



HAL
open science

Perception de phonèmes de l'allemand par de jeunes adultes francophones dyslexiques

Stéphanie Deckert

► **To cite this version:**

Stéphanie Deckert. Perception de phonèmes de l'allemand par de jeunes adultes francophones dyslexiques. Médecine humaine et pathologie. 2021. hal-03870266

HAL Id: hal-03870266

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03870266>

Submitted on 24 Nov 2022

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.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**



**DÉPARTEMENT
D'ORTHOPHONIE
NANCY**
Faculté de Médecine



FACULTÉ de MÉDECINE
NANCY

**UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ DE MÉDECINE
DÉPARTEMENT D'ORTHOPHONIE**

MÉMOIRE présenté pour l'obtention du
CERTIFICAT DE CAPACITÉ D'ORTHOPHONISTE

par

Stéphanie Deckert

soutenu le : **28 septembre 2021**

**Perception de phonèmes de l'allemand par de jeunes adultes francophones
dyslexiques**

Mémoire dirigé par :	Madame BONNEAU Anne	Chercheur, CNRS (LORIA)
	Madame PIQUARD- KIPPFER Agnès	Maître de conférences des universités, Université de Lorraine & LORIA, Orthophoniste
Président de jury :	Monsieur FAIZ Adil	Maître de conférences des universités, Université de Lorraine
Assesseur :	Madame MONTAUT- VERIENT Bettina	Docteur en médecine ORL, CHRU Nancy

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à adresser mes plus sincères remerciements à mes deux maîtres de mémoire, Mesdames Bonneau et Piquard, qui ont accepté d'encadrer ce travail et m'ont permis de le mener à bien par leur disponibilité, leurs précieux conseils et leur aide. Merci beaucoup pour le temps accordé à ce travail, notamment lors de la phase expérimentale et des relectures.

Je remercie également Monsieur Faïz de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider mon jury, et Madame le Docteur Montaut-Verient d'avoir accepté de l'intégrer. Merci à vous deux pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail.

Puis, je remercie toute l'équipe du département d'orthophonie de Nancy, qui a œuvré pour nous permettre de réaliser notre mémoire dans les meilleures conditions.

Je remercie également toutes les personnes qui ont accepté de participer à ma partie expérimentale, ainsi que toutes celles qui m'ont aidée à entrer en relation avec les participants. Merci aussi à Jérémy. Sans vous tous, ce mémoire n'aurait pu voir le jour !

J'ai une pensée émue pour tous les bébés-orthos de ma promotion, avec qui j'ai adoré passer ces cinq années dans une belle cohésion. Chacun de vous a quelque chose de spécial. Je pense bien sûr à Marion qui, j'en suis sûre, nous aurait épatés avec un mémoire formidable.

Cette partie sur ma promotion ne pourrait être complète sans un paragraphe sur mes trésors, celles avec qui j'ai tout partagé durant ces cinq ans : Elisa, Lisa et Maëlle, alias la quadriplette. Je n'aurais pu rêver meilleures partenaires pour affronter les défis de ce cursus, mais aussi pour partager des confidences, de grands éclats de rire, des potins... Vous êtes devenues des amies indispensables. Il n'y a qu'avec vous que je peux le dire : quatre, c'est bien !

Merci à Léa, la meilleure marraine qui soit. Merci à la lignée des princesses d'être si royale.

Merci à ma famille pour sa confiance, ainsi que pour son soutien sous toutes ses formes au long de cette formation. Merci à mes amies d'Alsace (Caro, Marie, Marine...), restées proches malgré la distance et les chamboulements que cette reconversion professionnelle a représenté, ainsi qu'à mes nouvelles amies nancéiennes (Elisa, Hélène...), d'être entrées dans ma vie.

Merci à Stan pour son optimisme, sa confiance, et sa capacité à me faire tout oublier. Tout défi paraît plus surmontable quand on bénéficie du soutien de la personne qu'on aime.

Pour finir, je pense à mes deux petites étoiles, Deena et Dusco, qui veillent sur moi aujourd'hui.

DECLARATION SUR L'HONNEUR

Je soussigné (e), Stéphanie Deckert, inscrit(e) à l'Université de Lorraine, atteste que ce travail est le fruit d'une réflexion et d'un travail personnels et que toutes les sources utilisées ont été clairement indiquées. Je certifie que toutes les utilisations de textes préexistants, de formulations, d'idées, de raisonnements empruntés à un tiers sont mentionnées comme telles en indiquant clairement l'origine.

Conformément à la loi, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuites devant la commission disciplinaire et les tribunaux de la République Française.

Fait à Vandœuvre-lès-Nancy, le 29 juillet 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Deckert', written over a horizontal line.

SOMMAIRE

Remerciements	1
Introduction	6
Partie 1 : Ancrage théorique.....	8
Chapitre 1 Perception de la parole	9
1 Systèmes phonologiques	9
1.1 Inventaire des consonnes du français	9
1.2 Inventaire des consonnes de l'allemand	10
2 Perception des sons de la langue native (L1)	10
2.1 La perception catégorielle.....	11
2.2 Développement et évolution de la perception catégorielle chez le jeune enfant	12
3 Apprentissage et perception d'une langue seconde (L2).....	13
3.1 Approches théoriques	14
3.2 Le cas de la langue allemande	15
Chapitre 2 Dyslexie développementale.....	17
1 Définition	17
1.1 Classification	17
1.2 Caractéristiques	18
1.3 Diagnostic différentiel	19
1.4 Différents types.....	20
2 Hypothèses étiologiques.....	21
2.1 Perspectives centrées sur le traitement des informations sensorielles.....	21
2.2 Perspective motrice.....	22
2.3 Perspective génétique	23
2.4 Perspective phonologique.....	23
3 Conséquences des troubles d'ordre dyslexique.....	24

Chapitre 3 Perception des phonèmes dans le cadre d'une dyslexie développementale	25
1 Dyslexie et perception des phonèmes de la L1	25
1.1 Déficit de perception catégorielle.....	25
1.2 Perception allophonique	26
2 Dyslexie et perception des phonèmes d'une L2 : un champ théorique encore peu exploré.....	28
2.1 Evolution de la littérature	28
2.2 Liens avec les spécificités de perception en L1 des personnes dyslexiques.....	30
3 Une étude portant sur ces thématiques : Soroli <i>et al.</i> , 2010.....	31
3.1 Design de l'étude	31
3.2 Résultats : description des difficultés des sujets dyslexiques.....	32
3.3 Liens avec la théorie	32
Problématique, hypothèses et objectifs	34
Partie 2 : Méthodologie	36
1 Population.....	37
1.1 Choix des cohortes.....	37
1.2 Choix des sujets	37
1.3 Présentation des cohortes.....	38
2 Outils méthodologiques.....	39
2.1 Matériel.....	39
2.2 Passation	40
2.3 Procédure	40
3 Recueil et traitement des données	43
4 Précautions méthodologiques.....	44
4.1 Recueil du consentement des participants	44
4.2 Anonymisation des données	44
4.3 Respect des mesures contre la Covid-19.....	44

Partie 3 : Résultats et analyses	45
1 Analyse des performances à l'épreuve de discrimination	46
1.1 Comparaison inter-groupes des performances générales	46
1.2 Analyse des performances intra- et inter-groupes sur les paires de stimuli semblables et différents	47
2 Analyse des données issues de l'épreuve d'identification	52
2.1 Phonèmes existants en allemand et en français : /ʃ/ et /s/	53
2.2 Phonème allemand qui n'existe pas en français : /ç/	60
2.3 Éléments de comparaison entre l'identification de /ʃ/ et /s/, et celle de /ç/	66
3 Analyses complémentaires	66
3.1 Liens entre les deux épreuves : discrimination et identification	66
3.2 Temps de réponse	67
Discussion	68
1 Synthèse des résultats et validation des hypothèses	68
1.1 Comparaison inter-groupes.....	68
1.2 Comparaison inter-langues	70
2 Limites de l'étude.....	72
2.1 Limites et biais liés à la population	72
2.2 Limites et biais liés aux tâches proposées	72
2.3 Limites et biais liés à la passation.....	72
2.4 Limites liées à l'analyse statistique	73
3 Perspectives de recherche.....	73
3.1 Recherches complémentaires.....	73
3.2 Applications.....	73
Conclusion.....	74
Annexes.....	81

INTRODUCTION

La **dyslexie** désigne l'ensemble des troubles spécifiques et durables qui se manifestent quand une personne est amenée à reconnaître des mots écrits, lors de l'activité de lecture. Cette pathologie se doit d'être dépistée, diagnostiquée et prise en charge. Ainsi, différents professionnels sont impliqués dans le parcours de la personne présentant des troubles dyslexiques : l'enseignant, qui, observant des difficultés, peut être amené à suspecter les troubles, le médecin, qui, recevant la plainte initiale du patient et/ou de ses parents, peut ordonner le bilan orthophonique, le psychologue (de l'Education Nationale : psyEN, ou exerçant en libéral), qui peut compléter le diagnostic différentiel en s'assurant que les capacités cognitives soient dans la norme. Cependant, l'orthophoniste, seul professionnel de soin habilité à poser le diagnostic de dyslexie, et à prendre cette pathologie en charge (Décret n° 2002-721 du 2 mai 2002 relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession d'orthophoniste, 2002), demeure l'interlocuteur privilégié de ces patients et de leurs familles.

Les patients dyslexiques que nous rencontrons en cabinet d'orthophonie présentent souvent des difficultés phonologiques durables et résistantes à la rééducation, face auxquelles nous proposons un travail spécifique, des compensations et des aménagements (en partenariat avec l'Education Nationale). Ces difficultés se manifestent notamment par des confusions phonémiques, malgré des capacités d'acuité auditive et visuelle dans la norme (American Psychiatric Association, 2013). La **perception de la parole** est, entre autres, en cause : les personnes présentant une dyslexie se distingueraient des sujets typiques par un déficit de discrimination phonémique (Serniclaes *et al.*, 2001). Cependant, pour certains allophones de phonèmes, des chercheurs ont également montré que les personnes présentant une dyslexie pourraient avoir de meilleures capacités de discrimination que les sujets typiques, leur perception étant plus allophonique que catégorielle (Serniclaes *et al.*, 2004). Par ailleurs, les personnes dyslexiques ont davantage de difficultés à catégoriser les phonèmes qu'ils perçoivent (Vandermosten *et al.*, 2010).

Face à ce constat de déficits durables dans la perception des phonèmes de leur propre langue, nous pouvons nous interroger sur les capacités des personnes dyslexiques à appréhender les sons d'une langue étrangère. Les aménagements prévus pour compenser leurs difficultés ne prévoient pas d'écarter l'**apprentissage d'une langue seconde**, qui fait partie intégrante de l'enseignement dispensé dès l'école élémentaire (*Loi n°2013-595 du 8 juillet 2013*

d'orientation et de programmation pour la refondation de l'École de la République, s. d.). De plus, à l'âge adulte, la maîtrise d'une langue étrangère constitue un avantage sur les plans professionnel et personnel. Or, les patients rencontrés en cabinet d'orthophonie évoquent généralement des difficultés à apprendre une nouvelle langue, quelle que soit celle qu'ils choisissent. Mieux comprendre ces difficultés permettrait à tous les professionnels impliqués, dont les orthophonistes, de prendre en compte les forces et les faiblesses des personnes présentant une dyslexie. Cette compréhension permettrait une approche plus globale de ces patients, qui est ce vers quoi nous tendons en orthophonie, et ainsi, un accompagnement plus complet et proche de leurs préoccupations. Dans cette optique, nous nous sommes intéressée à la **perception de phonèmes d'une langue étrangère par de jeunes adultes dyslexiques**. La langue allemande a particulièrement retenu notre attention, pour les raisons suivantes.

Si l'anglais et l'espagnol sont les langues secondes plébiscitées par les écoliers français, les écoliers de la région Grand Est font la part belle à l'**allemand** : selon l'association Frontaliers Grand Est (2018), 60% des collégiens mosellans l'ont choisi en seconde langue vivante cette année-là. La langue allemande a fait et fait toujours l'objet de nombreuses études au sein du Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses Applications (LORIA, Vandœuvre-lès-Nancy) et notamment de l'équipe Multispeech, dont les thématiques de recherche sont centrées sur la perception de la parole humaine et son analyse, par le biais de supports informatiques adaptés. Citons ainsi les travaux de Juvet et ses collaborateurs (2015), Trouvain et ses collaborateurs (2016), Zimmerer et ses collaborateurs (2016), ainsi que Bonneau (2015, 2019), dont certains ont été réalisés en collaboration avec des chercheurs de l'Université de la Sarre (Allemagne). Nous avons souhaité nous inscrire dans la lignée de ces travaux, en ouvrant cependant les perspectives de recherche aux personnes présentant une dyslexie. En effet, autant la perception de la langue allemande par des sujets francophones a suscité de nombreux travaux de recherche, autant cette thématique appliquée aux personnes dyslexiques demeure peu documentée.

L'étude de la perception de phonèmes de l'allemand par de jeunes adultes francophones présentant une dyslexie, et la comparaison de leurs caractéristiques perceptives avec celles de sujets typiques comparables en termes d'âge et de sexe, constituent le cœur de notre travail. Cette étude nous permettra de faire des liens avec les données théoriques, ainsi que, nous l'espérons, de **mieux comprendre les difficultés perceptives** de personnes dyslexiques francophones découvrant des sons allemands, avec pour objectif final un **meilleur accompagnement tant sur le plan pédagogique que rééducatif**.

PARTIE 1 :
ANCRAGE THEORIQUE

CHAPITRE 1

PERCEPTION DE LA PAROLE

1 Systèmes phonologiques

Le phonème est « *la plus petite unité fonctionnelle d'un système phonologique* » (Vaissière, 2015), soit l'unité distinctive minimale qui peut être isolée par segmentation dans la chaîne parlée. S'il est substitué par un autre dans une unité lexicale, un autre mot ou un non-mot est obtenu. Par exemple, en français, le contraste entre /p/ et /b/ permet de distinguer « poire » et « boire ». Ceci illustre la fonction distinctive des phonèmes, opposant des mots de la langue sous l'angle du sens. Du fait du contexte phonétique ou de variations individuelles, un phonème peut être prononcé de diverses façons. Un allophone est une de ces réalisations possibles. Des traits distinctifs sont retenus pour décrire et catégoriser les phonèmes, en fonction de leurs caractéristiques acoustiques et/ou articulatoires. Ils servent à distinguer au moins deux phonèmes. Les traits articulatoires distinctifs les plus souvent retenus pour catégoriser les sons consonantiques sont le voisement, la nasalité, le mode d'articulation, et le lieu d'articulation. L'alphabet phonétique international, développé par des phonéticiens français et britanniques, sous l'égide de l'Association Phonétique Internationale, transcrit les sons de la parole en symboles phonétiques. Dans ce mémoire, nous nous intéressons plus particulièrement aux sons consonantiques : ce sont donc d'eux dont nous allons essentiellement parler.

1.1 Inventaire des consonnes du français

En langue française, 40 phonèmes sont répertoriés, dont 20 consonnes. Cet inventaire peut varier selon les phonéticiens. Nous nous sommes inspirée des travaux de Vaissière (2015) pour présenter le tableau ci-après :

Mode d'articulation	Voisement	Lieu d'articulation							
		Bilabial	Labio-dental	Alvéo-dental	Alvéolaire	Post-alvéolaire	Palatal	Vélaire	Uvulaire
Occlusif	Sourdes	p		t				k	
	Sonores	b		d				g	
Fricatif	Sourdes		f		s	ʃ			
	Sonores		v		z	ʒ			ʁ
Vibrant	Sonores				r				ʀ
Latéral	Sonore				l				
Occlusif	Sonores	m		n			ɲ	ŋ	

Tableau 1 : Inventaire des consonnes du français

1.2 Inventaire des consonnes de l'allemand

En langue allemande standard, sont généralement répertoriés 42 phonèmes, dont 23 consonnes. Cet inventaire varie selon les auteurs, les phonèmes d'origine étrangère qui y sont intégrés, la prise en compte, ou non, des affriquées (ce n'est pas le cas ici) ... Pour nous aider à réaliser l'inventaire des consonnes de l'allemand, nous nous sommes appuyée sur les travaux de Wiese (1996). Les traits articulatoires distinctifs permettent de classer ainsi les sons consonantiques :

Nasalité	Mode d'articulation	Voisement	Lieu d'articulation								
			Bilabial	Labio-dental	Alvéo-dental	Alvéolaire	Post-alvéolaire	Palatal	Vélaire	Uvulaire	Glottal
Orales	Occlusif	Sourdes	p		t					k	
		Sonores	b		d					g	ʔ
	Fricatif	Sourdes		f		s	ʃ	ç	x		h
		Sonores		v		z	ʒ	j			
	Vibrant	Sonores				r				R	
	Latéral	Sonore				l					
Nasales	Occlusif	Sonores	m		n				ŋ		

Tableau 2 : Inventaire des consonnes de l'allemand

Le phonème /ç/, qui nous intéresse particulièrement dans ce mémoire, présente les caractéristiques suivantes :

- Il est oral : sa production n'implique pas l'utilisation de la cavité nasale.
- Il est fricatif : son mode d'articulation implique une forte constriction à l'intérieur de la cavité orale, sans aller jusqu'à l'obstruction complète du passage de l'air.
- Il est sourd, ou non voisé : il n'implique pas de vibration des cordes vocales.
- Il est palatal, c'est-à-dire qu'il met en jeu le palais, et plus exactement le palais dur. C'est le dos de la langue qui vient au contact du palais. /ç/ est donc une consonne dorsale dont le lieu d'articulation est situé sur la partie médiane du palais.

/ç/ est par exemple retrouvé en finale de l'équivalent du pronom personnel « je » en allemand : « ich ».

2 Perception des sons de la langue native (L1)

La perception est l'« action de percevoir par les organes des sens » (Larousse, s. d.). La perception de la parole est en lien avec des stimuli auditifs, mais aussi visuels. En effet, selon la théorie motrice de la parole, l'auditeur s'appuie sur les indices articulatoires pour interpréter correctement le message de son interlocuteur (Liberman & Mattingly, 1985). La perception de la parole est sous-tendue par différentes capacités, dont la discrimination, qui est l'aptitude à

distinguer deux stimuli différents grâce à l'intégration des informations recueillies par les sens, et l'identification, qui consiste à reconnaître un stimulus et à l'associer à une catégorie, par exemple à un phonème.

2.1 La perception catégorielle

La perception catégorielle a été introduite par les travaux de Liberman et son équipe (1957 ; 1967), qui avaient manipulé la hauteur de la fréquence des formants de transition des phonèmes consonantiques /b/, /d/ et /g/, afin de créer artificiellement des sons intermédiaires, variant le long d'un continuum acoustique. Des tâches d'identification et de discrimination des sons ont permis de montrer que, pour une même distance acoustique :

- En discrimination, les nuances intra-phonémiques (dues aux variants d'un même phonème) étaient moins perçues que les différences entre phonèmes, voire non perçues.
- En identification, le passage d'une réponse à une autre ne se faisait pas progressivement, contrairement à ce qui pouvait être attendu à partir du continuum acoustique présenté. Entre deux blocs de réponses, se situe une zone appelée la limite catégorielle. Le schéma suivant illustre ce phénomène, et met en exergue les pentes très abruptes des taux d'identification des différents phonèmes de l'étude :

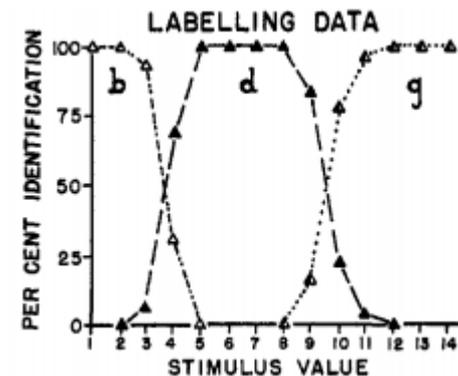


Figure 1 : Résultats de l'expérience de perception catégorielle (tâche d'identification) (Liberman et al., 1957)

L'auditeur discrimine les différents phonèmes de sa langue car ceux-ci appartiennent à des catégories phonétiques distinctes, séparées par des frontières. Par cette propriété, l'auditeur ne tient compte que des différences acoustiques impliquant un changement de catégorie. La perception catégorielle introduit une discontinuité perceptive dans un continuum physique. Elle a été mise en évidence pour les consonnes. D'une langue à l'autre, certaines catégories et certaines frontières peuvent changer. Par exemple, le locuteur anglais différencie /r/ et /l/, alors que le locuteur japonais les classe dans la même catégorie (MacKain et al., 1981).

