés et de vidéos d'avatars signeurs en LSF, construite sur la base des corpus de phrases constitués ; ⁽⁵⁾ des méthodes numériques d'assistance pour la traduction automatique du texte en français vers du texte transcrit en LSF, et la production d'animations en LSF ; ⁽⁶⁾ des outils graphiques interactifs mettant en œuvre les exercices scénarisés ; ⁽⁷⁾ des méthodologies et des métriques pour l'évaluation des compétences grammaticales acquises par les jeunes sourds.

Le projet SignToKids se situe en amont d'une recherche ayant pour objectif de construire des scénarios pédagogiques tels que définis dans les sciences pédagogiques ou éducatives. Il vise à créer des exercices grammaticaux qui n'existent pas à l'heure actuelle et les outils développés seront exploités en présentiel avec des enseignants pour enfants sourds (professeurs de Français et de LSF). SignToKids s'appuie en conséquence sur des équipes expertes en traitement automatique des langues naturelles et signées (IRISA, MoDyCo), en développement des compétences langagières des enfants sourds signeurs (Modyco, INJS), ainsi qu'en apprentissage artificiel et en informatique graphique

²⁹ La LSF transcrite est une forme écrite de la LSF sous la forme d'une suite de gloses (une glose représentant le mot du signe correspondant). Nous parlerons également de LSF-glosée.

interactive (IRISA et prestataires), l'ensemble de ces expertises étant nécessaires à l'atteinte des objectifs du projet.

Lors du dépôt du projet, nous avons proposé des exercices de complexité différente dont celui présenté dans la Figure 45, qui a pour objectif de faire travailler sur la structure phrastique en LSF et en français écrit. Pour travailler la construction de la phrase, l'élève doit comprendre les éléments composant la phrase et quelles relations ces éléments entretiennent entre eux : qui est l'agent, le patient, qui produit l'action, etc. L'élève doit également comprendre que l'ordonnancement des mots n'est pas le même en LSF et en français écrit. De même, des mots grammaticaux lexicalisés en français ne le sont pas nécessairement en LSF, ces éléments pouvant être exprimés par un déplacement dans l'espace ou par l'expression faciale, et pas nécessairement avec une unité lexicale.

Compréhension	Objectif. Choisir la phrase en LSF / en Français écrit qui correspond à l'image	
LSF Niveau Cycle II & III	MAINTENANT – EUX – COPAINS – CHAT – (elle leur) MONTRER	MAINTENANT – EUX – COPAINS – CHAT – (ils lui) MONTRER
Français écrit Niveau Cycle II	La fille montre le chat à ses copains	Les enfants montrent le chat à leur copine
Français écrit Niveau 2 Cycle III	Elle le leur montre	Ils le lui montrent
Production	Objectif. Signer la phrase en LSF <u>ou</u> écrire la phrase en Français écrit avec tous les mots proposés dans le désordre	
LSF Niveau Cycle II & III	Produire une phrase en LSF avec les structures grammaticales qui sont l'objet de l'exercice adapté aux cycles II & III (utiliser l'espace de signation, les pointages, la direction et les mouvements)	
Français écrit Niveau Cycle II	Construire une phrase grammaticale qui expriment le sens de l'image (SUJET VERBE COD COI) LE CHAT – LES COPAINS – LA FILLE – MONTRER	
Français écrit Niveau Cycle III	Proposer la phrase suivante en utilisant les pronoms personnels suivants : Chloé promène son chat. Elle croise des enfants. Chloé montre <i>le chat</i> à <i>ses copains</i> . Réponse attendue : elle <i>le leur</i> montre SUJET VERBE COD COI = LEUR LE ELLE	
Traduction	Objectif. Savoir signer en LSF une phrase issue du Français écrit <u>ou</u> Savoir écrire en Français écrit une phrase issue de la LSF	
LSF - Français	Exercice de traduction LSF vers Français / Français vers LSF	

Figure 45. Exercices autour du concept de la phrase en français et en LSF

Un exercice plus complexe réside dans la compréhension de la référence anaphorique. La notion de référence anaphorique et de pronominalisation est complexe à acquérir, tant du point de vue conceptuel (introduction d'un référent, puis de l'anaphore), que de sa formalisation car cette notion se réalisent de deux manières distinctes dans les deux langues de l'élève sourd. En LSF, seulement deux unités sont utilisées pour référer (l'index avec pointage dans l'espace, le proforme manuel ou corporel, pas de marquage du genre et du nombre), alors qu'il existe plusieurs pronoms en français écrit qui sont tous marqués en genre et en nombre. Alors que la même représentation sémantique est activée, ces exercices permettent de travailler des unités grammaticales spécifiques de chacune des langues : en LSF, l'agencement des référents dans l'espace, les classificateurs et l'orientation ; en français, l'utilisation des pronoms, des mots grammaticaux et leur agencement introduisant les notions de COD et COI. Après un entraînement spécifique sur chacune des langues (associant chaque langue à des images), un troisième type d'exercices sera proposé afin de travailler la relation directe LSF/français écrit. Pour ces exercices, il n'y aurait plus le support sémantique des images mais uniquement un lien à faire entre les informations signées et écrites. Ce

projet vient de commencer et nous sommes entrés dans la première phrase d'observation et recensement du matériel utilisé par les professeurs de LSF et de français.

Publications de référence (* consultables dans le Volume 2)

* De Pontonx, S., Battistelli, D., Brossier, F., & **Bogliotti, C.** (2020) * auteurs équivalents. L'acquisition des adverbiaux temporels en français écrit chez l'enfant sourd : Premiers résultats comportementaux. *SHS Web of Conferences*, 78, 10008. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207810008>

* Bellato, S., Filhol, M., Battistelli, D. & **Bogliotti, C.** (2019) Vers la traduction automatique d'adverbiaux temporels du français en Langue des Signes Française, RECITAL, Toulouse, 1-5 juillet

III. Les bases neurales du traitement langagier en LSF

Étudier les compétences langagières suppose de s'intéresser aux aspects linguistiques, psycholinguistiques et neurolinguistiques propres à la langue cible et aux locuteurs de cette langue. Lors des premiers chapitres de ce mémoire, nous avons pu démontrer comment nos travaux sur la LSF ont permis de caractériser les propriétés structurales de la LSF, et quels processus cognitifs lors de la compréhension et production en LSF (signes, non-signes, phrases) nous avons pu identifier. Si les approches linguistiques et psycholinguistiques sont à présent relativement courantes dans les LS étrangères, et que nous apportons les premières données pour la LSF, ce n'est pas le cas pour les données neurolinguistiques qui ont encore de belles découvertes à faire en ce qui concerne les substrats biologiques des LS, que ce soit en termes de localisation ou de temporalité des mécanismes neurolinguistiques.

En remportant le projet SESAME – EQUIPEMENT LOURD de la Région Ile-de-France (2016), nous avons permis au laboratoire MODYCO de renforcer son champ d'action dans l'investigation psycho-neurolinguistique et ses forces expérimentales. En collaboration avec K. Heidlmayr, A. Julien Da Cruz Lima et F. Isel, nous avons largement contribué à la mise en place et au développement de la plateforme expérimentale LEEN – Laboratoire d'Electro-Encéphalographie de Nanterre de la Fédération CNRS S2CH (Sciences Sociales du Comportement Humain), ce qui nous a également permis d'élargir nos compétences en termes de techniques expérimentales, et plus particulièrement une compétence dans l'investigation électrophysiologique, nous donnant ainsi la possibilité d'investiguer les aspects neuronaux des compétences langagières normales ou altérées chez les adultes sourds signeurs. Ces études restent rares dans les langues des signes étrangères, et inédites en LSF et nous espérons pouvoir bientôt publier plusieurs articles sur les différentes expériences menées ces dernières années. La pandémie a clairement ralenti nos expérimentations tant au niveau de la récolte de données que de l'analyse. Avec l'aide de Philomène Périn, ces études ont pu être lancées grâce à notre [projet IUF](#) (2017-2022) dans lequel un des objectifs était précisément de recueillir les premières données sur le traitement neural de la LSF.

Dans cette partie, nous présenterons différents modèles de neurobiologie du langage en LV, en y soulevant leurs qualités et limites, puis présenterons nos expériences en EEG et les principales conclusions pour enfin, en guise de chapitre final, notre proposition d'un modèle interactif du traitement de la LS.

1. Le traitement neurolinguistique des LV et sa modélisation

L'objet de cette section n'est pas de faire un état de l'art exhaustif sur les travaux dans le champ du traitement neurolinguistique des LV. Cependant, il nous semblait important de rappeler quelques modèles contemporains influents qui reflètent les

étapes et controverses sur la manière dont sont envisagés les mécanismes spatio-temporels du traitement du langage. Ces modèles sont dédiés au traitement des LV et ne peuvent s'appliquer stricto-sensu aux LS, mais nous ont permis de poser les bases d'un nouveau modèle que nous proposons : le Modèle Sign-Prim.

1.1. Modèle neurocognitif de compréhension du langage de Friederici (1995; 2011)

A partir des données IRMf et TEP disponibles dans les littératures, Friederici a proposé le Modèle de compréhension auditive du langage (1995; révisé en 2011) qui offre une vision sérielle du traitement spatio-temporel du langage. Friederici relève 3 phases distinctes (Figure 46) : une première phase pendant laquelle la structure syntaxique initiale est formée sur la base des informations relatives à la catégorie de mots (100-300 ms); une seconde phase 2 au cours de laquelle les processus lexico-sémantiques et morphosyntaxiques permettent d'assigner les rôles thématiques (300-500 ms) ; et enfin une troisième phase pendant laquelle les différents types d'informations linguistiques sont intégrés pour la compréhension (500-1000 ms). Bien que la construction de la structure syntaxique de la phrase soit autonome et précède les processus sémantiques d'un point de vue temporel, ces processus n'interagissent que tardivement.

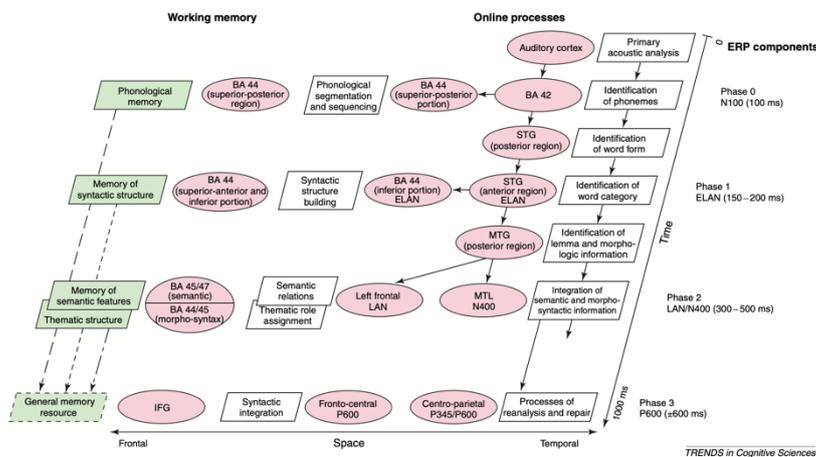


Figure 46. Modèle de compréhension auditive du traitement de la phrase, tiré de Friederici, 2002

La neuroanatomie fonctionnelle de la compréhension auditive du langage est décrite comme un réseau temporo-frontal bilatéral dans lequel les régions temporales gauches soutiennent les processus d'identification des éléments phonétiques, lexicaux et structurels ; le cortex frontal gauche est impliqué dans le séquençage et la formation de relations structurelles, sémantiques et thématiques ; la région temporale droite est supposée soutenir l'identification des paramètres prosodiques ; et le cortex frontal droit est impliqué dans le traitement de la mélodie de la phrase.

Friederici répond aux controverses concernant l'autonomie vs l'interaction des processus. Elle soutient que les deux types de traitement (traitement autonome et

traitement interactif), peuvent co-exister, mais qu'ils décrivent des phases de traitement différentes au cours de la compréhension du langage : les phases précoces se déroulent de manière autonome pour interagir tardivement dans le but d'intégrer le sens. Friederici souligne que son modèle est compatible avec les modèles *syntax-first* mais également les modèles interactifs qui supposent une interaction tardive.

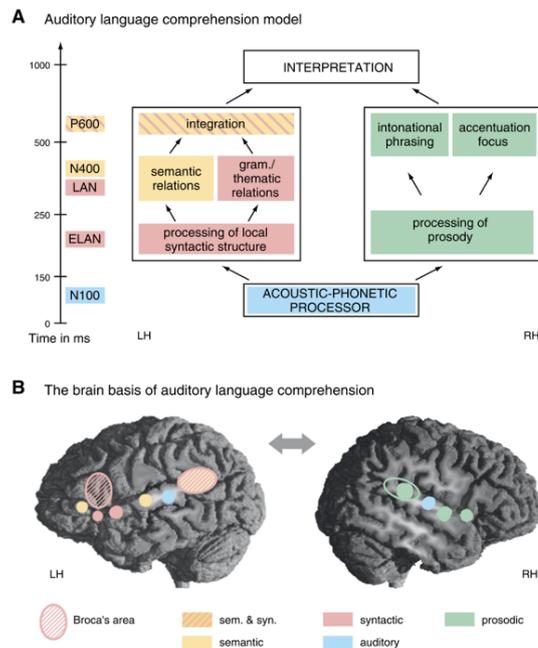


Figure 47. Modèle de compréhension de la phrase en modalité auditive. Figure tirée de Friederici (2005 puis 2011).

Dans son article de 2011, Friederici mentionne les faiblesses (ou plutôt des points de vigilance) du modèle qu'elle propose. Un des points qu'elle soulève concerne la variabilité interlangue, et surtout la manière de généraliser un modèle neuroanatomique fonctionnel du traitement du langage élaboré à partir de données provenant principalement de langues comme l'anglais, l'allemand (etc.) et qui peuvent être proches typologiquement. Si cette question se pose pour les LV qui peuvent ne pas avoir le même ordonnancement des mots dans les phrases, ou des phénomènes de morphologie lexicale singulier, elle est impérative pour les LS qui sont typologiquement éloignées des langues sur lesquelles ont été construits ces modèles.

D'autre part, elle soulève la question très controversée de la spécialisation des aires: le modèle actuel associe une fonction particulière à une région cérébrale particulière au sein du système langagier, mais laisse la possibilité que cette même région remplisse une autre fonction dans un domaine autre que le langage. La fonction particulière que cette même région soutient dans l'autre domaine peut soit être étroitement liée, comme la fonction "syntaxique" de l'aire de Broca dans le traitement du langage et de la musique (Maess et al., 2001) ; soit la fonction dans

l'autre domaine peut ne pas être très similaire, comme par exemple le rôle de l'aire de Broca dans le traitement du langage et d'actions *goal-directed* (Koechlin et Jubault, 2006).

Ces points de vigilance soulevés par Friederici, qui concordent avec nos observations dans nos études, nous encouragent donc à intégrer ces variables à notre modèle.

1.2. Modèle MUC (Memory, Unification, Control ; Hagoort, 2007; 2013)

Dans son modèle MUC, Hagoort considère que le traitement du langage peut se diviser en 3 composantes : la Mémoire, l'Unification et le Contrôle.

La sous-composante Mémoire correspond aux connaissances linguistiques qui au cours du processus d'acquisition du langage, sont encodées et consolidées dans les structures de la mémoire néocorticale. Cette composante du modèle est spécifique au langage et traite des unités phonologiques, morphologiques et syntaxiques. Elle est localisée dans le cortex temporal gauche ainsi que dans le gyrus angulaire pariétal gauche. Cependant, le traitement du langage va au-delà de la récupération et de la concaténation des éléments contenus dans la composante *Mémoire*. En effet, la qualité du langage humain s'observe dans la possibilité de combiner les éléments de manière originale et infinie. Ainsi, dans le modèle MUC, les éléments lexicaux de la Mémoire s'assemblent, permettant ainsi de "donner du sens", ce processus de dérivation d'un sens nouveau et complexe à partir des éléments lexicaux est appelé Unification.

La composante Unification fait donc référence à cette activité d'assemblage de tous les éléments stockés dans la Mémoire : le locuteur assemble les unités phonologiques, lexicales ou syntaxiques en structures plus larges, avec la contribution du contexte, actualisant ainsi le sens. Il faut donc comprendre ce processus d'unification comme un procédé dynamique du fait de l'interaction constante entre la Mémoire et l'Unification. Ce processus s'opère à la fois au niveau syntaxique (plutôt latéralisé à gauche), et au niveau phonologique et sémantique (qui fait intervenir les deux hémisphères). Ainsi, Hagoort suppose que le traitement du langage résulte de la mise en place de différents processus et donc de l'activation d'un certain nombre de zones cérébrales qui interagissent. Ce point de vue l'oppose considérablement de Friederici.

Enfin, la composante Contrôle fait référence à une utilisation écologique du langage, en y intégrant les notions d'interaction sociale et d'utilisation en contexte. Il s'agit ici de décrire par exemple le contrôle exécutif qui est convoqué lorsque le locuteur sélectionne la langue cible appropriée au contexte, ou bien gérer les aspects d'action conjointe de l'utilisation de la langue dans le cadre d'une conversation, la sélection du registre approprié aux différentes situations sociales, etc. Les langues disposent de mécanismes linguistiques propres qui déclenchent le Contrôle attentionnel pour comprendre un énoncé qui, la plupart du temps, est inféré par la compréhension d'une partie de l'énoncé (par exemple, la prosodie ou la présence d'éléments grammaticaux comme les marqueurs interrogatifs). Cette

composante Contrôle se situe dans les régions du cortex préfrontal dorsolatéral, ainsi que dans d'autres structures telles que le cortex cingulaire antérieur.

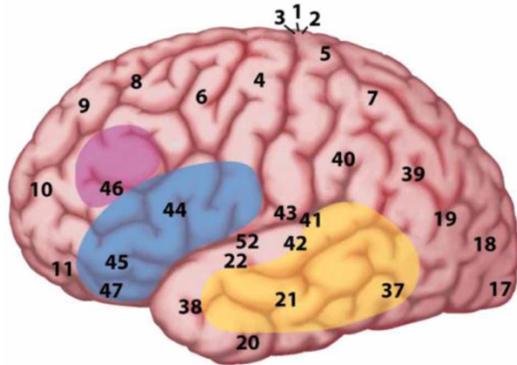


Figure 48. Le modèle MUC (Hagoort, 2013). La figure présente une vue latérale de l'hémisphère gauche, avec les zones de Brodmann. Les zones de la composante Mémoire se trouvent dans le cortex temporal (en jaune), y compris le gyrus angulaire dans le cortex pariétal. La composante Unification nécessite la contribution de l'aire de Broca (aires 44 et 45 de Brodmann) et du cortex adjacent (aires 47 et 6 de Brodmann) dans le lobe frontal. Les opérations de Contrôle recrutent une autre partie du lobe frontal (en rose) et le cortex cingulaire antérieur (CCA ; non représenté sur la figure), ainsi que des zones impliquées dans l'attention.

1.3. Modèle neurobiologique de la dyslexie développementale (Ramus, 2005)

Ramus (2005) propose un modèle qui cherche à comprendre l'enchaînement causal des déficits biologiques, cognitifs et comportementaux observés dans la dyslexie développementale. Notre connaissance bien ce modèle du fait notre travail post-doctoral avec Franck Ramus. Les points de ce modèle qui nous paraissent pertinents pour nos travaux concernent l'intégration des facteurs environnementaux qui jouent un rôle prépondérant dans le type de déficits développés, et ce à tous les niveaux de représentations. Ainsi, dans le modèle que nous présenterons plus tard, il nous semblait impératif d'y intégrer ces facteurs environnementaux.

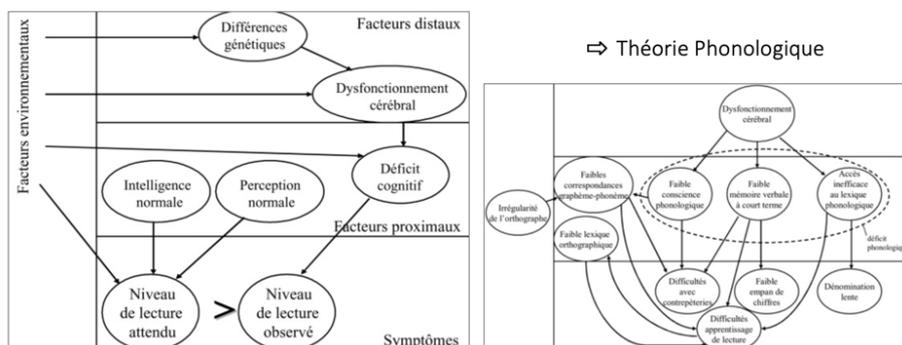


Figure 49. Modèle causal de la neurobiologie de la dyslexie, avec la théorie phonologique décrite selon le modèle de Ramus (2005). Les bulles représentent des caractères aux niveaux de description biologique, cognitif ou comportemental; les flèches représentent les liens causaux présumés entre caractères. Ici, seul un sous-ensemble de toutes les manifestations comportementales possibles est représenté.

Bien que les auteurs de ces modèles mettent en garde sur la généralisation de ces modèles, il y a sans doute des ajustements conséquents à faire concernant des spécificités linguistiques des LS et des locuteurs qui l'utilisent (le traitement visuel, la simultanéité, l'iconicité, la bimodalité, l'AOA, etc.). A notre connaissance, à part Emmorey, il n'existe pas de modèle neurolinguistique des LS.

2. Le traitement neurolinguistique des LS

Une question majeure dans la littérature LS, et qui nous occupe dans nos recherches sur la LSF, concerne l'impact de l'apprentissage tardif d'une L1 ou d'une L2 sur le traitement neural du langage. Mais avant cela, dans le cadre de l'acquisition native classique (acquisition typique), une autre question tout aussi cruciale réside dans le fait de comprendre si les LS et les LV sont traitées dans des zones cérébrales similaires. Les études neurolinguistiques sur le traitement des LV, que ce soit en modalité orale ou écrite, suggèrent que la perception des phrases engage davantage le cortex temporal antérieur et postérieur gauche et le gyrus frontal inférieur gauche que ne le fait la perception des mots isolés. Ainsi les LS offrent la possibilité d'étudier dans quelle mesure l'organisation neuronale du langage est indépendante de la modalité, ainsi que d'identifier les façons dont la modalité influence cette organisation.

Dans son article, Emmorey (2021) propose une revue complète des recherches sur la neurobiologie des LS. Bien que les 20 dernières années de recherche en neurobiologie des LS montrent principalement que l'hémisphère gauche soutient majoritairement le traitement des LS comme des LV, il reste encore beaucoup d'inconnues. L'objectif d'Emmorey est de proposer un modèle neurobiologique de la production et de la compréhension de la LS qui inclut à la fois les phénomènes linguistiques communs aux LS et LV, mais également d'y intégrer les phénomènes linguistiques fondamentalement façonnés par la modalité visuo-gestuelle (la permanence de l'iconicité, les constructions à classificateurs, et la bimodalité) et les unités langagières spécifiques aux langues des signes (par exemple, les unités phonologiques visuo-manuelles, les mouth gestures, la dactylologie, l'utilisation de l'espace pour les phénomènes syntaxiques). Emmorey (2021) aborde les processus de production et de compréhension séparément afin de déterminer si et comment les différences d'entrée et de sortie entre les mots et les signes ont un impact sur les substrats neuronaux qui soutiennent les compétences articulatoires et perceptives. Ainsi, cela permet de se concentrer non pas seulement sur les substrats neuronaux communs aux langues parlées et signées, mais davantage sur le lien entre processus psycholinguistiques - unités linguistiques partagés ou non par les deux modalités et le réseau neuroanatomique fonctionnel qui soutient le traitement langagier des LS.

2.1. Production et compréhension des langues des signes : données neurolinguistiques

Comme nous avons pu le voir, les données psycholinguistiques indiquent majoritairement que les processus de production mots *vs* signes sont largement

parallèles, que ce soit pour la combinaison d'unités sublexicales (dans le cas des lapsus manuels : Hohenberger et al., 2002 ; Fromkin, 1971), ou pour la récupération des représentations sémantiques lors de la production de signes qui se fait indépendamment de la récupération des informations phonologiques (mot/signe sur le bout de la langue / main : Brown et McNeill, 1966; Thompson et al., 2005). Au niveau de la phrase, les études ont rapporté un effet d'amorçage syntaxique identique en LS ou LV (Bock, 1986 ; Hall et al., 2015).

Nous invitons le lecteur à parcourir la revue d'Emmorey (2021) sur les 20 ans d'études neurolinguistiques en LS. Nous rapportons ici les 2 schémas de illustrant sa proposition de modélisation des réseaux neuraux à l'action lors de l'activité de production et de compréhension en LS (Figure 50 et Figure 51), ainsi que quelques résultats majeurs qui concourent à penser que le traitement neurolinguistique est à la fois amodal et spécifique selon le niveau linguistique de l'unité à traiter.

2.1.1. Processus de production dans les LS

Si l'on s'intéresse aux données neurolinguistiques, Gutierrez-Sigut et al. (2015 ; 2016) rapportent que la production de signes est fortement latéralisée à gauche, davantage que la production de la parole. On peut voir dans la Figure 50 que la production en LS engage les mêmes aires que les LV.

Le lobe pariétal supérieur gauche serait impliqué dans l'encodage phonologique des signes, mais il serait également recruté lors de la planification articulo-motrice des signes (Shum et al., 2020) et du mouvement des mains vers les différentes parties du corps (tête, épaule, etc. ; Emmorey et al., 2016). Le gyrus supramarginal gauche semble être impliqué dans le stockage et l'assemblage des unités phonologiques (Buchsbaum et al., 2005 ; Corina et al., 1999a). Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la coordination bimanuelle pour les signes bimanuels ne nécessite pas une plus grande implication du circuit moteur ; au contraire, la production de ces signes requiert moins de ressources neuronales peut-être parce que les cibles à produire pourraient être réparties entre les deux articulateurs (au moins pour les signes symétriques ; Emmorey et al., 2016). Enfin, contrairement à l'activité de compréhension, on ne sait presque rien des substrats neuronaux qui soutiennent la production des composantes sublexicales non manuelles des signes (mouth gestures, expressions faciales ; Corina et al., 1999b).

Sketch of the neural network for sign production

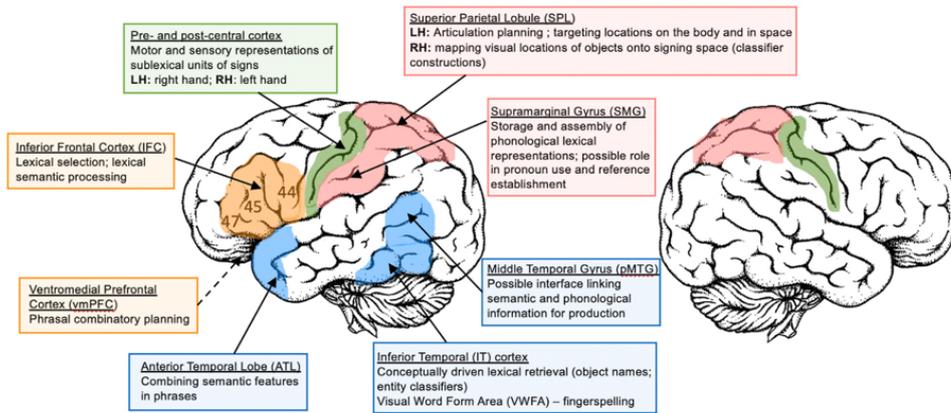


Figure 50. Proposition d'un modèle de réseau neural pour la production en langue des signes avec hémisphère gauche (LH) et hémisphère droit (RH). Figure tirée de Emmorey (2021).

Nous savons peu de choses sur les régions neurales qui soutiennent la production de phrases en LS. La littérature sur l'aphasie indique clairement que l'hémisphère gauche joue un rôle essentiel dans la production de phrases (Poizner et al., 1987 ; Atkinson et al., 2005), mais l'organisation fonctionnelle au sein de l'hémisphère est largement méconnue pour les LS.

2.1.2. Processus de compréhension dans les LS

La Figure 51 présente une esquisse du réseau neuronal du processus de compréhension en LS à partir des différentes études parues

Sketch of the neural network for sign comprehension

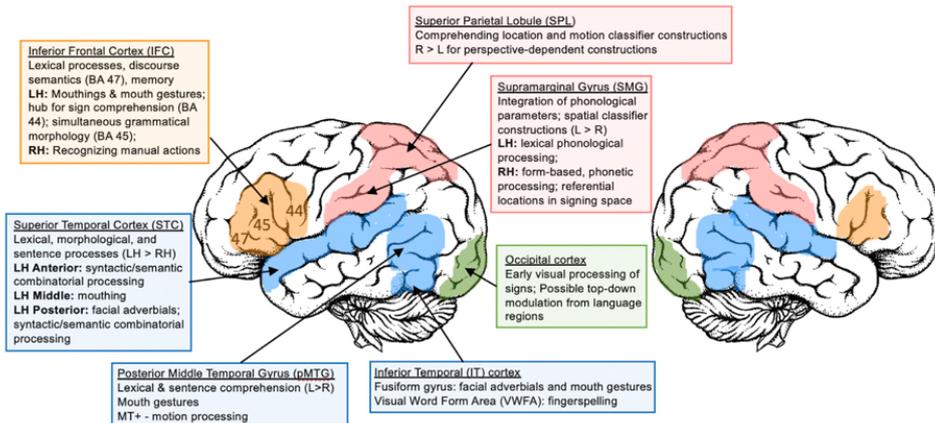


Figure 51. Proposition d'un modèle de réseau neural pour la compréhension en langue des signes avec hémisphère gauche (LH) et hémisphère droit (RH). Figure tirée de Emmorey (2021).

Entre autres, en ce qui concerne la perception phonétique/phonologique précoce des signes, le cortex occipital semble être adapté pour discriminer rapidement les stimuli linguistiques des stimuli non linguistiques chez les sourds signeurs (Almeida et al., 2016 ; voir également Corina et al., 2007).

Jusqu'à présent, il existe peu de preuves que l'iconicité module la réponse neuronale pendant la compréhension des signes (Emmorey et al., 2020). Cependant, il convient de noter que ni la nature subjective de l'iconicité (Occhino et al., 2017) ni les différents types de mappings iconiques (Caselli et Pyers, 2020) n'ont été pris en compte dans ces études. Enfin, la compréhension des signes dactylogoïés à une main et à deux mains active l'aire de la forme visuelle des mots dans le cortex occipito-temporal ventral (Waters et al., 2007 ; Emmorey et al., 2015).

Bien que la plupart des études de neuro-imagerie sur la compréhension des phrases signées constatent une activation fronto-temporale bilatérale, les études qui ciblent spécifiquement les processus au niveau de la phrase constatent une activation latéralisée à gauche dans le cortex temporal supérieur. Dans l'ensemble, la différence d'input pour la compréhension des signes et des mots est observée sans surprise dans l'implication précoce des cortex occipitaux (visuels pour les signes) par rapport aux cortex temporaux supérieurs (auditifs pour les mots). Cependant, bien que les étapes initiales du traitement sensoriel des signes et des mots se produisent dans les zones corticales différentes, l'étape ultérieure du traitement lexico-sémantique est la même quelle que soit l'entrée sensorielle (Leonard et al., 2012).

Comme pour la production de signes, le cortex pariétal (GSM bilatéral) semble être plus impliqué dans le traitement des signes au niveau de la forme, probablement en raison des différences dans les unités phonologiques (la forme des mains et l'emplacement du corps, plutôt que les consonnes et les voyelles ; Cardin et al., 2016). La compréhension des phrases, qu'elles soient signées ou parlées, repose sur le cortex Temporal Supérieur gauche, et de nombreuses études ont maintenant démontré l'existence d'un réseau fronto-temporal parallèle latéralisé à gauche pour la compréhension des signes et de la parole (Mac Sweeney et al., 2002a ; Sakai et al., 2005 ; Emmorey et al., 2014).

2.2. Les effets de l'acquisition tardive sur le traitement neural

L'étude des compétences langagières chez différents types de locuteurs de LS peut offrir un aperçu unique sur la façon dont les contraintes biologiques et les données environnementales interagissent pour façonner les bases neurales du traitement du langage. Comme nous venons de le mentionner rapidement, plusieurs études IRMf ont été menées auprès d'adultes signeurs (voir Emmorey, 2021), et, au-delà des étapes initiales de la perception sensorielle, le traitement neural des LV et des LS semble remarquablement similaire (Emmorey, 2021). Il est donc légitime de se demander si l'apprentissage tardif de la L1 par rapport à celui de la L2 influence le traitement neurolinguistique.

Avant de s'intéresser à l'impact de l'AOA sur le traitement neurolinguistique, plusieurs études de cas ont mentionné des liens entre lésions cérébrales et troubles

langagiers en LS : des adultes sourds quasi-natif (*life-long signer*) présentaient une asymétrie de l'HG lors du traitement de la LS (Poizner et al., 2000) ; des lésions du lobe temporal gauche affectaient la compréhension de signes simples et de phrases complexes (Hickok et al., 1998 ; Hickok et al., 2002) ; des troubles en production de signes ou reconnaissance de signes en ASL et Langue des Signes Japonaise (Corina et al., 1999 ; Hickok et al., 1995 ; Saito et al., 2007)

Pour l'heure, nous ne connaissons que quelques études qui ont examiné les effets de l'AOA (ou de l'expérience avec la LS pour Newmann) sur les systèmes neuronaux soutenant le traitement de la LS chez les sourds signeurs (Newmann et al., 2002 ; MacSweeney et al., 2008 ; Mayberry et al., 2011 ; Twomey et al., 2020 ; chez des adolescents avec un AOA extrêmement tardif : voir Ferjan-Ramirez, 2016). Si les résultats concordent sur un effet de l'AOA, le type d'impact n'est pas le même selon les études : si Mayberry et al (2011) observent une atypicité de traitement et une hypo activation de régions occipitales et fronto-temporales chez les signeurs tardifs comparativement aux signeurs natifs lors d'une tâche de jugement de grammaticalité et jugement phonémique en ASL, MacSweeney et al. (2002) rapporte une hyperactivation de la partie postérieure du gyrus frontal inférieur gauche chez les sourds signeurs tardifs par rapport aux sourds signeurs précoces dans la partie postérieure du gyrus frontal inférieur gauche lors d'une tâche de jugement phonologique en BSL. Ces résultats sont cependant à relativiser car ce ne sont pas les mêmes tâches et niveaux linguistiques qui étaient évalués dans les études.

A l'aide d'une tâche d'amorçage sémantique, Ferjan-Ramirez et al. (2016) ont étudié le traitement lexico-sémantique d'adolescents sourds signeurs tardifs pendant plusieurs mois, et ont constaté un comportement semblable à celui de locuteurs entendants ASL – L2 : la durée d'exposition à l'ASL était bénéfique car les réponses étaient plus précises et le temps de réponse diminuait au fur et à mesure que leur expérience langagière s'accroissait. En revanche, les mesures neurales effectuées en parallèle ont révélé une atypicité dans le traitement : les régions du cerveau activées ne se situaient pas dans la partie fronto-temporale de l'hémisphère gauche comme cela est le cas chez des enfants sourds ou entendants exposés précocement à une langue, mais dans la partie dorso-fronto-pariétale de l'hémisphère droit.

L'étude la plus récente de Twomey et al., (2020) rapporte aussi un effet de l'AOA de la LS, cet effet étant commun aux signeurs sourds et entendants, avec une activation plus importante du segment occipital du sillon intrapariétal gauche chez les apprenants tardifs que chez les apprenants natifs. Cet effet peut être le reflet d'une plus grande dépendance aux ressources de traitement visuel lors de la perception de la LS, quel que soit leur statut auditif. Des résultats antérieurs avaient rapporté que lorsque l'activation dans les zones antérieures du langage était atténuée par l'effet d'un AOA tardif, les zones postérieures responsables du traitement de la perception visuelle étaient hyperactivées. Des études comportementales ont montré que les signeurs tardifs commettaient des erreurs lexicales suggérant une conscience accrue de la structure phonologique des signes (Mayberry, 1993 ; Mayberry & Eichen, 1991 ; Mayberry & Fischer, 1989). Les études sur la perception catégorielle ont également permis de découvrir que les signeurs tardifs étaient hypersensibles aux propriétés psychophysiques des

signes. Les signeurs natifs, qu'ils soient sourds ou CODA, ne présentaient pas cette hypersensibilité aux propriétés visuelles des signes (Best et al., 2010 ; Morford et al., 2008).

Ainsi, les modèles de traitement neuronal du langage développés pour expliquer l'anatomie fonctionnelle de la LV peuvent également expliquer une grande partie de l'anatomie fonctionnelle de la LS (Hagoort, 2005 ; Hickok & Poeppel, 2004 ; Hickok et al., 2002). La contribution essentielle des travaux en imagerie tient dans la constatation que le chevauchement de l'anatomie fonctionnelle du traitement de la LV et de la LS n'est observé que chez les sourds qui ont eu une acquisition native, et que les tardifs présentent une atypicité de traitement. Selon Mayberry et al., lorsque le développement du cerveau et le développement du langage pendant la petite enfance sont asynchrones, différentes régions du réseau linguistique classique du cerveau sont recrutées pour le traitement langagier dans le cerveau adulte. L'acquisition tardive d'une langue atténuerait l'activation des aires cérébrales adultes qui servent généralement au traitement syntaxique, sémantique et phonologique, même lorsque la langue a été utilisée comme langue principale pendant plus de vingt ans.

En résumé, la littérature existante en IRMf suggère que les effets de l'AOA de la LS sont différents chez les signeurs sourds et les entendants. Cette divergence peut être due à des différences dans la tâche utilisée ou peut en effet refléter l'impact du statut auditif ou une conséquence du statut auditif comme l'exposition appauvrie à une langue première, directement liée à l'acquisition tardive de la LS chez les sourds. Néanmoins, l'exposition précoce à une langue, qu'elle soit signée ou parlée, semble indispensable pour mettre en place l'infrastructure neuronale pour soutenir la langue native, ou toute langue apprise plus tard dans la vie.

3. EEG et Langue des Signes

3.1. Preuves électroencéphalographiques du traitement langagier dans les LV

La technique électroencéphalographique (EEG).

Les Potentiels Évoqués (ERP, Event-Related Potential) sont des changements de tension dans l'activité électrique du cerveau, ces changements de tension étant la conséquence d'événements moteurs, sensoriels ou cognitifs. Dans les expériences langagières, les ERP sont donc liés à présentation d'un mot, d'un son, ou à la violation d'une attente (sémantique, grammaticale)³⁰. Ils sont obtenus à partir de l'analyse des données en EEG, données enregistrées à partir d'électrodes placées à différents endroits du cuir chevelu. Le signal est ensuite moyenné sur de nombreux essais afin d'éliminer tout bruit indésirable dû à l'activité cérébrale non

³⁰ Ce paradigme consiste à insérer une anomalie dans une phrase à un certain niveau de fonctionnement qui peut être linguistique (i.e., pragmatique, sémantique, lexical, morphologique, phonologique) ou physique (taille, couleur, forme des caractères, par exemple) afin de tester le rôle de l'élément modifié sur le traitement de la phrase. C'est une façon indirecte d'étudier le fonctionnement du système de traitement à différents niveaux en créant de manière systématique un dysfonctionnement.

liée à l'expérience, mais aussi à d'autres sources d'activité électrique, telles que les mouvements musculaires, les potentiels cutanés ou les appareils électriques présents dans la pièce. Les ERP sont des potentiels post-synaptiques qui se produisent sur des millions de neurones en même temps. Tous les processus cognitifs n'ont pas nécessairement de signature ERP : pour être visible, l'activité doit provenir d'un grand nombre de neurones orientés dans la même direction, ce qui se produit le plus souvent dans les cellules pyramidales du cortex (Osterhout et al. 2004 ; Luck 2014). Les ERPs sont une série de pics négatifs et positifs dans le temps qui sont caractérisés comme des composantes en fonction de leur polarité (positive/négative), de leur latence (en millisecondes) et de leur distribution (sur la surface du cuir chevelu). L'amplitude des pics est mesurée en microvolts (μV). Ces composantes sont censées refléter les processus cognitifs.

Les ERP sont fréquemment utilisés pour étudier le traitement du langage, et ce, pour plusieurs raisons. Tout d'abord, L'EEG est une technique que l'on appelle *on-line*, c'est à dire qu'elle permet de rendre compte de tout le processus de traitement effectué par le participant de la présentation du stimulus jusqu'à la réponse, ce qui n'est pas le cas des expériences comportementales dans lesquelles nous n'obtenons que la réponse. A l'issue de l'expérience, nous disposons d'informations sur le processus de traitement et non pas la conséquence du traitement.

Les ERP sont également appréciés pour leur excellente résolution temporelle : un échantillon est enregistré toutes les 1 ou 2 ms, ce qui les rend particulièrement adaptés à l'étude des processus on-line comme que le traitement du langage. Cette résolution temporelle permet également d'observer différents processus qui se déroulent simultanément et d'en cibler un en particulier par le biais de manipulations expérimentales. Un dernier avantage, et pas des moindres, est qu'une réponse comportementale n'est pas nécessaire. Ainsi, des études peuvent être menées auprès de populations pour lesquelles il est difficile d'obtenir une réponse (par exemple, les nouveau-nés et jeunes enfants ou les patients aux fonctions cognitives ou motrices altérées), ou lorsque cela affecterait le traitement, par exemple dans les études axées sur l'attention.

Phrase contrôle Les sauveteurs savent qu'il y a une mer agitée, les nageurs sont prévenus

Phrase avec une incongruité sémantique

les sauveteurs savent qu'il y a une mer agitée, les **canapés** sont prévenus

Phrase avec une incongruité syntaxique

Les sauveteurs **reposent** qu'il y a une mer agitée, les nageurs sont prévenus

Phrase avec une incongruité morphosyntaxique

Les sauveteurs savent qu'il y a une mer agitée, **le** nageur **sont** prévenus

Exemple 1. Type de stimuli à différents niveaux de traitement présentés dans des paradigmes de violation

Les composantes ERP connues dans l'investigation du langage.

Plusieurs composantes de l'ERP présentent un intérêt particulier pour l'étude du traitement du langage, que ce soit la langue native ou la langue seconde.

Au cours des dernières décennies, différentes composantes ERP relatives au langage ont été identifiées :

- une onde négative qui apparaît à la suite d'une violation phonologique aux alentours de 200/300 ms sur la face antérieure gauche du scalp. La PMN est reliée aux habiletés de conscience phonologique et se distingue de la MMN, qui est plus précoce (après 100 ms) et qui reflète davantage la discrimination des catégories acoustiques et phonémiques;
 - une négativité antérieure gauche précoce (ELAN) entre 120 et 200 ms, considérée comme reflétant les processus initiaux de construction de la structure syntaxique ;
 - une négativité centropariétale entre 300 et 500 ms (N400), reflétant les processus sémantiques ;
 - dans la fenêtre temporelle entre 300 et 500 ms, une négativité antérieure gauche (LAN) a été observée pour les caractéristiques syntaxiques qui marquent la relation grammaticale entre les arguments et le verbe, et ceci a été considéré comme reflétant l'attribution des relations thématiques.
 - une positivité centropariétale tardive (P600), considérée comme reflétant les processus syntaxiques tardifs. De plus,
- Pour une présentation claire des ondes et des nombreuses études qui ont rapporté les ondes qui signent les différents niveaux de traitement en fonction de leur déroulement temporel, voir Pélissier (2020).

3.2. Preuves électrophysiologiques du traitement sémantique et syntaxique des phrases en langue des signes

Contrairement aux LV, peu d'études ERP ont porté sur le traitement sémantique et syntaxique en LS, que ce soit chez des locuteurs sourds ou entendants (en ASL : Neville et al., 1997 ; Capek et al., 2009, Gutierrez et al., 2012 ; Malaia et al., 2020 ; en langue des signes allemande (DGS) : Hänel-Faulhaber et al., 2014 pour le traitement de phrases signées ; Skotara et al., 2012 pour traitement de phrases écrites en allemand chez des locuteurs sourds signeurs). Des études récentes ont porté sur les traitements phonologiques et perceptifs des signes isolés (Meade et al., 2021, 2022), sur les effets de l'iconicité dans l'accès lexical (Mc Garry et al., 2023), et sur la perception d'images présentant des signes lexicaux ou non lexicaux (Deng et al., 2020).

L'intérêt principal de toutes ces études avec les LS concerne l'amodalité du traitement langagier : le système neural traite-t-il de la même manière le langage dans la modalité vocale, écrite et signée ? Chaque modalité étant spécifique du point de vue du médium employé et de la manière dont le locuteur ou lecteur le reçoit, il est intéressant de constater si les corrélats neuronaux sont identiques. Une seconde question d'intérêt avec les LS concerne l'âge d'acquisition de la LS justement. En effet, comme nous l'avons déjà expliqué, l'exposition native à la LS est loin d'être la situation la plus courante (5% des locuteurs sourds sont des natifs LS), et une exposition tardive à la LS présente des conséquences qui sont loin d'être anodines en termes de traitement et de production du langage.

Ainsi, dans les travaux que nous avons menés, en plus de vérifier le déroulement temporel des traitements sémantique et syntaxique en LSF, nous souhaitons

observer si l'AOA avait une incidence sur le traitement neural de la sémantique et de la syntaxe. Ces données sont pour l'instant rares dans les LS, et inexistantes en LSF, et les premiers résultats exposés ci-après sont inédits.

Des rares études conduites dans les LS étrangères, nous pouvons considérer que les résultats sont hétérogènes, nous laissant peu à même de tirer une conclusion. De notre point de vue, entre les études qui souhaitent prouver que les LS sont de vraies langues et cherchent à retrouver une onde semblable, les études différentielistes, le fait de vouloir étudier des processus semblables aux LV, la difficulté de trouver des sourds signeurs, tant pour l'élaboration des stimuli que des participants, sont de nombreux obstacles quant à l'émergence de résultats consensuels.

Mis à part les problèmes méthodologiques que les auteurs ont pu rencontrer, ces études ont tout de même rapporté une élicitation d'une onde biphasique N400 et P600, marqueur respectif de la violation de la restriction sélective et du mécanisme de réanalyse, suggérant que les LS et les LV peuvent qualitativement partager des processus linguistiques sous-jacents similaires. Certaines recherches que nous allons présenter ci-dessous ont cependant mentionné les spécificités de la modalité visuo-gestuelle des LS.

Neville et al. (1997) ont étudié le traitement de l'ASL chez des adultes qui différaient en termes de statut auditif (sourd *vs* entendant) et d'AOA (natif *vs* tardif). Ils ont donc soumis des sourds signeurs natifs, CODA, sourds signeurs tardifs, entendants non signeurs à un paradigme de violation en EEG. Les auteurs ont rapporté le même type de résultats que ceux constatés dans une LV : une N400 assez postérieure suivie d'une P600 plutôt latéralisée à gauche. Leurs résultats sont en faveur d'un traitement amodal du langage.

Capek et al. (2009) se sont intéressés au traitement sémantique et syntaxique de l'ASL chez des adultes sourds signeurs natifs uniquement. Là encore, les auteurs ont observé une N400 postérieure et médiane pour les incongruités sémantiques, par opposition à une négativité précoce antérieure/latérale gauche suivie d'une P600 pariétale gauche pour les incongruités syntaxiques. Leurs résultats sont cohérents avec l'hypothèse d'amodalité soulevée précédemment par Neville, puisque les régions sollicitées par le traitement de la LS sont les mêmes que pour le traitement du langage audio-oral et du langage écrit, c'est-à-dire les régions temporo-pariétales de l'hémisphère gauche.

Guttierez-Sigüt et al. (2012) a proposé une étude sur les aspects phonologiques et sémantiques en ASL, et l'incidence du couplage entre le paramètre de l'emplacement (porteur d'un sémantisme particulier) et les aspects lexico-sémantiques. L'iconicité étant une des particularités des LS, et l'imbrication plus grande de la relation forme / fonction, les auteurs ont supposé que cela pouvait avoir une incidence sur l'accès au lexique chez les locuteurs sourds signeurs. Les auteurs ont ainsi testé 17 sourds natifs avec des phrases dans lesquelles ils manipulaient la forme phonologique et l'attente sémantique, ce qui aboutissait à différents types de violation et un continuum de restriction de la sélection (par exemple, présentation du stimulus critique qui peut être très acceptable et attendu, ou acceptable et peu attendu, inattendu, ou encore incongru). Deux effets ont été observés : tout d'abord, ils rapportent une activation précoce des propriétés

sémantiques des signes qui semble être indépendante des propriétés phonologiques (i.e. que le signe critique partage ou pas la localisation avec le signe cible). Ces effets semblent similaires à ceux qui ont été rapportés pour le traitement visuel des mots, pour lequel la disponibilité précoce des informations sur la forme semble faciliter l'activation des caractéristiques sémantiques, et permettre ainsi une analyse préliminaire du sens. Cet effet, essentiellement lié au mode de présentation écrite, peut être imaginé pour la modalité visuelle signée. D'autre part, toutes les conditions expérimentales élicitaient une N400 comparativement à la condition contrôle, avec une latence plus ou moins tardive, selon que le stimulus est facile à intégrer lexicalement ou non. En effet, une compétition lexicale induite par les indices phonologiques (ici l'indice d'emplacement) semble se produire on-line pendant la reconnaissance des signes. Ce pic observé dès 350 ms dans les conditions qui soit partagent du sens, soit la phonologie, donne des preuves que la sémantique et la phonologie peuvent interagir au niveau de la sélection lexicale, suggérant que pendant la sélection lexicale en ASL, l'information de forme peut faire appel à l'information sémantique, déclenchant la compétition des candidats qui partagent la même localisation ou appartiennent au même champ sémantique.

Ainsi, ces données électrophysiologiques ont fourni des informations sur la composition du lexique signé : la forme participe à la construction du sens, et le couple forme / sens interagissent pendant le traitement du langage on-line, d'une manière singulière de ce qu'il est observé dans les langues vocales. Ce mapping forme / sens est donc spécifique aux LS, et aurait donc une signature électrophysiologique particulière.

L'étude de Skotara et al. (2012) est originale en ce sens que c'est la seule qui a porté sur le traitement d'une langue écrite par des sourds signeurs, avec la volonté de mesurer l'effet de la privation langagière précoce sur le traitement d'une L2. Ils ont comparé les ERP chez des sourds signeurs natifs de la DGS et de l'allemand écrit, des sourds signeurs tardifs et des locuteurs natifs allemands entendants pendant une tâche de jugement d'acceptabilité de phrases écrites allemandes. Tous les groupes ont montré des réponses ERP similaires pour les violations sémantiques : N400 suivie d'une positivité). En ce qui concerne le traitement syntaxique, les auteurs ont constaté un schéma biphasique LAN - P600 est attendu mais uniquement dans les deux groupes L1 natifs, i.e., les signeurs natifs et les allemands natifs. Si les signeurs tardifs ont montré un traitement sémantique semblable aux deux autres groupes, leur traitement syntaxique est singulier : aucun effet LAN significatif, et une P600 plus faible avec une distribution plus latéralisée à droite que les groupes natifs. Skotara et al. (2012) interprètent ces résultats comme la conséquence de l'exposition tardive aux deux langues, constituant ainsi un nouvel argument pour l'amodalité du traitement du langage. Ces résultats sont surtout observables lors de la mise en œuvre des mécanismes syntaxiques de la L2. Il semble que les mécanismes de traitement sémantique soient plus robustes et souffrent dans une moindre mesure de la privation langagière.

Hänel-Faulhaber et al. (2014) ont mené une étude ERP avec des sourds signeurs natifs de la DGS dans un paradigme de violation. Les violations sémantiques, ont donné lieu à une N400 avec une localisation antérieure et une latence autour de 550-750 ms, ce qui est bien plus tardif que dans les études en langue vocale mais également dans les rares études qui rapportent des N400 en LS. Pour expliquer

ces résultats, en faisant une analogie avec les études en EEG sur la lecture qui rapportent une N400 frontale, les auteurs proposent que la distribution frontale de la N400 soit la conséquence de la modalité visuo-gestuelle sur le traitement. En outre, les violations syntaxiques (violation d'accord) ont suscité une LAN culminant entre 400 et 600 ms suivie d'une P600 centrale très tardive, entre 1000 et 1300 ms. Là encore, la latence très tardive des résultats interroge mais les auteurs, en évoquant la lenteur d'exécution de la production gestuelle, supposent que celle-ci peut avoir un effet de ce type sur le traitement neural. Ces auteurs n'ont en revanche pas testé l'effet de l'AOA.