Il a été reproché à la perception catégorielle de ne pas s'appliquer à tous les sons de la parole : les voyelles en sont exclues (Fry *et al.*, 1962). De plus, selon la théorie d'apprentissage de la catégorisation (Lane, 1965), les catégories phonétiques ne sont pas innées mais s'apprennent. Ce rôle de l'apprentissage explique des cas particuliers de perception catégorielle, observés :

- Pour des sons autres que ceux de la parole, comme des intervalles musicaux (Siegel & Siegel, 1977).
- Chez des animaux (Kuhl & Miller, 1975).

Dans ces deux cas, la perception est acquise par une pratique, ou par un entraînement ciblé.

Les études citées ci-dessus ont donc nuancé mais aussi enrichi les connaissances sur la perception catégorielle. Cette propriété implique l'existence de catégories phonémiques bien spécifiées, qui sont évolutives par l'expérience linguistique du locuteur, ainsi que par l'apprentissage qui peut lui permettre d'acquérir de nouvelles langues.

2.2 Développement et évolution de la perception catégorielle chez le jeune enfant

Une étude d'Eimas et ses collaborateurs (1971), toujours citée aujourd'hui, a montré que des enfants âgés d'un et de quatre mois sont capables de percevoir des frontières entre des sons de la parole, comme le font les adultes, et ce malgré leur faible exposition à la parole. La perception catégorielle était considérée jusqu'alors comme caractéristique d'un mode de traitement strictement langagier. Eimas et son équipe ont démontré qu'elle est en fait déjà opérationnelle à un âge très précoce, avant tout accès au versant productif du langage. Elle est l'un des constituants du système perceptif car ainsi, l'enfant construit son système phonétique. Eimas et son équipe concluent, à l'époque de leur étude, à l'innéité et à une possible origine biologique de la perception catégorielle. La perception catégorielle des tout-petits serait exhaustive : « *les nourrissons sont sensibles aux contrastes de toutes les langues* » (Delahaie, 2009). Werker et Tees (1984) évoquent des représentations linguistiques universelles. Ainsi, pour préciser l'exemple précédent, le nourrisson japonais serait capable de discriminer le /r/ et le /l/ alors que l'adulte ne sait plus réaliser cette distinction, car elle n'est pas pertinente dans sa langue usuelle.

Les spécialistes du domaine se sont intéressés au moment où le déclin perceptif se produit. La perception catégorielle exhaustive, spécifique aux tout-petits, régresse au courant de la première année de vie : ils se spécialisent progressivement dans les sons de la parole qui leur sont utiles pour communiquer avec leur entourage, par une habitude à la langue native qui vient

annihiler la perception des phonèmes moins pertinents. Werker et Tees (1984) situent le début de cette période de spécialisation aux alentours de 8-9 mois de vie.

3 Apprentissage et perception d'une langue seconde (L2)

La tendance à la mondialisation pousse aujourd'hui l'humain à se projeter plus loin que ce qu'il connaît : au-delà de sa ville, de sa région, de son pays. Dans ce contexte, maîtriser une ou plusieurs langues étrangères est un atout aux niveaux professionnel, social, et culturel. De plus, quand un sujet apprend une L2, il active des réseaux neuronaux peu investis dans le cadre de sa langue native, déjà maîtrisée, favorisant ainsi la neuroplasticité. Le sujet multilingue aurait une meilleure réserve cognitive que les monolingues. Une étude récente a confirmé que le bilinguisme retarde l'évolution de la maladie d'Alzheimer, car les sujets bilingues sont plus à même de compenser cognitivement (Berkes *et al.*, 2020).

Deux contextes majeurs d'acquisition d'une L2 sont retenus : la famille et l'école. L'âge et l'ordre d'acquisition des langues déterminent plusieurs types de bilinguisme. En général, une acquisition dans un contexte familial intervient précocement et mène à un bilinguisme simultané. En revanche, dans un contexte scolaire, il s'agit dans la plupart des cas de séquentialité tardive, et les compétences développées par les apprenants sont incomplètes au regard de ce qui est observé dans les cas d'acquisitions précoces, dans un contexte familial. Le contexte scolaire ne permet pas une immersion dans la L2 et s'avère donc superficiel.

Apprendre une langue étrangère n'est pas aisé : « *l'apprentissage d'une langue étrangère est un processus complexe où entrent en jeu les acteurs (apprenants et enseignants), le contenu à apprendre (en fonction des niveaux d'apprentissage et de la progression), les méthodes à utiliser (liées aux manuels, aux techniques et procédés) ainsi que les circonstances sociales, institutionnelles et individuelles* » (Korkut, 2004). Des complications peuvent se jouer à ces différents niveaux. D'un point de vue perceptif, comme nous l'avons expliqué précédemment, le locuteur, passé le stade de la toute petite enfance, se spécialise dans les sons pertinents pour sa L1. Apprendre une langue étrangère implique un effort, de la persévérance, et beaucoup d'entraînement, pour déclencher le type de processus d'acquisition décrit dans la théorie d'apprentissage de la catégorisation. Au fil de l'apprentissage et de la pratique de la langue étrangère, la perception de l'apprenant s'affine et ses productions tendent à s'approcher de ce qui est attendu dans cette langue (Bonneau, 2015 ; Zimmerer & Trouvain, 2015).

3.1 Approches théoriques

Différents auteurs se sont intéressés à ce qu'il se passe quand un sujet aborde une L2, et ont cherché à modéliser sa perception de phonèmes qui ne font pas partie de son système phonologique. Dans une démarche non exhaustive, nous décrirons deux de ces modèles.

3.1.1 Perceptual Assimilation Model (Best, 1995)

Best et son équipe ont réalisé plusieurs études sur la perception des clicks du zoulou par des sujets anglophones adultes, « naïfs » vis-à-vis de cette langue. La notion-clé de leur modèle est l'assimilation, qui est l'amalgame que l'auditeur peut faire entre les phonèmes non natifs et les phonèmes de la L1 qui en sont proches : plus les phonèmes de la L2 présentent des similarités avec ceux de la L1, plus le sujet les assimile aux phonèmes natifs et rencontrera des difficultés à les discriminer. Une autre notion importante développée par Best est donc la similarité perceptive, qui provient des caractéristiques articulatoires des sons (Best s'inscrivant dans le courant de pensée qui découle de la théorie motrice de la parole). Les nourrissons se baseraient sur les oppositions et les patterns articulatoires pour percevoir les sons de leur langue. Dans les six premiers mois de vie, ils détecteraient toutes les oppositions articulatoires simples du système phonologique, ce qui leur permettrait d'appréhender à la fois les phonèmes natifs et non natifs. Puis, vers 10-12 mois, les sujets se spécialiseraient dans les gestes articulatoires de leur langue, par un apprentissage perceptif que Best nomme « attunement » (harmonisation).

Le modèle d'assimilation perceptive (PAM) propose de prédire les réponses d'un locuteur à une tâche d'identification de paires de phonèmes consonantiques issus d'une langue étrangère. Best a considéré, pour chaque contraste non natif, le rapport de chaque élément du contraste avec un son natif proche. Elle a observé dix cas de figure, qui constituent les différents patterns d'assimilation du PAM, et qui peuvent permettre de mieux comprendre les confusions les plus fréquentes présentes chez un locuteur abordant une langue étrangère. Par exemple, si le sujet assimile les deux phonèmes non natifs à un même phonème natif, en considérant qu'ils sont tous deux aussi proches du phonème natif, l'assimilation sera étiquetée comme Single Category (SC), prédictive de faibles capacités de discrimination du contraste. Si le sujet assimile les deux phonèmes non natifs à une même catégorie phonémique native, mais estime que l'un des phonèmes non natifs est plus proche du phonème natif que l'autre, l'assimilation est de type Category Goodness (CG), prédictive de capacités modérées de discrimination du contraste. Si au contraire chaque phonème non natif est assimilé à un phonème natif différent, l'assimilation sera de type Two Category (TC), prédictive de bonnes capacités de discrimination du contraste.

3.1.2 Native Language Magnet Model (Iverson & Kuhl, 1995 ; Kuhl *et al.*, 2008)

Ce modèle est centré sur la perception des voyelles, alors que la plupart évoquent plutôt les consonnes. La notion-clé de ce modèle est le prototype, qui est une version canonique, idéale, d'un phonème. Les prototypes sont déterminés par l'expérience linguistique précoce, qui dispose le sujet à mieux percevoir les sons de la L1. A partir de ces prototypes s'observerait un effet d'aimant perceptif, qui désigne leur attraction perceptive sur les sons qui leur sont proches, acoustiquement parlant. C'est ainsi que selon Kuhl, s'inscrivant dans une dimension acoustique, la perception catégorielle se structurerait. Son modèle a été critiqué par différents auteurs : ainsi, d'après le « modèle de dépoliarisation » (Lotto *et al.*, 1998), les prototypes de Kuhl ne seraient que des stimuli situés nettement d'un côté de la frontière catégorielle.

Ces deux modèles font référence à la L1 pour expliquer l'acquisition de la L2 : la langue native exerce une forte influence sur la façon dont les locuteurs perçoivent une L2, et des interférences entre les deux langues sont à l'œuvre. Cela a été vérifié dans de nombreuses études, au niveau segmental c'est-à-dire celui de la chaîne phonémique (Bonneau & Cadot, 2015) ainsi que suprasegmental, comme celui de l'accentuation et de l'intonation (Zimmerer *et al.*, 2016).

3.2 Le cas de la langue allemande

L'allemand appartient à la famille des langues germaniques, alors que le français est une langue romane. Ce classement dans des familles distinctes suggère de nombreuses différences. Nous allons en détailler certaines ci-après, en nous appuyant notamment sur les travaux de chercheurs allemands, de l'Université de la Sarre (dont Trouvain et Möbius) et du LORIA (dont Jouvét, Laprie, et Bonneau). Ils ont répertorié des possibilités d'interférences pour le locuteur francophone apprenant l'allemand, au sein d'un corpus créé dans le cadre du projet IFCASL (Individualized Feedback in Computer-Assisted Spoken Language Learning) (Trouvain *et al.*, 2016). La comparaison des sons consonantiques de l'allemand et du français montre que :

- L'inventaire consonantique est plus fourni en langue allemande, ce qui va pousser le locuteur francophone à se confronter à davantage d'éléments à prendre en compte.
- Presque toutes les consonnes du français existent en allemand, alors que l'inverse n'est pas vrai. Le locuteur francophone apprenant l'allemand est donc face à de nouveaux phonèmes, qu'il va devoir intégrer : /ç/, /x/, /h/...
- La perception des consonnes de l'allemand implique l'appréhension de lieux d'articulation non utilisés en français, ainsi que des associations entre des lieux et des modes d'articulation auxquelles le locuteur francophone n'est pas sensibilisé.

De plus, le fait qu'un phonème soit représenté dans les deux systèmes phonologiques ne signifie pas que des locuteurs allemands et français le produisent de la même façon : il y a des différences acoustiques et articulatoires, et cela influence la perception. Zimmerer et Trouvain (2015) ont mis ceci en évidence pour des voyelles de l'allemand. En effet, l'opposition de durée pour les voyelles (ou quantité vocalique) n'est pas utilisée en français. Les chercheurs se sont demandé dans quelle mesure des locuteurs français étaient capables de produire des voyelles allemandes. Les productions ont été jugées par des auditeurs allemands, et il s'est avéré qu'elles ont été sources de confusion dans 23% des cas pour les voyelles longues, et dans 36% des cas pour les voyelles courtes. Ce constat est particulièrement prégnant pour les voyelles arrondies. Malgré des similarités dans les inventaires des sons vocaliques allemand et français, l'hétérogénéité des contextes, ainsi que des différences articulatoires et acoustiques, constituent donc de réelles difficultés pour les locuteurs francophones.

Concernant les consonnes, en fin de mot, les occlusives et les fricatives allemandes sont dévoisées, alors que le système français permet le voisement en finale. De plus, l'allemand présente une aspiration des consonnes /p/, /t/, /k/, alors que ce phénomène est absent en français.

A cela s'ajoutent d'autres différences perceptives entre l'allemand et le français : ainsi, au niveau suprasegmental, on constate des nuances rythmiques. En effet, l'allemand est une langue dite accentuelle ou « stressed-timed », où le rythme provient de l'alternance de syllabes accentuées et non accentuées. A contrario, le français fait partie des langues « syllable-timed », dont le rythme repose sur le retour régulier de syllabes relativement isochroniques.

Outre les aspects phonétiques et phonologiques, des difficultés communes à l'apprentissage de toute langue étrangère s'additionnent, telles des structures grammaticales nouvelles, un lexique organisé autrement, des différences culturelles qui se traduisent dans la langue. Ces éléments représentent une masse d'informations importante pour l'apprenant d'une L2. En revanche, le locuteur francophone qui découvre la langue allemande est confronté aux mêmes types de relations de régularité entre les graphèmes et les phonèmes que dans sa L1 : le système allemand tout comme le français est plus régulier dans le sens de la lecture que dans le sens de l'écriture (Scheerer, 1987). En effet, dans le cadre de ces langues, il est plus fréquent d'hésiter sur la manière d'écrire, car un phonème peut correspondre à plusieurs graphies, que sur la manière de lire, les cas de graphies contextuelles étant relativement limités. Ce mode de fonctionnement est donc familier pour le locuteur francophone, toutefois, cela ne le soustrait pas à la nécessité de se familiariser avec les relations graphies-phonies allemandes.

CHAPITRE 2

DYSLEXIE DEVELOPPEMENTALE

La dyslexie peut être développementale ou acquise. Dans le dernier cas, elle est consécutive à une lésion cérébrale et se manifeste chez des sujets ayant déjà appris à lire, le terme « alexie » pouvant aussi être employé. Dans ce mémoire, nous nous intéressons uniquement à la dyslexie développementale. Précisons que cette pathologie est toujours sujette à débat, notamment en termes de terminologie, de classification, de typologie et d'étiologie.

1 Définition

1.1 Classification

La dernière édition du Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux, ou DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013), propose une classification qui inclut la dyslexie dans le trouble spécifique des apprentissages, lui-même inclus dans les troubles neurodéveloppementaux. La onzième édition de la Classification Internationale des Maladies (CIM-11), publiée par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), qui entrera en vigueur en France en 2022, s'aligne sur cette conception. Les troubles neurodéveloppementaux sont définis comme « *un ensemble d'affections qui débutent durant la période du développement, souvent avant même que l'enfant n'entre à l'école primaire ; ils sont caractérisés par des déficits du développement qui entraînent une altération du fonctionnement personnel, social, scolaire ou professionnel* » (American Psychiatric Association, 2013). Ils comprennent le handicap intellectuel, **le trouble spécifique des apprentissages**, les troubles moteurs, les troubles de la communication, les troubles du spectre autistique (TSA) et le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH).

Le trouble spécifique des apprentissages est un trouble neurodéveloppemental dont l'origine biologique implique une interaction de facteurs génétiques, épigénétiques et environnementaux. Ensemble, ils affectent la capacité du cerveau à percevoir et traiter les informations (verbales ou non) de manière précise et efficace. Divers déficits sont regroupés sous cette terminologie :

- **Le trouble spécifique des apprentissages avec déficit de lecture** (plus communément : dyslexie – développementale), qui concerne l'exactitude, la vitesse (rythme et fluidité) de la lecture, ainsi que la compréhension de ce qui est lu.

- Le trouble spécifique des apprentissages avec déficit de l'expression écrite (cette acception assez vaste ne coïncide pas exactement avec la dysorthographe).
- Le trouble spécifique des apprentissages avec déficit en calcul, qui englobe les troubles du calcul et du raisonnement.

En France, la Haute Autorité de Santé utilise également le terme Troubles Spécifiques du Langage et des Apprentissages (TSLA) pour désigner la sphère des « troubles dys ». La dyslexie est, dans cette perspective, nommée Trouble Spécifique du Langage Ecrit (TSLE). Cette appellation est fréquemment retrouvée dans les bilans orthophoniques en France.

Concernant la prévalence, 8% des enfants par classe d'âge sont touchés par un ou plusieurs troubles des apprentissages (Fédération Française des DYS, s. d.), qui sont associés dans 40% des cas (Mikaeloff *et al.*, 2019). Cette fréquente interaction a tendance à retarder et alourdir le diagnostic, ainsi qu'à compliquer l'intervention orthophonique et aggraver le pronostic.

1.2 Caractéristiques

Les critères diagnostiques du DSM-5 font émerger un profil général du jeune dyslexique.

Son quotient intellectuel est dans la norme. Il présente des difficultés de précision et/ou de vitesse de lecture, objectivées par un bilan orthophonique qui situe ses performances en zone pathologique. Ces difficultés sont durables : au moins 6 mois d'après le DSM-5, malgré une prise en soin individualisée et une adaptation pédagogique ciblée. Dans la pratique orthophonique en France, la dyslexie est aussi diagnostiquée, à partir de la fin du CE1, quand le bilan fait état d'un retard d'au moins 18 mois entre les performances du jeune patient et ce qui est attendu pour son âge. Ce critère rappelle qu'il n'est pas possible de guérir la dyslexie, et qu'il s'agit donc de compenser les déficits.

C'est l'identification des mots écrits qui est problématique. Rappelons que l'acte lexique met en jeu différentes composantes : la reconnaissance des mots écrits et la compréhension orale (Gough & Tunmer, 1986). C'est la première composante qui est atteinte dans la dyslexie. Au cœur de celle-ci, on distingue la perception visuelle, qui n'est pas en cause dans la dyslexie, et l'identification des mots écrits, qui est altérée.

Le langage oral est globalement préservé, bien que des antécédents de retards de parole et/ou de langage soient possibles. Plusieurs études (Catts *et al.*, 2002 ; Snowling *et al.*, 2000 ; Tomblin *et al.*, 2000) ont mis en exergue le lien entre une pathologie précoce du langage oral et le risque de développer une dyslexie par la suite. Les chiffres avancés varient cependant, et

dépendent entre autres de la pathologie étudiée et mise en relation avec la dyslexie (dysphasie et/ou retard de parole et/ou de langage).

Des difficultés en écriture peuvent être identifiées, lecture et écriture se coconstruisant dans le processus d'apprentissage du langage écrit. Le modèle développemental de lecture-écriture (Frith, 1985), issu de la psychologie cognitive du langage, décrit trois stades de lecture :

Lecture		Ecriture
Logographique 1		(Symbolique)
Logographique 2		Logographique 2
Logographique 3		Alphabétique 1
Alphabétique 2		Alphabétique 2
Orthographique 1		Alphabétique 3
Orthographique 2		Orthographique 2

Tableau 3 : Modèle développemental de lecture-écriture (Frith, 1985)

L'écriture précède la lecture : le jeune enfant commence l'apprentissage des graphèmes par l'écriture de son prénom, initiant ainsi l'acquisition des correspondances grapho-phonémiques (CGP). En langue française, ces processus de CGP sont plus aisés à mettre en œuvre que ceux de correspondances phono-graphémiques. Ainsi, il a été observé que l'acquisition de l'écriture, par exemple pour des mots réguliers, a en moyenne deux ans de retard sur leur acquisition en lecture (Colé & Sprenger-Charolles, 2021). Ces intrications entre processus développementaux de lecture et d'écriture expliquent pourquoi dyslexie et dysorthographe sont souvent associées dans ce qui est communément appelé la dyslexie-dysorthographe.

1.3 Diagnostic différentiel

Le DSM-5 (APA, 2013) précise la spécificité de la dyslexie : elle ne peut être entièrement expliquée par une autre pathologie, qu'elle soit sensorielle (surdité, troubles visuels), neurologique (lésion cérébrale), intellectuelle ou psychiatrique (trouble du développement de la personnalité, de la sphère émotionnelle et/ou comportementale), ni par un manque d'apport socioculturel. De plus, il convient d'exclure un simple retard de lecture, observable chez les « mauvais lecteurs tout-venant » (MLTV). Une étude de Delahaie et son équipe (2007) montre des similarités entre les MLTV et les sujets dyslexiques : les difficultés sont plus marquées quand les lecteurs ne peuvent pas s'appuyer sur leurs connaissances lexicales pour lire, c'est-à-dire durant la tâche de lecture de pseudo-mots. Pour les sujets dyslexiques, elles s'observent même face à des normo-lecteurs plus jeunes mais de même niveau de lecture. Cependant, la

situation du MLTV peut s'expliquer par une multiplicité de causes qui n'ont pas été retenues dans la définition de la dyslexie, notamment environnementales comme le manque d'efficacité du premier apprentissage de la lecture. De plus, les MLTV réagissent plus favorablement à un traitement adapté : le retard en lecture observé a plus de chances de pouvoir être rattrapé, contrairement à celui des dyslexiques, chez qui les troubles sont installés durablement.