Malaia et al. (2020) ont conduit une étude avec des sourds natifs et tardifs de l'ÖGS (Langue des Signes Autrichienne) dans le but d'observer si l'AOA avait le même impact sur les différents phénomènes linguistiques que sont les classificateurs, la structure syntaxique et la structure informationnelle. Ces auteurs ont constaté une N400 plus ample chez les signeurs tardifs lors du traitement de la structure syntaxique et de la structure informationnelle, suggérant que l'acquisition tardive de la LS augmente de manière significative la charge cognitive lors de l'analyse de la syntaxe et de la structure informationnelle, mais pas de la signification des classificateurs. Ces résultats permettent de penser que les signeurs tardifs empruntent une stratégie de traitement qualitativement différente que les signeurs natifs. Il existe deux possibilités quant à la nature de cette stratégie. D'une part, l'iconicité des constructions de classificateurs pourrait engager un système "sémantique" non spécifique à la LS (semblable à celui engagé par les non-signeurs qui regardent des signes ; Strickland et al., 2015). D'autre part, le traitement morpho-lexical (les classificateurs) ne serait pas aussi fortement affecté par l'AOA que le traitement syntaxique (l'ordre des mots), ou la structure informationnelle, traitement à l'interface de la pragmatique, de la syntaxe, de la prosodie (Ferjan Ramirez et al., 2014).

En résumé, les quelques études conduites en LS rapportent toutes un effet N400, mais également un effet morphosyntaxique ou syntaxique ELAN / LAN, et des mécanismes de réanalyse avec une P600. A la lecture de ces papiers, il nous semble que le traitement syntaxique est une opération cognitive plus coûteuse, autant dans l'acquisition d'une langue native que d'une L2. L'étude de Gutierrez-Sigüt et al. (2012) permet de donner quelques informations sur les spécificités des langues des signes. Nous avons en revanche peu de réponses sur la spécificité du traitement chez des locuteurs tardifs et donc les effets de la privation langagière. Malaia et ses collègues soulignent l'importance d'une analyse complète de la compétence linguistique au travers de plusieurs domaines linguistiques, et éventuellement à l'interface sensorielle-linguistique (par exemple, la résolution temporelle du signal visuel) pour mieux comprendre les processus qui sous-tendent le déroulement du développement du langage typique ou atypique. Nous partageons cette idée.

3.3. Notre apport : les premières investigations électrophysiologiques en LSF et en fonction de l'AOA

A notre connaissance, il n'existe à ce jour aucune étude ERP sur les corrélats neurochronométriques des processus sémantiques et syntaxiques en LSF. L'objectif de notre projet IUF était précisément de fournir les premières données empiriques en ERP pour la LSF en utilisant un paradigme de violation et une tâche de jugement d'acceptabilité chez des sourds signeurs LSF natifs et tardifs. Dans une première étude, c'est le traitement phonologique et sémantique de la LSF qui était investigué (expérience Phon-Sem³¹). Dans une seconde étude, c'était le traitement sémantique et morphosyntaxique (expérience Sem-Synt³²). Ce sont les résultats de cette seconde étude que je vais présenter, les données de l'expérience Phon-Sem sont prétraitées et sont en cours d'analyse.

Nous évoquons plus haut l'intérêt des expériences menées en psycholinguistique pour le linguiste. Ici aussi, si l'on s'intéresse au traitement des unités minimales des LS comme le paramètre manuel du mouvement, seul paramètre dynamique et dont la nature est très ambiguë (i.e., nature phonologique ou morphologique), nous faisons l'hypothèse que les marqueurs EEG pourraient potentiellement désambiguïser le type de traitement effectué par le locuteur. En effet, l'investigation EEG, en fournissant des informations sur la neurodynamique des différents processus linguistiques, permettrait de déterminer on-line le type de traitement linguistique du locuteur, et par là-même confirmer ou infirmer des hypothèses quant à la nature du traitement. Par exemple, lors de la création d'expérimentation EEG sur l'intégration syntaxique en LSF, dans laquelle nous utilisons des classificateurs, nous avons constaté qu'il était difficile de démêler le niveau syntaxique du niveau sémantique, et que cela soulevait des questions sur le type de traitement (l'utilisation d'un classificateur incongru dans une construction prédicative est-il traité comme une incongruité syntaxique ou une incongruité sémantique ?) Ainsi, une analyse *data-driven* donnerait des informations sur le niveau linguistique est touché lors de la présentation de ces incongruités.

3.3.1. Influence de l'AOA sur le traitement sémantique et morphosyntaxique de la LSF

Notre étude a donc pour objectif d'investiguer le traitement sémantique et morphosyntaxique de la LSF. Ces données, inexistantes en LSF, contribueront entre autres à répondre à la question de la spécificité ou de l'amodalité de traitement entre LS et LV. Est-ce que les langues gestuelles façonnent les réponses neurales, et si c'est le cas, de quelle manière ? Comme nous le disions précédemment, la LS est traitée par des systèmes perceptifs différents qui ont leurs propres caractéristiques avec donc un impact sur les compétences de traitement (Boutla, 2004). De même, la nature gestuelle de la langue nous oblige à nous interroger sur la question de la coarticulation entre les signes et la fonction linguistique des indices articulatoires que cela peut apporter au locuteur bien avant que le signe soit entièrement réalisé (Guttierez-Sigùt, 2012). De même, comment

³¹ Phon-Sem pour Phonologie-Sémantique, niveaux testés dans cette expérience.

³² Sem-Synt pour Sémantique-Syntaxe, niveaux testés dans cette expérience.

considérer l'impact de la vitesse d'exécution d'un signe qui est connue pour être plus lente, ou la simultanéité des indices articulatoires qui faciliterait l'accès lexical (Emmorey & Gaskell, 1990). Tous ces aspects sont à présent connus et la littérature récente en fait mention (Krebs et al., 2023), mais nous ne savons encore précisément l'effet sur la latence et les amplitudes des pics car les résultats des LS ne sont pas consensuels.

Un autre point qui nous importe concerne la caractérisation des troubles du langage en LS. Cette étude ne nous permettra pas de répondre à cette question directement, mais recruter des signeurs natifs et des signeurs tardifs peut apporter des premières informations sur la manière dont ces deux populations traitent les incongruités sémantiques et syntaxiques. Ces données sont rares dans la littérature scientifique, y compris dans les autres LS. Il sera nécessaire ensuite de tester des sourds qui présentent des troubles du langage, et de connaître le traitement des signeurs natifs (ce qui équivaut à du traitement typique) et des signeurs tardifs (ce qui équivaut à du traitement atypique mais non pathologique) nous permettant ainsi de comprendre si le traitement atypique se distingue du traitement pathologique tant du point qualitatif que quantitatif.

Méthode

Participants. 25 participants sourds signeurs (14 femmes) âgés de 17 à 51 ans (âge moyen : 39,1 ans, sd = 10,4 ans) ont participé à l'expérience. Ces participants ont été sélectionnés de telle sorte qu'ils présentent des âges variables dans l'acquisition de la LSF, ainsi qu'une expérience variée de la LSF en termes de fréquence d'exposition quotidienne ou de qualité de l'entrée en LSF. Nous les avons ainsi séparés en 2 groupes distincts, avec 14 sourds signeurs natifs (participants dont les parents sont eux-mêmes sourds signeurs natifs, et qui ont été exposés à la LSF dès la naissance; âge moyen = 39,4 ans, sd = 11,4 ans) ; et 11 sourds signeurs tardifs, participants dont les parents sont entendants, et donc sans exposition précoce à la LSF, et avec une fréquence d'exposition lacunaire au moment de la scolarisation et parfois plus tard (Age Chronologique: moyenne = 32.9 ans, SD= 12.14 ; AoA: moyenne = 13 ans, SD = 5.1 ans (range 6-22). Il n'y a pas de différence significative d'âge chronologique entre les deux groupes ($t(23) = -1.45$; $p=0.15$). L'expérience linguistique a été mesurée par un questionnaire lors de l'entretien qui précède l'expérience EEG. Aucun des participants n'avaient d'antécédents connus de maladies neurologiques et avaient une vision normale.

Procédure. Pendant l'expérience, le participant était soumis à deux tâches : un paradigme de violation et une tâche attentionnelle.

Tâche EEG. 180 phrases signées ont été créées avec deux sourds signeurs et des linguistes des LS. Les phrases s'adressaient à des adultes sourds et se concentraient sur la culture sourde avec des thèmes sociaux et de la vie quotidienne. Les phrases étaient composées d'environ 8 signes (entre 6 et 10 signes) et étaient produites à une vitesse naturelle. L'acceptabilité de toutes les phrases a été jugée par 2 sourds signeurs natifs de LSF et 2 chercheurs en linguistique des LS. L'ensemble des stimuli a été divisé en trois conditions : 1) Condition Contrôle : 60 phrases sémantiquement correctes ; 2) Condition d'incongruité syntaxique : 60 phrases grammaticalement incorrectes, avec une

violation de la flexion verbale (mauvaise place ou mauvais mouvement dans l'espace de signalisation) et 3) Condition d'incongruité sémantique : 60 phrases sémantiquement incorrectes, avec une violation de la restriction lexicale (Figure 52).

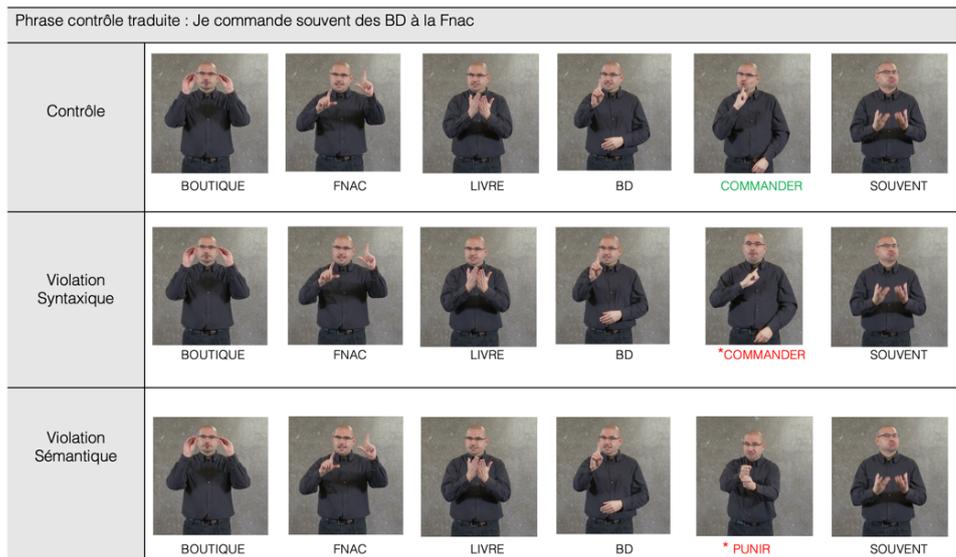


Figure 52. Les 3 conditions expérimentales du paradigme de violation en LSF. La phrase avec une incongruité syntaxique viole le mouvement du signe (*espace neutre vers signeur ; la version congrue et grammaticale est signeur vers espace neutre). La phrase avec une incongruité sémantique viole le processus de sélection de la restriction et le signe PUNIR est inattendu selon le contexte de la phrase.

Tâche attentionnelle. Afin de s'assurer que les participants maintiennent un niveau d'attention constant tout au long de l'expérience, il leur a été demandé d'effectuer une tâche comportementale de vérification attentionnelle. Cette tâche consistait à présenter un signe isolé à l'issue de la phrase visionnée, et le participant devait dire si le signe faisait partie ou non de cette phrase (Figure 53). Les participants devaient appuyer sur un smiley rouge si le signe proposé n'était pas produit dans la phrase précédemment présentée, et sur le smiley vert si le signe avait été produit. Les stimuli de la tâche attentionnelle étaient présentés environ tous les 6 à 8 items. Au total, les participants ont réalisé 24 vérifications. Tous les signes isolés de la tâche attentionnelle ont été signés par un autre signeur sourd.

Le plan expérimental était divisé en 8 blocs de 22 phrases. Les items d'entraînement étaient constitués de phrases appartenant à toutes les conditions. Entre chaque bloc, le participant se voyait proposer une pause, dont il déterminait la durée. Avant le début de l'expérience, les instructions ont été présentées en LSF, par la même personne sourde qui a enregistré les stimuli. Le participant avait la possibilité de voir les instructions aussi souvent que nécessaire. Une fois que l'expérimentateur s'est assuré que le participant avait compris la tâche expérimentale, l'expérience commençait.

Chaque essai débutait avec une croix de fixation centrée sur le point où serait positionné le locuteur dans la vidéo suivante (1000 ms) ; la phrase était ensuite présentée, puis tous les 6 à 8 essais, la tâche attentionnelle. Ensuite, la phrase était

présentée. Pour les 24 essais avec une question de vérification, 10 secondes étaient allouées après la fin de la présentation du stimulus pour la réponse. Après chaque phrase, un écran noir apparaissait pendant 1000 ms avant la croix de fixation suivante, correspondant à l'intervalle inter-stimulus. Tous les items étaient présentés dans un ordre pseudo-aléatoire³³.

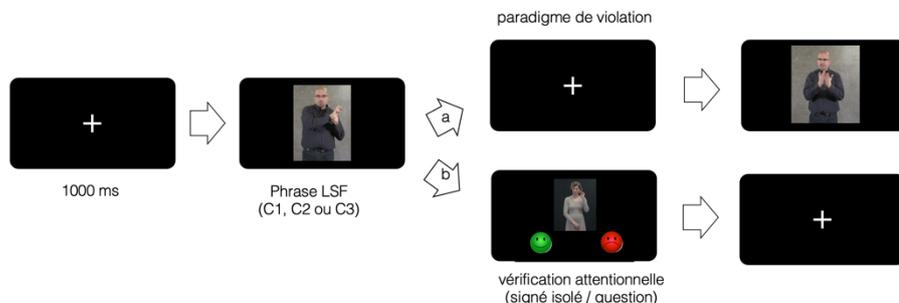


Figure 53. Procédure expérimentale et présentation des stimuli : le participant voit à l'écran une croix de fixation puis la phrase dans une des trois conditions. A l'issue de chacune des phrases, soit le participant voit une nouvelle croix de fixation et un stimulus (a), soit tous les 6 à 8 items, il est soumis à l'épreuve de vérification attentionnelle (b).

Le participant était assis confortablement face à l'écran de l'ordinateur, qui était placé à environ 50 cm du participant, à hauteur des yeux. Il/elle disposait également d'un clavier pour effectuer le jugement de vérification : un autocollant rouge et un autocollant vert étaient placés sur les touches F et J. L'expérience a été réalisée avec le logiciel Matlab®. La durée totale de l'expérience était de 60 minutes, à laquelle il fallait ajouter le temps d'entretien pendant lequel on recueille les métadonnées (10 minutes), l'installation du bonnet et des électrodes (20-25 mn) et le retrait du bonnet (5 minutes).

Analyse des données

Les triggers. Comme nous l'avons déjà mentionné, plusieurs problèmes techniques et linguistiques doivent être résolus pour créer une expérience en EEG utilisant des stimuli vidéo en LS. Par exemple, bien qu'il soit facile de fixer un trigger³⁴ au début d'un mot en LV du fait que la coarticulation et la transition sont clairement définies, le début d'un signe manuel est plus complexe à définir (Krebs et al., 2022). Ces questions techniques et linguistiques sont fortement interdépendantes et doivent être abordées pour pouvoir analyser correctement l'intégration sémantique et morphosyntaxique car i) l'articulation des signes est connue pour être plus lente, ii) les lieux d'articulation entre deux signes sont plus ou moins éloignés (par exemple, l'emplacement d'un premier signe au second peut être de l'espace neutre allant au front, ou du nez à la poitrine, ou de l'oreille à l'œil, etc.) et que, par conséquent, les transitions entre les signes manuels sont plus ou moins courtes, iii) selon la longueur des transitions, la synchronisation de la coarticulation et la préparation de

³³ Les stimuli présentés en ordre pseudo-aléatoire ont été soumis à des contraintes de présentation (par exemple, pas plus de 3 stimuli appartenant à la même condition expérimentale ne peuvent être présentés à la suite)

³⁴ Trigger. Dans les expériences EEG, un trigger est une manière de marquer sur le signal le déclenchement d'un événement d'intérêt comme le début d'un essai, l'apparition de l'item critique dont on veut mesurer l'impact et à partir duquel on compte la latence d'une onde.

l'articulateur manuel peuvent être plus ou moins brèves. Par conséquent, quel est le timing approprié que l'on peut considérer comme le début du signe ? Le début du signe est-il le moment où la forme de la main cible est arrivée à l'emplacement cible avant de commencer le mouvement du signe (Emmorey et al., 2020 ; Caselli et al., 2017 ; Hosemann et al., 2013)? Si nous considérons cela comme le signe de départ, nous pourrions perdre certaines informations de traitement : pour la préparation manuelle du signe et pendant la transition signe à signe, les signeurs produisent certains indices phonologiques qui pourraient donner des informations sémantiques perçues précocement par les signeurs signifiant que le processus d'accès lexical pourrait déjà être en cours. Pour Caselli et al. (2017), le début d'un signe correspond à la première configuration manuelle entièrement formée (et qui peut être en contact avec le corps, ou corporellement ancrée ou les 2 mains en contact), mais en raison de l'aspect dynamique de la LS, il est parfois complexe de déterminer le début du signe. Par conséquent, comme Caselli et al. (2017) et Emmorey et al. (2020), nous avons défini l'apparition du signe (et donc la position du trigger correspondant pour l'EEG) comme la première "image" dans laquelle une forme de main est détectable. Plus précisément, la configuration manuelle n'est pas nécessairement complètement formée en termes d'emplacement ou de mouvement, mais il y a suffisamment d'indices phonologiques pour activer les candidats lexicaux.

Enregistrement des données. Les ERP ont été enregistrés à l'aide d'un système BioSemi ActiveTwo à partir de 64 électrodes actives fixées sur le cuir chevelu du participant au moyen d'un bonnet élastique (Neurospec AG Switzerland). Les électrodes ont été positionnées selon le système international 10-20. Les mouvements oculaires horizontaux (HEOG) ont été enregistrés par des électrodes situées sur le canthus externe de chaque œil et les mouvements oculaires verticaux (VEOG) ont été enregistrés par des électrodes fixées au-dessus et au-dessous de l'œil gauche. Les électrodes DRL et CMS (de part et d'autre de l'électrode POz) ont été utilisées comme référence en ligne. L'EEG a été référencé hors ligne par rapport à la moyenne des deux mastoïdes. Le signal EEG a été enregistré à une fréquence d'échantillonnage³⁵ de 512 Hz et filtré en ligne par passe-bande entre 0,5 et 100 Hz.

Analyse des données ERP. Les logiciels Matlab (The Mathworks, Inc.), EEGLab (Delorme & Makeig, 2004) et Fieldtrip (Oostenveld et al., 2011 ; <http://fieldtriptoolbox.org/>) ont été utilisés pour analyser les données EEG. Les données ont été référencées par rapport aux mastoïdes moyennes et filtrées par passe-bande entre 0,5 et 40 Hz. Les segments contenant des artefacts importants dus aux mouvements des participants ont été supprimés par inspection manuelle. La décomposition ICA a été effectuée en utilisant l'algorithme runica par défaut, et les composantes correspondant aux artefacts oculaires ont été supprimées. Les données ont été séparées en époques de 1300 msec (-100 à 1200 msec autour de l'apparition du signe), corrigées de la ligne de base en utilisant l'intervalle de 100

³⁵ La fréquence d'échantillonnage est le nombre d'échantillons par unité de temps. Si l'unité de temps est la seconde, la fréquence d'échantillonnage s'exprime en Hertz et représente le nombre d'échantillons utilisés par seconde. Une fréquence d'échantillonnage de 512 Hertz signifie que l'on recueille 512 échantillons du signal continu pendant une seconde.

msec avant l'apparition du signe, et échantillonnées à 256 Hz. La différence entre les conditions de manipulation syntaxique et sémantique et le contrôle a été prise pour chaque participant. Les analyses ont été effectuées pour l'ensemble des participants ainsi que pour chacun des groupes AOA (natifs, tardifs). Pour chaque condition, un test t a été réalisé à chaque point temporel x paire d'électrodes. La correction des comparaisons multiples a été effectuée à l'aide d'un test de permutation cluster-mass avec une distance de voisinage de 40, un seuil d'inclusion de cluster de 0,05, un niveau alpha global de 0,05 et 2500 permutations. Une comparaison entre les groupes a également été testée pour chaque condition à l'aide d'un test t à deux échantillons et d'une correction par permutation de cluster.

Prédictions

Conformément aux études précédentes, nous avons cherché à reproduire les corrélats électrophysiologiques du traitement sémantique et syntaxique (Neville et al., 1997 ; Capek et al., 2009 ; Gutierrez et al., 2012; Hänel-Faulhaber et al., 2014; Malaia et al., 2020).

Condition sémantique. Nous prédisons l'émergence d'une composante N400 en réponse au traitement de phrases présentant une violation sémantique (incongruité sémantique). Cette N400 peut être suivie d'une P600 frontale reflétant la réanalyse de l'intégration sémantique (DeLong et al., 2011).

Condition morphosyntaxique. En ce qui concerne l'incongruité syntaxique, nous prédisons l'émergence d'une composante LAN en réponse au traitement de phrases présentant une violation morphosyntaxique. Cette LAN peut être suivie d'une P600 postérieure reflétant le mécanisme de réanalyse syntaxique (DeLong et al., 2011).

Effet de l'AOA. Pour les deux conditions, nous prédisons que les différents marqueurs ERP observés dans cette tâche devraient être modulés en amplitude et en latence en fonction de l'AOA : les signeurs natifs devraient montrer un effet plus important de l'incongruité sémantique et syntaxique par rapport aux signeurs tardifs. L'absence du schéma N400 - P600 frontale ou LAN - P600 postérieure chez les signeurs tardifs devrait être considérée comme un marqueur neurophysiologique de retard de langage ou de compétence réduite en raison de la privation de langage pendant l'enfance. En outre, les processus cognitifs ultérieurs tels que la réanalyse syntaxique devraient être moins influencés par l'âge d'acquisition de la LSF. Cela devrait se refléter par une amplitude et une latence relativement comparable de la P600 (à la fois frontale et postérieure) entre les signeurs natifs et tardifs.

Résultats

Tâche attentionnelle. Les participants présentent de très bons scores aux tâches attentionnelles (85% de RC en moyenne, SD =10%), assurant une attention constante pendant la tâche de violation. Il n'apparaît pas de différence significative entre les 2 groupes que ce soit en précision de la réponse qu'en temps de réaction (test-t échantillon indépendant : RC $t(24)=0.59$ et RT $t(24)=-1.74$, les deux $p>.10$;

Signeurs Natifs 86% de RC ; Temps de réaction : 860 ms en moyenne , sd : 420 ms. Signeurs Tardifs : 83% de RC ; Temps de réaction : 1250 ms, sd : 860 ms).

Condition Sémantique. Dans la condition sémantiquement incongrue, nous avons trouvé un cluster significatif dans l'ensemble du groupe de participants, entraîné par une composante positive antérieure commençant vers 700 ms et continuant jusqu'à la fin de la période (Figure 54). Cet effet a été retrouvé chez les signeurs Natifs avec un début légèrement plus tardif autour de 720 ms, mais n'a pas été retrouvé dans chez les signeurs Tardifs (pas de résultat significatif après correction du cluster). Comme nous avons prédit un effet N400 dans la condition sémantique, nous avons examiné t-scores dans la fenêtre temporelle 350-550 ms et avons constaté un groupe d'électrodes au-dessus du seuil (au niveau $p < 0.05$) dans la partie postérieure droite du cuir chevelu dans le groupe Natif qui ressemblait à une composante N400, mais ces effets n'étaient pas robustes à la correction des comparaisons multiples. Un schéma similaire, mais un peu plus tard dans le signal, a été observé dans le groupe Tardif, mais là encore, il n'a pas été confirmé par la correction des comparaisons multiples (Figure 55 et Figure 56).

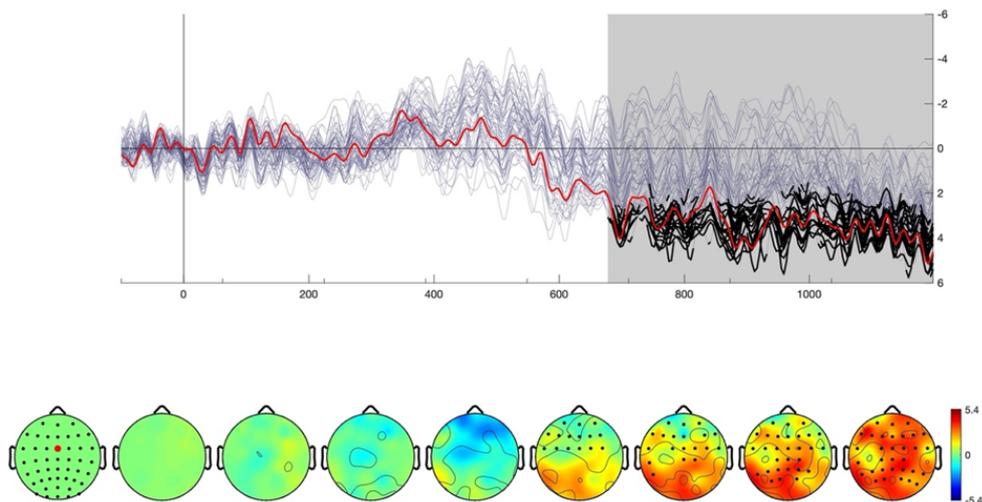


Figure 54. Résultats de l'ERP du groupe complet pour la condition sémantique. La zone grisée sur le tracé et les électrodes marquées sur les topographies montrent la région du temps où l'effet était significatif après correction pour les comparaisons multiples. La trace surlignée correspond à l'électrode FCz.

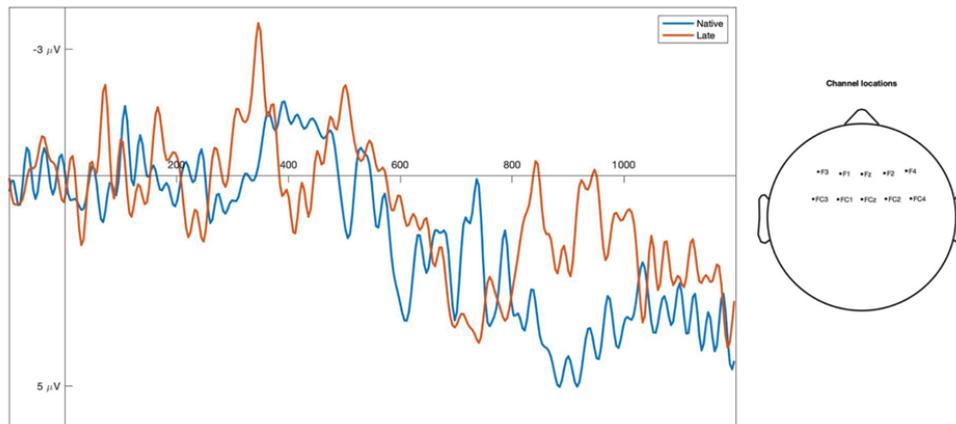


Figure 55. Traces ERP et localisation des canaux pour les groupes Natif (en bleu) et Tardif (en orange) pour la différence entre la condition sémantique et la condition de contrôle aux électrodes marquées.

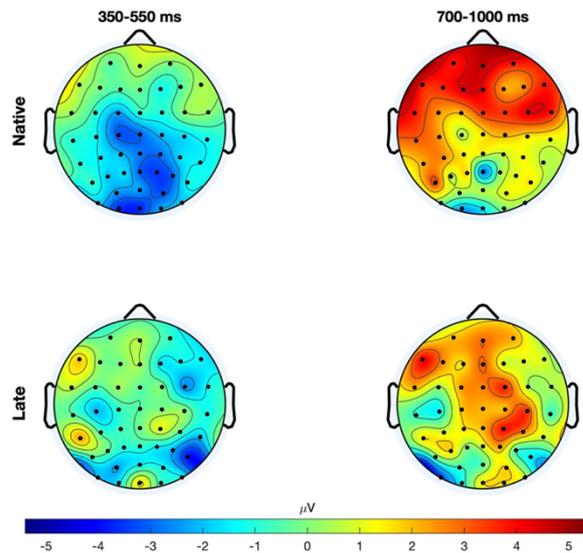


Figure 56. Topographie chez les signeurs natifs et tardifs dans la Condition Sémantique dans la fenêtre temporelle 350-550 m et 700-1000 ms

Condition Syntaxique. Dans la condition d'incongruité syntaxique, aucune différence entre la condition de violation syntaxique et la condition contrôle ne s'est avérée robuste à la correction des comparaisons multiples, quel que soit le groupe. À la recherche de l'effet P600 anticipé, nous avons examiné les t-scores dans la fenêtre temporelle 600-800 ms. Dans le groupe des signeurs Natifs, nous avons trouvé un groupe d'électrodes au-dessus du seuil dans la partie antérieure gauche du cuir chevelu, mais aucun schéma comparable n'a été trouvé dans le groupe des signeurs Tardifs (Figure 57 et Figure 58).

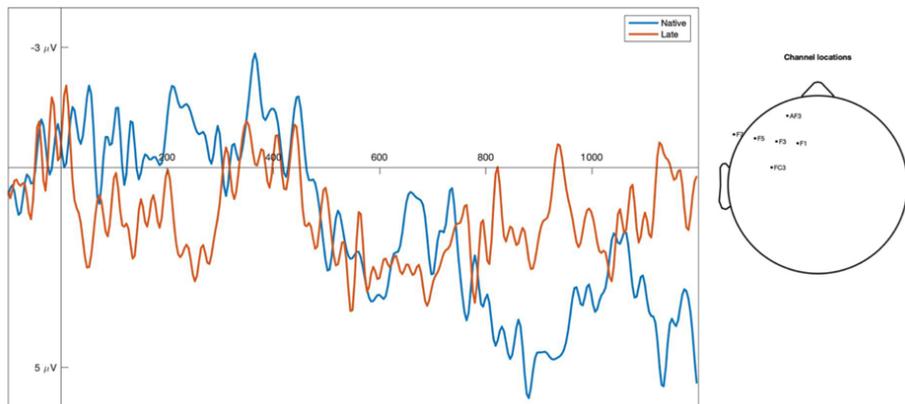


Figure 57. Réponse ERP de la manipulation syntaxique sur les électrodes antérieures gauches.

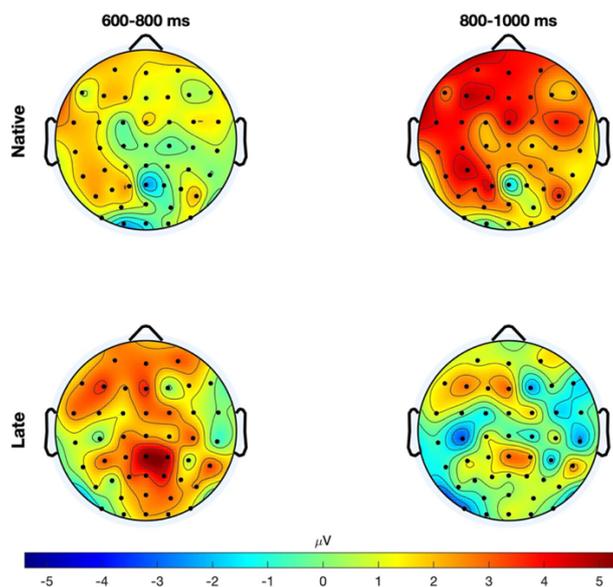


Figure 58. Topographie chez les signeurs natifs et tardifs dans la Condition Syntaxique dans la fenêtre temporelle 600-800 ms et 800-1000 ms

Discussion

Traitement des LV et des LS. Notre étude visait à étudier pour la première fois le traitement des violations de restrictions sélectives en LSF à l'aide des ERP. En accord avec les recherches précédentes sur les LV et les LS, nous apportons la preuve que les aspects sémantiques et morphosyntaxiques de la LSF sont des processus distincts, c'est-à-dire des processus médiés par des systèmes neuronaux différents. Nous avons en effet pu observer l'impact d'une violation sémantique ou morphosyntaxique sur le traitement du langage, en particulier chez les signeurs natifs. Dans la condition sémantique, nous avons prédit un effet N400, et avons observé dans la partie postérieure droite du cuir chevelu une faible composante N400 autour de 350-550 msec chez les signeurs natifs et tardifs. Cette composante était suivie d'une composante positive antérieure aux alentours de 700

msec. Chez les signeurs natifs avec un début légèrement plus tardif (env. 720 msec) mais n'a pas été retrouvée dans chez les signeurs tardifs. Contrairement à la littérature, la N400, même si elle était faible n'était pas retardée dans le temps puisque nous l'avons observé dans la fenêtre temporelle attendue (350 à 550 msec). Dans Holcomb & Neville (1991), les auteurs ont rapporté une différence dans la temporalité de la N400 en fonction de la modalité de présentation du stimulus : les stimuli visuels incongrus avaient une N400 plus tardive que les stimuli auditifs incongrus. En revanche, Hernández et al. (2022) observent une N400 très précoce (200-400 msec) en modalité visuelle avec des phrases en Langue des Signes Finlandaise.

En outre, les ondes P600 observées dans les groupes de signeurs natifs et tardifs montrent des schémas de traitement très différents : les signeurs natifs ont présenté une positivité frontale et les signeurs tardifs une positivité centropariétale. Cette P600 frontale est fréquemment observée et considérée comme le mécanisme de réanalyse de l'intégration sémantique (Friederici, 2002 ; DeLong et al., 2011), et Kaan & Swaab (2003) ont rapporté une P600 frontale pour la résolution d'ambiguïtés, ce qui pourrait être ce qui s'est produit chez les signeurs natifs, étant donné que les anomalies sémantiques ont un impact sur leur traitement.

En ce qui concerne la P600 chez les signeurs tardifs, nous pourrions évoquer l'étude précédente de Kolk et al. (2003) qui ont observé une P600 centropariétale survenant après le traitement des anomalies sémantiques, plutôt que des ondes cérébrales biphasiques fréquemment observées (N400 et P600 frontale). Ils ont suggéré que la P600 pouvait être observée après le traitement d'un élément inattendu sans effet N400 (intégration sémantique). De plus, cette P600 pourrait témoigner d'une difficulté à traiter des phrases complexes. Dans la condition morphosyntaxique, aucune différence significative entre la condition et le groupe n'a été trouvée. Chez les signeurs natifs, nous avons trouvé un groupe d'électrodes au-dessus du seuil dans la partie antérieure gauche du cuir chevelu, mais aucun schéma comparable n'a été trouvé chez les signeurs tardifs.

Effet de l'AOA. L'étude des capacités linguistiques des signeurs natifs et tardifs offre une perspective unique pour comprendre l'impact de la privation langagière ou d'une exposition déficiente sur le traitement du langage et la neurobiologie du langage. Dans notre étude, nous n'avons pas observé de différences entre les signeurs natifs et tardifs. Malgré les résultats recueillis, nous ne suggérons pas que l'AOA n'a pas d'impact sur le traitement sémantique et morphosyntaxique de la LS car il a été largement constaté dans la littérature. Plusieurs raisons peuvent expliquer ces résultats. Tout d'abord, il est possible que l'AOA ne soit pas le seul facteur à mettre en avant pour dissocier les deux groupes de signeurs, les signeurs tardifs de notre étude utilisant fréquemment la LSF, et donc tous largement en mesure de détecter une incongruité sémantique. Cette différence aurait peut-être été détectée d'un point de vue comportemental avec des temps de réaction, mais la méthodologie de l'EEG nuit peut-être à la mise en évidence de cette différence. Il a été également rapporté que l'AOA de la LS avait des effets différents en fonction des domaines linguistiques (Malaia et al. 2020) et que la syntaxe était peu touchée (Mayberry et al., 2017). À l'inverse, la complexité syntaxique des phrases, quelle que soit la condition, pourrait affecter le processus de détection de l'incongruité. Les mécanismes sous-jacents à la compréhension de la phrase pourraient être si

coûteux cognitivement qu'ils entraveraient la détection de l'incongruité sémantique ou morphosyntaxique.

L'absence de différences entre les groupes pourrait s'expliquer par l'hétérogénéité de la population sourde et la faiblesse de la distinction natif / tardif. Il serait plus intéressant de considérer l'IPL. Comme le propose Puissant-Schontz (2020), la capacité langagière des sourds signeurs pourrait être conditionnée par plusieurs facteurs : l'âge d'acquisition, la fréquence d'exposition, la qualité de l'exposition dans la vie quotidienne (école, amis, famille). Pour des études ultérieures, il sera nécessaire de collecter des métadonnées les plus exhaustives possibles pour compléter cet indice. Pour l'instant, il est impossible d'analyser nos données avec l'IPL car nous ne collectons pas suffisamment de métadonnées pour le calculer. L'étude des capacités langagières des signeurs tardifs offre une perspective unique pour comprendre l'impact de la privation de langage ou d'une exposition déficiente sur le traitement du langage et la neurobiologie du langage. Jusqu'à présent, les chercheurs se sont concentrés sur l'AOA, mais il sera nécessaire de proposer une distinction de groupe plus écologique à l'avenir.

Pour tester une LS, il faut résoudre des problèmes méthodologiques et scientifiques. Tout d'abord, l'adaptation du paradigme expérimental à la LS est rarement mentionnée dans la littérature, alors qu'il s'agit d'un défi considérable. Les contraintes liées à la modalité signée (production motrice dynamique et spécificités perceptives) peuvent avoir des conséquences sur le traitement du langage, ce qui nous oblige à revoir le type de paradigme, de procédure et d'analyse à utiliser. Par exemple, alors que le début d'un mot semble assez clair, la détermination du début d'un signe est plus complexe. En choisissant de considérer le début du signe comme la première forme de main détectable, nous sommes certains d'inclure le premier indice phonologique et les premières informations sémantiques sur lesquels un signeur peut s'appuyer pour accéder au lexique signé.

En ce qui concerne la méthodologie de l'étude de la LS, il serait intéressant d'associer les méthodologies ERP et eye-tracker pour observer comment les signeurs récupèrent les informations linguistiques en LS. Étant donné l'aspect simultané des LS, nous pouvons supposer que le regard du signeur fixe différents points de l'écran, c'est-à-dire sur différents indices linguistiques pendant la présentation de stimuli isolés ou de phrases, pouvant rater l'unité sur laquelle repose l'incongruité. Cette technique nous permettrait de vérifier que les participants ne manquent pas la violation linguistique influençant l'effet d'incongruité. Comme Bosworth et al. (2020) l'ont indiqué à propos de la perception des signes, les articulateurs primaires (les mains) qui transmettent les informations linguistiques essentielles se trouvent presque entièrement en dehors, généralement bien en dessous, de la région fovéale (Bosworth et al., 2019). Quelle que soit leur compétence, les signeurs ont tendance à se focaliser sur le visage du signeur et non sur ses mains (Agrafiotis et al., 2003 ; De Filippo & Lansing, 2006 ; Emmorey et al., 2009 ; Muir & Richardson, 2005), même s'ils disposent d'autres éléments concurrents sur lesquels ils pourraient poser leur regard. Il serait donc intéressant de disposer d'une mesure comportementale de la récupération d'indices fins, comme les indices morphosyntaxiques portés par la configuration ou le mouvement, lors de la présentation des phrases. Cette mesure comportementale pourrait donc être une tâche qui permette de vérifier si les

signeurs se concentrent sur la région du corps d'intérêt qui porte la violation (dans la plupart des études, ce sont les indices manuels).

Cette différence structurelle (modalité visuo-spatiale) et le contexte psycholinguistique (acquisition typique et atypique) sont d'un intérêt majeur pour l'étude de la neurobiologie du langage et la compréhension des propriétés de spécificité vs. similarité du traitement du langage dans les langues des signes.



Figure 59. Plan séquence permettant d'observer la coarticulation entre les signes. Les signes encerclés en vert sont les signes en forme complète, les signes encerclés en jaune indiquent les phases de préparation du signe.

3.3.2. Expérience Phon-Sem (incongruité phonologique et sémantique)

Avec l'aide de Hatice Aksen, nous avons élaboré une seconde expérience dans laquelle les stimuli sont présentés dans 5 conditions. Dans cette étude, nous avons étudié on-line les relations entre sémantique et phonologie en LSF à l'aide d'un paradigme de violation combiné à une tâche de jugement d'acceptabilité. Dans cette étude, c'est sur le paramètre phonologique Emplacement, souvent considéré comme sémantiquement marqué ou activant certaines propriétés sémantiques qui y sont soi-disant associées, qu'ont été construits les stimuli. C'est donc un des intérêts de l'EEG que de permettre de désambiguïser les niveaux, tout au moins de nous communiquer des informations sur le type de traitement du locuteur.

Ici, nous avons conçu une expérience EEG dans laquelle nous avons systématiquement fait varier l'attente sémantique et la forme phonologique. Trois cents phrases en LSF ont été créées dans lesquelles les aspects sémantique et/ou le paramètre phonologique de l'emplacement ont été manipulés pour générer des incongruités linguistiques (Figure 60). Ces phrases ont été réparties en 5 conditions expérimentales) contenant chacune 60 phrases (ci-dessous, +S et +P signifient que le signe cible partage un sémantisme en contexte (+S) ou l'emplacement (+P pour Phonologie) :

- (C1) phrase contrôle avec un sens congruent,
- (C2) phrase avec un sens congruent, qui contient un signe lexical moins attendu mais qui partage le sens en contexte (+S) mais aussi l'emplacement avec le signe le plus attendu (+P)
- (C3) signes qui sont seulement phonologiquement liés au signe le plus attendu (-S,+P),
- (C4) signes qui sont seulement sémantiquement congruents et phonologiquement non liés au contrôle (+S, -P)

- (C5) incongruité sémantique qui ne partage ni le sens ni l'emplacement avec le signe le plus attendu (-S, -P).



Figure 60 Conditions expérimentales de l'expérience Phon-Sem.

Les comparaisons entre les cinq conditions nous fourniront des preuves empiriques de la contribution relative des relations sémantiques et phonologiques dans le traitement langagier. Nous prévoyons que les conditions violant les attentes sémantiques (C4 et C5) provoquent un effet N400 plus important que les autres. En outre, une négativité d'inadéquation phonologique ou une N200 devraient être observées en réponse à des signes qui ne partagent pas l'emplacement phonologique avec le signe attendu (C3 et C5). Des enregistrements de données avec des signeurs natifs sont en cours. Les résultats sont en cours d'analyse.

Publications de référence (* à consulter dans le Volume 2)

Bogliotti, C., Périn, P. & Isele, F. (2020) Role of age of acquisition of LSF on semantic processing. Event-related potentials evidence with deaf native and late adult signers. *Sign Café 2*, Catane, Sicilia, 21-23 may => **Périn, P., Isele, F. & Bogliotti, C.** (2023). Conférence reportée en raison de la crise sanitaire

* **Bogliotti, C., Périn, P.** et Yeaton, J. (in review in *Glossa Psycholinguistics*) Age of acquisition modulates the neurodynamics of sign language processing: event-related potentials evidence from LSF.

4. Sign-Prim: Sign Processing Interactive Model

En guise de chapitre final, nous souhaitons exposer l'élément qui résume ici l'ensemble du travail entamé depuis plusieurs années, et qui se trouve être un enjeu de taille quant au travail qu'il reste à accomplir : [le modèle Sign-Prim \(Sign Processing Interactive Model\)](#). A partir des données empiriques comportementales et électrophysiologiques que nous avons recueillies, notre volonté était de proposer un premier cadre pour un modèle neurocognitif écologique du traitement de la LS.

Par ce modèle, nous souhaitons décrire le traitement de la LS par l'étude des relations qu'entretiennent les différents niveaux linguistiques entre eux, en y intégrant les facteurs spécifiques à la modalité visuo-gestuelle, les facteurs environnementaux, et les facteurs cognitifs, tous trois pouvant avoir des effets variables à tous les niveaux de traitement langagier (neural, cognitif et comportemental).

La question qui nous occupe concerne l'objectif de cette modélisation : ce modèle a-t-il pour vertu de décrire le traitement de la LS ou le traitement langagier des locuteurs sourds ? Si modéliser le traitement de la LS peut paraître "simple" (un travail de longue haleine), il nous semble plus réaliste de rendre compte de la compétence sourde. Modéliser le traitement du langage des locuteurs sourds ne doit pas uniquement rendre compte de leurs compétences en LS car le locuteur sourd est, comme nous le disions plus haut, inévitablement bilingue.

Ainsi, le courant théorique d'Emergentisme, avec ses notions d'expertise et d'écosystème, nous semble fondamental pour penser un modèle du traitement du langage LS / sourd. Plus précisément, les relations entre l'expertise et l'écosystème (différents facteurs extralinguistiques et linguistiques), la dynamique de ces relations nous impose de proposer un modèle interactif et dynamique qui permettra de comprendre l'émergence et la maîtrise de structures langagières plus ou moins complexes. Si nous décidons de modéliser le traitement du langage en LS, nous devons mettre de côté les aspects liés à la bimodalité très présente chez les signeurs et dans les LS. Notre positionnement doit être affiné dans les prochaines étapes de travail.

En termes d'architecture, le modèle Sign-Prim est pensé comme un modèle en 3 dimensions (Figure 61), composé des modules Langage, Environnement (facteurs environnementaux et spécifiques à la modalité) et Cognition.

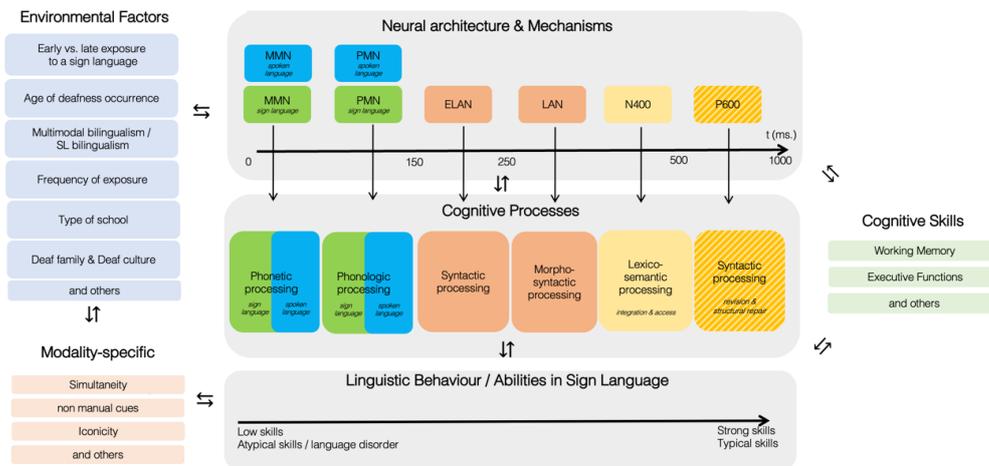


Figure 61. Modèle Sign-Prim, modèle du traitement de la LS avec la prise en compte des facteurs environnementaux, des compétences cognitives et des facteurs liés à la modalité langagière. Cette représentation en 3 dimensions (dimension langage, dimension cognitive et dimension environnementale), interagissant pour aboutir à un comportement langagier singulier.

L'objectif est de décrire les différents niveaux de traitement linguistique, cognitif et neurolinguistique (phonétique, phonologie, morphologie, syntaxe, sémantique) en fonction de différents facteurs environnementaux qu'ils soient propres au locuteur (environmental factor) ou propres à la modalité langagière de la langue utilisée (modality-specific) en lien avec d'autres compétences cognitives que sont la mémoire de travail, l'attention, etc. Ce modèle doit être pensé comme résolument dynamique et interactif, les compétences langagières n'étant pas fixées à un âge donné mais émergeant et se façonnant, au regard de l'actualisation de tous les facteurs, tout au long du développement langagier.

Du point de vue du langage précisément, il y a donc 3 niveaux de description, ces niveaux étant en constante interaction :

- Le niveau neural dans lequel on y intègre les marqueurs neurologiques spatio-temporels des différents types de traitement.

A ce stade de notre proposition, si les marqueurs temporels proviennent des études que nous avons conduites, les localisations sont issues de nos lectures. Nous avons cependant quelques adaptations à faire pour les localisations et repères temporels concernant les marqueurs acoustiques et phonologiques car le traitement n'est pas audio-oral mais visuo-gestuel. Dans le modèle, dans le cas où nous proposons un modèle du traitement du langage chez le sourd signeur, nous avons doublé les marqueurs ERP du traitement phonétique et phonologique car les deux inputs peuvent co-exister et donc être co-traités (input signé, input vocal), ces deux inputs pouvant être traités de manière bimodale ou intramodale. Le modèle se doit de distinguer ici le traitement phonétique de ce qui a été proposé pour les LV qui observe la N100 et la MMN dans le voisinage du cortex auditif. L'input étant visuel, ce n'est pas le cortex auditif qui traite mais ce serait sans doute

le cortex occipital, ce qui interroge ensuite pour les marqueurs de bas niveau et précisément la topographie car l'onde sourde n'est pas localisée au même endroit. Et c'est ici qu'on voit l'intérêt de considérer les facteurs *Modality-Specific*. Par exemple, nous devons comprendre comment est traitée la labialisation, indice non manuel repris de la LV, cet indice étant parfois très saillant et parfois absent des productions orales des signeurs.

- Le niveau cognitif dans lequel nous faisons référence aux compétences cognitives qui seraient renforcées / touchées / altérées par les compétences neurales : bonne ou mauvaise perception des mouvements, problème de représentation phonologique, problème d'accès au lexique, etc.

- Le niveau comportemental dans lequel tous les comportements langagiers s'expriment en fonction des capacités cognitives et neurales mais également en fonction des facteurs environnementaux. La connaissance des comportements langagiers nous permettra de caractériser plus finement le traitement typique – atypique – pathologique.

D'autre part, nous intégrons des modules connexes qui sont connus pour influencer le traitement du langage chez les sourds et les locuteurs des LS :

- Les facteurs environnementaux correspondent aux facteurs cités précédemment (voir p.26).

Les facteurs environnementaux doivent être pris en compte car ils exercent une influence forte sur la faiblesse / richesse de l'input langagier (tant en quantité qu'en qualité). De même, les compétences langagières, selon le niveau de maîtrise, peuvent avoir une influence et "actualiser" les facteurs environnementaux. Il serait également intéressant de comprendre le poids de chacun des facteurs.

- Les facteurs liés à la modalité (*modality-specific*) correspondent à toutes les spécificités des LS que nous devons prendre en compte : la bimodalité, la simultanéité, l'iconicité, les indices non manuels.

Ces aspects spécifiques à la modalité peuvent influencer sur les mécanismes neurolinguistiques et cognitifs, et c'est pour cette raison qu'il est nécessaire de proposer un modèle spécifique aux LS. Tous les modèles neurolinguistiques décrivent le traitement des LV, or les LS, en s'appuyant sur un système sensoriel différent, n'auront pas les mêmes ondes ou localisations selon le niveau de traitement. Si nous pouvons imaginer que les marqueurs EEG de la phonologie seront observés, quelle hypothèse devons-nous faire à propos de la latence et de la topographie observée du fait que la région source du traitement visuel est différente de celle du traitement auditif. De même, en plus de l'impact de ce facteur purement physiologique, les facteurs environnementaux peuvent avoir des effets sur la perception : si l'enfant présente de bonnes compétences bimodales, il peut très avoir un accès à la phonologie signée et aussi phonologie vocale par la trace de la labialisation plus ou moins oralisée. Aussi, quelles seront les aires cérébrales activées ?

- Les facteurs cognitifs correspondent à tous les processus de mémoire, contrôle, attention et qui sont en action lors de quelque activité de langage.

Ainsi, les analyses des compétences langagières au regard de tous ces facteurs nous permettront de comprendre comment s'installent les compétences langagières pour envisager ensuite la caractérisation d'un comportement langagier typique, atypique et pathologique en LSF.

Conclusion et perspectives

Écrire un mémoire d'HDR n'est clairement pas une chose facile, tant par ce qu'il impose en termes de temps de travail alors que nous sommes déjà dans un rythme effréné, mais aussi parce qu'il implique le courage nécessaire pour s'auto-évaluer. J'en ressors très satisfaite : la présentation des travaux que j'ai réalisés m'a permis de mesurer le travail accompli et la portée des rencontres, la manière dont ces rencontres ont nourri et fait avancer mes recherches. Les travaux que j'ai exposés sont bien modestes par rapport à la tâche qu'il reste à accomplir car le champ de la LS est fécond et les perspectives de travail sont encore nombreuses.