1.4 Différents types

Avant de détailler les différents types de dyslexie, il convient de préciser comment le langage écrit est traité par un lecteur expert. Là aussi, le champ de la psychologie cognitive du langage a proposé plusieurs modèles pour expliquer ce traitement, dont le « Dual Route Cascade Model » (Coltheart *et al.*, 2001), qui met en avant deux voies de lecture :

- La voie non lexicale (voie infra-lexicale, indirecte, par médiation phonologique ou encore d'assemblage) consiste en un assemblage phonologique. Le lecteur s'appuie sur des unités qui n'ont pas de sens (des lettres ou des groupes de lettres), qu'il transcrit en syllabes orales à l'aide du système de règles graphophonologiques.
- La voie lexicale (voie directe, orthographique ou encore d'adressage) permet l'accès, en quelques millisecondes, aux informations orthographiques, phonologiques, sémantiques, contenues dans le mot, et donc à une identification rapide des mots écrits. Pour ce faire, le lecteur doit avoir constitué un lexique orthographique accessible et riche. Cette voie se dédouble, selon si le lecteur active ou non son système sémantique.

Chez un lecteur expert, les deux voies sont accessibles en permanence et s'activent toutes les deux quand il lit. Cependant, chacune a son fonctionnement propre : la voie lexicale traite simultanément toutes les lettres du mot, alors que la voie non lexicale opère de façon séquentielle. Les informations sont envoyées d'une voie à l'autre, par une diffusion en cascade dont les auteurs se sont inspirés pour nommer leur modèle. En fonction des besoins, une voie peut être particulièrement impliquée : ainsi, la voie lexicale est préférentiellement utilisée pour les mots que le lecteur a déjà intégrés dans son lexique orthographique, alors que la voie non lexicale est sollicitée quand il s'agit de déchiffrer des mots inconnus, des noms propres.

En fonction de l'atteinte des processus de lecture, deux profils dissociés sont décrits :

- La dyslexie **phonologique** est définie par des difficultés phonologiques spécifiques : les performances en lecture de pseudo-mots sont pathologiques, alors que celles en lecture

de mots irréguliers fréquents sont dans la norme. Dans ce type de dyslexie, c'est la voie de lecture par assemblage (non lexicale) qui est déficitaire.

- La dyslexie **de surface** est caractérisée par des difficultés spécifiques de mémorisation de la forme visuo-orthographique des mots : les performances sont satisfaisantes en lecture de pseudo-mots, mais déficitaires en lecture de mots irréguliers fréquents. Dans ce type de dyslexie, c'est la voie de lecture par adressage (lexicale) qui est déficitaire.

Certains enfants combinent les deux types de difficultés : la dyslexie **mixte** est la plus fréquente et se traduit par des tableaux cliniques où les voies de lecture sont toutes deux déficitaires, avec des variations de sévérité (Castles & Coltheart, 1993). D'autres études nuancent la dichotomie entre les profils phonologique et de surface, en montrant que les compétences phonologiques sont affectées dans les deux cas (Colé & Sprenger-Charolles, 2021). Il est précisé que la prévalence des différents profils dépend des critères d'observation choisis : vitesse de lecture et/ou précision des mots lus. Ainsi, dans les études françaises prenant en compte ces deux critères, 86% des sujets dyslexiques ont des profils mixtes, la proportion de dyslexiques de surface est très faible, la prépondérance des déficits phonologiques dans la dyslexie étant relevé, à la fois par rapport à des enfants de même âge chronologique et à des enfants plus jeunes mais de même niveau de lecture.

2 Hypothèses étiologiques

Celles-ci sont nombreuses et documentées, comme le montre l'expertise collective de l'INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) établissant un bilan des données scientifiques sur la dyslexie, la dysorthographe et la dyscalculie (2007). Nous ne ferons ici que survoler les principaux courants explicatifs de la dyslexie développementale.

2.1 Perspectives centrées sur le traitement des informations sensorielles

2.1.1 Traitement des informations visuelles

La première hypothèse sur les causes de la dyslexie fait état d'une confusion entre des lettres proches visuellement, telles b et d (Orton, 1937). Elle a été abandonnée car la dyslexie ne se manifeste pas que sur ces types de lettres, d'autres similarités, notamment phonologiques entre les phonèmes associés aux graphèmes étant à l'œuvre.

Plus récemment, Bosse, Tainturier et Valdois (2007) ont formulé l'hypothèse d'une réduction de l'empan visuo-attentionnel chez les sujets dyslexiques. A ce jour, les données en ce sens sont

insuffisantes. En effet, il est difficile de savoir si les troubles visuo-attentionnels effectivement constatés chez une partie des enfants dyslexiques sont une cause ou plutôt une conséquence de la dyslexie ; les enfants avec des difficultés de lecture ayant moins lu et donc moins entraîné leurs capacités visuo-attentionnelles que les enfants normo-lecteurs (Ramus, 2012).

Nous pouvons également évoquer ici la théorie magnocellulaire, développée entre autres par Stein et Walsh (1997). Le système visuel magnocellulaire joue un rôle dans le traitement des basses fréquences spatiales (en lecture, des contours des mots), et dans la gestion des mouvements oculaires. Selon les auteurs contribuant à cette théorie, les sujets dyslexiques présenteraient un déficit visuel magnocellulaire. Cette affirmation se heurte à des résultats contradictoires, la méta-analyse réalisée par Skottun (2000) révélant un manque de données probantes pour la valider. Les chercheurs s'orientent plutôt vers une théorie magnocellulaire amodale, où le déficit toucherait la sphère visuelle et auditive. Mais, comme le relève l'expertise collective de l'INSERM (2007), la théorie magnocellulaire ne dispose pas d'appuis théoriques suffisamment forts pour être validée.

2.1.2 Traitement des informations auditives

Tallal (1980) met en avant un déficit, non spécifique au langage, dans la résolution temporelle du système auditif, qui affecte la perception des sons brefs et des transitions temporelles rapides. Mais la prévalence trop faible des déficits auditifs chez les personnes dyslexiques, dans l'étude princeps de 1980 et dans celles qui ont suivi, ainsi que des résultats contradictoires retrouvés dans d'autres études, sont en défaveur de ce point de vue.

2.2 Perspective motrice

La théorie cérébelleuse (Nicolson *et al.*, 2001) est née d'une interrogation sur la fréquente association de la dyslexie avec des troubles de la coordination motrice et de l'équilibre, le cervelet étant impliqué dans l'équilibre et très lié aux organes de la vision et de l'audition. Selon Nicolson et son équipe, un déficit cérébelleux empêcherait les aptitudes articulatoires, auditives et visuelles de se développer typiquement, entraînant une difficulté à mettre en place le système phonologique et, au moment d'accéder à l'écrit, des troubles au niveau des mouvements oculaires et de la reconnaissance des lettres. Cette théorie a été vivement critiquée en raison de la grande variabilité inter-études de la proportion de sujets dyslexiques présentant des troubles moteurs. De plus, la contribution des capacités motrices précoces au futur niveau de lecture ne fait pas consensus (Ramus *et al.*, 2003 versus Thompson *et al.*, 2015). L'expertise collective de l'INSERM (2007) conclut que cette théorie n'est pas probante, et la synthèse de Colé et

Sprenger-Charolles (2021) précise que les déficits des automatismes avec double tâche ne concernent qu'un sous-groupe de dyslexiques présentant également un TDAH. Notons que Nicolson & Fawcett (2019) orientent maintenant leurs travaux vers un modèle, appliqué à des apprentissages implicites, selon lequel l'enfant dyslexique aurait besoin de plus de temps pour mobiliser les réseaux neuronaux en relation avec la lecture et avec les fonctions exécutives. Ce modèle serait compatible avec de nombreuses explications causales de la dyslexie, dont les hypothèses génétiques et phonologiques.

2.3 Perspective génétique

Des indices orientent vers une étiologie génétique/biologique de la dyslexie, comme sa prédominance chez les garçons, le risque majoré pour les membres de familles où elle a déjà été observée. De plus, certains gènes (KIAA031, DCDC2 et ROBO1) sont associés à la dyslexie. Mais ces constats ne sont pas suffisamment systématiques. Finalement, la dyslexie développementale est considérée comme un trait génétique complexe associé à des facteurs environnementaux (voir la synthèse d'Elbro & Scarborough, 2004).

2.4 Perspective phonologique

La théorie phonologique met en cause un déficit cognitif spécifique, concernant la précision et l'accès aux représentations phonologiques (Snowling, 2000). Il ne s'agit pas d'un déficit auditif, mais d'une difficulté à associer ce qui est correctement perçu avec des représentations phonologiques qui s'avèrent défaillantes. En effet, pour lire, il faut pouvoir mettre en œuvre des correspondances grapho-phonémiques appuyées sur de solides représentations phonémiques, ce qui implique des capacités d'analyse phonémique. Il faut également maintenir les phonèmes obtenus, le temps de les associer pour décoder le mot dans son ensemble, ce qui met en avant le rôle de la mémoire phonologique à court terme. Cette hypothèse est étayée par la consistance des déficits phonologiques hors lecture chez les personnes dyslexiques (Snowling *et al.*, 2000). Ramus et ses collaborateurs (2003) ont mené une étude sur 16 étudiants dyslexiques et 16 sujets contrôle, afin de rechercher des éléments en faveur de l'une ou l'autre des différentes hypothèses causales de la dyslexie. Il en ressort que tous les sujets dyslexiques testés présentent un déficit des habiletés phonologiques, déficit qui peut suffire à expliquer la dyslexie. Si des difficultés auditives sont présentes, elles majorent les troubles. L'expertise collective de l'INSERM (2007) met également en avant la robustesse de la théorie phonologique, étayée par de nombreuses études de groupe et études de cas, et confortée par les données de la neuro-

imagerie. Aujourd'hui, **l'hypothèse phonologique est donc dominante pour expliquer la dyslexie développementale**, en cumulant les études de groupes, les études de cas multiples et les études longitudinales commençant avant l'apprentissage formel de la lecture.

3 Conséquences des troubles d'ordre dyslexique

Le manque d'automatisation des processus cognitifs impliqués dans la lecture génère une surcharge attentionnelle, l'enfant ne peut donc pas accéder aisément à l'aspect « multitâche » des apprentissages. Cela d'autant plus qu'à partir du moment où les élèves sont considérés comme des « lecteurs experts », c'est-à-dire à la fin du CE1, la pédagogie va beaucoup s'appuyer sur le langage écrit, qui devient un support de transmission de connaissances. La difficulté de l'enfant dyslexique est alors majorée, et les troubles se manifestent par une lenteur, une fatigabilité, parfois des problèmes d'organisation spatio-temporelle et/ou méthodologique, ou encore par des troubles du comportement. Les troubles spécifiques du langage écrit nécessitent des aménagements et/ou des adaptations. La dimension psychologique n'est pas à négliger : l'enfant dyslexique est plus à risque de développer une estime de soi plus faible que la moyenne, comme le montre finement l'analyse de Leonova et Grilo (2009) sur des élèves pourtant pris en charge dans une école spécialisée. Si plusieurs intervenants sont mobilisés autour de l'enfant dyslexique, les familles auront à faire face à une multiplicité de soins, et à leur coordination. Cela s'avère lourd mais nécessaire, car en l'absence de diagnostic, de prise en soin et d'aménagements adaptés, les risques pour l'enfant dyslexique sont nombreux :

- Décrochage voire échec scolaire, avec un taux de redoublement bien plus important que dans la population scolaire générale. Piquard-Kippfer et Leonova (2017) montrent qu'en dépit de la prise en charge médicale, pour les enfants atteints d'un trouble spécifique des apprentissages, « *le handicap se réalise centralement à l'école* », les 170 élèves suivis dans leur étude (englobant les troubles spécifiques du langage écrit et du langage oral) ayant redoublé dix-neuf fois plus que la moyenne nationale observée.
- Apparition de troubles émotionnels secondaires (faible estime de soi, anxiété, dépression, faible intérêt ou dégoût pour la scolarité, agressivité réactionnelle).
- Difficultés d'insertion professionnelle et sociale.

Comme indiqué par le DSM-5 (APA, 2013), la dyslexie interfère donc significativement avec la réussite scolaire, la vie professionnelle et/ou les activités de la vie courante.

CHAPITRE 3

PERCEPTION DES PHONEMES DANS LE CADRE D'UNE DYSLEXIE DEVELOPPEMENTALE

1 Dyslexie et perception des phonèmes de la L1

Les symptômes les plus visibles de la dyslexie se manifestent dans le langage écrit, mais ils semblent être en lien avec le niveau phonologique. Les éléments développés ci-après renseignent sur le fonctionnement perceptif des personnes dyslexiques face aux sons de la parole, ce qui est fondamental pour notre étude. Ils constituent également des arguments au bénéfice de l'origine phonologique de la dyslexie.

1.1 Déficit de perception catégorielle

Dans notre premier chapitre, nous avons expliqué la dimension catégorielle de la perception des sons de la parole. Dans ce domaine, les particularités des dyslexiques intéressent les chercheurs depuis le milieu des années 1980. Des études ont montré qu'ils n'ont pas forcément construit des catégories phonémiques bien spécifiées. Noordenbos et Serniclaes (2015) ont mené une méta-analyse répertoriant 36 études faisant état d'un déficit de perception catégorielle chez les sujets dyslexiques. Dans des tâches de discrimination (par exemple le sujet doit dire s'il entend pareil ou différent entre /ba/ et /da/, ou entre deux versions de /ba/) et d'identification (le sujet doit dire s'il entend ou non /ba/), ces derniers perçoivent moins bien les différences inter-catégorielles que des sujets normo-lecteurs de même âge chronologique. En comparaison avec des lecteurs plus jeunes mais de même niveau de lecture, seules les tâches d'identification ont été examinées, les différences entre les deux groupes étant significatives. Vandermosten et son équipe (2010, 2011) ont aussi montré que les sujets dyslexiques ont de moins bonnes capacités de catégorisation que des sujets tout-venant, via une tâche d'identification de type ABX, où il faut indiquer si le stimulus X présenté correspond à A ou B (deux stimuli qui diffèrent sur une caractéristique). Les résultats de Vandermosten et de ses collaborateurs montrent que les difficultés des enfants et des adultes dyslexiques sont particulièrement marquées pour le traitement des indices temporels rapides. Notons toutefois que si un déficit de perception catégorielle a été observé chez les enfants et les adolescents, il n'est pas toujours observé chez les adultes, surtout en précision de la réponse (Hazan et al., 2009).

Par ailleurs, nous précisons que les capacités de discrimination phonémique mesurées avant l'apprentissage de la lecture permettent de prédire le niveau de lecture plusieurs années plus tard (Piquard-Kipffer & Sprenger-Charolles, 2013). Les scores obtenus chez des enfants sans difficultés de langage plafonnent au moment de l'apprentissage formel de la lecture, soit vers six ans. Cette observation permet d'expliquer pourquoi ces déficits ne ressortent que dans le bruit chez des sujets dyslexiques plus âgés (Ziegler *et al.*, 2009). D'autres études ont mis en avant des capacités fragiles chez le sujet dyslexique : dénomination rapide, mémoire à court terme phonologique, analyse phonémique et connaissance du nom des lettres (Colé & Sprenger-Charolles, 2021). Ces difficultés peuvent être plus ou moins en lien avec le déficit de perception catégorielle. Ainsi, il serait forcément plus difficile pour l'enfant dyslexique, qui ne catégorise pas les phonèmes de façon aussi nette que l'enfant au développement typique, d'être performant dans des tâches de type « suppression phonémique » (qui permettent d'évaluer les capacités d'analyse phonémique, par exemple le sujet doit dire ce qu'il reste s'il enlève le début de /zol/).

1.2 Perception allophonique

Une étude menée par Serniclaes et ses collaborateurs (2001) avait pour but d'explorer les liens entre le déficit de perception catégorielle et la dyslexie, et de rendre compte de la nature spécifique, liée à la parole, du déficit. Les réponses de sujets dyslexiques et de sujets normo-lecteurs lors d'une tâche de discrimination avec différents types de stimuli (spécifiques à la parole ou non) ont été comparées. Les auteurs mettent en avant une similarité dans les comportements perceptifs des deux groupes face aux stimuli autres que ceux de la parole. En revanche, une différence dans le traitement des stimuli de la parole est observée : les pics de discrimination ne se situent pas aux mêmes endroits, les sujets dyslexiques discriminant mieux les stimuli au sein d'une même catégorie phonémique. Ainsi, les sujets dyslexiques auraient une « sur perception » intra-catégorielle, entre certains allophones de phonèmes, mais percevraient moins bien les différences inter-catégorielles, c'est-à-dire entre les phonèmes. La figure suivante, inspirée des travaux de Serniclaes et son équipe, illustre ce phénomène :

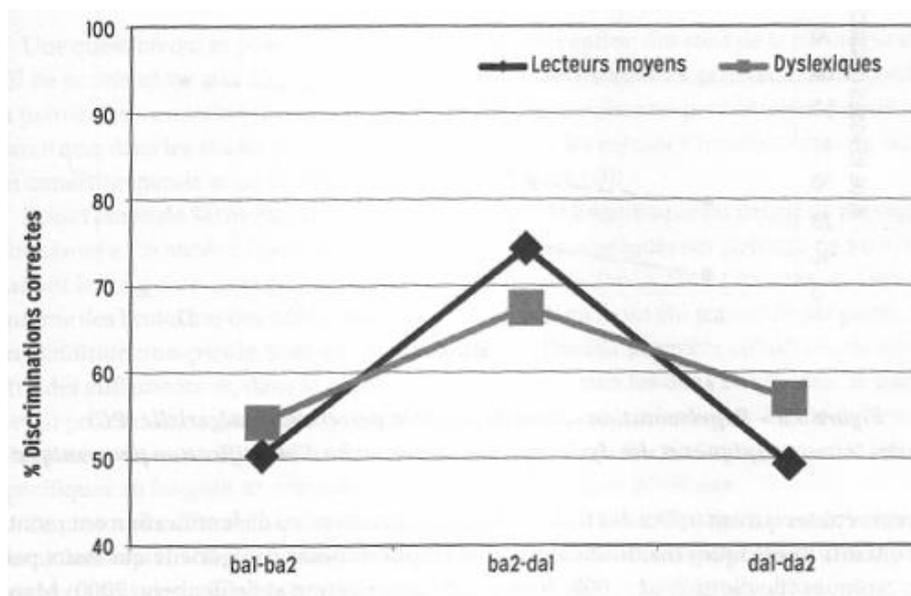


Figure 2 : Discriminations correctes (%) chez des dyslexiques et normo-lecteurs de 13 ans, dans l'étude de Serniclaes et ses collaborateurs (2001) (Colé & Sprenger-Charolles, 2021)

Cette étude a conduit les auteurs à faire l'hypothèse que les dyslexiques auraient un mode de perception moins catégoriel, au regard de sujets normo-lecteurs, des sons de la parole.

Pour aller plus loin, Serniclaes et ses collaborateurs (2004) ont étudié les particularités de perception des sons de la parole de 18 enfants dyslexiques, 23 enfants lecteurs moyens, et 12 adultes sans antécédents de dyslexie. En comparant les performances de ces trois groupes sur une tâche de discrimination présentant des continua de parole naturelle, de parole synthétique, mais aussi des continua synthétisés en analogues sinusoïdaux, ils ont mis en avant le caractère allophonique de la perception de la parole chez les sujets dyslexiques : les catégories mises en place par le sujet au développement typique seraient floues pour la personne dyslexique, qui percevrait de façon accrue certains allophones de sa L1. Serniclaes évoque un « déficit des couplages entre prédispositions perceptives » : les sujets dyslexiques auraient conservé des prédispositions non pertinentes au regard de leur système phonologique, résidus de la perception exhaustive du nourrisson. La difficulté à catégoriser les phonèmes, d'une part, et la multiplication des possibles dans la perception des sons, d'autre part, entraînent des conséquences sur l'acquisition du langage écrit : il est plus difficile d'associer un phonème à un graphème quand le répertoire de sons perçus est élargi. Les résultats de certaines études constituent cependant des arguments contradictoires : les personnes présentant une dyslexie seraient sensibles à la fois aux frontières phonémiques et allophoniques (Noordenbos *et al.*, 2013), et ne montreraient pas toujours une perception accrue des allophones (Messaoud-Galusi *et al.*, 2011). Serniclaes et Seck (2018) nuancent la théorie allophonique en indiquant que les

personnes dyslexiques ont aussi une perception catégorielle plus ou moins développée, et que ces deux modes de perception des sons de la parole s'affrontent au niveau cérébral.

2 Dyslexie et perception des phonèmes d'une L2 : un champ théorique encore peu exploré

Comme nous l'avons vu dans le premier chapitre, apprendre une L2 n'est facile pour aucun locuteur (en dehors des cas de bilinguisme simultané dans la petite enfance). La perception des phonèmes et des allophones joue un rôle très important, et peut venir expliquer pourquoi une L2 est plus ou moins difficile à appréhender pour un locuteur francophone. On peut donc raisonnablement supposer qu'en raison de ses spécificités phonologiques, il sera particulièrement difficile pour la personne dyslexique d'aborder une langue étrangère.

2.1 Evolution de la littérature

La thématique de la perception d'une langue étrangère dans le cadre d'une dyslexie développementale comporte de très nombreuses zones d'ombre, pour de multiples raisons. Premièrement, la dyslexie développementale en elle-même est une pathologie sur laquelle il y a encore beaucoup à apprendre et qui suscite des débats (terminologiques, typologiques, étiologiques) qui sont toujours d'actualité aujourd'hui. Ainsi, les origines précises du déficit phonologique, constaté en L1 chez les personnes présentant une dyslexie, ne sont pas clairement établies. Cela complique l'étude d'un domaine plus spécifique, comme la perception d'une langue étrangère par des personnes présentant une dyslexie. De plus, les recherches sur la dyslexie ont majoritairement porté sur la langue native, où les troubles des personnes dyslexiques se réalisent et sont visibles en premier lieu. Le champ de l'acquisition d'une L2 par des locuteurs dyslexiques demeure encore peu exploré. Cependant, l'intérêt pour ce domaine semble grandir ces dernières années, comme le montre l'étude de Kormos, qui retrace l'historique des recherches sur l'apprentissage et l'enseignement d'une L2 dans le cadre de troubles spécifiques des apprentissages, et notamment de la dyslexie développementale (Kormos, 2020). Des chercheurs concernés par les domaines de la pédagogie, et de l'enseignement d'une langue seconde, se penchent notamment sur la question, dans le but d'adapter au mieux les pratiques didactiques aux personnes présentant des particularités d'apprentissage. Nous avons comptabilisé les études référencées par Kormos, décennie par décennie, afin de représenter graphiquement cet intérêt croissant :

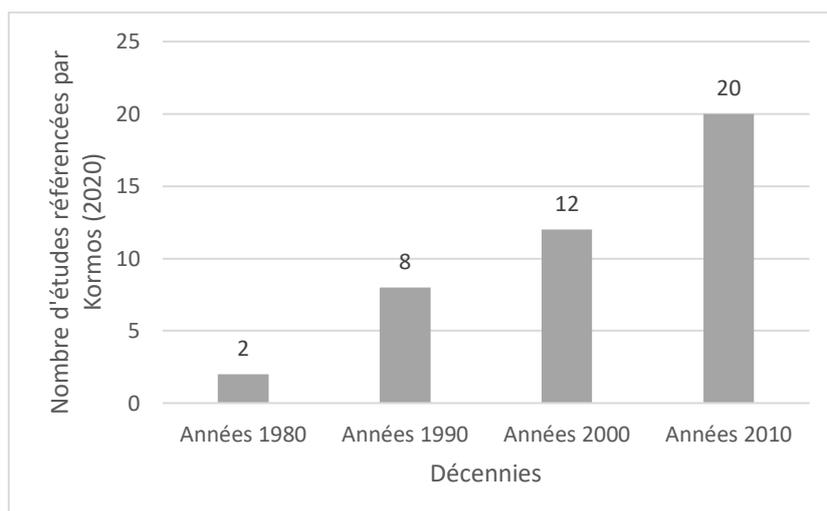


Figure 3 : Etudes référencées par Kormos (2020), portant sur l'apprentissage et l'enseignement d'une L2 dans le cadre de troubles spécifiques des apprentissages

Cependant, les variables dans ce type de recherches sont nombreuses, par exemple :

- Caractéristiques de la L2 étudiée, et de la L1 des sujets de l'étude.
- Niveau des locuteurs en L2 : ils peuvent être naïfs, apprenants, experts...
- Age des locuteurs : il peut s'agir d'enfants, de jeunes adultes...
- Type de dyslexie et sévérité des déficits présentés par les sujets.
- Angle d'étude : certaines études s'intéressent à la compréhension de la L2, d'autres à l'expression dans cette nouvelle langue, certaines concernent l'oral, d'autres l'écrit, certaines s'inscrivent dans la recherche des causes des déficits, alors que d'autres testent l'efficacité de telle ou telle approche pédagogique, certaines comparent sujets dyslexiques et typiques, alors que d'autres peuvent par exemple présenter l'évolution des compétences de personnes porteuses de dyslexie...

Cette importante variabilité inter-études fait qu'il est encore difficile actuellement de tirer des conclusions générales. Ce que l'on sait aujourd'hui, c'est que les performances des personnes qui présentent un trouble spécifique des apprentissages (et notamment, une dyslexie, qui a été majoritairement étudiée parmi ces troubles) en L2 sont significativement moins bonnes que celles de sujets contrôle. La première étude qui met en avant ces difficultés est celle de Crombie (1997), qui pointe les écarts significatifs entre une population dys- apprenant une L2 et une population contrôle, en compréhension et en expression, que ce soit à l'oral ou à l'écrit. Cette étude, pionnière dans la recherche sur les langues étrangères chez les sujets dys-, valorise également le rôle déterminant des composantes phonologiques dans l'apprentissage d'une L2. Dans les années 2000, d'autres études, centrées plus spécifiquement sur la dyslexie, ont mis en avant les difficultés des sujets concernés par cette pathologie face aux langues étrangères. Ainsi,

Ho et Fong (2005) se sont intéressés à l'impact de la dyslexie sur les compétences en langue anglaise d'écoliers chinois. Leurs résultats montrent que les écoliers dyslexiques obtiennent des scores inférieurs à ceux des tout-venant, sur chaque type de tâche proposée (lexique, lecture, phonologie, orthographe).

La thématique encore plus spécifique des difficultés perceptives des personnes présentant une dyslexie en L2 représente une part infime des recherches sur cette pathologie. Nous développerons plus loin une étude qui aborde cette thématique : celle de Soroli et ses collaborateurs (2010). Il n'existe pas, à notre connaissance, d'étude mettant en relation la dyslexie chez des sujets francophones, et la perception des sons de la langue allemande.

2.2 Liens avec les spécificités de perception en L1 des personnes dyslexiques

Face aux zones d'ombre détaillées ci-dessus, les études portant d'une part sur les particularités perceptives de la personne dyslexique dans sa L1, et d'autre part sur les caractéristiques de son acquisition d'une L2, viennent s'enrichir mutuellement au bénéfice de la compréhension de la dyslexie développementale. Ainsi, il est intéressant de faire le lien avec la théorie de la perception allophonique (Serniclaes *et al.*, 2001, 2004), que nous avons développée dans le chapitre 2 pour expliquer les spécificités de perception de la L1 par des sujets dyslexiques. Selon ces auteurs, les particularités identifiées dans le mode de perception de la parole des sujets dyslexiques seraient révélatrices d'une sensibilité aux contrastes de toutes les langues, normalement perdue au cours de la spécialisation progressive aux sons de la L1. Serniclaes et ses collaborateurs ont repéré cette tendance positive sur des tâches de discrimination portant sur des phonèmes et des allophones de phonèmes dans le cadre spécifique d'une opposition de voisement, en L1. Nous pouvons nous demander si ces résidus de la perception universelle des nourrissons pourraient constituer un avantage pour les personnes dyslexiques, facilitant leurs capacités à discriminer des sons nouveaux. La théorie allophonique pourrait ainsi déboucher sur des prédictions plutôt positives quant à la perception de sons d'une L2 par un sujet dyslexique. Mais cette hypothèse essuie certaines critiques. Le déficit des couplages entre prédispositions perceptives décrit par Serniclaes pourrait avoir tendance à mettre les personnes dyslexiques en difficulté, car il les empêche de s'appuyer sur des catégories phonétiques clairement établies. Cela contrecarre leur entrée dans la lecture (Serniclaes & Seck, 2018), mais cela peut aussi être source de difficultés pour bien différencier et identifier les phonèmes d'une L2. De plus, la généralisation de ce qui a été observé dans le cas de certains allophones de

phonèmes de la L1, à ce qui pourrait se passer dans la perception de n'importe quel son de la parole peut sembler un peu excessive.

3 Une étude portant sur ces thématiques : Soroli *et al.*, 2010

L'étude de Soroli et son équipe paraît intéressante pour nos travaux car elle est relativement récente, porte sur la perception des sons de la L1 et de la L2, et implique une population d'adultes dyslexiques francophones.

3.1 Design de l'étude

Soroli et ses collaborateurs ont investigué à la fois la perception et la production de la parole. En cohérence avec nos objectifs, nous n'aborderons pas ce qui concerne la dimension productive.

Les sujets de l'étude de Soroli et son équipe sont 15 adultes francophones dyslexiques et 15 sujets contrôle. La L1 est donc ici le français, et la L2 le coréen, auquel aucun de ces sujets n'a jamais été exposé. Dans les deux groupes, la moyenne d'âge est de 26 ans. Pour investiguer la perception des sons de la parole, les chercheurs ont proposé trois tâches de discrimination :

- Une épreuve portant sur la discrimination des /p/ et /t/ français, via des paires de non-mots de la forme consonne-voyelle-consonne-voyelle (CVCV), où les phonèmes cibles sont présentés en troisième position (CVCV).
- Une épreuve portant sur la discrimination de consonnes occlusives bilabiales du coréen, à l'aide de paires de non-mots de la forme CVCV où les phonèmes cibles sont présentés en première position (CVCV). Le répertoire phonétique coréen comporte trois catégories de consonnes occlusives bilabiales (/p'/, /p/, /p_h/), alors que celui du français n'en comporte que deux (/p/ et /b/).
- Une dernière épreuve, testant la discrimination de l'accentuation lexicale contrastive (utilisée en coréen, mais pas en français) et comprenant de nouvelles paires de non-mots CVCV, avec une accentuation pouvant se placer sur l'une ou l'autre des voyelles (CVCV ou CVCV).

Le matériel sonore ne contient que des stimuli de parole naturelle, mais les auteurs ont modifié les présentations pour tester un éventuel effet de longueur. Cette batterie d'épreuves devait permettre de rendre compte d'éléments segmentaux d'une part, et prosodiques d'autre part.

3.2 Résultats : description des difficultés des sujets dyslexiques

L'analyse des résultats a été plus complexe car il a fallu distinguer les effets des différentes variables impliquées dans l'étude, à savoir :

- La familiarité, ou non-familiarité, avec la langue des stimuli présentés.
- La nature du contraste (segmental versus suprasegmental, prosodique).
- La charge cognitive, en fonction de la longueur des séquences présentées, impliquant plus ou moins la mémoire à court terme.

Sur la moyenne des deux groupes, des scores significativement meilleurs ont été obtenus pour les tâches concernant la L1 (versus L2), les aspects prosodiques (versus segmentaux), et impliquant une charge cognitive légère (versus charge plus lourde). Globalement, on relève que les performances des sujets dyslexiques sont moins bonnes que celles des sujets contrôle, quelle que soit la variable observée, mais de façon moins marquée que ce qui pouvait être attendu. Soroli et son équipe proposent une analyse plus fine qui rend compte des difficultés des sujets dyslexiques. Ils ont été moins affectés, au regard des sujets contrôle, par la familiarité avec la langue ainsi que par la charge cognitive. Mais ils ont été plus influencés par la nature du contraste : leurs scores sont significativement plus faibles que ceux des autres participants pour les contrastes prosodiques, alors que leurs performances sont relativement similaires à celles des sujets tout-venant pour les contrastes segmentaux. Donc, même si les personnes dyslexiques obtiennent de meilleurs scores pour les contrastes prosodiques que pour les contrastes segmentaux, l'écart entre leurs scores et ceux des sujets témoins est plus marqué sur les contrastes prosodiques que sur les contrastes segmentaux, ce qui peut signer un plus grand écart à la norme.

3.3 Liens avec la théorie

Les auteurs sont allés au-delà de l'analyse des résultats obtenus aux tests. Face au manque de connaissances sur la perception d'une L2 par des personnes présentant une dyslexie, ils ont également comparé leurs observations avec différentes théories appartenant au champ de la perception de la L1 et du déficit phonologique chez les dyslexiques. Soroli et son équipe ont voulu vérifier si ces théories auraient pu prédire les résultats obtenus par les sujets de leur étude.

Ils ont notamment fait des liens avec l'hypothèse de la perception allophonique (Serniclaes *et al.*, 2004), qui nous intéresse particulièrement pour ce travail. Dans la partie précédente, nous avons exposé les prédictions positives quant à la perception de sons non natifs, qui pourraient

être faites en raison de la perception allophonique observée chez certains sujets présentant une dyslexie, sur certains allophones de phonèmes, dans des études ciblées sur des contrastes de voisement. Nous avons également expliqué que ces prédictions doivent être envisagées avec une grande prudence, en raison justement des spécificités des travaux de Serniclaes. Dans l'étude de Soroli et son équipe, les sujets dyslexiques obtiennent des scores significativement moins bons que ceux des sujets normo-lecteurs, en L1 et en L2, et ne semblent donc pas être avantagés par leurs spécificités perceptives. L'approche de Ramus et Szenkovits (2008) a aussi été comparée aux résultats obtenus par Soroli et son équipe. Ramus et Szenkovits ont passé en revue de nombreuses études dans le but de comprendre le déficit phonologique observé dans la dyslexie, avec un œil nouveau. Il en ressort que l'appauvrissement des représentations phonologiques, mis en avant par Snowling (2000), ne se manifesterait en fait que dans certaines conditions, par exemple lors de tâches impliquant la mémoire verbale à court terme, ou encore un accès métacognitif. Les auteurs en déduisent que le trouble au niveau des représentations phonologiques n'est pas réellement constant, et qu'il s'agirait plutôt d'un problème dynamique, impliquant l'accès à ces représentations. Autrement dit, ce ne serait pas la destination qui serait atteinte, mais le chemin pour y parvenir. Les résultats de Soroli et son équipe infirment cet effet de la mémoire à court terme, chez les sujets dyslexiques du moins (en revanche, cette variable peut être mise en cause pour des sujets typiques).

Soroli et ses collaborateurs concluent cette perspective théorique en affirmant qu'aucune des hypothèses portant sur le déficit phonologique, en L1, des personnes présentant une dyslexie, qu'ils ont choisi d'évoquer dans leur travail, ne permet d'expliquer leurs résultats. Cette conclusion rappelle que l'état des connaissances sur la perception des sons de la parole d'une L2 par des personnes dyslexiques peut encore être complété par la recherche, et justifie pleinement l'intérêt de notre étude.

PROBLEMATIQUE, HYPOTHESES ET OBJECTIFS

Même si les auteurs ne s'accordent pas tous sur l'interprétation des déficits en cause dans ce phénomène, il est admis qu'en L1, les sujets dyslexiques présentent de moins bonnes capacités de catégorisation que les non-dyslexiques (Vandermosten *et al.*, 2010). Par ailleurs, des hypothèses sérieuses et relativement concordantes tendent à montrer qu'ils discriminaient mieux certains allophones de phonèmes de la L1 (Serniclaes *et al.*, 2001). Leur perception des sons de la parole serait, du moins en partie, différente de la perception catégorielle à l'œuvre chez les sujets typiques (Noordenbos & Serniclaes, 2015; Serniclaes & Seck, 2018). Les personnes dyslexiques pourraient avoir conservé des résidus de la perception universelle propre aux nourrissons, ce qui serait susceptible de les rendre plus performants pour discriminer certains allophones de la L1 (Serniclaes *et al.*, 2004). Leurs capacités à discriminer ces sons seraient ainsi meilleures que celles à les identifier. Qu'en est-il dans le cadre d'une L2 ? Dans ce champ de recherche, de nombreuses questions restent ouvertes. A l'aune des théories développées en L1 et du déficit de perception catégorielle, nous pouvons nous attendre à ce que les compétences de catégorisation des sujets dyslexiques soient déficitaires. Pour la discrimination, l'interprétation des théories de perception de la L1 donne lieu à des prédictions moins tranchées. L'hypothèse du maintien de frontières phonétiques non pertinentes en L1, chez les sujets dyslexiques, pourrait constituer un argument en faveur d'une bonne discrimination en L2. Mais la théorie allophonique a été nuancée au bénéfice d'une perception mixte chez les dyslexiques : en partie allophonique, et en partie catégorielle (Serniclaes & Seck, 2018). De plus, des chercheurs ont mis en avant une altération des scores en discrimination phonémique en L2 de sujets dyslexiques, au regard de sujets typiques (Soroli *et al.*, 2010).

En ce qui concerne l'acquisition de la langue allemande, très peu de données théoriques concernant les performances de sujets francophones présentant un trouble du langage écrit sont disponibles. Or, l'allemand est une langue seconde fréquemment choisie par les collégiens, spécialement dans le Grand Est, au cours de leur scolarité. Mieux comprendre ce qui se joue lorsque de jeunes dyslexiques perçoivent des sons de cette L2 permettrait de mieux les accompagner dans leurs apprentissages, ce qui est une des missions de l'orthophoniste. D'un point de vue plus théorique, il est légitime de se demander si les constats faits sur des personnes dyslexiques, en L1 (faiblesse des capacités de catégorisation, et *a contrario* meilleure discrimination de certains allophones) se vérifient quand ils perçoivent des sons d'une langue

nouvelle. Cette étude pourrait de plus apporter de nouveaux éléments au champ encore peu exploré de la perception des sons d'une L2 par des personnes présentant une dyslexie. Les données théoriques exposées en partie 1 nous conduisent donc à formuler la problématique générale suivante, à laquelle nous tenterons de répondre à travers ce travail : **Comment de jeunes adultes francophones dyslexiques non sensibilisés à la langue allemande en discriminent-ils et en identifient-ils les phonèmes ? En quoi leur perception diffère-t-elle de celle de jeunes adultes francophones typiques ?**

Pour répondre à notre problématique, nous avons posé deux hypothèses théoriques.

Tout d'abord, nous nous attendons à observer des différences de perception dans notre étude concernant divers phonèmes de l'allemand (/ç/, /ʃ/, /s/ et /e/), en comparant les capacités de discrimination et d'identification de jeunes adultes francophones dyslexiques, pas ou peu exposés à cette langue, à celles de sujets non-dyslexiques de même âge chronologique :

- **H1** : Nous supposons que les scores des sujets dyslexiques de notre étude seront évocateurs de difficultés globales au niveau de la discrimination phonémique.
- **H1 bis** : Nous supposons également que les réponses d'identification des sujets dyslexiques seront moins cohérentes que celles du groupe témoin.

H2 : Nous faisons l'hypothèse qu'une analyse plus ciblée sur le phonème-cible, /ç/, absent du répertoire phonologique du français, révélera sa spécificité vis-à-vis des autres phonèmes proches proposés, /ʃ/ et /s/, qui existent aussi en français. En effet, alors que le phonème qui devrait être le plus difficile à discriminer pour les sujets témoins est celui qui n'existe pas dans leur L1, chez les sujets dyslexiques, la tendance pourrait être moins marquée, voire inversée.

L'objectif principal de ce mémoire est de caractériser la perception de certains sons de la langue allemande chez un groupe de jeunes adultes dyslexiques francophones, comparé à un groupe contrôle composé de jeunes sujets francophones tout-venant, via une tâche de discrimination et une tâche d'identification de sons de la parole. Il s'agit de vérifier si, conformément à certaines recherches en L2 et aux hypothèses faites à partir des connaissances en L1, les personnes dyslexiques présentent un déficit de catégorisation et de discrimination phonémique en L2. Il s'agit également de pointer, chez les sujets dyslexiques, d'éventuels indices en faveur ou en défaveur de l'hypothèse du maintien de frontières phonétiques non pertinentes dans la L1.