En ouverture de ce manuscrit, j'ai présenté les réflexions conduites sur les notions d'atypie langagière et de contexte atypique. Ces termes étant très largement employés dans la littérature nationale et internationale des LS, mais également dans de nombreux domaines pas nécessairement scientifiques, mais sans que la signification soit claire. Cette première proposition de cadrage de l'atypie langagière et du contexte atypique a nécessité de redéfinir, ou de mieux conceptualiser ce qu'est le "normal" et le "pathologique", sachant que ce que l'on qualifie de "normal" dans le champ des compétences en LS ne représente en réalité qu'une infime partie de la population qu'elle se doit de représenter. Comme l'écrit Canguilhem (1992) « *le terme de "normal" n'a aucun sens proprement absolu ou essentiel. Nous avons proposé, dans un travail antérieur que ni le vivant, ni le milieu ne peuvent être dits normaux si on les considère séparément, mais seulement dans leur relation. C'est ainsi seulement qu'on peut conserver un fil conducteur sans la possession duquel on devra tenir nécessairement pour anormal – c'est-à-dire, croit-on, pathologique – tout individu anormal (porteur d'anomalies), c'est-à-dire aberrant par rapport à un type spécifique statistiquement défini* » (p.161). Ainsi, je rejoins Canguilhem (1992), propos rapportés par Alary et Brun (2017) dans l'ouvrage sur l'atypie langagière (Bogliotti et al., 2017), lorsqu'il souligne la relation au milieu et au vivant. Pour nous, un comportement langagier atypique ne peut s'observer, être décrit et être défini que si nous le situons en relation avec le contexte dans lequel il apparaît. Cette question de la relation au contexte rappelle la notion d'écosystème, et souligne qu'un comportement, qu'il soit typique, atypique ou pathologique, ne se comprend qu'à travers le prisme de l'environnement dans lequel il apparaît.

Dans une seconde partie, j'ai présenté les premières données recueillies en psycholinguistique de la LSF, à l'aide de techniques comportementales et électrophysiologiques. Sur le court-terme, je souhaiterais analyser et publier les nombreuses données récoltées qui sont encore dans les tiroirs. En ce qui concerne les améliorations nécessaires et qui impacteront les recherches futures, je souhaite me concentrer sur l'étude des caractéristiques acoustiques du signal gestuel, et des caractéristiques perceptives de la modalité visuo-gestuelle en réception et en production afin de créer des paradigmes expérimentaux parfaitement dédiés à l'analyse des LS. De plus, comme je l'ai écrit dans ce manuscrit, des expériences utilisant le couplage eye-tracking - EEG, serait intéressante pour évaluer les

compétences langagières en LS. Cependant, bien que la mise en place des travaux en EEG ait été passionnante, elle s'est révélée très chronophage, et demande à être bien accompagnée techniquement. Enfin, en termes d'outil méthodologique, j'espère pouvoir valider l'Indice de Potentiel Langagier afin de dépasser l'approche catégorielle actuelle "natif / tardif".

En guise de chapitre final, je propose un modèle qui retrace l'ensemble du travail entamé depuis plusieurs années, et qui se trouve être un enjeu de taille quant au travail qu'il reste à accomplir. Le modèle Sign-PRIM - Sign PProcessing Interactive Model propose la première ossature pour un modèle neurocognitif écologique du traitement de la LS. Comme mes travaux peuvent le manifester, tant dans la problématisation de l'atypie que dans les travaux sur la catégorisation des profils de locuteurs sourds, la notion d'environnement me semble essentielle pour situer les compétences. Dans le modèle Sign-Prim, je souhaite modéliser le traitement du langage dans une perspective située grâce aux différents facteurs environnementaux tels que la société, la cognition et le corps.

Enfin, une autre tâche que je développe dans ce manuscrit concerne le développement d'outils cliniques. Les professionnels ont cruellement besoin d'outils pour évaluer le niveau de langage, la demande est très forte et nous avons déjà partagé nos outils à des orthophonistes et orthosigneurs. Mais là aussi, ce n'est qu'un début et il reste encore beaucoup de travail. Cette année, les évaluations des tests *phonologie* et *lexique* de la batterie EVASIGNE vont commencer auprès d'enfants sourds signeurs en école élémentaire. En parallèle, j'espère pouvoir développer une interface web pour rendre l'outil disponible et accessible comme le propose l'équipe du DCAL. Développer et pérenniser un tel outil requiert des financements qu'il va falloir décrocher. C'est donc un chantier d'envergure.

Lors d'une audition pour un recrutement de poste MCF, une des membres du comité de sélection m'a demandé si je pensais qu'être chercheur, c'était aussi être militant. Oui, résolument, et encore plus dans le milieu de la Surdité car nos travaux sont le reflet des idées qu'on épouse, les expérimentations empreintes de mes croyances et perspectives que l'on souhaite voir naître pour la population de locuteurs sourds. Par ces travaux, j'espère au moins avoir fait découvrir et apprécier le monde riche et passionnant de la linguistique de la LSF et de la communauté Sourde aux étudiantes et étudiants que je rencontre. Faites qu'ils /elles aient autant de plaisir que moi à travailler sur ce sujet.

To be continued...

Publications

Les publications sont consultables sur <https://halshs.archives-ouvertes.fr/> et <http://caroline-bogliotti.parisnanterre.fr/publications/>

Submitted

Périn, P., Herrera, de S. & **Bogliotti, C.** *submitted*. FLexSign: a lexical database in French Sign Language (LSF), in *Behavior Research Methods*.

Bogliotti, C., Périn P. & Yeaton, J. Age of acquisition modulates the neurodynamics of sign language processing : event-related potentials evidence in LSF. In review in *Glossa Psycholinguistics*

Accepted

Puissant-Schontz, L., Villoing, F. & **Bogliotti, C.**, accepté dans *LANGAGES*. Titre provisoire Constructions prédicatives et Indice de Potentiel Langagier : une nouvelle piste pour le diagnostic de trouble du langage en LSF

Books

Bogliotti, C., Lacheret-Dujour A. & Isel, F. (2017) Atypies langagières de l'enfance à l'âge adulte. Apports de la psycholinguistique et des neurosciences cognitives. De Boeck Supérieur Editions

Book Chapter

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 Les atypies langagières de l'enfance à l'âge adulte. *Apports de la psycholinguistique et des neurosciences cognitives*, DeBoeck Supérieur Editions, p. 75-114.

A-RICL Articles dans revues internationales avec comité de lecture

Bogliotti, C., & Isel, F. (2021). Manual and Spoken Cues in French Sign Language's Lexical Access: Evidence From Mouthing in a Sign-Picture Priming Paradigm. *Frontiers in Psychology*, 12, 1836. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.655168>

Bogliotti, C., Aksen, H. & Isel, F. (2020) Role of language experience in sign language experience: behavioural evidence from a repetition task, *Plos One* 15 (11), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236729>

Saksida, A., Iannuzzi, S., **Bogliotti, C.**, Chaix, Y., Démonet, J.-F., Bricout, L., ... Ramus, F. (2016). Phonological skills, visual attention span, and visual stress in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, 52(10), 1503–1516.

Moll, K., Ramus, F., Bartling, J., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., **Bogliotti, C.** ... Landerl, K. (2014). Cognitive mechanisms underlying reading and spelling development in five European orthographies. *Learning and Instruction*, 29(0), pp 65-77.

Becker, J., Czamara, D., Scerri, T. S., Ramus, F., Csepe, V., Talcott, J. B., **Bogliotti, C...** Schumacher, J. (2013). Genetic analysis of dyslexia candidate genes in the European cross-linguistic NeuroDys cohort. *Eur J Hum Genet*. pp 1-6

Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., **Bogliotti, C...** Schulte-Körne, G. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 686-694.

Bogliotti, C. (2012) Les troubles de la dénomination, *Langue Française*, 174, pp 95-110

Medina, V., Hoonhorst, I., **Bogliotti, C.** & Serniclaes, W (2010) "Development of voicing perception in French: Comparing adults, adolescents and children", *Journal of Phonetics*, 38, 493-503

Bogliotti, C., Serniclaes, W., Messaoud-Galusi, S., & Sprenger-Charolles, L., (2008) "Discrimination of speech sounds by dyslexic children: comparisons with chronological age and reading level controls", *Journal of Experimental Child Psychology*, 101, pp 137-155

A-RNCL Articles dans revues nationales avec comité de lecture

Sprenger-Charolles, L., **Bogliotti, C.**, Piquard-Kipffer, A. & Leloup, G. (2009) "Stabilité dans le temps des déficits en et hors lecture chez les adolescents dyslexiques (données longitudinales) / Stability over time of reading and reading-related deficits in dyslexic adolescents (longitudinal data)", *A.N.A.E (Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant)* - N° spécial : les troubles dyslexiques dans la vie, 103, pp 243-253

A-CICS Communications avec actes dans congrès internationaux avec comité de sélection

Bogliotti, C., de Pontonx, S., Battistelli, D., & Brossier, F. (2020) contributeurs équivalents.

L'acquisition des adverbiaux temporels en français écrit chez l'enfant sourd: Premiers résultats comportementaux. *SHS Web of Conferences*, 78, 10008. CMLF Montpellier

Bellato, S., Battistelli, D., Filhol, M. & **Bogliotti, C.** (2019) Vers la traduction automatique d'adverbiaux temporels du français en Langue des Signes Française, *RECITAL*, Toulouse, 1-5 juillet

Brèthes, H., & **Bogliotti, C.** (2012). Rôle de la morphologie chez les enfants dyslexiques: étude des effets d'un entraînement morphologique. *SHS Web of Conferences*, 1, 1537-1554. 3^e CMLF2012, Lyon.

Bogliotti, C. & Serniclaes W. (2005) Dyslexie et perception de la parole, Entretiens d'Orthophonie de Bichat, *Expansion Scientifique Française*, pp 161-173.

Bogliotti, C., (2003) Relation between categorical perception of speech and reading acquisition, in M.J Solé, D. Recaesens & J. Romero (Eds.), Proceedings of the 15th *International Congress of Phonetic Science*, Barcelona ; Spain, 885-888

Serniclaes, W., **Bogliotti, C.**, & Carré, R., (2003) "Perception of consonant place of articulation: phonological categories meet natural boundaries", in M.J Solé, D. Recaesens & J. Romero (Eds.), Proceedings of the 15th *International Congress of Phonetic Science*, Barcelona ; Spain, 391-394.

CO-CI Communications orales dans colloques internationaux sans actes

- Périn, P., Herrera, S., Isel, F., **Bogliotti, C.** (2023) FLexSign: a lexical database in French Sign Language (LSF), *FEAST* Bergen Norway 27-29 june
- Périn, P., **Bogliotti, C.** & Isel, F (2020) Role of age of acquisition of LSF on semantic processing. Event-related potentials evidence with deaf native and late adult signers. *Sign Café 2*, Catane, Sicilia, 21-23 may
- Bogliotti, C.,** Fortuna, C. & Morgenstern, A. (2018) Sentence Repetition Task in French Sign Language: a new approach to assess LSF abilities. *SLAAC- Sign Language Acquisition and Assessment*, Haifa-Israel, 19-21 november
- Bogliotti, C.** & Isel, F (2018) Does mouthing influence the comprehension of lexical signs in French Sign Language? Evidence from a priming experiment, *ISGS*, Cape Town-South Africa, 4-8 july
- Bogliotti, C.,** Fortuna, C. & Morgenstern, A (2017) Sentence Repetition Task in French Sign Language: a new approach to assess LSF abilities. *FEAST17* Formal and Experimental Advances in Sign Language Theories, Reykjavick, 21-22 juin 2017
- Puissant-Schontz, L., Sekali, M & **Bogliotti, C.** (2017) Assessing morphosyntactic skills in LSF (French Sign Language): focus on predicative structures *FEAST17* Formal and Experimental Advances in Sign Language Theories, Reykjavick, 21-22 juin 2017
- Puissant-Schontz, L., Sekali, M. & **Bogliotti, C.** (2017) Assessing morphosyntactic skills in LSF (French Sign Language): focus on predicative structures ALTE17: Learning and Assessment : Making the Connections, Bologne, 3-5 mai 2017
- Guy-Guyenet, E., **Bogliotti, C.,** et Lacheret-Dujour, A. (2017) Early gestures and signs in French Sign Language acquisition, Language as a Form of Action, Rome, 21-23 juin 2017
- David, C., **Bogliotti, C.,** & Ferré, S. (2017). A non-sign repetition task to test phonological development in French sign language (LSF), Language as a form of Action, Rome, 21-23 juin 2017.
- Cristini, M. & **Bogliotti, C.** (2015) The phonology of French Sign Language (LSF): non sign repetition and discrimination tests, ICSLA15, Amsterdam, 1-3 juillet 2015
- Puissant-Schontz, L., **Bogliotti, C.** & Blondel, M. (2014) Assessment of morphosyntactic skills in French Sign Language (LSF) : linguistic and practical issues, ALTE Conference, 10-11 avril 2014, Paris
- Bogliotti C.,** Puissant-Schontz, L. & Heouaine S. (2013) Assessing morphosyntactic skills in French Sign Language, TISLR11 Theoretical Issues in Sign Language Research, 10-13 juillet 2013
- Bogliotti C.** & Serniclaes (2011) Développement d'un instrument de remédiation de la dyslexie. 4e Journées de Phonétique Clinique. Strasbourg - 19-21 mai 2011
- Gent, C., Mady, K., **Bogliotti, C.,** Messaoud-Galusi, S., Medina, V., & Serniclaes, W., (2005) "Do palatal consonants correspond to the fourth category in the perceptual F2-F3 space ?", ISCA Workshop on Plasticity in Speech Perception, London, 15-17 juin
- Bogliotti, C.,** Messaoud-Galusi, S., & Serniclaes, W., (2004) "Relation between categorical perception of speech and reading acquisition", Meeting of the Society for the Scientific Study of Reading, Amsterdam, 27-30 juin
- Messaoud-Galusi, S., Sprenger-Charolles, L., Carré, R., **Bogliotti, C.** & Serniclaes, W., (2004) "Perceptual weighting strategy : developmental trend and reading effect", Meeting of the Society for the Scientific Study of Reading, Amsterdam, 27-30 juin
- Serniclaes, W., **Bogliotti, C.,** Messaoud-Galusi, S., & Sprenger-Charolles, L., (2004) "Allophonic perception in developmental dyslexia : reliability, origin and implications for reading acquisition", Fourth International Workshop on Writing Systems, University of Antwerp, Belgium, 30 septembre-1er octobre

Serniclaes, W., **Bogliotti, C.**, Messaoud-Galusi, S., & Sprenger-Charolles, L., (2004) "Allophonic perception in developmental dyslexia : origin, reliability and implications of the categorical perception deficit", Meeting of the Society for the Scientific Study of Reading, Amsterdam, 27-30 juin

Serniclaes, W., Sprenger-Charolles, L., **Bogliotti, C.**, Messaoud-Galusi, L., VanHeghe, S., Mousty, P., & Carré, R., (2002) "Categorical perception deficit in dyslexia : Reliability and implications", Meeting of the Society for the Scientific Study of Reading, Chicago, 27-30 juin

Bogliotti, C., (2002) "Relations entre la perception catégorielle de la parole et la lecture", XXIème Journées d'Etudes sur la Parole (JEP), (Nancy, Le Chesnay France : INRIA), 197-200

Messaoud-Galusi, S., Carré, R., **Bogliotti, C.** & Serniclaes, W. (2002) "Origine du déficit de perception catégorielle des dyslexiques", XXIème Journées d'Etudes sur la Parole (JEP), (Nancy, Le Chesnay France : INRIA), pp 193-196.

AP. Développement d'outils de remédiation

Les outils ne sont pas publiés. Me contacter pour informations ou partage.

Bogliotti, C., Habchi, S. & Serniclaes W. Outil pilote de remédiation phonologique pour la dyslexie développementale. CNRS.

Bogliotti, C., Caët S., Puissant-Schontz, L., Morgenstern A., Aksen H., Blondel, M. (2017) Test de Répétition de Phrases en LSF, CNRS

Puissant-Schontz, L. et **Bogliotti, C.**(2013) Test de Morphosyntaxe en LSF

Communications invitées lors de séminaires

Webinaire <https://www.youtube.com/watch?v=WcXc6-ph37Q>

PV. Publications de Vulgarisation

Bogliotti, C. et Guellai B. (2022) Comment le bébé apprend à parler, E=M6

Projets de recherche

2023-2026. ANR SignToKids. Outils d'apprentissage LSF -Français pour enfants sourds. Responsable . Sylvie Gibet (IRISA, Université Bretagne Sud) Porteur MODYCO. Caroline Bogliotti

2022-2025. ANR AAC4ALL Alternative and Augmentative Communication for Everyone. Responsable. Jean-Yves Antoine. Porteur MODYCO. Caroline Bogliotti et Iris Eshkol-Taravella

2017-2022. Membre IUF Junior Clinical Linguistics and French Sign Language: A Model for LSF Acquisition and Sign Language Disorders, Institut Universitaire de France

2017-2018. Projet Temporalité linguistique en LSF et Français écrit : création d'un outil d'aide à l'acquisition de marqueurs temporels chez l'enfant sourd signeur.

Projet financé par la DGLFLF (Délégation Générale de la Langue Française et des Langues de France) (notification d'acceptation du projet en mai 2016). Responsable : Caroline Bogliotti

2016-2017. Projet RISLac : Risque, Information, Stéréotype, Langage et Communication. Projet AMI financé par le CNRS. Responsable : Johanna Etner

2016-2018. Projet PREDIR : Plateforme de Recherche Expérimentale sur les Décisions, les Interactions et les Risques. AAP SESAME financé par la région Ile de France. Responsable : Jean-Christophe Vergnaud

2014-2018. Projet EVASIGNE. Evaluation des compétences en LSF. Enjeux cliniques et linguistiques. Projet financé par l'Université Paris Lumières. Responsables : Caroline Bogliotti & Marion Blondel

2013-2015. Membre du Projet Européen SignMET- Sign Language : Methodologies and Evaluation Tools. <http://signmet.eu>. Responsable : Pasquale Rinaldi

2013-2015. Membre du Projet Signes en Familles, Projet DGLFLF. Responsable : Aliyah Morgenstern http://prosigne.fr/signes_en_famille/index.php

2015-2016. Participation au Projet ADAPT-ESCP Adaptation de l'Echelle Individuelle de la Communication Sociale Précoce à des populations au développement atypique, Projet financé par l'Université Paris-Lumières. Responsable : Michèle Guidetti

2014. Participation au Projet ANR SHS ICEO. Interactions Cognition Émotions dans la modalité olfactive. Expérimentation avec locuteurs LSF en collaboration avec Fanny Rinck. Responsable : Moustafa Bensafi

Références bibliographiques

- Agrafiotis, D., Canagarajah, N., Bull, D. R., & Dye, M. (2003). Perceptually optimised sign language video coding based on eye tracking analysis. *Electronics Letters*, 39(24), 1703. <https://doi.org/10.1049/el:20031140>
- Albertini, J. A., & Schley, S. (2011). Writing: Characteristics, instruction, and assessment. In M. Marschark & P. Spencer (Eds.) *Handbook of deaf studies, language, and education* (p. 2nd ed. pp. 130-143). New York, NY: Oxford University Press.
- Alemán Bañón, J., Fiorentino, R., & Gabriele, A. (2014). Morphosyntactic processing in advanced second language (L2) learners: An event-related potential investigation of the effects of L1–L2 similarity and structural distance. *Second Language Research*, 30(3), 275-306. <https://doi.org/10.1177/0267658313515671>
- Allen, T. (1986). A study of the achievement patterns of hearing-impaired students, 1974-1983. *Deaf children in America*, 161-206.
- Amitay, S. (2002). Disabled readers suffer from visual and auditory impairments but not from a specific magnocellular deficit. *Brain*, 125(10), 2272-2285. <https://doi.org/10.1093/brain/awf231>
- Andersson, A., & Newman, A. J. (2022). The Roles of Age of Acquisition, Proficiency, and First Language on Second Language Processing. In G. Grossi & A. J. Newman, *Changing Brains* (1^{re} éd., p. 57-77). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429342356-8>
- Angelovska, T., & Roehm, D. (2023). A Selective Review of Event-Related Potential Investigations in Second and Third Language Acquisition of Syntax. *Languages*, 8(1), 90. <https://doi.org/10.3390/languages8010090>
- Antonicelli, G., & Rastelli, S. (2023). Event-related potentials in the study of L2 sentence processing: A scoping review of the decade 2010-2020. *Language Acquisition*, 30(2), 163-200. <https://doi.org/10.1080/10489223.2022.2141633>
- Aronoff, M., Meir, I., & Sandler, W. (2005). The Paradox of Sign Language Morphology. *Language*, 81(2), 301-344. <https://doi.org/10.1353/lan.2005.0043>
- Atkinson, J., Marshall, J., Woll, B., & Thacker, A. (2005). Testing comprehension abilities in users of British Sign Language following CVA. *Brain and Language*, 94(2), 233-248. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2004.12.008>
- Baddeley, A. D., Allen, R. J., & Hitch, G. J. (2011). Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. *Neuropsychologia*, 49(6), 1393-1400. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.12.042>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 8, p. 47-89). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A., Hitch, G., & Allen, R. (2020). A Multicomponent Model of Working Memory. In A. Baddeley, G. Hitch, & R. Allen, *Working Memory* (p. 10-43). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198842286.003.0002>
- Bailey, A. (1998). A clinicopathological study of autism. *Brain*, 121(5), 889-905. <https://doi.org/10.1093/brain/121.5.889>
- Baker, A., & van den Bogaerde, B. (2008). Code-mixing in signs and words in input to and output from children. In *Sign bilingualism: Language development, interaction, and maintenance in sign language contact situations* (John Benjamins., p. 1-25). C. Plaza-Pust & E. Morales-López.
- Bank, R., Crasborn, O., & van Hout, R. (2015). Alignment of two languages: The spreading of mouthings in Sign Language of the Netherlands. *International Journal of Bilingualism*, 19(1), 40-55. <https://doi.org/10.1177/1367006913484991>
- Barcroft, J. (2009). Effects of Synonym Generation on Incidental and Intentional L2 Vocabulary Learning During Reading. *TESOL Quarterly*, 43(1), 79-103. <https://doi.org/10.1002/j.1545-7249.2009.tb00228.x>

- Bartlett, C. W., Flax, J. F., Logue, M. W., Vieland, V. J., Bassett, A. S., Tallal, P., & Brzustowicz, L. M. (2002). A Major Susceptibility Locus for Specific Language Impairment Is Located on 13q21. *The American Journal of Human Genetics*, 71(1), 45-55. <https://doi.org/10.1086/341095>
- Bastiaansen, M. C. M., Van Berkum, J. J. A., & Hagoort, P. (2002). Event-related theta power increases in the human EEG during online sentence processing. *Neuroscience Letters*, 323(1), 13-16. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(01\)02535-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)02535-6)
- Bates, E., Marchman, V., Thal, D., Fenson, L., Dale, P., Reznick, J. S., Reilly, J., & Hartung, J. (1994). Developmental and stylistic variation in the composition of early vocabulary. *Journal of Child Language*, 21(1), 85-123. <https://doi.org/10.1017/S0305000900008680>
- Battistelli, D., Filhol, M., & Bogliotti, C. (2018). *Linguistic temporality in deaf children: Assessment of uses of temporal adverbials in French Sign Language*. SLAAC - International Conference on Sign Language Acquisition and Assessment, Haifa, Israel.
- Baus, C., Carreiras, M., & Emmorey, K. (2013). When does iconicity in sign language matter? *Language and Cognitive Processes*, 28(3), 261-271. <https://doi.org/10.1080/01690965.2011.620374>
- Bavin, E. L., Wilson, P. H., Maruff, P., & Sleeman, F. (2005). Spatio-visual memory of children with specific language impairment: Evidence for generalized processing problems. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 40(3), 319-332. <https://doi.org/10.1080/13682820400027750>
- Becker, J., Czamara, D., Scerri, T. S., Ramus, F., Csepe, V., Talcott, J. B., Stein, J., Morris, A., Ludwig, K. U., Hoffmann, P., Honbolygo, F., Toth, D., Fauchereau, F., Bogliotti, C., Iannuzzi, S., Chaix, Y., Valdois, S., Billard, C., George, F., ... Schumacher, J. (2013). Genetic analysis of dyslexia candidate genes in the European cross-linguistic NeuroDys cohort. *Eur J Hum Genet*. <http://dx.doi.org/10.1038/ejhg.2013.199>
- Bellato, S., Filhol, M., Battistelli, D., & Bogliotti, C. (2019). Vers la traduction automatique d'adverbiaux temporels du français en langue des signes française. *Actes de la Conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN) PFI, Volume III: RECITAL, pages 605-616, Toulouse, France. ATALA.*
- Bellugi, U., & Fischer, S. (1972). A comparison of sign language and spoken language. *Cognition*, 1(2-3), 173-200. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(72\)90018-2](https://doi.org/10.1016/0010-0277(72)90018-2)
- Berk, S. (2003). *Sensitive period effects on the Acquisition of Language: A study of language development* [Unpublished Doctoral Dissertation]. University of Connecticut.
- Best, C. T., Mathur, G., Miranda, K. A., & Lillo-Martin, D. (2010). Effects of sign language experience on categorical perception of dynamic ASL pseudosigns. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(3), 747-762. <https://doi.org/10.3758/APP.72.3.747>
- Birdsong, D. (1992). Ultimate Attainment in Second Language Acquisition. *Language*, 68(4), 706. <https://doi.org/10.2307/416851>
- Bishop, D. V. (2003). *Test for reception of grammar* (Harcourt Assessment). Psychological Corporation.
- Bishop, D. V. M. (2001). Genetic and environmental risks for specific language impairment in children. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 356(1407), 369-380. <https://doi.org/10.1098/rstb.2000.0770>
- Bishop, D. V. M., McDonald, D., Bird, S., & Hayiou-Thomas, M. E. (2009). Children Who Read Words Accurately Despite Language Impairment: Who Are They and How Do They Do It?: Reading Despite Language Impairment. *Child Development*, 80(2), 593-605. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01281.x>
- Bishop, D. V. M., & Norbury, C. F. (2002). Exploring the borderlands of autistic disorder and specific language impairment: A study using standardised diagnostic instruments. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(7), 917-929. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00114>
- Bishop, D. V., North, T., & Donlan, C. (1996a). Nonword repetition as a behavioural marker for inherited language impairment: Evidence from a twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 37(4), 391-403.

- Bishop, D. V., North, T., & Donlan, C. (1996b). Nonword repetition as a behavioural marker for inherited language impairment: Evidence from a twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 37(4), 391-403. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1996.tb01420.x>
- Bley-Vroman, R., & Chaudron, C. (1994). Elicited imitation as a measure of a second-language competence. In E. Tarone, S. Gass, & A. Cohen (Éds.), *Research methodology in second-language acquisition* (p. 245-261). L. Erlbaum Associates.
- Blomert, L., & Mitterer, H. (2004). The fragile nature of the speech-perception deficit in dyslexia: Natural vs. synthetic speech. *Brain and Language*, 89(1), 21-26. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00305-5](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00305-5)
- Blondel, M. (2000). La fonction poétique dans les langues des signes. *Recherches linguistiques de Vincennes*, 29, 9-28. <https://doi.org/10.4000/riv.1195>
- Blondel, M., & Le Gac, D. (2007). Entre parenthèses y a-t-il une intonation en LSF ? In *Sillexicales* (p. 1-16).
- Blondel, M., & Muller, C. (2001). Movement and rhythm in nursery rhymes in LSF. *Sign Language Studies*, 2(1), 24-61.
- Boada, R., & Pennington, B. F. (2006). Deficient implicit phonological representations in children with dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 95(3), 153-193. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.04.003>
- Bock, J. K. (1986). Syntactic persistence in language production. *Cognitive Psychology*, 18(3), 355-387. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(86\)90004-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(86)90004-6)
- Bogliotti, C. (2012). Les troubles de la dénomination. *Langue française*, 174(2), 95. <https://doi.org/10.3917/lf.174.0095>
- Bogliotti, C., Aksen, H., & Isel, F. (2020). Language experience in LSF development: Behavioral evidence from a sentence repetition task. *PLOS ONE*, 15(11), e0236729. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236729>
- Bogliotti, C., Habchi, S., & Serniclaes, W. (2005). *Outil pilote de remédiation allophonique* [Logiciel].
- Bogliotti, C., & Isel, F. (2021). Manual and Spoken Cues in French Sign Language's Lexical Access: Evidence From Mouthing in a Sign-Picture Priming Paradigm. *Frontiers in Psychology*, 12, 1836. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.655168>
- Bogliotti, C., Isel, F., & Lacheret-Dujour, A. (2017a). *Atypies langagières de l'enfance à l'âge adulte: Apport de la psycholinguistique et des neurosciences cognitives*.
- Bogliotti, C., Isel, F., & Lacheret-Dujour, A. (2017b). Introduction: In *Atypies langagières de l'enfance à l'âge adulte* (p. 1-3). De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.bogli.2017.01.0001>
- Bogliotti, C., Perin, P., & Isel, F. (may 20-22). *Role of age of acquisition on semantic processing: Electrophysiological evidence from an Event-related potentials with deaf native and late adult signers*. Sign Cafè 2, Catane, Sicile.
- Bogliotti, C., Puissant-Schontz, L., & Heouaine, S. (2013, juillet 10). *Assessing morphosyntactic skills in French Sign Language*. TISLR11 Theoretical Issues in Sign Language Research, London.
- Bogliotti, C., Puissant-Schontz, L., & Marshall, C. R. (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 *Les atypies langagières de l'enfance à l'âge adulte. Apports de la psycholinguistique et des neurosciences cognitives* (DeBoeck Supérieur, p. 75-114).
- Bogliotti, C., & Serniclaes, W. (2005). Dyslexie et perception de la parole. *Entretiens d'Orthophonie de Bichat, Expansion Scientifique Français*, 161-173.
- Bogliotti, C., Serniclaes, W., Messaoud-Galusi, S., & Sprenger-Charolles, L. (2008). Discrimination of speech sounds by children with dyslexia: Comparisons with chronological age and reading level controls. *Journal of Experimental Child Psychology*, 101(2), 137-155. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.03.006>
- Bonvillian, J., & Folven, R. (1993). Sign Language Acquisition: Developmental Aspects. In *Psychological Perspectives on Deafness* (M. Marschark & M.D. Clark Ed., p. 229-268). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Bosworth, R. G., Wright, C. E., & Dobkins, K. R. (2019). Analysis of the visual spatiotemporal properties of American Sign Language. *Vision Research*, 164, 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2019.08.008>
- Bosworth, R., Stone, A., & Hwang, S.-O. (2020). Effects of Video Reversal on Gaze Patterns during Signed Narrative Comprehension. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 25(3), 283-297. <https://doi.org/10.1093/deafed/enaa007>
- Boudreault, P., & Mayberry, R. I. (2006). Grammatical processing in American Sign Language: Age of first-language acquisition effects in relation to syntactic structure. *Language and Cognitive Processes*, 21(5), 608-635. <https://doi.org/10.1080/01690960500139363>
- Boutet, D., & Morgenstern, A. (2020). Prélude et Ode à l'approche kinésiologique de la gestualité. *TIPA. Travaux interdisciplinaires sur la parole et le langage*, 36. <https://doi.org/10.4000/tipa.3892>
- Boutla, M., Supalla, T., Newport, E. L., & Bavelier, D. (2004). Short-term memory span: Insights from sign language. *Nature Neuroscience*, 7(9), 997-1002. <https://doi.org/10.1038/nn1298>
- Boutora, L. (2008). *Fondements historiques et implications théoriques d'une phonologie des langues des signes—Etude de la perception catégorielle des configurations manuelles en LSF et réflexion sur la transcription des langues des signes* [Linguistique]. Paris 8 Vincennes Saint Denis.
- Bowden, H. W., Steinhauer, K., Sanz, C., & Ullman, M. T. (2013). Native-like brain processing of syntax can be attained by university foreign language learners. *Neuropsychologia*, 51(13), 2492-2511. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.09.004>
- Boyes-Braem, P., Sutton-Spence, R., & Rijksuniversiteit te Leiden (Éds.). (2001). *The hands are the head of the mouth: The mouth as articulator in sign languages*. Signum.
- Braffort, A. (2016). *La langue des signes Française (LSF): Modélisations, ressources et applications*.
- Bregman, A. S. (1990). *Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1486.001.0001>
- Brentari, D. (2002). Modality differences in sign language phonology and morphophonemics. In R. P. Meier, K. Cormier, & D. Quinto-Pozos (Éds.), *Modality and structure in signed and spoken languages* (p. 35-64). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511486777.003>
- Brentari, D. (2019). *Sign language phonology*. Cambridge University Press.
- Brèthes, H., & Bogliotti, C. (2012). Rôle de la morphologie chez les enfants dyslexiques: Étude des effets d'un entraînement morphologique. *SHS Web of Conferences*, 1, 1537-1554. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20120100240>
- Burnham, D. K., Tyler, M., & Horlyck, S. (2002). *Periods of speech perception development and their vestiges in adulthood*.
- Capek, C. M., Grossi, G., Newman, A. J., McBurney, S. L., Corina, D., Roeder, B., & Neville, H. J. (2009). Brain systems mediating semantic and syntactic processing in deaf native signers: Biological invariance and modality specificity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(21), 8784-8789. <https://doi.org/10.1073/pnas.0809609106>
- Cardin, V., Orfanidou, E., Rönnerberg, J., Capek, C. M., Rudner, M., & Woll, B. (2013). Dissociating cognitive and sensory neural plasticity in human superior temporal cortex. *Nature Communications*, 4(1), 1473. <https://doi.org/10.1038/ncomms2463>
- Carreiras, M., Gutiérrez-Sigut, E., Baquero, S., & Corina, D. (2008). Lexical processing in Spanish Sign Language (LSE). *Journal of Memory and Language*, 58(1), 100-122. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2007.05.004>
- Caselli, N. K., & Cohen-Goldberg, A. (2014). Lexical access in sign language: A computational model. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00428>
- Caselli, N. K., & Pyers, J. E. (2020). Degree and not type of iconicity affects sign language vocabulary acquisition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 46(1), 127-139. <https://doi.org/10.1037/xlm0000713>

- Caselli, N. K., Sehyr, Z. S., Cohen-Goldberg, A., & Emmorey, K. (2017). ASL-LEX: A lexical database of American Sign Language. *Behavior Research Methods*, 49(2), 784-801. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0742-0>
- Chen, L., Shu, H., Liu, Y., Zhao, J., & Li, P. (2007). ERP signatures of subject-verb agreement in L2 learning. *Bilingualism: Language and Cognition*, 10(2), 161-174. <https://doi.org/10.1017/S136672890700291X>
- Chen Pichler, D. (2009). Development of Sign Language. In *Language Development Over the life-span* (Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, p. 217-241). Bot, Kees de/Makoni, Sinfree/Schrauf, Robert.
- Cheng, Q., Roth, A., Halgren, E., & Mayberry, R. I. (2019). Effects of Early Language Deprivation on Brain Connectivity: Language Pathways in Deaf Native and Late First-Language Learners of American Sign Language. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 320. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00320>
- Chen-Pichler, D. (2012). Language Acquisition. In *Handbook of Linguistics and Communication Science: Sign Language* (de Bruyter, p. 647-686). R. Pfau, B. Woll and M. Steinbach.
- Chiappe, P., Stringer, R., Siegel, L. S., & Stanovich, K. E. (2002). Why the timing deficit hypothesis does not explain reading disability in adults. *Reading and Writing*, 15(1/2), 73-107. <https://doi.org/10.1023/A:1013868304361>
- Chiat, S., Armon-Lotem, S., Marinis, T., Poliškenská, K., Roy, P., & Seeff-Gabriel, B. (2013). Assessment of language abilities in sequential bilingual children: The potential of sentence imitation tasks, 56–89. In *In Issues in the Assessment of Bilinguals ed.* (in Müller-Gathercole V., editor., p. 56-89). Toronto: Multilinguals Matters.
- Claussenius-Kalman, H., Hernandez, A. E., & Li, P. (2021). Expertise, ecosystem, and emergentism: Dynamic developmental bilingualism. *Brain and Language*, 222, 105013. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2021.105013>
- Collet, G., Colin, C., & Serniclaes, W. (2017). Remédiation audiophonologique de la dyslexie (RapDys), un logiciel visant à réorganiser la perception allophonique des sons de la parole en perception phonémique. *ANAE*, 148.
- Consortium, T. S. (2002). A Genomewide Scan Identifies Two Novel Loci Involved in Specific Language Impairment**Members of the consortium are listed in the Appendix. *The American Journal of Human Genetics*, 70(2), 384-398. <https://doi.org/10.1086/338649>
- Conti-Ramsden, G., Botting, N., & Faragher, B. (2001). Psycholinguistic markers for specific language impairment (SLI). *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 42(6), 741-748.
- Corina, D. P., McBurney, S. L., Dodrill, C., Hinshaw, K., Brinkley, J., & Ojemann, G. (1999). Functional Roles of Broca's Area and SMG: Evidence from Cortical Stimulation Mapping in a Deaf Signer. *NeuroImage*, 10(5), 570-581. <https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0499>
- Corina, D., & Singleton, J. (2009). Developmental Social Cognitive Neuroscience: Insights From Deafness. *Child Development*, 80(4), 952-967. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01310.x>
- Cormier, K., Schembri, A., Vinson, D., & Orfanidou, E. (2012). First language acquisition differs from second language acquisition in prelingually deaf signers: Evidence from sensitivity to grammaticality judgement in British Sign Language. *Cognition*, 124(1), 50-65. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.04.003>
- Cornelissen, P., Richardson, A., Mason, A., Fowler, S., & Stein, J. (1995). Contrast sensitivity and coherent motion detection measured at photopic luminance levels in dyslexics and controls. *Vision Research*, 35(10), 1483-1494. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(95\)98728-R](https://doi.org/10.1016/0042-6989(95)98728-R)
- Courtin, C. (2000a). The Impact of Sign Language on the Cognitive Development of Deaf Children: The Case of Theories of Mind. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5(3), 266-276. <https://doi.org/10.1093/deafed/5.3.266>
- Courtin, C. (2000b). The Impact of Sign Language on the Cognitive Development of Deaf Children: The Case of Theories of Mind. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5(3), 266-276. <https://doi.org/10.1093/deafed/5.3.266>

- Courtin, C., Limousin, F., & Morgenstern, A. (2010). Evaluer les compétences linguistiques des enfants en Langue des Signes Française, une expérience pionnière. *Language, Interaction and Acquisition*, 1(1), 129-158.
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, 104(2), 163-191. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.104.2.163>
- Cowan, N. (2020). Why and how to study working memory development: *L'Année psychologique*, Vol. 120(2), 135-156. <https://doi.org/10.3917/anpsy1.202.0135>
- Crasborn, O. A., van der Kooij, E., Waters, D., Woll, B., & Mesch, J. (2008). Frequency distribution and spreading behavior of different types of mouth actions in three sign languages. *Sign Language & Linguistics*, 11(1), 45-67. <https://doi.org/10.1075/sll.11.1.04cra>
- Cristini, M., & Bogliotti, C. (2015). *The phonology of French Sign Language (LSF): Non sign repetition and discrimination tests*. International Conference on Sign Language Acquisition, Amstersedam.
- Curtiss, S. (1977). *Genie: A psycholinguistic study of a modern-day « wild child »*. Academic Press.
- Cuxac, C. (2000). *La langue des signes Française (LSF) : Les voies de l'icongité*. Ophrys.
- Dash, T., Joannette, Y., & Ansaldo, A. I. (2022). Multifactorial approaches to study bilingualism in the aging population: Past, present, future. *Frontiers in Psychology*, 13, 917959. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.917959>
- David, C., Bogliotti, C., & Ferré, S. (2017, juin). *A non-sign repetition task to test phonological development in LSF*. Language as a form of action, Roma, Italy.
- Davis, B. L., & MacNeilage, P. F. (1995). The Articulatory Basis of Babbling. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38(6), 1199-1211. <https://doi.org/10.1044/jshr.3806.1199>
- De Filippo, C. L., & Lansing, C. R. (2006). Eye Fixations of Deaf and Hearing Observers in Simultaneous Communication Perception. *Ear & Hearing*, 27(4), 331-352. <https://doi.org/10.1097/01.aud.0000226248.45263.ad>
- De Houwer, A. (2009). *Bilingual First Language Acquisition*. Multilingual Matters. <https://doi.org/10.21832/9781847691507>
- Delong, K. A., Urbach, T. P., Groppe, D. M., & Kutas, M. (2011). Overlapping dual ERP responses to low cloze probability sentence continuations: Dual ERPs to low probability sentence continuations. *Psychophysiology*, 48(9), 1203-1207. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01199.x>
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: An open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 134(1), 9-21. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009>
- Deng, Q., Gu, F., & Tong, S. X. (2020). Lexical processing in sign language: A visual mismatch negativity study. *Neuropsychologia*, 148, 107629. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107629>
- de Pontonx, S., Battistelli, D., Bogliotti, C., & Brossier, F. (2020). L'acquisition des adverbiaux temporels en français écrit chez l'enfant sourd: Premiers résultats comportementaux. *SHS Web of Conferences*, 78, 10008. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207810008>
- Donders, F. C. (1969). On the speed of mental processes. *Acta Psychologica*, 30, 412-431. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(69\)90065-1](https://doi.org/10.1016/0001-6918(69)90065-1)
- Dowens, M. G., Vergara, M., Barber, H. A., & Carreiras, M. (2010). Morphosyntactic Processing in Late Second-Language Learners. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(8), 1870-1887. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21304>
- Dubuisson, C. (1999). *Grammaire descriptive de la Langue des Signes Québécoise*. (Montréal: Université du Québec à Montréal).
- Duhayer, V., Frumholz, M., & Garcia, B. (2006). Acquisition du langage chez l'enfant sourd: Quelle oralité pour quel accès à l'écrit? *Mélanges*, 29.
- Dye, M., Seymour, J., & Hauser, P. (2016). Response bias reveals enhanced attention to inferior visual field in signers of American Sign Language. *Experimental Brain Research*, 4(234), 1067-1076.

- Eccarius, P., & Brentari, D. (2008). Handshape coding made easier : A theoretically based notation for phonological transcription. *Sign Language & Linguistics*, 11(1), 69-101. <https://doi.org/10.1075/sll.11.1.11ecc>
- Eckert, M. (2004). Neuroanatomical Markers for Dyslexia : A Review of Dyslexia Structural Imaging Studies. *The Neuroscientist*, 10(4), 362-371. <https://doi.org/10.1177/1073858404263596>
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Stahl, S. A., & Willows, D. M. (2001). Systematic Phonics Instruction Helps Students Learn to Read : Evidence from the National Reading Panel's Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 71(3), 393-447. <https://doi.org/10.3102/00346543071003393>
- Emmorey, K. (2002). *Language, cognition, and the brain: Insights from sign language research*. Lawrence Erlbaum Associates. http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=234142_0
- Emmorey, K. (2012). The psycholinguistics of signed and spoken languages : How biology affects processing. In M. G. Gaskell (Éd.), *The Oxford Handbook of Psycholinguistics* (1^{re} éd., p. 703-722). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198568971.013.0043>
- Emmorey, K., & Corina, D. (1993). Hemispheric specialization for ASL signs and english words : Differences between imageable and abstract forms. *Neuropsychologia*, 31(7), 645-653. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(93\)90136-N](https://doi.org/10.1016/0028-3932(93)90136-N)
- Emmorey, K., Mott, M., Meade, G., Holcomb, P. J., & Midgley, K. J. (2021). Lexical selection in bimodal bilinguals : ERP evidence from picture-word interference. *Language, Cognition and Neuroscience*, 36(7), 840-853. <https://doi.org/10.1080/23273798.2020.1821905>
- Emmorey, K., Thompson, R., & Colvin, R. (2008a). Eye Gaze During Comprehension of American Sign Language by Native and Beginning Signers. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14(2), 237-243. <https://doi.org/10.1093/deafed/enn037>
- Emmorey, K., Thompson, R., & Colvin, R. (2008b). Eye Gaze During Comprehension of American Sign Language by Native and Beginning Signers. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14(2), 237-243. <https://doi.org/10.1093/deafed/enn037>
- Emmorey, K., & Wilson, M. (2004). The puzzle of working memory for sign language. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(12), 521-523. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.10.009>
- Emmorey, K., Winsler, K., Midgley, K. J., Grainger, J., & Holcomb, P. J. (2020). Neurophysiological Correlates of Frequency, Concreteness, and Iconicity in American Sign Language. *Neurobiology of Language*, 1(2), 249-267. https://doi.org/10.1162/nol_a_00012
- Fenlon, J., Cormier, K., & Schembri, A. (2015). Building BSL SignBank: The Lemma Dilemma Revisited. *International Journal of Lexicography*, 28(2), 169-206. <https://doi.org/10.1093/ijl/ecv008>
- Fenson, L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Bates, E., Thal, D. J., Pethick, S. J., Tomasello, M., Mervis, C. B., & Stiles, J. (1994). Variability in Early Communicative Development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 59(5), i. <https://doi.org/10.2307/1166093>
- Ferjan Ramirez, N., Leonard, M. K., Davenport, T. S., Torres, C., Halgren, E., & Mayberry, R. I. (2016). Neural Language Processing in Adolescent First-Language Learners : Longitudinal Case Studies in American Sign Language. *Cerebral Cortex*, 26(3), 1015-1026. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhu273>
- Ferjan Ramirez, N., Leonard, M. K., Torres, C., Hatrak, M., Halgren, E., & Mayberry, R. I. (2014). Neural Language Processing in Adolescent First-Language Learners. *Cerebral Cortex*, 24(10), 2772-2783. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht137>
- Ferjan-Ramirez, N. F., Lieberman, A. M., & Mayberry, R. I. (2013). The initial stages of first-language acquisition begun in adolescence : When late looks early. *Journal of Child Language*, 40(02), 391-414. <https://doi.org/10.1017/S0305000911000535>
- Filhol, M. (2014). Non-linear recursive grammar for Sign languages (Grammaire réursive non linéaire pour les langues des signes). *Proceedings of TALN 2014*, 531-536.
- Fisher, S. E., & DeFries, J. C. (2002). Developmental dyslexia : Genetic dissection of a complex cognitive trait. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(10), 767-780. <https://doi.org/10.1038/nrn936>

- Fisher, S. E., Lai, C. S. L., & Monaco, A. P. (2003). DECIPHERING THE GENETIC BASIS OF SPEECH AND LANGUAGE DISORDERS. *Annual Review of Neuroscience*, 26(1), 57-80. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.26.041002.131144>
- Francks, C., MacPhie, I. L., & Monaco, A. P. (2002). The genetic basis of dyslexia. *The Lancet Neurology*, 1(8), 483-490. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(02\)00221-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(02)00221-1)
- Friederici, A. D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(2), 78-84. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01839-8](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01839-8)
- Friederici, A. D. (2011). The Brain Basis of Language Processing : From Structure to Function. *Physiological Reviews*, 91(4), 1357-1392. <https://doi.org/10.1152/physrev.00006.2011>
- Friedrich, M., & Friederici, A. D. (2008). Neurophysiological correlates of online word learning in 14-month-old infants: *NeuroReport*, 19(18), 1757-1761. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e328318f014>
- Garcia, B. (sous presse). L'approche dite 'sémiologique' et la linguistique des langues des signes. Sallandre M.A et Gobet S. (Eds). 'Les voies de l'iconicité' aujourd'hui. *Ouvrage rétrospectif autour des travaux de Christian Cuxac*. Éditions Lambert-Lucas, Limoges, 20 pages.
- Gathercole, S., & Baddeley, A. (1990). Phonological Memory Deficits in Language Disordered Children: Is There a Causal Connection? *Journal of Memory and Language*, 29, 336-360.
- Gauger, L. M., Lombardino, L. J., & Leonard, C. M. (1997). Brain Morphology in Children With Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(6), 1272-1284. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4006.1272>
- Genesee, F., Paradis, J., & Crago, M. B. (2004). *Dual language development & disorders: A handbook on bilingualism & second language learning, Vol. 11* (p. xix, 233). Paul H Brookes Publishing.
- Geraci, C., Gozzi, M., Papagno, C., & Cecchetto, C. (2008). How grammar can cope with limited short-term memory : Simultaneity and seriality in sign languages. *Cognition*, 106(2), 780-804. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.04.014>
- Gialluisi, A., Andlauer, T. F. M., Mirza-Schreiber, N., Moll, K., Becker, J., Hoffmann, P., Ludwig, K. U., Czamara, D., Pourcain, B. S., Honbolygó, F., Tóth, D., Csépe, V., Huguet, G., Chaix, Y., Iannuzzi, S., Demonet, J.-F., Morris, A. P., Hulslander, J., Willcutt, E. G., ... Schulte-Körne, G. (2021). Genome-wide association study reveals new insights into the heritability and genetic correlates of developmental dyslexia. *Molecular Psychiatry*, 26(7), 3004-3017. <https://doi.org/10.1038/s41380-020-00898-x>
- Gibet, S., Courty, N., Duarte, K., & Naour, T. (2011). *The signcom system for data-driven animation of interactive virtual signers: Methodology and evaluation*.
- Giustolisi, B., Mereghetti, E., & Cecchetto, C. (2017). Phonological blending or code mixing? Why mouthing is not a core component of sign language grammar. *Natural Language & Linguistic Theory*, 35(2), 347-365. <https://doi.org/10.1007/s11049-016-9353-9>
- Goldin-Meadow, S., & Mylander, C. (1998). Spontaneous sign systems created by deaf children in two cultures. *Nature*, 391(6664), 279-281. <https://doi.org/10.1038/34646>
- González, J. E. J., & Santana, G. R. (2002). Identifying Subtypes of Reading Disability in the Spanish Language. *The Spanish Journal of Psychology*, 5(1), 3-19. <https://doi.org/10.1017/S1138741600005783>
- Gregg, K. R. (2003). The state of emergentism in second language acquisition. *Second Language Research*, 19(2), 95-128. <https://doi.org/10.1191/0267658303sr213oa>
- Grosjean, F. (2010). *Bilingual: Life and Reality* (Harvard University Press).
- Grosvald, M., Gutierrez, E., Hafer, S., & Corina, D. (2012). Dissociating linguistic and non-linguistic gesture processing : Electrophysiological evidence from American Sign Language. *Brain and Language*, 121(1), 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2012.01.005>
- Grove, N., & Walker, M. (1990). The Makaton Vocabulary : Using manual signs and graphic symbols to develop interpersonal communication. *Augmentative and Alternative Communication*, 6(1), 15-28. <https://doi.org/10.1080/07434619012331275284>

- Grove, N., & Woll, B. (2017). Assessing language skills in adult key word signers with intellectual disabilities: Insights from sign linguistics. *Research in Developmental Disabilities, 62*, 174-183. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.01.017>
- Gu, S., Chen Pichler, D., Kozak, L. V., & Lillo-Martin, D. (2022). Phonological development in American Sign Language-signing children: Insights from pseudosign repetition tasks. *Frontiers in Psychology, 13*, 921047. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.921047>
- Gutiérrez, E., Müller, O., Baus, C., & Carreiras, M. (2012). Electrophysiological evidence for phonological priming in Spanish Sign Language lexical access. *Neuropsychologia, 50*(7), 1335-1346. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.02.018>
- Gutierrez, E., Williams, D., Grosvald, M., & Corina, D. (2012). Lexical access in American Sign Language: An ERP investigation of effects of semantics and phonology. *Brain Research, 1468*, 63-83. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.04.029>
- Gutierrez-Sigut, E., & Baus, C. (2019). *Lexical processing in sign language comprehension and production – experimental perspectives* [Preprint]. Open Science Framework. <https://doi.org/10.31219/osf.io/qr769>
- Gutierrez-Sigut, E., Costello, B., Baus, C., & Carreiras, M. (2016). LSE-Sign: A lexical database for Spanish Sign Language. *Behavior Research Methods, 48*(1), 123-137. <https://doi.org/10.3758/s13428-014-0560-1>
- Gutiérrez, E., & Carreiras, M. (2009). *El papel de los parámetros fonológicos en el procesamiento de los signos de la LSE*. Madrid, Fundación CNSE.
- Hagoort, P. (2005). On Broca, brain, and binding: A new framework. *Trends in Cognitive Sciences, 9*(9), 416-423. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.07.004>
- Hagoort, P. (2013). MUC (Memory, Unification, Control) and beyond. *Frontiers in Psychology, 4*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00416>
- Hakuta, K., Bialystok, E., & Wiley, E. (2003). Critical Evidence: A Test of the Critical-Period Hypothesis for Second-Language Acquisition. *Psychological Science, 14*(1), 31-38. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.01415>
- Hall, M. L., & Bavelier, D. (2010). *Working Memory, Deafness, and Sign Language*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195390032.013.0030>
- Hall, M. L., Ferreira, V. S., & Mayberry, R. I. (2015). Syntactic Priming in American Sign Language. *PLOS ONE, 10*(3), e0119611. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119611>
- Hänel-Faulhaber, B., Skotara, N., Kügow, M., Salden, U., Bottari, D., & Röder, B. (2014). ERP correlates of German Sign Language processing in deaf native signers. *BMC Neuroscience, 15*(1), 62. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-15-62>
- Hart, B., & Risley, T. R. (1995). *Meaningful differences in the everyday experience of young American children*. P.H. Brookes.
- Haug, T. (2008). Review of sign language assessment instruments. In *Sign Language Acquisition* (Jonh Benjamins Publishing, p. 51-85). A. Baker & B. Woll (Hgs).
- Haug, T., Batty, A. O., Venetz, M., Notter, C., Girard-Groeber, S., Knoch, U., & Audeoud, M. (2020). Validity evidence for a sentence repetition test of Swiss German Sign Language. *Language Testing, 37*(3), 412-434. <https://doi.org/10.1177/0265532219898382>
- Haug, T., & Mann, W. (2007). Adapting Tests of Sign Language Assessment for Other Sign Languages—A Review of Linguistic, Cultural, and Psychometric Problems. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 13*(1), 138-147. <https://doi.org/10.1093/deafed/enm027>
- Heidlmayr, K., Ferragne, E., & Isel, F. (2021). Neuroplasticity in the phonological system: The PMN and the N400 as markers for the perception of non-native phonemic contrasts by late second language learners. *Neuropsychologia, 156*, 107831. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107831>
- Heled, E., & Ohayon, M. (2021). Visuospatial and Tactile Working Memory in Individuals with Congenital Deafness. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 26*(3), 314-321. <https://doi.org/10.1093/deafed/enab005>
- Henner, J., Caldwell-Harris, C. L., Novogrodsky, R., & Hoffmeister, R. (2016). American Sign Language Syntax and Analogical Reasoning Skills Are Influenced by Early Acquisition and