PARTIE 2 :

METHODOLOGIE

1 Population

1.1 Choix des cohortes

Notre population-cible est celle des jeunes adultes francophones dyslexiques peu exposés à la langue allemande (afin d'assurer une certaine « naïveté » vis-à-vis de cette L2). Notre étude porte sur une cohorte, qui constitue notre groupe expérimental, ou GDYS. Nous (les trois expérimentatrices) avons procédé à un recrutement par l'intermédiaire de contacts directs en région Grand-Est, Ile-de-France et Bretagne. Nous souhaitons que GDYS soit constitué d'au moins 10 participants ; notre recrutement nous a permis d'en obtenir le double (20 sujets DYS).

Par ailleurs, afin de comparer les performances et la cohérence des réponses des sujets de GDYS à celles de sujets au développement typique, nous avons également recruté de jeunes adultes francophones non-dyslexiques peu exposés à la langue allemande, qui constituent le groupe contrôle (GC). Nous souhaitons que GC soit comparable à GDYS, en termes de nombre de sujets (également 20 sujets C), d'âge chronologique, et de représentation des genres. Nous avons procédé à un recrutement par l'intermédiaire de contacts directs, dans les mêmes régions que celles des sujets DYS.

1.2 Choix des sujets

Les sujets des deux groupes GDYS et GC répondent aux critères suivants :

- Un âge compris entre 16 et 30 ans : nous avons choisi de nous intéresser à une population de jeunes adultes, car c'est en général dans cette période de vie que les potentialités de confrontation aux langues étrangères se multiplient (activité professionnelle, voyages, rencontres).
- Le français comme langue d'usage.
- Pas d'exposition à la langue allemande, ni à l'école, ni dans le cadre familial.
- Absence de troubles sensoriels non corrigés, ou encore d'un trouble du développement du langage oral (gros retard de langage et/ou de parole, dysphasie).

La spécificité des sujets de GDYS tient en un critère supplémentaire : un diagnostic de dyslexie développementale doit avoir été posé. A l'inverse, les sujets de GC ne doivent pas avoir été diagnostiqués comme présentant des troubles dyslexiques.

1.3 Présentation des cohortes

Chaque groupe comporte 20 sujets, issus de contextes (géographiques, socioprofessionnels) divers. Les principales caractéristiques de ces cohortes sont les suivantes :

	Effectif				Age (ans)	Test de lecture	
	Total	Femmes	Hommes			Précision (score)	Temps (sec)
GC	20	7	13	Moy	23,1	8,1	18,95
				ET	3,34	1,12	5,23
				Min Max	16 28	6 10	10,5 31,67
GDYS	20	7	13	Moy	20,7 **	4,85 ***	35,4 ***
				ET	2,98	1,76	8,71
				Min Max	16 26	2 8	18,3 52,57

Tableau 4 : Présentation des deux cohortes GDYS et GC¹

La répartition des genres est la même dans GDYS et GC : y sont dénombrés 7 jeunes femmes et 13 jeunes hommes.

En ce qui concerne la répartition des âges, le test de Wilcoxon – Mann Whitney atteste que les deux moyennes d'âge sont significativement différentes ($p\text{-value} = 0,02 < 0,05$). Pourtant, les cohortes peuvent tous deux être décrites comme constituées de jeunes adultes : les âges vont de 16 à 28 ans pour les sujets C, et de 16 à 26 ans dans GDYS. De plus, à cette période de la vie, cette petite différence d'âge a peu d'influence sur les performances de lecture : les sujets ont dépassé le stade d'acquisition de la lecture, tout en étant trop jeunes pour que des pathologies liées à l'âge viennent entraver leur rapport au langage écrit.

Le test de lecture de non-mots issu de la batterie EVALAD (Pech-Georgel et *al.*, 2011) a été proposé à tous les participants (cf. Annexe 1). Cette batterie s'adresse aux adolescents, à partir de la 1^{ère}, ainsi qu'aux adultes. Le test est composé de 10 non-mots sans signification (exemple : « cratroupsi »), à lire le plus vite possible, tout en faisant de son mieux pour les lire correctement. Le seuil de pathologie est atteint pour un score en précision de lecture inférieur

¹ *, ** et *** indiquent des différences, respectivement, marginalement significatives ($0,05 < p\text{-value} < 0,1$), significatives ($0,01 < p\text{-value} < 0,05$), et très significatives ($p\text{-value} < 0,01$) entre GDYS et GC. Ces différences ont été montrées par des tests statistiques choisis en fonction des caractéristiques des données étudiées.

ou égal à 6, ainsi que pour un temps de lecture total supérieur ou égal à 22,5 secondes. Précisons que ce test ne permet pas de diagnostiquer une dyslexie, mais qu'il peut objectiver l'écart, en précision et en temps de lecture, entre nos deux groupes de participants. De façon descriptive, nous constatons que la moyenne des scores de GDYS se situe dans la zone pathologique car elle est sous le seuil de 6, alors que celle de GC se situe au-dessus du seuil de pathologie. De la même manière, la moyenne des temps de lecture de GDYS se situe en zone pathologique, alors que celle de GC demeure en-deçà du seuil de pathologie (22,5 secondes). De façon plus analytique, pour les scores au test de lecture, nous avons utilisé un test non-paramétrique de Wilcoxon – Mann Whitney qui a montré qu'il y a une différence très significative entre les moyennes des scores des deux groupes ($p\text{-value} = 2,36.10^{-6} < 0,05$), ce qui justifie bien l'écart de niveau de lecture entre GDYS et GC. Ce même test objective également l'écart de temps de lecture entre les deux groupes : les sujets DYS se sont montrés très significativement plus lents que ceux de GC ($p\text{-value} = 3,72.10^{-6} < 0,05$). Les échantillons sont donc bien issus de deux populations différentes, sur les critères de précision et de temps de lecture.

Les participants ont également complété le questionnaire de recueil d'informations que nous avons constitué (cf. Annexe 2), qui a permis entre autres de nous renseigner sur leur rapport aux langues étrangères. Aucun des sujets n'a été sensibilisé à l'allemand. Parmi les langues étrangères pratiquées, nous relevons une forte représentation de l'anglais et de l'espagnol. Quelques sujets pratiquent ou ont pratiqué l'italien ainsi que, de façon plus anecdotique, le portugais, le russe et le néerlandais.

2 Outils méthodologiques

2.1 Matériel

Pour ce travail, nous nous sommes particulièrement intéressée au phonème allemand /ç/, dont nous avons décrit les caractéristiques dans le premier chapitre de l'ancrage théorique.

L'enregistrement des items sonores a été réalisé dans une pièce quasiment insonorisée du laboratoire de recherche LORIA, à Nancy. Pour l'enregistrement et la numérisation du signal, nous avons utilisé un casque avec micro intégré, une interface audionumérique Fast Track et le logiciel Audacity. Un locuteur allemand natif a lu plusieurs fois les mots allemands suivants : /miç/, /miʃ/, /bis/ et /mi:ɐ/. Les enregistrements obtenus ont été tronqués via le logiciel Praat, afin de ne conserver que la forme voyelle-consonne (VC) : /iç/, /iʃ/, /is/ et /i:ɐ/. Les effets

de la troncature ont été atténués par l'introduction d'une fenêtre de Hamming. Nous avons par la suite sélectionné les trois « meilleures versions » de chaque syllabe, c'est-à-dire les plus intelligibles, pour constituer le corpus. Celui-ci est donc constitué de 12 syllabes de type VC.

Le phonème-cible est /ç/ ; /f/ et /s/ lui sont proches, /e/ est un distracteur. Le corpus contient des sons qu'un locuteur français non sensibilisé à l'allemand connaît, car ils font aussi partie du répertoire phonétique du français (/f/ et /s/), et des sons qui lui sont inconnus (/ç/ et /e/).

Les phonèmes /f/ et /s/ sont proches de /ç/, dont ils ne diffèrent que par leur point d'articulation et par les caractéristiques d'articulation labiale nécessaires à leur réalisation. En effet, la production de /f/ implique une protrusion labiale, ce qui n'est pas le cas pour celle de /ç/. Les phonèmes /s/ et /ç/ se caractérisent plutôt par un étirement labial. Le phonème /e/ est quant à lui une variante de /r/, présent dans le système phonologique du français. Ces caractéristiques offrent des questionnements et des pistes de réflexion intéressantes pour notre étude. De façon générale, il sera intéressant d'étudier comment un locuteur naïf au regard de la langue allemande pourra appréhender les sons qui lui sont inconnus, les discriminer, les identifier, de comparer ces performances avec celles qui concernent des phonèmes existant aussi en français, et bien sûr d'analyser les différences éventuelles entre les deux cohortes : GDYS et GC.

2.2 Passation

Les passations ont été réalisées dans un environnement calme : en grande majorité au domicile des participants, et plus rarement à celui des trois expérimentatrices. Tout biais lié à la passation (gêne sonore, distraction...) est donc exclu. Chaque participant a été testé individuellement.

La partie expérimentale, intégralement informatisée, s'est systématiquement déroulée en présence de l'une des expérimentatrices. Le logiciel utilisé pour la passation ainsi que pour la collecte des réponses est Praat. Afin d'optimiser l'écoute, les participants ont porté un casque ou des écouteurs. Les consignes ont été présentées oralement par les expérimentatrices (cf. Annexe 3). La passation (signature du formulaire d'information et de consentement, complétion du questionnaire et test de lecture inclus), au total, durait entre trente et quarante-cinq minutes.

2.3 Procédure

Le protocole expérimental élaboré pour cette étude comprend deux types de tâches, présentées ci-après : (1) discrimination, (2) identification. Elles ont été proposées aux participants dans l'ordre où nous les décrivons. Une phase de prétest a été réalisée sur trois auditeurs, afin de

vérifier leur bon fonctionnement, la compréhension des consignes, la faisabilité globale en termes de coût cognitif. De manière commune aux deux épreuves :

- Une rapide épreuve préliminaire (6 paires à discriminer, 8 items à identifier, toujours les mêmes et dans le même ordre) est proposée aux participants, afin qu'ils se familiarisent avec la tâche et la manipulation du logiciel, qu'ils règlent les paramètres de son et de luminosité si nécessaire, et qu'ils posent leurs éventuelles questions.
- Les sujets sont informés que les items sonores qu'ils vont entendre n'ont pas de sens, qu'ils doivent se concentrer sur les sons, et plus particulièrement sur la consonne finale.
- Les items sont présentés aléatoirement par Praat (sauf pour les épreuves préliminaires).
- Le temps de réponse n'est pas limité, mais il est enregistré.
- Il n'y a pas de possibilité de réécoute des stimuli.
- Chaque réponse du sujet à la présentation d'une paire (discrimination) ou d'un stimulus (identification) entraîne le déclenchement de la présentation de la paire suivante, avec un temps de latence de 0,5 seconde.
- Des pauses sont aménagées tous les quarante items afin d'alléger le coût cognitif des épreuves (les participants peuvent en disposer à leur guise).

2.3.1 Tâche de discrimination de sons

Pour cette tâche, des paires d'items sonores sont présentées au sujet, et celui-ci doit dire si les consonnes finales entendues sont semblables ou différentes, en cliquant sur la case correspondante à l'écran (cf. Figure 5). Il s'agit donc d'une tâche de discrimination de type AB, où on peut avoir $A = B$ ou $A \neq B$. Pour cette épreuve, nous avons choisi les deux meilleures versions des différentes syllabes de notre corpus (**/iç/, /if/, /i:e/ et /is/**). Nous avons donc une **base de 8 stimuli sonores différents**, comprenant **deux réalisations** (ou allophones) de chacun des phonèmes en finale des quatre syllabes de notre corpus.

Il y a 6 types de paires de stimuli différents (cas où $A \neq B$) : /iç/-/if/, /iç/-/i:e/, /iç/-/is/, /if/-/i:e/, /if/-/is/ et /i:e/-/is/. Chaque type de paire de stimuli doit être présentée dans les deux sens possibles, AB et BA. Les deux versions du stimuli prenant la position A doivent être croisées avec les deux versions du stimuli prenant la position B. Les paires différentes obtenues ont été présentées deux fois, afin de lisser les effets des éventuelles réponses données au hasard, ce qui se traduit par un total de 96 présentations de paires de stimuli différents.

Il y a 4 types de paires de stimuli semblables (cas où $A = B$) : /iç/-/iç/, /if/-/if/, /i:e/-/i:e/ et /is/-/is/. Le fait que chaque stimulus existe en deux versions donne alors 8 paires (nous ne

croisons pas les allophones d'un même phonème entre eux). Pour que l'épreuve de discrimination soit équilibrée, elle doit présenter autant de paires semblables que de paires différentes. Nous avons donc présenté douze fois chaque paire semblable obtenue, pour obtenir également 96 présentations de ce type de paire.

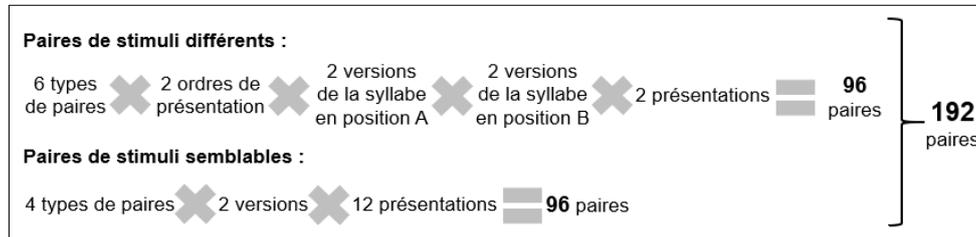


Figure 4 : Constitution du matériel sonore présenté lors de l'épreuve de discrimination

Au total, 192 paires sont à caractériser comme semblables ou différentes. Les écrans auxquels sont exposés les sujets sont les suivants :

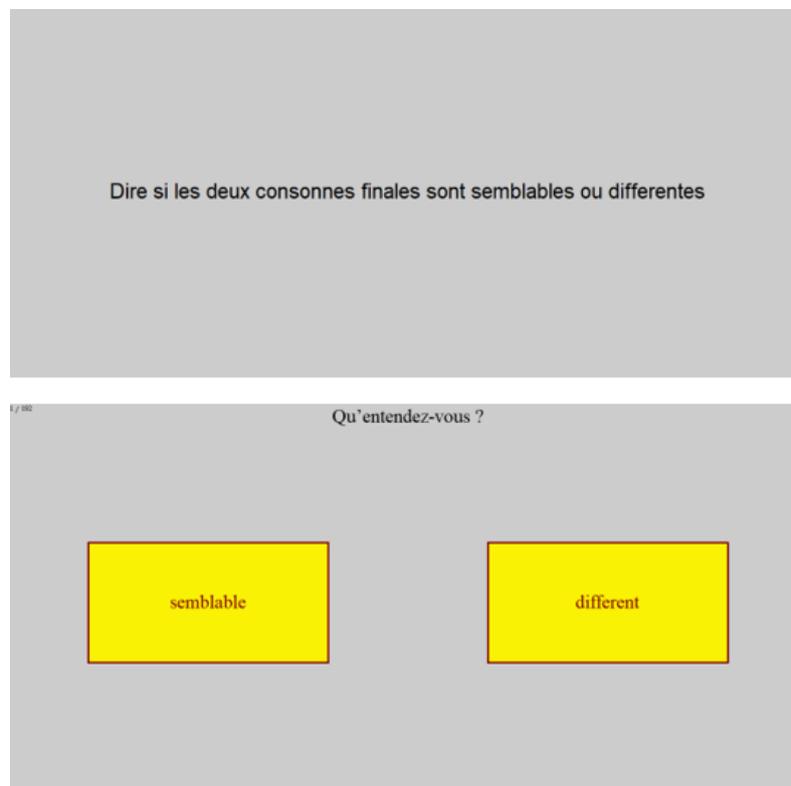


Figure 5 : Captures d'écran de la tâche de discrimination (les consignes sont présentées en Annexe 3)

2.3.2 Tâche d'identification de sons

Pour cette tâche, les items sont proposés un par un. Le participant doit cliquer sur le son du français le plus proche, selon lui, de la consonne finale qu'il entend, parmi une grille de choix proposée à l'écran (cf. Figure 6). Au préalable, cette grille est détaillée oralement par l'expérimentatrice, qui donne pour chaque son un exemple de mot du français le contenant. La case « autre » permet de signifier que, selon le sujet, ce qu'il entend n'est proche d'aucun des

sons proposés à l'écran. Les choix proposés couvrent la gamme des réponses attendues, au vu des items sonores proposés. Pour cette épreuve, nous avons utilisé trois versions de chaque syllabe de notre corpus (/iç/, /if/, /i:ɛ/ et /is/). Nous avons donc une **base de 12 items sonores différents**, comprenant **trois réalisations** (ou allophones) de chacun des phonèmes en finale des quatre syllabes de notre corpus. Chaque item a été proposé dix fois, afin de lisser les effets des éventuelles réponses données au hasard. Cette épreuve comprend donc 120 stimuli sonores à identifier. Les écrans auxquels sont exposés les sujets sont les suivants :

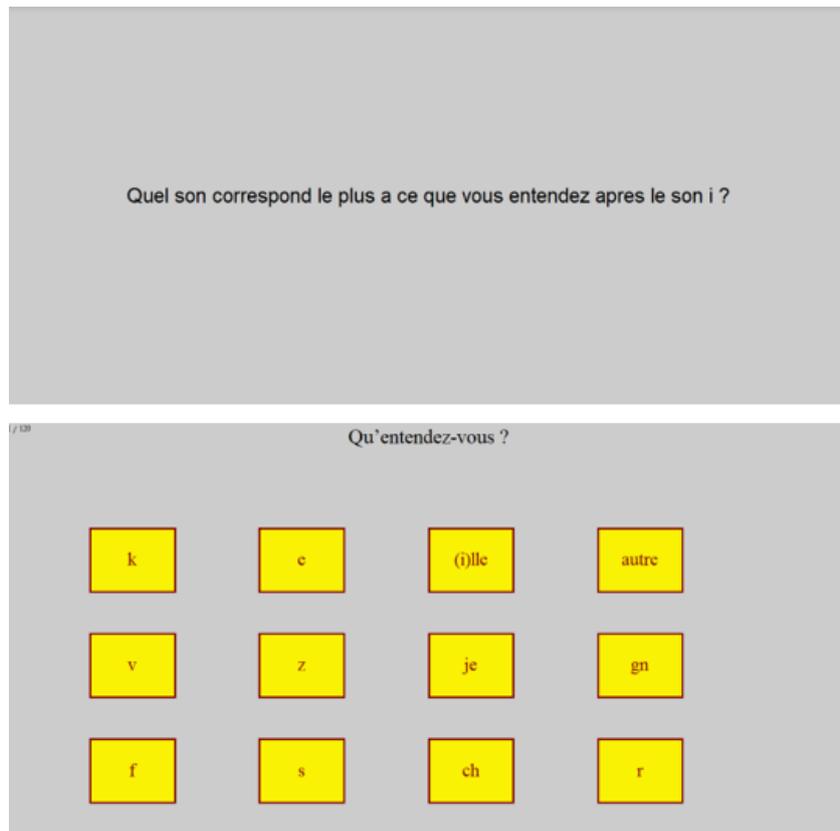


Figure 6 : Captures d'écran de la tâche d'identification (les consignes sont présentées en Annexe 3)

3 Recueil et traitement des données

La collecte des données est gérée par le logiciel Praat, qui fournit après chaque passation un compte-rendu présentant :

- Pour l'épreuve de **discrimination** : la paire de stimuli sonores, la réponse donnée par le sujet (semblable ou différent), et son temps de réponse.
- Pour l'épreuve d'**identification** : le stimulus sonore, la réponse donnée par le sujet (son choisi dans la grille de choix proposée), et son temps de réponse.