- Age of Entry to Signing Schools for the Deaf. *Frontiers in Psychology*, 07. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01982>
- Herbert, M., & Pires, A. (2017). Bilingualism and bimodal code-blending among deaf ASL-English bilinguals. *Proceedings of the Linguistic Society of America*, 2, 14. <https://doi.org/10.3765/plsa.v2i0.4054>
- Herman, R., Grove, N., Holmes, S., & Morgan, G. (2004). Assessing BSL development: Production test (narrative skills). *London UK: City University Publication*.
- Herman, R., Holmes, S., & Woll, B. (1999). *Assessing BSL Development—Receptive Skills Test* (Coleford).
- Herman, R., Rowley, K., Mason, K., & Morgan, G. (2014). Deficits in narrative abilities in child British Sign Language users with specific language impairment: Narratives in sign language SLI. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 49(3), 343-353. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12078>
- Hernandez, A. E., Claussenius-Kalman, H. L., Ronderos, J., Castilla-Earls, A. P., Sun, L., Weiss, S. D., & Young, D. R. (2019). Neuroemergentism: A framework for studying cognition and the brain. *Journal of Neurolinguistics*, 49, 214-223. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2017.12.010>
- Hernandez, A. E., Claussenius-Kalman, H. L., Ronderos, J., & Vaughn, K. A. (2018). Symbiosis, Parasitism and Bilingual Cognitive Control: A Neuroemergentist Perspective. *Frontiers in Psychology*, 9, 2171. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02171>
- Hernandez, D., Puupponen, A., Keränen, J., Wainio, T., Ortega, G., & Jantunen, T. (2022). *Neurocognitive semantic processing of signing with and without constructed action in FinSL*. Sign Café 2, Ragusa, Sicilia - 13 / 15 oct.
- Herrmann, A. (2013). *Modal and focus particles in sign languages: A cross-linguistic study*. De Gruyter Mouton; Ishara Press.
- Hickok, G. (1998). What's right about the neural organization of sign language? A perspective on recent neuroimaging results. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(12), 465-468. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01263-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01263-7)
- Hickok, G., Klima, E., Kritchevsky, M., & Bellugi, U. (1995). A case of 'sign blindness' following left occipital damage in a deaf signer. *Neuropsychologia*, 33(12), 1597-1606. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00111-5](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00111-5)
- Hickok, G., Love-Geffen, T., & Klima, E. S. (2002a). Role of the left hemisphere in sign language comprehension. *Brain and Language*, 82(2), 167-178. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(02\)00013-5](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(02)00013-5)
- Hickok, G., Love-Geffen, T., & Klima, E. S. (2002b). Role of the left hemisphere in sign language comprehension. *Brain and Language*, 82(2), 167-178. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(02\)00013-5](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(02)00013-5)
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2004). Dorsal and ventral streams: A framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition*, 92(1-2), 67-99. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.10.011>
- Hirshorn, E. A., Dye, M. W. G., Hauser, P., Supalla, T. R., & Bavelier, D. (2015). The contribution of phonological knowledge, memory, and language background to reading comprehension in deaf populations. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01153>
- Hockett, C. (1960). The Origin of Speech, *Scientific American*. Reprinted in: Wang, William S-Y. (1982) *Human Communication: Language and Its Psychobiological Bases*, *Scientific American* (pp4-12), 203, 88-111.
- Hoff, E. (2003). The Specificity of Environmental Influence: Socioeconomic Status Affects Early Vocabulary Development Via Maternal Speech. *Child Development*, 74(5), 1368-1378. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00612>
- Hohenberger, A., & Happ, D. (2001). The linguistic primacy of signs and mouth gestures over mouthing: Evidence from language production in German Sign Language. In P. Boyes-Braem & R. Sutton-Spence (Éds.), *The hands are the head of the mouth: The mouth as articulator in sign language* (p. 153-189). Hamburg: Signum Press.

- Holcomb, P. J., & Neville, H. J. (1991). Natural speech processing : An analysis using event-related brain potentials. *Psychobiology*, 19(4), 286-300.
- Hosemann, J., Herrmann, A., Sennhenn-Reulen, H., Schlesewsky, M., & Steinbach, M. (2018). Agreement or no agreement. ERP correlates of verb agreement violation in German Sign Language. *Language, Cognition and Neuroscience*, 33(9), 1107-1127. <https://doi.org/10.1080/23273798.2018.1465986>
- Hosemann, J., Herrmann, A., Steinbach, M., Bornkessel-Schlesewsky, I., & Schlesewsky, M. (2013). Lexical prediction via forward models : N400 evidence from German Sign Language. *Neuropsychologia*, 51(11), 2224-2237. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.07.013>
- Huguet, E. (2016). *Les labialisations en LS: quels usages ont les récepteurs sourds des labialisations des mots français utilisées par les interprètes ?* [Master 2 Interprète LSF / Français].
- Hurford, D. P., & Sanders, R. E. (1990). Assessment and remediation of a phonemic discrimination deficit in reading disabled second and fourth graders. *Journal of Experimental Child Psychology*, 50(3), 396-415. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(90\)90077-L](https://doi.org/10.1016/0022-0965(90)90077-L)
- Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., Cymerman, E., & Levine, S. (2002). Language input and child syntax. *Cognitive Psychology*, 45(3), 337-374. [https://doi.org/10.1016/S0010-0285\(02\)00500-5](https://doi.org/10.1016/S0010-0285(02)00500-5)
- Isel, F. (2017). Apport de l'électroencéphalographie à l'étude des atypies du traitement du langage. In *Atypies langagières de l'enfance à l'âge adulte. Apports de la psycholinguistique et des neurosciences cognitives* (De Boeck Supérieur, p. 149-192).
- Isel, F., Hahne, A., Maess, B., & Friederici, A. D. (2007). Neurodynamics of sentence interpretation : ERP evidence from French. *Biological Psychology*, 74(3), 337-346. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2006.09.003>
- Isel, F., & Kail, M. (2019). Neuroplasticity, network connectivity and language processing across the lifespan. *Brain and Cognition*, 134, 67-70. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2019.05.005>
- Jacob, S. (2007). *Description des procédés référentiels dans des narrations enfantines en Langue des Signes Française : Maintien et réintroduction des actants*. Paris 8.
- Jamain, S., Quach, H., Betancur, C., Råstam, M., Colineaux, C., Gillberg, I. C., Soderstrom, H., Giros, B., Leboyer, M., Gillberg, C., & Bourgeron, T. (2003). Mutations of the X-linked genes encoding neuroligins NLGN3 and NLGN4 are associated with autism. *Nature Genetics*, 34(1), 27-29. <https://doi.org/10.1038/ng1136>
- Jepsen, J. B., De Clerck, G., Lutalo-Kiingi, S., & McGregor, W. B. (Éds.). (2015). *Sign Languages of the World: A Comparative Handbook*. DE GRUYTER. <https://doi.org/10.1515/9781614518174>
- Joanisse, M. F., & Seidenberg, M. S. (1998). Specific language impairment : A deficit in grammar or processing? *Trends in Cognitive Sciences*, 2(7), 240-247. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01186-3](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01186-3)
- Johnston, T. (2012). Lexical Frequency in Sign Languages. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 17(2), 163-193. <https://doi.org/10.1093/deafed/enr036>
- Johnston, T., & Schembri, A. (2007). *Australian Sign Language (Auslan): An introduction to sign language linguistics* (1^{re} éd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511607479>
- Johnston, T., van Roekel, J., & Schembri, A. (2016). On the Conventionalization of Mouth Actions in Australian Sign Language. *Language and Speech*, 59(1), 3-42. <https://doi.org/10.1177/0023830915569334>
- Kaan, E., & Swaab, T. Y. (2003). Repair, Revision, and Complexity in Syntactic Analysis: An Electrophysiological Differentiation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(1), 98-110. <https://doi.org/10.1162/089892903321107855>
- Kail, R. (1994). A method for studying the generalized slowing hypothesis in children with specific language impairment. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37(2), 418-421.

- Kaminen, N. (2003). A genome scan for developmental dyslexia confirms linkage to chromosome 2p11 and suggests a new locus on 7q32. *Journal of Medical Genetics*, 40(5), 340-345. <https://doi.org/10.1136/jmg.40.5.340>
- Karadöller, D. Z., Sümer, B., Ünal, E., & Özyürek, A. (2022). Sign advantage: Both children and adults' spatial expressions in sign are more informative than those in speech and gestures combined. *Journal of Child Language*, 1-27. <https://doi.org/10.1017/S0305000922000642>
- Kimmelman, V. (2009). Parts of speech in Russian Sign Language: The role of iconicity and economy. *Sign Language & Linguistics*, 12(2), 161-186. <https://doi.org/10.1075/sll.12.2.03kim>
- King, C., & Quigley, S. (1985). *Reading and Deafness San Diego*.
- Kjelgaard, M. M., & Tager-Flusberg, H. (2001). An investigation of language impairment in autism: Implications for genetic subgroups. *Language and Cognitive Processes*, 16(2-3), 287-308. <https://doi.org/10.1080/01690960042000058>
- Kleiner, M., Brainard, D., Pelli, D., Murray, R., & Boussard, C. (2007). What's new in psychtoolbox-3. *Perception*, 36(14), 1-16.
- Klima, E. S., & Bellugi, U. (1979). *The signs of language*. Harvard University Press.
- Koechlin, E., & Jubault, T. (2006). Broca's Area and the Hierarchical Organization of Human Behavior. *Neuron*, 50(6), 963-974. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.05.017>
- Kolk, H. H. J., Chwilla, D. J., van Herten, M., & Oor, P. J. W. (2003). Structure and limited capacity in verbal working memory: A study with event-related potentials. *Brain and Language*, 85(1), 1-36. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(02\)00548-5](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(02)00548-5)
- Kooij van der, E. (2002). *Phonological categories in sign languages of the Netherlands. The role of phonetic implementation and iconicity*. Radboud Univerisity.
- Köpke, B., & Nespoulous, J.-L. (2006). Working memory performance in expert and novice interpreters. *Interpreting. International Journal of Research and Practice in Interpreting*, 8(1), 1-23. <https://doi.org/10.1075/intp.8.1.02kop>
- Kozak, V., Gu, S., Chen Pichler, D., & Lillo-Martin, D. (2022). *Phonological Development in ASL Signing Children: Comparing Approaches to Scoring a Pseudosign Repetition Task*. ISCLA4, On-Line.
- Krebs, J., Malaia, E., B. Wilbur, R., & Roehm, D. (2022). EEG analysis based on dynamic visual stimuli: Best practices in analysis of sign language data. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 58(Special Issue), 245-266. <https://doi.org/10.31299/hrri.58.si.13>
- Kronbichler, M., Hutzler, F., & Wimmer, H. (2002). Dyslexia: Verbal impairments in the absence of magnocellular impairments: *Neuroreport*, 13(5), 617-620. <https://doi.org/10.1097/00001756-200204160-00016>
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-Related Brain Potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, 62(1), 621-647. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123>
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Event-related brain potentials to semantically inappropriate and surprisingly large words. *Biological Psychology*, 11(2), 99-116. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(80\)90046-0](https://doi.org/10.1016/0301-0511(80)90046-0)
- Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., O'Donovan, M., Williams, J., Bartling, J., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., Tóth, D., Honbolygó, F., Csépe, V., Bogliotti, C., Iannuzzi, S., Chaix, Y., Démonet, J.-F., ... Schulte-Körne, G. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity: Cross-linguistic predictors of dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 686-694. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12029>
- Lao, O., Lu, T. T., Nothnagel, M., Junge, O., Freitag-Wolf, S., Caliebe, A., Balascakova, M., Bertranpetit, J., Bindoff, L. A., Comas, D., Holmlund, G., Kouvatzi, A., Macek, M., Mollet, I., Parson, W., Palo, J., Ploski, R., Sajantila, A., Tagliabracci, A., ... Kayser, M. (2008). Correlation between Genetic and Geographic Structure in Europe. *Current Biology*, 18(16), 1241-1248. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.07.049>

- Lavoie, C., & Villeneuve, S. (2009). Acquisition du lieu d'articulation en langue des signes québécoise chez trois enfants sourds : Étude de cas. *Revue québécoise de linguistique*, 28(2), 99-125. <https://doi.org/10.7202/603200ar>
- Leonard, L. B. (2000). *Children with specific language impairment* (1st MIT Press pbk. ed). MIT Press.
- Leppänen, P., Hämäläinen, J., Lohvansuu, K., Kiili, C., Hautala, J., Loberg, O., Kanninen, L., & Otieno, S. (2019). Neurocognitive risk factors for developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/conf.fnhum.2019.229.00025>
- Lieberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P., & Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review*, 74(6), 431-461. <https://doi.org/10.1037/h0020279>
- Lieberman, A. M., Harris, K. S., Hoffman, H. S., & Griffith, B. C. (1957). The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries. *Journal of Experimental Psychology*, 54(5), 358-368. <https://doi.org/10.1037/h0044417>
- Liddell, S. K., & Johnson, R. E. (1989). American Sign Language: The Phonological Base. *Sign Language Studies*, 1064(1), 195-277. <https://doi.org/10.1353/sls.1989.0027>
- Lieberman, A. M., Borovsky, A., Hatrak, M., & Mayberry, R. I. (2015). Real-time processing of ASL signs: Delayed first language acquisition affects organization of the mental lexicon. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41(4), 1130-1139. <https://doi.org/10.1037/xlm0000088>
- Lillo-Martin, D. (2008). Sign Language Studies: Past, Present and Future. *Sign Languages: Spinning and unraveling the past, present and future*, 244-263.
- Limousin, F. (2011). *Acquisition de la référence personnelle en LSF: Analyse longitudinale des pointages, des formes nulles et des noms signés chez une enfant sourde de parents sourds* [Thèse de Doctorat en Sciences du Langage non publiée]. Université Paris 8.
- Lu, J., Jones, A., & Morgan, G. (2016). The impact of input quality on early sign development in native and non-native language learners. *Journal of Child Language*, 43(03), 537-552. <https://doi.org/10.1017/S0305000915000835>
- Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of dyslexia*, 53, 1-14.
- Maassen, B., Groenen, P., & Cru, T. (2001). Identification and discrimination of voicing and place-of-articulation in developmental dyslexia. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 15(4), 319-339. <https://doi.org/10.1080/02699200010026102>
- MacNeilage, P. F., Davis, B. L., Kinney, A., & Matyear, C. L. (2000). The Motor Core of Speech: A Comparison of Serial Organization Patterns in Infants and Languages. *Child Development*, 71(1), 153-163. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00129>
- MacSweeney, M., Campbell, R., Woll, B., Brammer, M. J., Giampietro, V., David, A. S., Calvert, G. A., & McGuire, P. K. (2006). Lexical and sentential processing in British Sign Language. *Human Brain Mapping*, 27(1), 63-76. <https://doi.org/10.1002/hbm.20167>
- Maess, B., Koelsch, S., Gunter, T. C., & Friederici, A. D. (2001). Musical syntax is processed in Broca's area: An MEG study. *Nature Neuroscience*, 4(5), 540-545. <https://doi.org/10.1038/87502>
- Malaia, E. A., Krebs, J., Roehm, D., & Wilbur, R. B. (2020). Age of acquisition effects differ across linguistic domains in sign language: EEG evidence. *Brain and Language*, 200, 104708. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2019.104708>
- Malaia, E. A., & Wilbur, R. B. (2020). Syllable as a unit of information transfer in linguistic communication: The entropy syllable parsing model. *WIREs Cognitive Science*, 11(1). <https://doi.org/10.1002/wcs.1518>
- Manis, F., & Keating. (2004). Speech perception in dyslexic children with and without language impairments. In *The connections between language and reading disabilities* (In H. W. Catts & A. G. Kamhi (Eds.)). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Manis, F. R., McBride-Chang, C., Seidenberg, M. S., Keating, P., Doi, L. M., Munson, B., & Petersen, A. (1997). Are Speech Perception Deficits Associated with Developmental Dyslexia? *Journal of Experimental Child Psychology*, 66(2), 211-235. <https://doi.org/10.1006/jecp.1997.2383>

- Marinis, T. (2010). On-line sentence processing methods in typical and atypical populations. In *Experimental Methods in Language Acquisition Research* (Unsworth, S. & Blom, E., p. 139-162). John Benjamins [Language Learning and Language Teaching].
- Marschark, M., Lang, H. G., & Albertini, J. A. (2001). *Educating deaf students: From research to practice*. Oxford University Press.
- Marshall, C. (Éd.). (2013). *Current issues in developmental disorders* (1st ed). Psychology Press.
- Marshall, C., Mason, K., Rowley, K., Herman, R., Atkinson, J., Woll, B., & Morgan, G. (2015). Sentence Repetition in Deaf Children with Specific Language Impairment in British Sign Language. *Language Learning and Development*, 11(3), 237-251. <https://doi.org/10.1080/15475441.2014.917557>
- Marshall, C., & Morgan, G. (2016). Investigating Sign Language Development, Delay, and Disorder in Deaf Children. In *The Oxford Handbook of Deaf Studies in Language* (Oxford University Press, p. 311-324). Marc Marschark and Patricia Elizabeth Spencer.
- Marshall, C., Rowley, K., & Atkinson, J. (2014). Modality-Dependent and -Independent Factors in the Organisation of the Signed Language Lexicon: Insights From Semantic and Phonological Fluency Tasks in BSL. *Journal of Psycholinguistic Research*, 43(5), 587-610. <https://doi.org/10.1007/s10936-013-9271-5>
- Mason, K., Rowley, K., Marshall, C. R., Atkinson, J. R., Herman, R., Woll, B., & Morgan, G. (2010). Identifying specific language impairment in deaf children acquiring British Sign Language: Implications for theory and practice. *British Journal of Developmental Psychology*, 28(1), 33-49. <https://doi.org/10.1348/026151009X484190>
- Mayberry, R. I. (2007). When timing is everything: Age of first-language acquisition effects on second-language learning. *Applied Psycholinguistics*, 28(03). <https://doi.org/10.1017/S0142716407070294>
- Mayberry, R. I., Chen, J.-K., Witcher, P., & Klein, D. (2011). Age of acquisition effects on the functional organization of language in the adult brain. *Brain and Language*, 119(1), 16-29. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2011.05.007>
- Mayberry, R. I., & Eichen, E. B. (1991). The long-lasting advantage of learning sign language in childhood: Another look at the critical period for language acquisition. *Journal of Memory and Language*, 30(4), 486-512. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(91\)90018-F](https://doi.org/10.1016/0749-596X(91)90018-F)
- Mayberry, R. I., & Fischer, S. D. (1989). Looking through phonological shape to lexical meaning: The bottleneck of non-native sign language processing. *Memory & Cognition*, 17(6), 740-754.
- Mayberry, R. I., & Kluender, R. (2018). Rethinking the critical period for language: New insights into an old question from American Sign Language. *Bilingualism: Language and Cognition*, 21(5), 886-905. <https://doi.org/10.1017/S1366728917000724>
- Mayberry, R. I., & Lock, E. (2003). Age constraints on first versus second language acquisition: Evidence for linguistic plasticity and epigenesis. *Brain and Language*, 87(3), 369-384.
- Mayberry, R. I., & Witcher, P. (2005). *Age of acquisition effects on lexical access in ASL: Evidence for the psychological reality of phonological processing in sign language*. in 30th Boston University conference on language development.
- Mayberry, R., & Squires, B. (2006). Sign language: Acquisition. In *Encyclopedia of language and linguistics II 2nd edn* (K. Brown, p. 739-743). Oxford: Elsevier.
- Mayer, C. (2010). 10 The Demands of Writing and the Deaf Writer. *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education*, 2, 144.
- McGarry, M. E., Midgley, K. J., Holcomb, P. J., & Emmorey, K. (2023). How (and why) does iconicity effect lexical access: An electrophysiological study of American sign language. *Neuropsychologia*, 183, 108516. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2023.108516>
- McKee, R. (2007). Hand to mouth: The role of mouthing in NSZL. *Across the Board: Australian Association of Sign Language Interpreters (Victoria)*, 2(4), 3-12.
- Meade, G., Lee, B., Massa, N., Holcomb, P. J., Midgley, K. J., & Emmorey, K. (2021). The organization of the American Sign Language lexicon: Comparing one- and two-parameter ERP phonological priming effects across tasks. *Brain and Language*, 218, 104960. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2021.104960>

- Meade, G., Lee, B., Massa, N., Holcomb, P. J., Midgley, K. J., & Emmorey, K. (2022). Are form priming effects phonological or perceptual? Electrophysiological evidence from American Sign Language. *Cognition*, 220, 104979. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104979>
- Medina, V., Hoonhorst, I., Bogliotti, C., & Serniclaes, W. (2010). Development of voicing perception in French : Comparing adults, adolescents, and children. *Journal of Phonetics*, 38(4), 493-503. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2010.06.002>
- Meier, R. P. (2012). 25. Language and modality. In R. Pfau, M. Steinbach, & B. Woll (Éds.), *Sign Language* (p. 574-601). DE GRUYTER. <https://doi.org/10.1515/9783110261325.574>
- Meier, R. P., Cormier, K., & Quinto-Pozos, D. (Éds.). (2002). *Modality and Structure in Signed and Spoken Languages* (1^{re} éd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511486777>
- Meier, R. P., Mauk, C. E., Cheek, A., & Moreland, C. J. (2008). The Form of Children's Early Signs : Iconic or Motoric Determinants? *Language Learning and Development*, 4(1), 63-98. <https://doi.org/10.1080/15475440701377618>
- Messaoud-Galusi, S. (2004). *Incidence du développement linguistique et de la lecture sur les stratégies de pondération d'indices acoustiques et la perception catégorielle de la parole* [Thèse de Doctorat en Sciences du Langage non publiée]. Université Paris-Diderot - Paris VII.
- Mill, J. S. (2011). *A System of Logic, Ratiocinative and Inductive : Being a Connected View of the Principles of Evidence, and the Methods of Scientific Investigation* (1^{re} éd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139149846>
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two : Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97. <https://doi.org/10.1037/h0043158>
- Millet, A. (2004). La langue des signes française (LSF) : Une langue iconique et spatiale méconnue. *Recherche et pratiques pédagogiques en langues de spécialité - Cahiers de l'APLIUT*, Vol. XXIII N° 2, 31-44. <https://doi.org/10.4000/apliut.3326>
- Millet, A. (2019). *Grammaire descriptive de la langue des signes française : Dynamiques iconiques et linguistique générale*. UGA Éditions.
- Miozzo, M., Petrova, A., Fischer-Baum, S., & Peressotti, F. (2016). Serial position encoding of signs. *Cognition*, 154, 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.05.008>
- Mitchell, R. E., & Karchmer, M. A. (2004). When Parents Are Deaf Versus Hard of Hearing : Patterns of Sign Use and School Placement of Deaf and Hard-of-Hearing Children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 9(2), 133-152. <https://doi.org/10.1093/deafed/enh017>
- Molinaro, N., Barber, H. A., & Carreiras, M. (2011). Grammatical agreement processing in reading : ERP findings and future directions. *Cortex*, 47(8), 908-930. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.02.019>
- Moll, K., Ramus, F., Bartling, J., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., Streiftau, S., Lytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., Tóth, D., Honbolygó, F., Csépe, V., Bogliotti, C., Iannuzzi, S., Démonet, J.-F., Longeras, E., Valdois, S., George, F., ... Landerl, K. (2014). Cognitive mechanisms underlying reading and spelling development in five European orthographies. *Learning and Instruction*, 29, 65-77. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.09.003>
- Moores, D. (2006). Print literacy: The acquisition of reading and writing skills. *Deaf learners: Developments in curriculum and instruction*, 41-55.
- Moores, D. F. (2001). *Educating the deaf : Psychology, principles, and practices*.
- Morford, J. (2000). Delayed phonological development in ASL : Two cases studies of deaf isolates. *Recherches linguistiques de Vincennes*, 29, 121-142.
- Morford, J., & Mayberry, R. (2000). A reexamination of « Early Exposure » and its implications for language acquisition by eye. In *Language Acquisition by eye* (Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum and Associates., p. 111-128). C. Chamberlain, J. Morford & R. Mayberry (Eds.).
- Morford, J. P., Grieve-Smith, A. B., MacFarlane, J., Staley, J., & Waters, G. (2008). Effects of language experience on the perception of American Sign Language. *Cognition*, 109(1), 41-53. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.07.016>

- Morgan, G., Barrett-Jones, S., & Stoneham, H. (2007). The first signs of language : Phonological development in British Sign Language. *Applied Psycholinguistics*, 28(01), 3. <https://doi.org/10.1017/S0142716407070014>
- Mugnier, S. (2006). Le bilinguisme des enfants sourds : Des quelques freins aux possibles moteurs. *Glottopol*, 7.
- Muir, L. J. (2005). Perception of Sign Language and Its Application to Visual Communications for Deaf People. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(4), 390-401. <https://doi.org/10.1093/deafed/eni037>
- Näätänen, R., & Alho, K. (1997). Higher-order processes in auditory-change detection. *Trends in Cognitive Sciences*, 1(2), 44-45. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(97\)01013-9](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(97)01013-9)
- Näätänen, R., Lehtokoski, A., Lennes, M., Cheour, M., Huottilainen, M., Iivonen, A., Vainio, M., Alku, P., Ilmoniemi, R. J., Luuk, A., Allik, J., Sinkkonen, J., & Alho, K. (1997). Language-specific phoneme representations revealed by electric and magnetic brain responses. *Nature*, 385(6615), 432-434. <https://doi.org/10.1038/385432a0>
- Nadolske, M. A., & Rosenstock, R. (2007). Occurrence of mouthings in American Sign Language : A preliminary study. In P. Perniss, R. Pfau, & M. Steinbach (Éds.), *Visible variation : Comparative studies in sign language structure* (p. 35-62). Berlin: Mouton de Gruyter.
- Naert, L., Larboulette, C., & Gibet, S. (2020). A survey on the animation of signing avatars : From sign representation to utterance synthesis. *Computers & Graphics*, 92, 76-98. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2020.09.003>
- Neidle, C., & et al. (2000). *The Syntax of American Sign Language : Functional Categories and Hierarchical Structure*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Nelis, M., Esko, T., Mägi, R., Zimprich, F., Zimprich, A., Toncheva, D., Karachanak, S., Piskáčková, T., Balašćák, I., Peltonen, L., Jakkula, E., Rehnström, K., Lathrop, M., Heath, S., Galan, P., Schreiber, S., Meitinger, T., Pfeufer, A., Wichmann, H.-E., ... Metspalu, A. (2009). Genetic Structure of Europeans : A View from the North-East. *PLoS ONE*, 4(5), e5472. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005472>
- Nespor, M., & Sandler, W. (1999). Prosody in Israeli Sign Language. *Language and Speech*, 42(2-3), 143-176. <https://doi.org/10.1177/00238309990420020201>
- Neville, H. J., Coffey, S. A., Lawson, D. S., Fischer, A., Emmorey, K., & Bellugi, U. (1997). Neural Systems Mediating American Sign Language : Effects of Sensory Experience and Age of Acquisition. *Brain and Language*, 57(3), 285-308. <https://doi.org/10.1006/brln.1997.1739>
- Newman, A., Bavelier, D., Corina, D., Jezard, P., & Neville, H. (2002). A critical period for right hemisphere recruitment in American Sign Language processing. *Nature Neurosciences*, 5(1), 76-80.
- Newman, A. J., Supalla, T., Fernandez, N., Newport, E. L., & Bavelier, D. (2015). Neural systems supporting linguistic structure, linguistic experience, and symbolic communication in sign language and gesture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(37), 11684-11689. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510527112>
- Newport, E. (1990). Maturation constraints on language learning. *Cognitive Science*, 14, 11-28.
- Newport, E. L., & Meier, R. P. (1985). *The Acquisition of American Sign Language*. (D.I. Slobin, Vol. 1). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., Berry, E. L., Jenkins, I. H., Dean, P., & Brooks, D. J. (1999). Association of abnormal cerebellar activation with motor learning difficulties in dyslexic adults. *The Lancet*, 353(9165), 1662-1667. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)09165-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)09165-X)
- Niederberger, N., Aubonney, M., Dunant-Sauvin, C., Palama, G., Aubonney, S., Delachaux Djapo, S., & Frauenfelder, U. (2001). *TELSF, Test de Langue des Signes Française*. Laboratoire de Psychologie Expérimentale, FPSE, Université de Genève & Centre pour Enfants Sourds de Montbrillant, SMP, Genève.
- Noordenbos, M. W., Segers, E., Serniclaes, W., Mitterer, H., & Verhoeven, L. (2012). Allophonic mode of speech perception in Dutch children at risk for dyslexia : A longitudinal study. *Research in Developmental Disabilities*, 33(5), 1469-1483. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.03.021>

- Novembre, J., Johnson, T., Bryc, K., Kutalik, Z., Boyko, A. R., Auton, A., Indap, A., King, K. S., Bergmann, S., Nelson, M. R., Stephens, M., & Bustamante, C. D. (2008). Genes mirror geography within Europe. *Nature*, *456*(7218), 98-101. <https://doi.org/10.1038/nature07331>
- Novogrodsky, R., Fish, S., & Hoffmeister, R. (2014). The Acquisition of Synonyms in American Sign Language (ASL): Toward a Further Understanding of the Components of ASL Vocabulary Knowledge. *Sign Language Studies*, *14*(2), 225-249. <https://doi.org/10.1353/sls.2014.0003>
- Novogrodsky, R., & Meir, N. (2020). Age, frequency, and iconicity in early sign language acquisition: Evidence from the Israeli Sign Language MacArthur–Bates Communicative Developmental Inventory. *Applied Psycholinguistics*, *41*(4), 817-845. <https://doi.org/10.1017/S0142716420000247>
- O'Brien, E. K., Zhang, X., Nishimura, C., Tomblin, J. B., & Murray, J. C. (2003). Association of Specific Language Impairment (SLI) to the Region of 7q31. *The American Journal of Human Genetics*, *72*(6), 1536-1543. <https://doi.org/10.1086/375403>
- Occhino, C., Anible, B., & Morford, J. P. (2020). The role of iconicity, construal, and proficiency in the online processing of handshape. *Language and Cognition*, *12*(1), 114-137. <https://doi.org/10.1017/langcog.2020.1>
- Ojima, S., Nakata, H., & Kakigi, R. (2005). An ERP Study of Second Language Learning after Childhood: Effects of Proficiency. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(8), 1212-1228. <https://doi.org/10.1162/0898929055002436>
- Oostenveld, R., Fries, P., Maris, E., & Schoffelen, J.-M. (2011). FieldTrip: Open Source Software for Advanced Analysis of MEG, EEG, and Invasive Electrophysiological Data. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2011*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2011/156869>
- Orfanidou, E., Adam, R., McQueen, J. M., & Morgan, G. (2009). Making sense of nonsense in British Sign Language (BSL): The contribution of different phonological parameters to sign recognition. *Memory & Cognition*, *37*(3), 302-315. <https://doi.org/10.3758/MC.37.3.302>
- Ormel, E., Hermans, D., Knoors, H., & Verhoeven, L. (2009). The Role of Sign Phonology and Iconicity During Sign Processing: The Case of Deaf Children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *14*(4), 436-448. <https://doi.org/10.1093/deafed/enp021>
- Ortega, G. (2017). Iconicity and Sign Lexical Acquisition: A Review. *Frontiers in Psychology*, *8*, 1280. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01280>
- Ortega, G., & Morgan, G. (2015). Phonological Development in Hearing Learners of a Sign Language: The Influence of Phonological Parameters, Sign Complexity, and Iconicity: Phonological Development in Sign L2 Learners. *Language Learning*, *65*(3), 660-688. <https://doi.org/10.1111/lang.12123>
- Paul, P. V. (1998). *Literacy and deafness: The development of reading, writing, and literate thought*. Allyn and Bacon.
- Pélissier, M. (2020). *Comparing ERPs between native speakers and second language learners: Dealing with individual variability*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4032282>
- Pennington, B. F., Cardoso-Martins, C., Green, P. A., & Lefly, D. L. (2001). Comparing the phonological and double deficit hypotheses for developmental dyslexia. *Reading and Writing*, *14*(7/8), 707-755. <https://doi.org/10.1023/A:1012239018038>
- Perin, P., Herrera, S., Isel, F., & Bogliotti, C. (2023). *FLexSign: A lexical database in French Sign Language (LSF)*. FEAST, Bergen, Norway, 27-29 June.
- Perlmutter, D. M. (1992). Sonority and Syllable Structure in American Sign Language. *Linguistic Inquiry*, *23*(3), 407-442. JSTOR.
- Perniss, P., Thompson, R. L., & Vigliocco, G. (2010). Iconicity as a General Property of Language: Evidence from Spoken and Signed Languages. *Frontiers in Psychology*, *1*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00227>
- Petitto, L. A., Holowka, S., Sergio, L. E., Levy, B., & Ostry, D. J. (2004). Baby hands that move to the rhythm of language: Hearing babies acquiring sign languages babble silently on the hands. *Cognition*, *93*(1), 43-73. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.10.007>
- Petitto, L. A., & Marentette, P. (1991). Babbling in the manual mode: Evidence for the ontogeny of language. *Science*, *251*, 1483-1496.

- Pfau, R., Salzmann, M., & Steinbach, M. (2018). The syntax of sign language agreement : Common ingredients, but unusual recipe. *Glossa: a journal of general linguistics*, 3(1). <https://doi.org/10.5334/gjgl.511>
- Phillips, C. (2001). Levels of representation in the electrophysiology of speech perception. *Cognitive Science*, 25(5), 711-731. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2505_5
- Poizner, H., Klima, E. S., & Bellugi, U. (2000). *What the hands reveal about the brain* (1. paperback ed., 5. print). MIT Press.
- Pollack, I., & Pisoni, D. (1971). On the comparison between identification and discrimination tests in speech perception. *Psychonomic Science*, 24(6), 299-300. <https://doi.org/10.3758/BF03329012>
- Puissant-Schontz, L. (2020). *Les constructions prédicatives en LSF: description linguistique et développementale en vue de leur évaluation—Predicative Constructions in LSF: Linguistic and Developmental Description for their Assessment* [PhD in Linguistic Sciences]. Université Paris Nanterre.
- Puissant-Schontz, L., Sekali, M., & Bogliotti, C. (2017, juin). *Assessing morphosyntactic skills in LSF: focus on predicative structures*. FEAST Formal and Experimental Advances in Sign Language Theory, Reykjavík, Iceland.
- Qi, S., & Mitchell, R. E. (2012). Large-Scale Academic Achievement Testing of Deaf and Hard-of-Hearing Students : Past, Present, and Future. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 17(1), 1-18. <https://doi.org/10.1093/deafed/enr028>
- Quinto-Pozos, D., Forber-Pratt, A., & Singleton, J. L. (2011). Do developmental communication disorders exist in the signed modality ? Perspectives from professionals. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 42, 423-443.
- Quinto-Pozos, D., Singleton, J. L., & Hauser, P. C. (2017). A Case of Specific Language Impairment in a Deaf Signer of American Sign Language. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 22(2), 204-218. <https://doi.org/10.1093/deafed/enw074>
- Quinto-Pozos, D., Singleton, J. L., Hauser, P. C., & Levine, S. C. (2014). 3. A Case-study Approach to Investigating Developmental Signed Language Disorders. In D. Quinto-Pozos (Éd.), *Multilingual Aspects of Signed Language Communication and Disorder* (p. 70-89). Multilingual Matters. <https://doi.org/10.21832/9781783091317-006>
- Quinto-Pozos, D., Singleton, J. L., Hauser, P. C., Levine, S. C., Garberoglio, C. L., & Hou, L. (2013). Atypical signed language development: A case study of challenges with visual-spatial processing. *Cognitive Neuropsychology*, 30(5), 332-359. <https://doi.org/10.1080/02643294.2013.863756>
- Rack, J. P., Snowling, M. J., & Olson, R. K. (1992). The Nonword Reading Deficit in Developmental Dyslexia: A Review. *Reading Research Quarterly*, 27(1), 28. <https://doi.org/10.2307/747832>
- Ramus, F. (2003a). Developmental dyslexia: Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, 13(2), 212-218. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(03\)00035-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(03)00035-7)
- Ramus, F. (2003b). Theories of developmental dyslexia : Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126(4), 841-865. <https://doi.org/10.1093/brain/awg076>
- Ramus, F. (2005). De l'origine biologique de la dyslexie. *Psychologie & Education*, 60, 81-96.
- Ramus, F., Pidgeon, E., & Frith, U. (2003). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children: Motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(5), 712-722. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00157>
- Redmond, S. M., Thompson, H. L., & Goldstein, S. (2011). Psycholinguistic profiling differentiates specific language impairment from typical development and from attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of speech, language, and hearing research: JSLHR*, 54(1), 99-117. PubMed. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/10-0010\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/10-0010))
- Riches, N. G., Loucas, T., Baird, G., Charman, T., & Simonoff, E. (2010). Sentence repetition in adolescents with specific language impairments and autism : An investigation of complex syntax. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 45(1), 47-60. <https://doi.org/10.3109/13682820802647676>

- Rinaldi, P., Caselli, M. C., Lucioli, T., Lamano, L., & Volterra, V. (2018). Sign Language Skills Assessed Through a Sentence Reproduction Task. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 23(4), 408-421. <https://doi.org/10.1093/deafed/eny021>
- Rinaldi, P., Pasqualetti, P., Volterra, V., & Caselli, M. C. (2023). Gender differences in early stages of language development. Some evidence and possible explanations. *Journal of Neuroscience Research*, 101(5), 643-653. <https://doi.org/10.1002/jnr.24914>
- Rossi, S., Gugler, M. F., Friederici, A. D., & Hahne, A. (2006). The Impact of Proficiency on Syntactic Second-language Processing of German and Italian : Evidence from Event-related Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(12), 2030-2048. <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.12.2030>
- Saito, K., Otsuki, M., & Ueno, S. (2007). Sign language aphasia due to left occipital lesion in a deaf signer. *Neurology*, 69(14), 1466-1468. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000277455.08067.9c>
- Sakai, K. L., Tatsuno, Y., Suzuki, K., Kimura, H., & Ichida, Y. (2005). Sign and speech : Amodal commonality in left hemisphere dominance for comprehension of sentences. *Brain*, 128(6), 1407-1417. <https://doi.org/10.1093/brain/awh465>
- Saksida, A., Iannuzzi, S., Bogliotti, C., Chaix, Y., Démonet, J.-F., Bricout, L., Billard, C., Nguyen-Morel, M.-A., Le Heuzey, M.-F., Soares-Boucaud, I., George, F., Ziegler, J. C., & Ramus, F. (2016). Phonological skills, visual attention span, and visual stress in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, 52(10), 1503-1516. <https://doi.org/10.1037/dev0000184>
- Sallandre, M.-A. (2003). *Les unités du discours en Langue des Signes Française. Tentative de catégorisation dans le cadre d'une grammaire de l'iconicité.*
- Sandler, W. (1993a). A sonority cycle in American Sign Language. *Phonology*, 10(2), 243-279.
- Sandler, W., & Lillo-Martin, D. (2006). *Sign Language and Linguistics universals.* Cambridge University Press.
- Schick, B. (2004). Acquiring a visually-motivated language : Evidence from diverse learners. In *Advances in the Sign Language Development of Deaf and Hard-of-Hearing Children* (Oxford University Press). Schick B., Marschark M., Spencer P.
- Schlenker, P., Lamberton, J., & Santoro, M. (2013). Iconic variables. *Linguistics and Philosophy*, 36(2), 91-149. <https://doi.org/10.1007/s10988-013-9129-1>
- Schönström, K., & Hauser, P. C. (2022). The sentence repetition task as a measure of sign language proficiency. *Applied Psycholinguistics*, 43(1), 157-175. <https://doi.org/10.1017/S0142716421000436>
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Bartling, J., & Remschmidt, H. (1998). Auditory processing and dyslexia : Evidence for a specific speech processing deficit. *NeuroReport*, 9(2), 337-340. <https://doi.org/10.1097/00001756-199801260-00029>
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Bartling, J., & Remschmidt, H. (1999). The role of phonological awareness, speech perception, and auditory temporal processing for dyslexia. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 8(S3), S28-S34. <https://doi.org/10.1007/PL00010690>
- Segouat, J. (2010). *Modélisation de la coarticulation en Langue des Signes Française pour la diffusion automatique d'informations en gare ferroviaire à l'aide d'un signeur virtuel.* UP11 - Université Paris-Sud - Paris 11.
- Segui, J. (2015). Évolution du concept de lexique mental. *Revue de neuropsychologie*, 7(1), 21. <https://doi.org/10.3917/rne.071.0021>
- Sennikova, A., & Garcia, B. (2018). Statut et rôle des composants sublexicaux dans la structuration du lexique en langue des signes française (LSF). *Lexique*, 23, 131-159.
- Shield, A., & Meier, R. P. (2014). 4. The Acquisition of Sign Language by Deaf Children with Autism Spectrum Disorder. In D. Quinto-Pozos (Éd.), *Multilingual Aspects of Signed Language Communication and Disorder* (p. 90-122). *Multilingual Matters.* <https://doi.org/10.21832/9781783091317-007>
- Singleton, J. L., & Newport, E. L. (2004). When learners surpass their models : The acquisition of American Sign Language from inconsistent input. *Cognitive Psychology*, 49(4), 370-407. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2004.05.001>

- Skiba, T., Landi, N., Wagner, R., & Grigorenko, E. L. (2011). In Search of the Perfect Phenotype : An Analysis of Linkage and Association Studies of Reading and Reading-Related Processes. *Behavior Genetics*, 41(1), 6-30. <https://doi.org/10.1007/s10519-011-9444-7>
- Skotara, N., Salden, U., Kügow, M., Hänel-Faulhaber, B., & Röder, B. (2012a). The influence of language deprivation in early childhood on L2 processing : An ERP comparison of deaf native signers and deaf signers with a delayed language acquisition. *BMC Neuroscience*, 13(1), 44. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-13-44>
- Skotara, N., Salden, U., Kügow, M., Hänel-Faulhaber, B., & Röder, B. (2012b). The influence of language deprivation in early childhood on L2 processing : An ERP comparison of deaf native signers and deaf signers with a delayed language acquisition. *BMC Neuroscience*, 13(1), 44. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-13-44>
- Skuse, D. (1984). EXTREME DEPRIVATION IN EARLY CHILDHOOD?II. THEORETICAL ISSUES AND A COMPARATIVE REVIEW. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 25(4), 543-572. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1984.tb00172.x>
- Slobin, D. (2003). A cognitive / functional perspective on the acquisition of « classifiers ». In *Perspectives on classifier constructions in sign languages* (Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 271-296). K. Emmorey.
- Snowling, M. J. (2000). *Dyslexia*, 2nd ed. (p. xiv, 253). Blackwell Publishing.
- Sprenger-Charolles, L. (2021). Coût de l'opacité de l'orthographe sur l'apprentissage de la lecture. *Cités*, 86(2), 57-70. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/cite.086.0057>
- Sprenger-Charolles, L., Bogliotti, C., Piquard-Kipffer, A., & Leloup, G. (2009). Stabilité dans le temps des déficits en et hors lecture chez des adolescents dyslexiques (Données longitudinales). *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 21(103), 243-253.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Lacert, P., & Serniclaes, W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia: Evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 54(2), 87-104. <https://doi.org/10.1037/h0087332>
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., & Serniclaes, W. (2006). *Reading Acquisition and Developmental Dyslexia* (0 éd.). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203759714>
- Sprenger-Charolles, L., & Serniclaes, W. (2003). Acquisition de la lecture et de l'écriture et dyslexie : Revue de la littérature: *Revue française de linguistique appliquée*, Vol. VIII(1), 63-90. <https://doi.org/10.3917/rfla.081.0063>
- Stokoe, W. C. (1980). Sign Language Structure. *Annual Review of Anthropology*, 9(1), 365-390. <https://doi.org/10.1146/annurev.an.09.100180.002053>
- Sutton-Spence, R. (1999). The influence of English on British Sign Language. *International Journal of Bilingualism*, 3(4), 363-394. <https://doi.org/10.1177/13670069990030040401>
- Sutton-Spence, R., & Day, LC. (2001). Mouthings and Mouth Gestures in British Sign Language. In P. Boyes-Braem & R. Sutton-Spence (Éds.), *The Hands are the Head of the Mouth: The Mouth as Articulator in Sign Languages* (p. 69-87). Hamburg: Signum Press.
- Swets, J. A., Dawes, R. M., & John Monahan. (2000). Psychological Science Can Improve Diagnostic Decisions. *Psychological Science in the Public Interest*, 1(1), 1-26. <https://doi.org/10.1111/1529-1006.001>
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9(2), 182-198. [https://doi.org/10.1016/0093-934X\(80\)90139-X](https://doi.org/10.1016/0093-934X(80)90139-X)
- Tallal, P. (2003). Language learning disabilities: Integrating research approaches. *Current Directions in Psychological Science*, 12(6), 206-211. <https://doi.org/10.1046/j.0963-7214.2003.01263.x>
- Taub, S. F. (2001). *Language from the Body: Iconicity and Metaphor in American Sign Language* (1^{re} éd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511509629>
- Thompson, R. L., Vinson, D. P., Fox, N., & Vigliocco, G. (2013). Is Lexical Access Driven by Temporal Order or Perceptual Salience? Evidence from British Sign Language. *Proceedings of the 35th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, CogSci 2013, Berlin, Germany, July 31 - August 3, 2013*. <https://mindmodeling.org/cogsci2013/papers/0273/index.html>

- Thompson, R. L., Vinson, D. P., & Vigliocco, G. (2009). The link between form and meaning in American Sign Language: Lexical processing effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(2), 550-557. <https://doi.org/10.1037/a0014547>
- Traxler, C. B. (2000). The Stanford Achievement Test, 9th Edition: National Norming and Performance Standards for Deaf and Hard-of-Hearing Students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5(4), 337-348. <https://doi.org/10.1093/deafed/5.4.337>
- Trettenbrein, P., Pendzich, N.-K., Cramer, J.-M., Steinbach, M., & Zaccarella, E. (2022). *Psycholinguistic norms for more than 300 lexical signs in German Sign Language (DGS)*. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/MZ8J4>
- Trezek, B. J., Paul, P. V., & Wang, Y. (2009). *Reading and deafness: Theory, research, and practice*. Cengage Learning.
- Twomey, T., Price, C. J., Waters, D., & MacSweeney, M. (2020). The impact of early language exposure on the neural system supporting language in deaf and hearing adults. *NeuroImage*, 209, 116411. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116411>
- van der Hulst, H. (1996). On the other hand. *Lingua*, 98(1-3), 121-143. [https://doi.org/10.1016/0024-3841\(95\)00035-6](https://doi.org/10.1016/0024-3841(95)00035-6)
- van der Hulst, H. G., & van der Kooij, E. (2006). Phonetic implementation and phonetic pre-specification in sign language phonology. In *Papers in Laboratory Phonology 9* (p. 265-286). Louis Browman et al. (eds.).
- van der Hulst, H., & Mills, A. (1996). Issues in sign linguistics: Phonetics, phonology and morpho-syntax. *Sign Linguistics Phonetics, Phonology and Morpho-syntax*, 98(1), 3-17. [https://doi.org/10.1016/0024-3841\(95\)00030-5](https://doi.org/10.1016/0024-3841(95)00030-5)
- van der Lely, H. K. J., Jones, M., & Marshall, C. R. (2011). Who did Buzz see someone? Grammaticality judgement of wh-questions in typically developing children and children with Grammatical-SLI. *Lingua*, 121(3), 408-422. <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2010.10.007>
- van der Lely, H. K., Rosen, S., & McClelland, A. (1998). Evidence for a grammar-specific deficit in children. *Current Biology: CB*, 8(23), 1253-1258.
- van Daal, V., & van der Leij, A. (1999). Developmental dyslexia: Related to specific or general deficits? *Annals of Dyslexia*, 49(1), 71-104. <https://doi.org/10.1007/s11881-999-0020-2>
- Vinson, D., Thompson, R. L., Skinner, R., Fox, N., & Vigliocco, G. (2010). The Hands and Mouth Do Not Always Slip Together in British Sign Language: Dissociating Articulatory Channels in the Lexicon. *Psychological Science*, 21(8), 1158-1167. <https://doi.org/10.1177/0956797610377340>
- Volterra, V., & Iverson, J. (1995). When do modality factors affect the course of language acquisition? In *Language, gesture and space* (Hillsdale, NJ: Erlbaum, p. 371-390). K. Emmorey & J. Reilly.
- Weber-Fox, C. M., & Neville, H. J. (1996). Maturation Constraints on Functional Specializations for Language Processing: ERP and Behavioral Evidence in Bilingual Speakers. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(3), 231-256. <https://doi.org/10.1162/jocn.1996.8.3.231>
- Weisenberg, J. (2003). *Simultaneous codemixing in American Sign Language interpretation*. [Unpublished qualifying paper]. State University of New York at Stony Brook.
- White, L., & Genesee, F. (1996). How native is near-native? The issue of ultimate attainment in adult second language acquisition. *Second Language Research*, 12(3), 233-265. <https://doi.org/10.1177/026765839601200301>
- Wilbur, R. B. (2009). Effects of Varying Rate of Signing on ASL Manual Signs and Nonmanual Markers. *Language and Speech*, 52(2-3), 245-285. <https://doi.org/10.1177/0023830909103174>
- Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J.-W., da Silva Santos, L. B., Bourne, P. E., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., ... Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3(1), 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

-
- Williams, C., & Mayer, C. (2015). Writing in Young Deaf Children. *Review of Educational Research*, 85(4), 630-666. <https://doi.org/10.3102/0034654314564882>
- Wilson, M. (2001). The case for sensorimotor coding in working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(1), 44-57.
- Woll, B. (2001). The sign that dares to speak its name : Echo phonology in British Sign Language (BSL). In *The Hands are the Head of the Mouth. The Mouth as Articulator in Sign Languages* (eds P. Boyes Braem and R. Sutton-Spence, p. 87-98). (Hamburg, Germany: Signum Press).
- Woll, B. (2014). Moving from hand to mouth : Echo phonology and the origins of language. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00662>
- Woll, B., & Morgan, G. (2012). Language impairments in the development of sign : Do they reside in a specific modality or are they modality-independent deficits? *Bilingualism: Language and Cognition*, 15(01), 75-87. <https://doi.org/10.1017/S1366728911000459>
- Woll, B., & Sieratzki, J. S. (1998). Echo phonology : Signs of a link between gesture and speech. *Behavioral and Brain Sciences*, 21(4), 531-532. <https://doi.org/10.1017/S0140525X98481263>
- Zeshan, U. (2004). Hand, head, and face : Negative constructions in sign languages. *Linguistic Typology*, 8(1), 1-58. <https://doi.org/10.1515/lity.2004.003>