Les réponses des participants aux tests de perception fournissent donc des données essentiellement qualitatives (sauf le temps de réponse, qui est déjà quantitatif), qu'il s'agira de transformer en données quantitatives exploitables pour l'analyse statistique. Nous étudierons dans un premier temps la distribution des données, pour savoir si elle suit la loi normale ou non, via un test d'adéquation de type Shapiro-Wilk. Selon le résultat obtenu, le type de variable et ce que nous chercherons à démontrer, nous utiliserons différents outils d'étude analytique : soit des tests paramétriques (si les données respectent la courbe gaussienne, ce qui ne sera observé que pour les temps de réaction), de type test t de Student, soit des tests non-paramétriques de type Wilcoxon – Mann-Whitney. Le seuil de significativité retenu correspond à un risque d'erreur de 5% ($\alpha = 0,05$). Les analyses statistiques seront réalisées sur Rstudio (RStudio Team, 2020), avec appui si nécessaire sur le site de biostatistiques biostatgv.sentiweb.fr, affilié à l'INSERM et à l'Université de Paris Sorbonne. Elles permettront de dégager des arguments allant dans le sens, ou non, des hypothèses de recherche posées au préalable.

4 Précautions méthodologiques

4.1 Recueil du consentement des participants

Chaque sujet a lu et signé librement un formulaire d'information et de consentement (cf. Annexe 4), en deux exemplaires : un pour lui, un pour l'expérimentatrice. Ce formulaire explique la finalité de l'étude, détaille ses modalités de réalisation, met en avant le caractère anonyme des données, explique qu'il n'y a aucun avantage, risque ou inconvénient lié à la participation à l'expérience, et informe les sujets de la possibilité de se retirer à tout moment de l'étude. Sa signature indique que le sujet accepte volontairement de participer à l'étude.

4.2 Anonymisation des données

A chaque sujet correspond un code, fonction de son groupe et de l'ordre des passations. Les données sont enregistrées sur la base de ces codes, ce qui protège les noms des sujets. Les formulaires d'information et de consentement, seuls à mentionner ces noms, sont conservés dans un lieu accessible uniquement aux expérimentatrices, et seront détruits dans six mois.

4.3 Respect des mesures contre la Covid-19

Lors des tests, les recommandations suivantes ont été respectées : port du masque, désinfection du matériel informatique, aucun contact physique et respect d'une distance de sécurité.

PARTIE 3 :
RESULTATS ET ANALYSES

Nous présentons ci-après l'analyse des résultats obtenus à la suite de la passation des tests par les deux groupes de participants. Sauf mention contraire, les p-values indiquées tout au long de cette partie sont issues de tests de Wilcoxon – Mann Whitney, avec une modalité bilatérale. Elles ont été arrondies à deux décimales.

1 Analyse des performances à l'épreuve de discrimination

Dans cette épreuve, il s'agit pour les participants de juger si la paire présentée comporte des stimuli semblables ou différents. Il y a donc une réponse correcte attendue. Nous analyserons les performances en termes de réussite et d'erreur. Préalablement à cette analyse, nous indiquons ci-après le nombre de présentations des différentes paires par sujet, par groupe, et en fonction du type de paire, lors de cette épreuve de discrimination :

	Paires de stimuli semblables (PS)				Sous-total PS	Paires de stimuli différents (Pdif)						Sous-total Pdif	TOTAL (sous-total PS + sous-total Pdif)
	/ç/-/ç/	/j/-/j/	/s/-/s/	/e/-/e/		/ç/-/j/	/ç/-/s/	/ç/-/e/	/j/-/s/	/j/-/e/	/e/-/s/		
Nombre de paires présentées par sujet	24	24	24	24	96	16	16	16	16	16	16	96	192
Nombre de paires présentées par groupe	480	480	480	480	1920	320	320	320	320	320	320	1920	3840

Tableau 5 : Nombre de paires de chaque type présentées à l'épreuve de discrimination, par sujet et par groupe

NB : chaque paire peut être présentée sous la forme soit AB, soit BA, nous n'avons fait cette distinction ni dans ce tableau, ni dans les analyses qui suivront.

1.1 Comparaison inter-groupes des performances générales

Les performances des deux groupes à cette épreuve de discrimination sont les suivantes :

Groupe	Score total sur 3840	Taux de réussite (%)	Nombre d'erreurs sur 3840	Taux d'erreur (%)
GC	3786	98,59%	54	1,41%
GDYS	3630	94,53%	210	5,47%

Tableau 6 : Scores totaux, nombre d'erreurs, et taux de réussite/erreur de chaque groupe à l'épreuve de discrimination

Les performances sujet par sujet sont présentées en annexe 5 (GDYS) et 6 (GC).

Nous constatons que cette épreuve a été plutôt réussie par les sujets des deux groupes, qui obtiennent des taux de réussite proches de 100%. Cependant, nous observons presque quatre fois plus d'erreurs chez GDYS que chez GC. 90% des sujets DYS ont réalisé au moins une erreur (seuls 2 participants DYS obtiennent le score maximal de 192), alors qu'ils ne sont que 60% dans ce cas du côté des sujets C (8 d'entre eux obtiennent le score maximal).

Les analyses statistiques montrent que les sujets de GC obtiennent des scores totaux très significativement supérieurs à ceux des sujets DYS ($p\text{-value} < 2,2.10^{-16}$). Cette supériorité des performances de GC sur celles de GDYS est observée pour chaque type de paire présentée :

	PS, scores sur 480				Pdif, scores sur 320					
	/ç/-/ç/	/ʃ/-/ʃ/	/s/-/s/	/e/-/e/	/ç/-/ʃ/	/ç/-/s/	/ç/-/e/	/ʃ/-/s/	/ʃ/-/e/	/e/-/s/
Scores totaux, par paire, de GC	473	473	478	472	312	314	320	307	319	318
Scores totaux, par paire, de GDYS	464	449	453	464	260	305	309	300	314	312

Tableau 7 : Scores totaux, par groupe et par type de paire, obtenus à l'épreuve de discrimination

1.2 Analyse des performances intra- et inter-groupes sur les paires de stimuli semblables et différents

Dans les deux groupes, **les sujets réalisent plus d'erreurs lorsqu'il s'agit de différencier des stimuli, que lorsqu'il s'agit de dire qu'ils sont semblables** (cf. Tableau 8 ci-dessous), même si la différence entre les deux groupes n'est pas significative pour le nombre total d'erreurs ($p\text{-value} = 0,72$). Ainsi, chez GDYS, 43% des erreurs (90 sur 1920 paires présentées) concernent des paires de stimuli semblables (PS), et 57% (120 erreurs sur 1920 présentations) concernent des paires de stimuli différents (PDif). Cette différence est significative ($p\text{-value} = 0,03$). Chez GC, 44% des erreurs (24 sur 1920 présentations) concernent des PS, et 56% (30 erreurs sur 1920 présentations) concernent des PDif. Cet écart n'est pas significatif ($p\text{-value} = 0,41$).

Groupe	Taux d'erreurs sur les PS	Taux d'erreur sur les Pdif	Taux d'erreur total
GC	1,25%	1,56%	1,41%
GDYS	4,69%	6,25%	5,47%

Tableau 8 : Taux d'erreur de chaque groupe, en différenciant les PS et les PDif

Précisons que, dans les analyses qui suivent (sous-parties 1.2.1. et 1.2.2.), nous n'évoquerons plus le cas des paires contenant /e/, qui est un distracteur. Nous nous concentrerons sur l'observation principale de cette étude, à savoir le comportement perceptif de GDYS et GC face aux trois phonèmes proches : /ç/, /ʃ/ et /s/.

1.2.1 Analyse des performances intra- et inter-groupes sur les paires de stimuli semblables

La comptabilisation des erreurs par type de PS donne les taux d'erreur suivants :

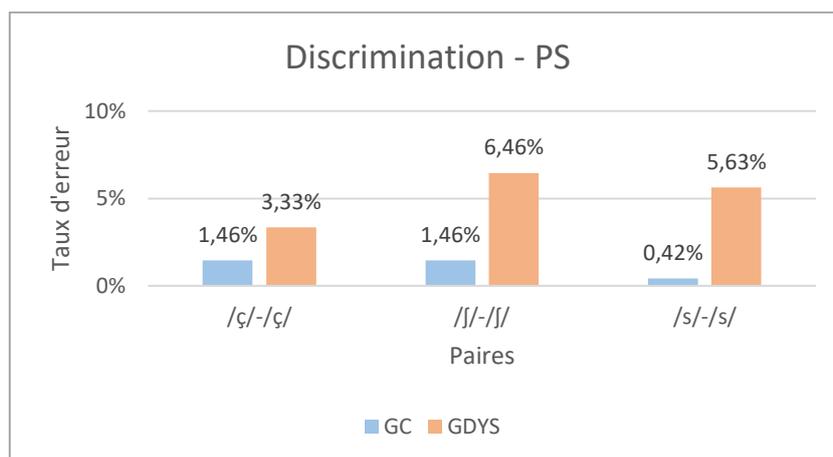


Figure 7 : Taux d'erreur par groupe, pour chaque type de PS, calculés sur la base de 480 présentations par type de paire

• **Résultats et analyse intra-groupes** : Nous constatons que les taux d'erreur de GC sont très faibles et pourraient être assimilés à de l'inattention. La majorité des sujets C (55%) ne commettent aucune erreur sur ce type de paire et obtiennent donc les scores maximaux (24) sur chaque PS. Les taux d'erreur de GDYS sont systématiquement plus élevés et de fait, plus probants, par une plus grande puissance statistique. De plus, les erreurs, plus répandues au sein de ce groupe, concernent 90% des sujets. Seuls deux DYS ne commettent aucune erreur sur les PS : ce sont ceux qui ont réussi à obtenir le score maximal (192) sur l'ensemble de la tâche de discrimination.

Analysons les résultats de GC, en comparant deux à deux les scores obtenus, sur les différentes PS présentées, à cette épreuve de discrimination :

	/ç/-/ç/ vs /ʃ/-/ʃ/	/ç/-/ç/ vs /s/-/s/	/ʃ/-/ʃ/ vs /s/-/s/	Paire la mieux réussie (/s/-/s/) vs les deux autres PS	/ç/-/ç/ vs les deux autres PS	/ʃ/-/ʃ/ vs les deux autres PS
p-values obtenues	0,84	0,2	0,12	0,11	0,59	0,3

Tableau 9 : Significativité des écarts entre les scores des sujets de GC en discrimination, en fonction des PS présentées

Les sujets C ont fait davantage d'erreurs sur les paires /ç/-/ç/ et /ʃ/-/ʃ/, mais cela n'est pas significatif. La PSS la mieux réussie est /s/-/s/, mais le test statistique réalisé ne permet pas, non plus, de renforcer ce constat. Ce manque de significativité semble cohérent avec le faible nombre d'erreurs commis par GC, ainsi qu'avec leur caractère peu répandu. En effet, seuls 25% des sujets C ont commis au moins une erreur sur la paire /ç/-/ç/, ils sont 30% sur la paire /ʃ/-/ʃ/, et seulement 10% sur la paire /s/-/s/.

Procédons de la même manière pour analyser les résultats de GDYS :

	/ç/-/ç/ vs /j/-/j/	/ç/-/ç/ vs /s/-/s/	/j/-/j/ vs /s/-/s/	Paire la mieux réussie (/ç/-/ç/) vs les deux autres PS	Paire la moins réussie (/j/-/j/) vs les deux autres PS
p-values obtenues	0,14	0,08 *	0,99	0,07 *	0,4

Tableau 10 : Significativité des écarts entre les scores des sujets de GDYS en discrimination, en fonction des PS présentées

C'est sur la PS /j/-/j/ que les sujets DYS ont réalisé le plus d'erreurs, mais cela n'est pas significatif. La PS sur laquelle les sujets de GDYS ont fait le moins d'erreurs est /ç/-/ç/. Leurs scores permettent de dégager une différence marginalement significative vis-à-vis de ceux obtenus sur la paire /s/-/s/, ainsi que vis-à-vis des scores sur les deux autres PS.

• **Résultats et analyse inter-groupes** : Etudions la significativité des écarts entre les scores de GDYS et GC, à l'épreuve de discrimination, sur chaque PS. Nous obtenons :

- Paire /ç/-/ç/ : l'écart entre les scores de GDYS et GC est marginalement significatif (p-value = 0,06).
- Paire /j/-/j/ : la p-value de $7,18.10^{-5}$ atteste que pour cette paire, les scores des sujets de GDYS sont très significativement moins bons que ceux de GC.
- Paire /s/-/s/ : la p-value de $2,46.10^{-6}$ atteste qu'ici également, les scores des sujets de GDYS sont très significativement moins bons que ceux de GC.

Pour chaque PS présentée lors de cette épreuve de discrimination, les scores des sujets DYS ressortent comme significativement moins bons que ceux des sujets C. Cette tendance est plus marquée pour les paires /j/-/j/ et /s/-/s/. /ç/-/ç/ est la PS la mieux réussie par les DYS, et c'est aussi celle pour laquelle les sujets C et DYS ont obtenu les scores les plus similaires, avec cependant toujours davantage de réussite du côté de GC.

1.2.2 Analyse des performances intra- et inter-groupes sur les paires de stimuli différents

La comptabilisation des erreurs pour chaque type de PDif donne les taux d'erreur suivants :

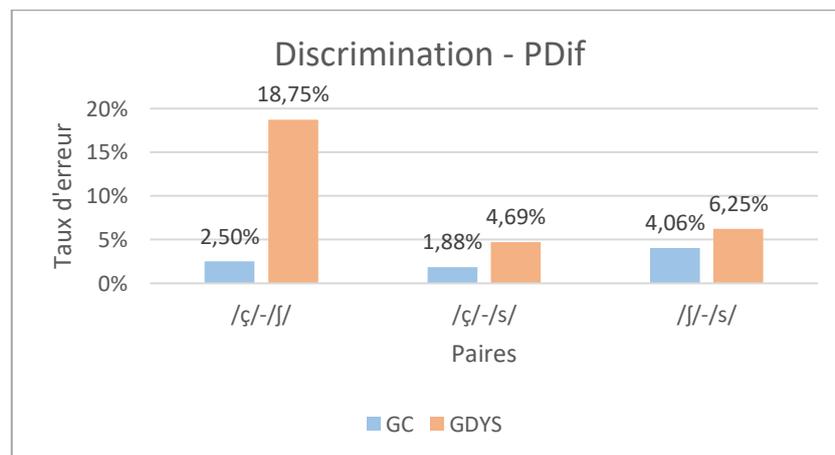


Figure 8 : Taux d'erreur par groupe, pour chaque type de PDif, calculés sur la base de 320 présentations par paire

• **Résultats et analyse intra-groupes** : Nous remarquons d'emblée que, conformément au tableau 7, les performances de GDYS sont systématiquement moins bonnes que celles de GC pour les PDif. La majorité des sujets C (55%) ne commettent aucune erreur et obtiennent donc les scores maximaux (16) sur chaque PDif. Les erreurs sont plus répandues au sein de GDYS, où elles concernent 85% des sujets. Seuls trois DYS ne commettent aucune erreur.

Analysons les résultats de GC, en comparant deux à deux les scores obtenus, sur les diverses PSD, à cette épreuve de discrimination :

	/ç/-/ʃ/ vs /ç/-/s/	/ç/-/ʃ/ vs /ʃ/-/s/	/ç/-/s/ vs /ʃ/-/s/	Paire la mieux réussie (/ç/-/s/) vs les deux autres PDif	Paire la moins réussie (/ʃ/-/s/) vs les deux autres PDif
p-values obtenues	1	0,27	0,28	0,52	0,18

Tableau 11 : Significativité des écarts entre les scores des sujets de GC en discrimination, en fonction des PDif présentées

Les écarts entre les scores de GC en discrimination de PDif ne sont pas significatifs. Seuls 30% des sujets C réalisent au moins une erreur sur la paire /ʃ/-/s/. Ils sont 15% dans ce cas sur les paires /ç/-/ʃ/ et /ç/-/s/. Les taux d'erreur ne concernant donc qu'une petite partie de GC, nous pouvions nous attendre à ce que les tests statistiques manquent de puissance sur ces données.

Procédons de la même manière pour analyser les scores de GDYS :

	/ç/-/ʃ/ vs /ç/-/s/	/ç/-/ʃ/ vs /ʃ/-/s/	/ç/-/s/ vs /ʃ/-/s/	Paire la mieux réussie (/ç/-/s/) vs les deux autres PDif	Paire la moins réussie (/ç/-/ʃ/) vs les deux autres PDif
p-values obtenues	$5,17.10^{-3}$ ***	0,01 **	0,41	0,04 **	$1,84.10^{-3}$ ***

Tableau 12 : Significativité des écarts entre les scores des sujets de GDYS en discrimination, en fonction des PDif présentées

C'est de loin sur la paire /ç/-/ʃ/ que les sujets DYS ont réalisé le plus d'erreurs. La paire /ç/-/s/ est mieux réussie par ces sujets que les deux autres, et notamment que /ç/-/ʃ/.

• **Résultats et analyse inter-groupes** : Etudions la significativité des écarts entre les scores de GDYS et de GC, à l'épreuve de discrimination, sur chaque PDif. Nous obtenons :

- Paire /ç/-/ʃ/ : la p-value obtenue, d'une valeur de $2,65.10^{-11}$, atteste que les scores de GDYS sont très significativement moins bons que ceux de GC.
- Paire /ç/-/s/ : la p-value de 0,05 atteste que les scores de GDYS sont significativement moins bons que ceux de GC.
- Paire /ʃ/-/s/ : l'écart entre GDYS et GC n'est pas significatif (p-value = 0,21).

Pour les paires /ç/-/ʃ/ et /ç/-/s/, les scores des sujets DYS ressortent comme significativement moins bons que ceux des sujets C. En effet, les sujets de GDYS se sont

trouvés particulièrement en difficulté pour discriminer le phonème-cible de l'étude, /ç/, des phonèmes /ʃ/ et /s/ qui lui sont proches. Ce constat est particulièrement significatif pour la paire /ç/-/ʃ/. La paire /ʃ/-/s/ a été source de quelques erreurs pour GC et GDYS, mais de façon plus homogène.

Poussons plus en avant la comparaison entre la PDif contenant des fricatives existant aussi en français (/ʃ/-/s/) d'une part, et les PDif contenant /ç/ (/ç/-/ʃ/ et /ç/-/s/) d'autre part. Nous regroupons ces dernières afin de pouvoir comparer les performances de discrimination de PDif comportant un phonème de L2 inconnu, et les performances de discrimination d'une PDif ne comportant que des phonèmes connus en L1. Etudions les écarts, au sein de chaque groupe, entre les séries de scores révélatrices de ces performances :

- GC : comme nous l'avons vu plus haut, la supériorité des scores obtenus sur les PDif contenant /ç/, versus ceux pour /ʃ/-/s/, n'est pas significative (p-value = 0,18).
- GDYS : les DYS obtiennent des scores significativement meilleurs sur la paire /ʃ/-/s/ que sur les PDif contenant /ç/ (p-value = 0,01). Ils se sont donc montrés particulièrement en difficulté pour discriminer le phonème-cible de notre étude, /ç/.

Les sujets DYS obtiennent des scores significativement meilleurs, en discrimination, sur la PDif ne contenant pas /ç/, au regard de leurs performances sur les deux autres PDif. Cela semble essentiellement dû au très fort taux d'erreur constaté sur la paire /ç/-/ʃ/. La paire /ç/-/s/ est, quant à elle, mieux réussie par GDYS que la paire /ʃ/-/s/.

A ce stade, les conclusions que nous pouvons tirer relativement à cette épreuve de discrimination sont :

- **Les sujets DYS ont obtenu des scores significativement moins bons que les C, pour la majorité des paires étudiées. Leurs difficultés de discrimination sont plus marquées pour les PDif.**
- **Les sujets DYS ont réalisé des performances significativement moins bonnes que les C, pour toutes les PDif contenant le phonème-cible de notre étude, /ç/, notamment pour la paire /ç/-/ʃ/, plus difficile à discriminer que les autres PDif. Le phonème le plus ardu à discriminer pour les sujets DYS est donc celui qui n'existe pas dans leur L1.**

Comme /ç/ et /ʃ/ semblent être considérés comme proches, voire semblables, dans plus de 18% des cas pour les sujets de GDYS, nous pouvons faire l'hypothèse qu'ils auront tendance à considérer /ʃ/ comme le son français le plus proche de /ç/ lors de l'épreuve d'identification.

D'autre part, puisque les performances des sujets de GDYS et de GC sur la paire /ʃ/-/s/ sont proches, on pourrait s'attendre à retrouver quelques confusions entre ces deux phonèmes lors de l'épreuve d'identification, pour les deux groupes, et ce dans des proportions similaires.

2 Analyse des données issues de l'épreuve d'identification

Dans cette épreuve, il s'agit pour les participants d'associer le stimulus sonore proposé au phonème du français qui leur paraît le plus proche, au sein d'une liste fermée de choix apparaissant à l'écran. Deux cas de figure peuvent se présenter :

- **Les stimuli proposés contiennent des phonèmes connus**, car présents également dans le répertoire phonologique du français (/ʃ/ et /s/). Une correspondance cohérente avec l'un des choix proposés est alors attendue : /ʃ/ (CH) est attendue pour /ʃ/, ainsi que /s/ (S) pour /s/. Les résultats à l'épreuve d'identification, pour ces items, seront analysés en termes de réussite/erreur. L'identification est considérée comme parfaite si le sujet attribue 100% des stimuli à la réponse attendue, comme correcte si le sujet attribue autour de 100% des stimuli à la réponse attendue sans utiliser une autre catégorie de façon importante. Nous avons, pour ce faire, établi un seuil de hasard, dont nous expliquons le principe dans la sous-partie 2.1.
- **Les stimulés proposés contiennent des phonèmes inconnus**, car absents du système phonologique du français (/ç/ et /ɐ/). On ne peut donc pas attendre des auditeurs qu'ils établissent une correspondance correcte avec l'un des choix proposés. Pour ces items, il s'agit donc plutôt de penser l'analyse en termes de sons proches, qui entraîneraient des difficultés d'identification lors de l'apprentissage de l'allemand par des sujets francophones.

Préalablement à ces analyses, nous précisons ci-après le nombre de présentations des différents stimuli par sujet et par groupe :

Stimuli comportant le phonème :	/ç/	/ʃ/	/s/	/ɐ/	Total
Nombre de présentations par sujet	30	30	30	30	120
Nombre de présentations par groupe	600	600	600	600	2400

Tableau 13 : Nombre de présentations des stimuli de chaque type, par sujet et par groupe, à l'épreuve d'identification

Pour les analyses qui suivent, nous avons choisi de nous intéresser essentiellement à notre phonème-cible, /ç/, ainsi qu'aux deux phonèmes qui lui sont proches : /ʃ/ et /s/.

2.1 Phonèmes existants en allemand et en français : /ʃ/ et /s/

Pour ces fricatives, les choix des sujets des deux groupes sont reportés dans les matrices de confusion suivantes (celles, plus complètes, montrant les taux de réponses par auditeur et par phonème, se trouvent en annexes 8, 9, 11 et 12) :

Stimuli	Réponses de GC												Nombre total d'items présentés
	k	v	f	s	z	e	ill(e)	je	ch	r	gn	autre	
/ʃ/	0	0	0	2	0	2	1	8	576	2	0	9	600
/s/	0	0	0	549	45	0	1	0	0	0	0	5	600

Tableau 14 : Réponses des sujets de GC à la tâche d'identification, pour les stimuli contenant /ʃ/ et /s/

Stimuli	Réponses de GDYS												Nombre total d'items présentés
	k	v	f	s	z	e	ill(e)	je	ch	r	gn	autre	
/ʃ/	0	0	0	1	0	2	1	25	508	0	0	63	600
/s/	0	0	0	266	321	0	0	0	0	0	0	13	600

Tableau 15 : Réponses des sujets de GDYS à la tâche d'identification, pour les stimuli contenant /ʃ/ et /s/

Les cases grisées valorisent les catégories choisies dans plus de 8,33% des cas (1/12 arrondi à deux chiffres après la virgule), soit plus de $\frac{1}{\text{Nombre de réponses possibles, à l'écoute d'un stimulus}}$ qui peut être considéré comme un seuil de hasard (c'est également le cas dans les annexes 7 à 12). Dans les tableaux 14 et 15 ci-dessus, ce seuil correspond à 50 réponses. En ne conservant que les réponses qui ont été données au moins une fois par au moins un sujet, dans chaque groupe, nous pouvons représenter graphiquement la répartition des choix des participants via des diagrammes de Pareto, qui classent les réponses sélectionnées par ordre d'importance. Les réponses attendues sont valorisées par la couleur verte. Les réponses sélectionnées par les auditeurs, au-delà du seuil de hasard, sont indiquées en gras, et par une police plus grande. La ligne orange indique le cumul des réponses (plus elle est proche de 600, plus le cumul des réponses est proche du total). Nous obtenons les graphiques suivants (cf. Figures de 9 à 12) :

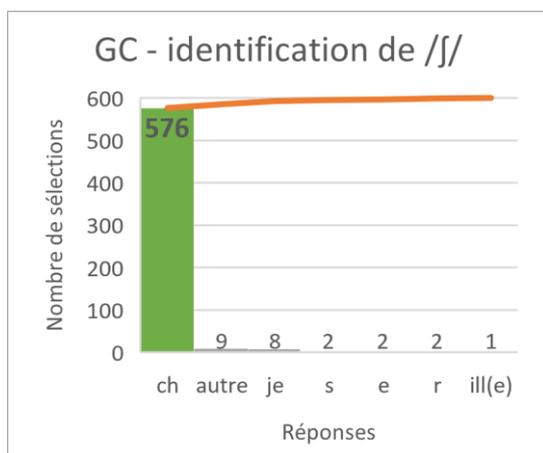


Figure 9 : Choix des sujets C pour l'identification de /ʃ/

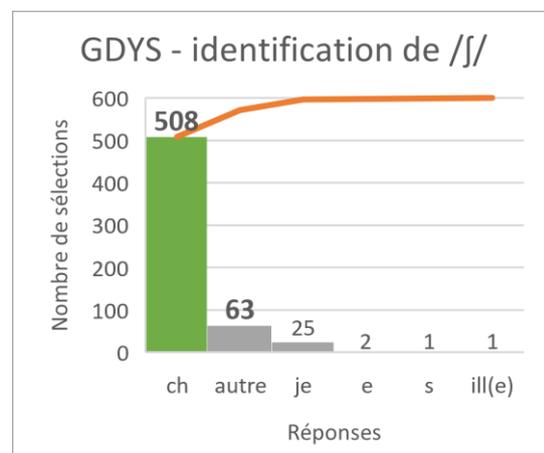


Figure 10 : Choix des sujets DYS pour l'identification de /ʃ/

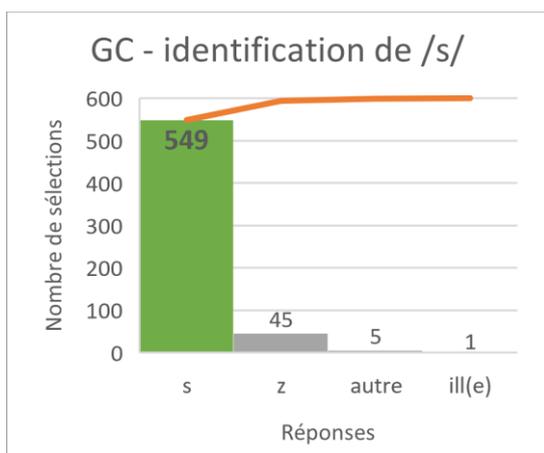


Figure 11 : Choix des sujets C pour l'identification de /s/

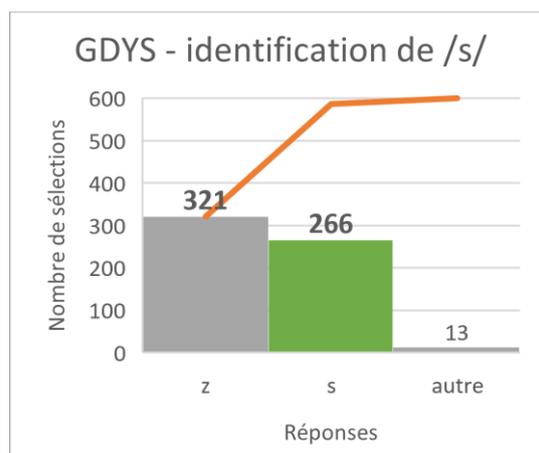


Figure 12 : Choix des sujets DYS pour l'identification de /s/

En reprenant les taux de sélection des sujets de chaque groupe pour les réponses cohérentes, attendues, nous obtenons les scores et taux de réussite suivants :

	Scores totaux pour /f/, sur 600 (taux de réussite)	Scores totaux pour /s/, sur 600 (taux de réussite)	Scores totaux pour les phonèmes existants en français, sur 1200 (taux de réussite)
GC	576 (96%)	549 (91,5%)	1125 (93,75%)
GDYS	508 (84,67%)	246 (41%)	754 (62,83%)

Tableau 16 : Scores et taux de réussite de GC et GDYS à l'épreuve d'identification, pour les phonèmes /f/ et /s/

2.1.1 Grandes tendances inter- et intra-groupes

En cumulant les taux de sélection des réponses attendues, sujet par sujet, **pour l'identification de /f/ et /s/**, et en réalisant une comparaison inter-groupes via un test statistique (pour rappel, sauf mention contraire : celui de Wilcoxon – Mann Whitney), nous constatons que **les scores totaux des sujets C sont très significativement meilleurs que ceux des DYS** ($p\text{-value} = 2,64.10^{-4}$). Voyons ce qu'il en est pour chacune de ces fricatives existant aussi en français :

- Phonème /f/ : les scores des sujets C sont très significativement supérieurs à ceux des sujets DYS ($p\text{-value} = 3,96.10^{-3}$).
- Phonème /s/ : les scores des sujets C sont très significativement supérieurs à ceux des sujets DYS ($p\text{-value} = 5,55.10^{-4}$).

Les sujets DYS obtiennent donc des scores significativement moins élevés que les sujets C, pour les deux stimuli existants aussi en français présentés à cette épreuve d'identification.

De façon descriptive, en nous appuyant sur les diagrammes de Pareto (Figures 9 à 12), nous constatons que les réponses des sujets de GC présentent une dispersion moins importante :

- Phonème /f/ : les DYS ont utilisé en tout six catégories, dont deux au-delà du seuil de hasard. Dans GC, sept catégories ont été utilisées en tout, mais une seule regroupe la grande majorité des réponses (96%).

- Phonème /s/ : les sujets de GDYS ont utilisé en tout trois catégories, dont deux au-delà du seuil de hasard. Dans GC, quatre catégories ont certes été utilisées en tout, mais une seule regroupe une grande majorité des réponses (91,5%).

Ainsi, les diagrammes de Pareto de GC présentent des lignes plus proches de l'extremum dès la première catégorie, au regard de celles de GDYS. Cela montre que l'importance de la catégorie la plus utilisée par les sujets C, dans les deux cas, est supérieure à ce qui est observé pour GDYS : **les réponses des sujets C sont davantage ciblées sur une seule catégorie, alors que celles des DYS sont réparties entre deux catégories plus ou moins « en compétition ».**

Comme le montrent les p-values présentées en haut de page, l'écart entre les scores des deux groupes semble plus marqué en ce qui concerne l'identification du phonème /s/. Dans chaque groupe, les participants à notre étude se sont montrés plus en réussite pour identifier /ʃ/ que /s/, mais cette différence n'est significative, du point de vue statistique, que pour GDYS (p-value = 0,02, alors que la comparaison des séries de scores de GC se traduit par une p-value de 0,93).

2.1.2 Focus sur l'identification du phonème /ʃ/

Dans les deux groupes, les choix des sujets se sont orientés en majorité vers la réponse attendue. Comme nous pouvons nous y attendre, /ʃ/ a été choisi au-delà du seuil de hasard ($\approx 8,33\%$ des réponses, soit un score de 2,5 sur 30 par sujet) par tous les sujets de GC :

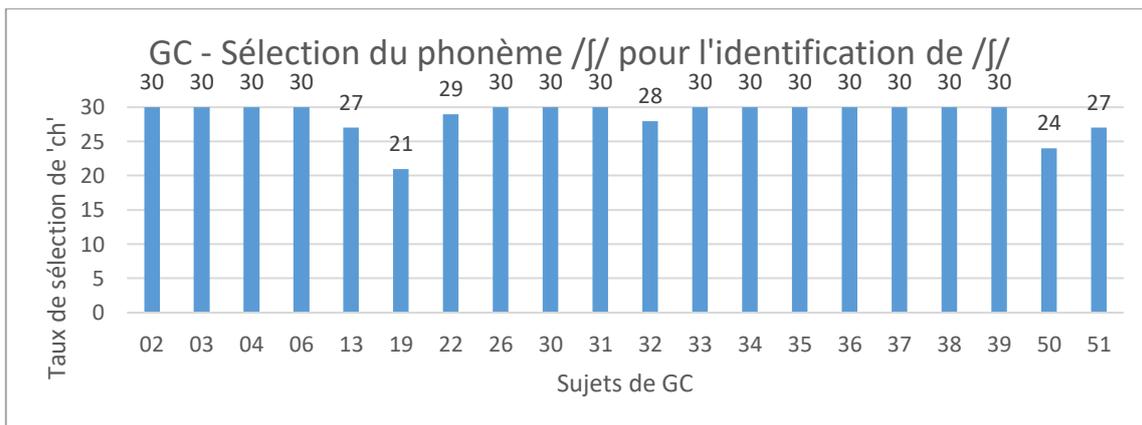


Figure 13 : Taux de sélection de /ʃ/ pour l'identification de /ʃ/, par les sujets de GC

Chez GC, 14 sujets sur 20, soit une large majorité, ont fait ce choix systématiquement. Trois autres sujets C remplissent la double condition d'avoir un score compris entre 27 et 29 et de ne pas avoir sélectionné de réponses incorrectes au-delà du seuil de hasard. Ces réponses incorrectes peuvent être attribuées à de l'inattention ou au hasard. 17 sujets C ont donc une identification de /ʃ/ entre correcte et parfaite.

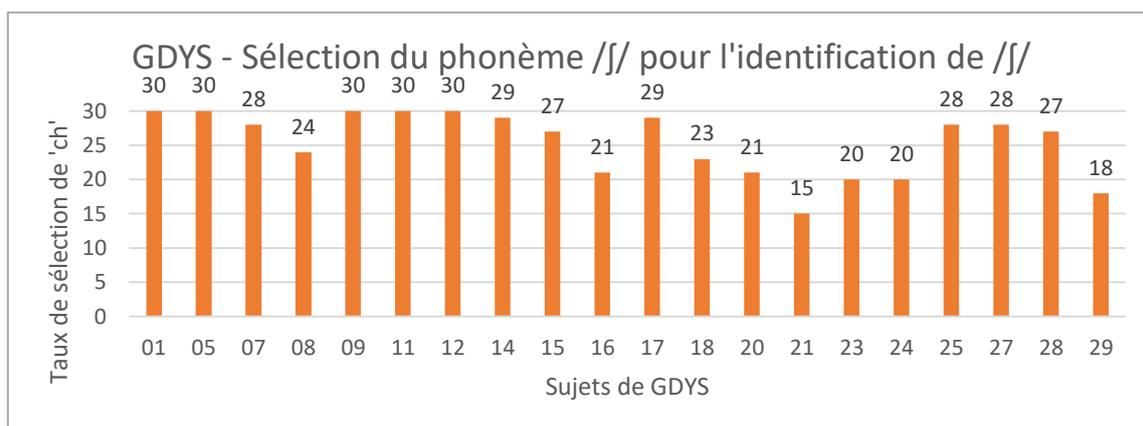


Figure 14 : Taux de sélection de /ʃ/ pour l'identification de /ʃ/, par les sujets de GDYS

Chez GDYS, /ʃ/ a été choisi au-delà du seuil de hasard par tous les sujets. Mais ils ne sont qu'un quart à avoir fait ce choix correct systématiquement et à obtenir un score de 30 sur 30. Parmi les 15 autres, six remplissent la double condition d'avoir un score compris entre 27 et 29 et de ne pas avoir sélectionné de réponses incorrectes au-delà du seuil de hasard. Ces réponses incorrectes peuvent être attribués à de l'inattention ou au hasard. 11 sujets DYS ont donc une identification de /ʃ/ entre correcte et parfaite, ce qui fait de GDYS un groupe plus hétérogène que GC.

Restent 9 sujets DYS (45% de GDYS) et 3 sujets C (15% de GC), dont les résultats laissent à penser qu'ils présentent une certaine difficulté à catégoriser /ʃ/. Etudions plus en détails les taux de sélection des autres catégories, quand ils sont importants pour au moins un des deux groupes, dans le but de repérer les éventuelles confusions les plus fréquentes entre les stimuli proposés et d'autres phonèmes.

- **Sélection de la catégorie 'autre'** : Concernant l'identification de /ʃ/, la seconde catégorie la plus sélectionnée par les auditeurs des deux groupes est 'autre'. Alors que les sujets DYS l'ont choisie au-delà du seuil de hasard, pour GC, ce second choix est moins important. **Cette différence entre GDYS et GC est très significative** ($p\text{-value} = 5,6.10^{-3}$).

Seul un sujet C a sélectionné 'autre' pour identifier /ʃ/, au-delà du seuil de hasard de 2,5 (cf. Figure 15, le sujet 19), alors que pour GDYS, ce cas de figure se présente pour 8 sujets sur 20, soit 40% de l'effectif (cf. Figure 16, les sujets 8, 16, 18, 20, 21, 23, 24 et 29). **Les résultats de GDYS sont donc plus hétérogènes que ceux de GC.**

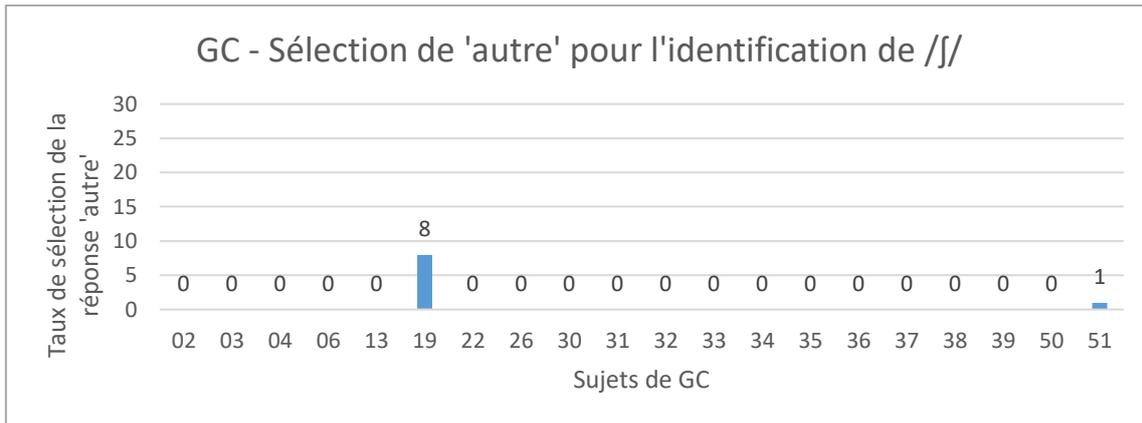


Figure 15 : Taux de sélection de la réponse 'autre' pour l'identification de /ʃ/, par les sujets de GC

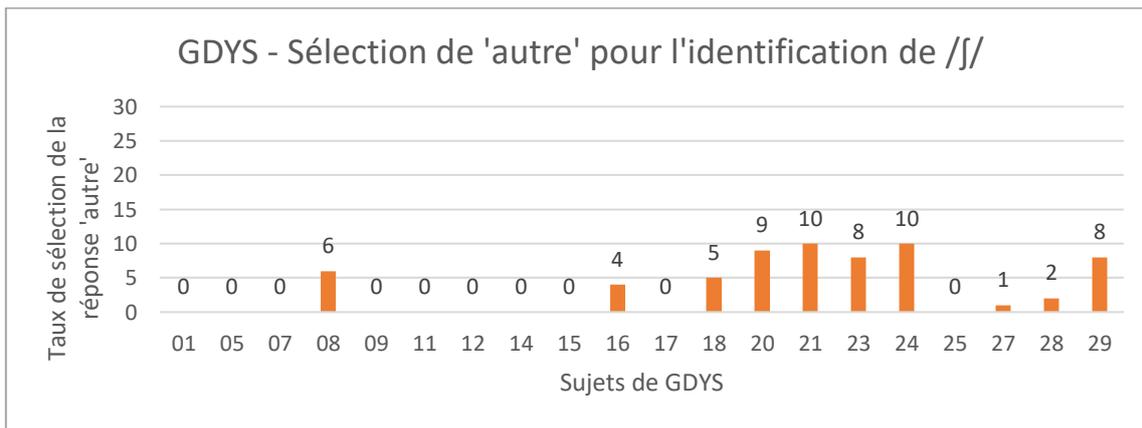


Figure 16 : Taux de sélection de la réponse 'autre' pour l'identification de /ʃ/, par les sujets de GDYS

Rappelons que, pour l'épreuve d'identification, chaque phonème a été présenté sous trois versions différentes, que nous nommerons simplement a, b et c. La répartition des réponses 'autre' pour l'identification de /ʃ/, données par les neuf sujets concernés (c'est-à-dire ceux qui ont fait ce choix au-delà du seuil de hasard), dont huit font partie de GDYS, et par version du phonème, est présentée en Annexe 13. La sélection de 'autre' pour identifier /ʃ/ a été faite plus souvent, de façon significative, pour la version c du phonème que pour b ($p\text{-value} = 6,36.10^{-4}$) et pour a ($p\text{-value} = 2,52.10^{-4}$).

- **Autres confusions** : Aucune autre catégorie n'a été utilisée au-delà du seuil du hasard à l'échelle des groupes. A l'échelle des sujets, nous repérons certaines confusions /ʃ/- /ʒ/ chez quatre auditeurs DYS (dont trois qui ont également sélectionné la catégorie 'autre' de façon importante) et deux auditeurs C (cf. Annexes 8 et 11).

Si la tendance générale, pour GDYS, est de choisir la réponse correcte pour identifier /ʃ/, elle s'accompagne d'une certaine confusion, pour une quasi-moitié de l'effectif. L'erreur la plus fréquente est d'étiqueter, pour certains auditeurs, /ʃ/ comme ne ressemblant à aucun des choix présentés. Notons que cette erreur concerne particulièrement une des

versions de /f/. Nous constatons également, pour certains sujets, des erreurs de voisement se matérialisant par des confusions entre /f/ et /z/. Les sujets de GC ont quant à eux globalement été en réussite pour identifier /f/.

2.1.3 Focus sur l'identification du phonème /s/

Au sein de GC, les choix des participants à cette étude se sont orientés en majorité vers la réponse attendue, alors que ce n'est pas le cas dans GDYS. Comme nous pouvions nous y attendre, /s/ a été choisi au-delà du seuil de hasard de 2,5 par 95% des sujets de GC :

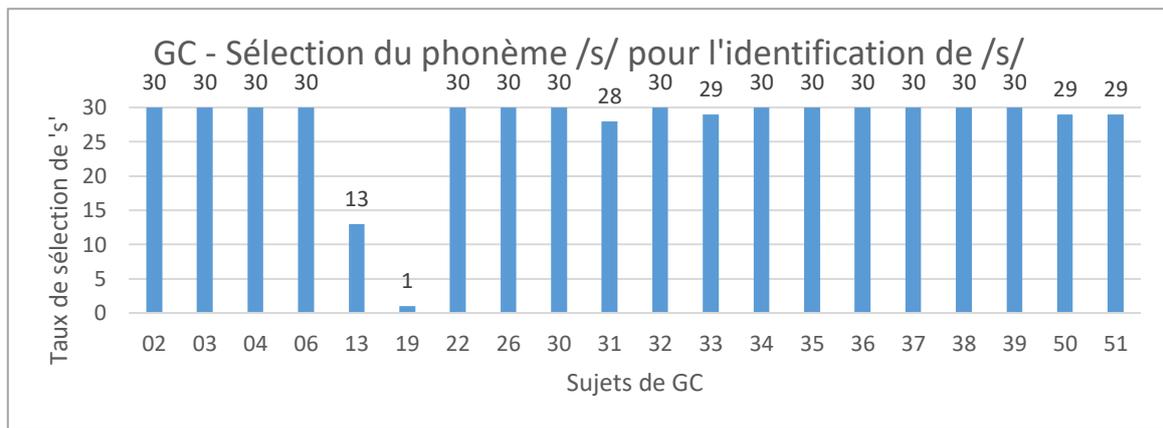


Figure 17 : Taux de sélection de /s/ pour l'identification de /s/, par les sujets de GC

Seul un des sujets C (le sujet 19) n'a fait ce choix que de façon négligeable, et obtient un score de 1 sur 30. 14 sujets C sur 20 ont choisi systématiquement la réponse attendue. 4 autres sujets C obtiennent un score de 29 ou 28 et de plus, n'ont sélectionné des réponses incorrectes qu'au-delà du seuil de hasard. Les erreurs sont donc le fait de quelques individus. La grande majorité de GC, soit 18 sujets, ont une identification de /s/ entre correcte et parfaite.

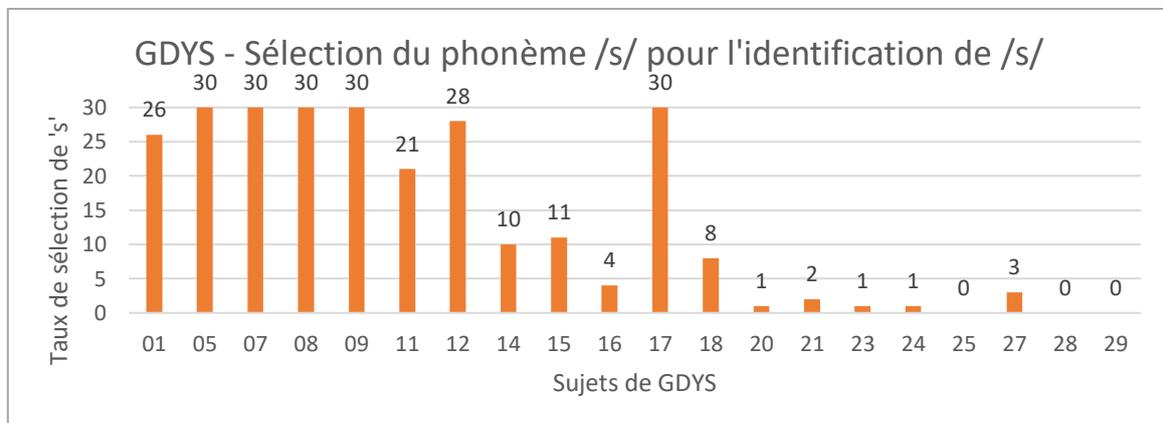


Figure 18 : Taux de sélection de /s/ pour l'identification de /s/, par les sujets de GDYS

Chez GDYS, la fricative /s/ n'a été sélectionnée au-delà du seuil de hasard que par 65% des sujets. Parmi eux, seuls cinq auditeurs ont systématiquement fait ce choix correct. Un autre sujet obtient un score de 28 et n'a sélectionné une réponse incorrecte que deux fois, ce qui est

inférieur au seuil de hasard. Une minorité d'auditeurs, six sujets DYS, ont donc une identification de /s/ entre correcte et parfaite.

Restent 14 sujets DYS (70% de l'effectif) et 2 sujets C (10% de l'effectif), dont les résultats laissent à penser qu'ils présentent une certaine difficulté à catégoriser /s/. Etudions plus en détails les taux de sélection des autres catégories, lorsqu'ils sont importants pour au moins un des deux groupes, pour observer les éventuelles confusions les plus fréquentes.

• **Sélection de /z/ :** Concernant l'identification de /s/, la catégorie la plus utilisée par les DYS est /z/. Ce choix apparaît également chez certains sujets C, ce qui en fait la seconde catégorie la plus sélectionnée par GC, mais de façon moins importante que dans GDYS, car sous le seuil de hasard à l'échelle du groupe (50 réponses). **La différence entre les deux groupes est très significative** ($p\text{-value} = 2,67.10^{-4}$).

Les deux sujets C qui n'ont pas choisi massivement la réponse /s/ ont porté leur choix sur /z/, au-delà du seuil de hasard (2,5 réponses par sujet) :

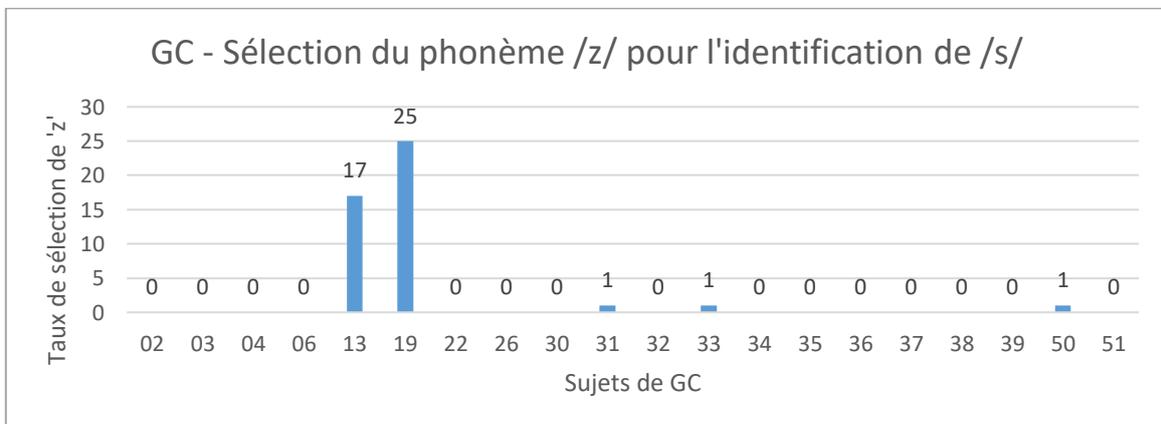


Figure 19 : Taux de sélection de /z/ pour l'identification de /s/, par les sujets de GC

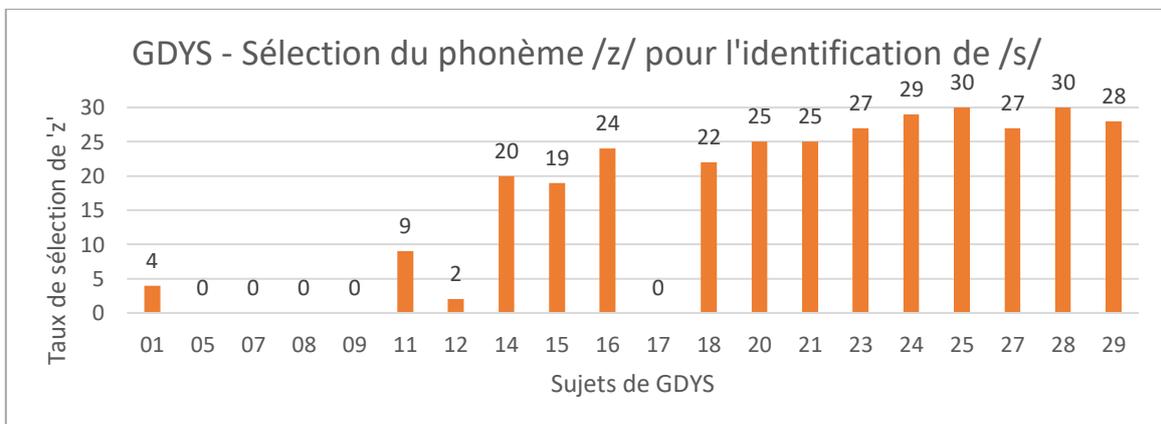


Figure 20 : Taux de sélection de /z/ pour l'identification de /s/, par les sujets de GDYS

Les 14 sujets DYS identifiés précédemment comme rencontrant des difficultés à identifier /s/ sont concernés par la sélection de /z/ au-delà du seuil de hasard (2,5 réponses par sujet). 5 sujets, soit un quart de GDYS, choisissent majoritairement la réponse /z/ (dans 96% de leurs réponses – 144 sur 150), de façon affirmée car leurs taux de sélection des autres catégories n’atteignent pas le seuil de hasard. Parmi ces sujets, 2 ont sélectionné la réponse /z/ de façon systématique.

Étudions maintenant si cette sélection erronée est en lien avec les trois versions des phonèmes que nous avons proposées. La répartition des réponses /z/ pour l’identification de /s/, données par les 16 sujets concernés (c’est-à-dire ceux qui ont fait ce choix au-delà du seuil de hasard), dont 14 font partie de GDYS, et par version du phonème, est présentée en Annexe 14. Les sujets concernés ont fait significativement plus de confusions /s/-/z/ avec la version a qu’avec la c (p-value = 0,02). La comparaison des écarts entre les erreurs de ce type pour la version b versus c donne une p-value marginalement significative de 0,07. En revanche, la p-value est de 0,86, donc non significative, quand on compare les écarts entre les erreurs de ce type pour la version c versus b.

- **Autres confusions** : Aucune autre catégorie n’a été utilisée au-delà du seuil du hasard à l’échelle des groupes. A l’échelle des sujets, certains ont sélectionné la catégorie ‘autre’, légèrement au-delà du seuil du hasard, tout en choisissant massivement, par ailleurs, la réponse /z/ : ils sont deux dans ce cas dans GDYS, et un dans GC (cf. Annexes 9 et 12).

En résumé, l’identification de /s/ a été source de difficultés pour 70% des sujets DYS. Sur le total de GDYS, la réponse /z/ a été plus souvent choisie que la réponse correcte, /s/, ce qui suggère un problème d’appréhension du voisement. L’identification du phonème /s/ a été globalement réussie par la majorité des sujets de GC. Pour les sujets des deux groupes qui ont choisi /z/ de façon importante, ce choix peut varier selon la version de /s/ présentée.

2.2 Phonème allemand qui n’existe pas en français : /ç/

Les choix des sujets des deux groupes sont reportés dans la matrice de confusion suivante (celles, plus complètes, montrant les réponses de chaque sujet, se trouvent en annexes 7 et 10) :

Groupe	k	v	f	s	z	e	ill(e)	je	ch	r	gn	autre	Total
GC	0	1	59	3	2	21	66	15	172	26	0	235	600
GDYS	3	13	0	4	19	7	31	177	260	36	3	47	600

Tableau 17 : Réponses des sujets des deux groupes à la tâche d’identification, pour les stimuli contenant /ç/

Il est important de préciser à nouveau que nous ne pourrions pas évoquer ici une réponse correcte ou incorrecte, car les sujets n’ont pas été sensibilisés à ce phonème de L2. En ne conservant

que les réponses données au moins une fois par au moins un sujet, dans chaque groupe, nous pouvons représenter graphiquement la répartition des choix des sujets via des diagrammes de Pareto, qui classent les réponses sélectionnées par ordre d'importance (cf. Figures 21 et 22) :

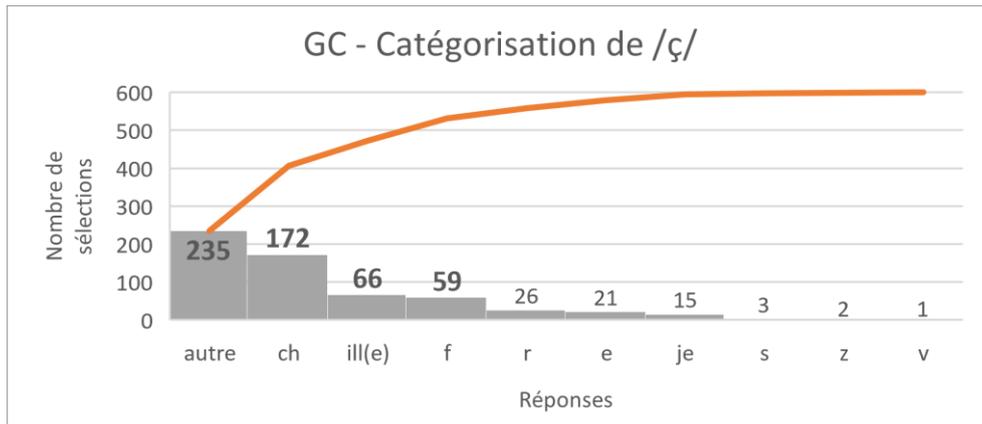


Figure 21 : Choix des sujets de GC pour l'identification de /ç/

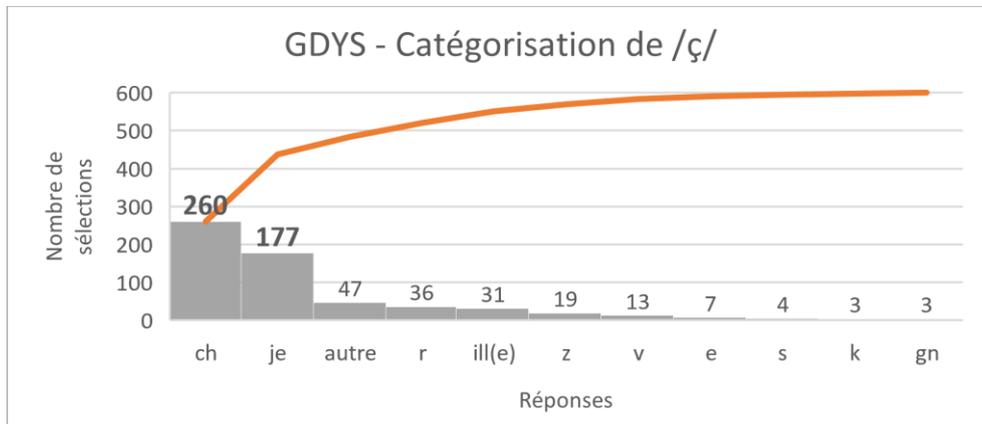


Figure 22 : Choix des sujets de GDYS pour l'identification de /ç/

2.2.1 Grandes tendances inter-groupes

Nous allons particulièrement nous intéresser aux catégories /ʃ/, 'autre', /z/, /j/ et /f/ car elles ont été choisies au-delà du seuil de hasard, à l'échelle des groupes, dans GDYS et/ou GC. Etudions la significativité des écarts inter-groupes, en comparant les taux de sélection de ces catégories :

- Catégorie /ʃ/ : l'écart inter-groupes est marginalement significatif (p-value = 0,05), les sujets DYS ayant légèrement plus tendance à faire ce choix que ceux de GC.
- **Catégorie 'autre' : l'écart entre les taux de réponse des deux groupes est significatif** (p-value = 0,03), les sujets C ayant plus tendance à faire ce choix que ceux de GDYS.
- Catégories /ʃ/ et 'autre' cumulées : l'écart inter-groupes est marginalement significatif (p-value = 0,07), les C ayant légèrement plus tendance à faire ce choix que les DYS.
- **Catégorie /z/ : l'écart entre les taux de réponse des groupes est très significatif** (p-value = $1,43 \cdot 10^{-4}$), les DYS ayant beaucoup plus tendance à faire ce choix que les C.

- Catégorie /j/ : l'écart entre les taux de réponse des deux groupes n'est pas significatif (p-value = 0,14). Quantitativement, on constate tout de même que les sujets C font deux fois plus ce choix que ceux de GDYS.
- Catégorie /f/ : l'écart entre les taux de réponse des deux groupes est marginalement significatif (p-value = 0,08). Quantitativement, on constate qu'aucun sujet DYS ne fait ce choix. Dans GC, à l'échelle du groupe, cette catégorie a été sélectionnée au-delà du seuil de hasard. Cette sélection correspond aux choix de trois auditeurs C sur 20.

Nous remarquons aussi que **les catégories les plus sélectionnées ne sont pas les mêmes : les DYS n'ont pas fait les mêmes types de choix que les sujets C**. Par ailleurs, le tableau 17 et les figures 21 et 22 peuvent donner l'impression que les réponses de GC sont plus dispersées que celles de GDYS. Or, au niveau individuel (cf. Annexes 7 et 10), nous constatons que **les sujets C semblent s'être montrés davantage capables que les DYS, de ne choisir qu'une seule catégorie pour identifier /ç/**. Ils sont 50% des sujets C dans ce cas, contre seulement 15% des sujets DYS.

2.2.2 Analyse en termes de cohérence des réponses

Deux réponses semblent plus cohérentes que les autres pour identifier /ç/ :

- /f/, qui est le plus proche de /ç/. Ces deux phonèmes sont des consonnes orales, fricatives, sourdes. Ils diffèrent par leur lieu d'articulation (cependant très proches) et les caractéristiques d'articulation labiale nécessaires à leur production (cf. page 40).
- 'autre', même si cette catégorie paraît avoir été investie un peu mal à propos par une partie des sujets C. Il semblerait qu'ils aient voulu montrer que ce qu'ils perçoivent n'est aucun des choix proposé, ce qui ne correspond pas à la consigne qui était de sélectionner le son du français le plus proche, sans être faux par ailleurs.

Nous avons choisi de cumuler les réponses à ces deux catégories, car ce sont les plus cohérentes, et car cela évite des interprétations hasardeuses de ce que représente la sélection de la catégorie 'autre' seule. Nous sommes consciente des limites de cette analyse, mais elle paraît être celle qui rend le plus compte des performances des sujets. A l'échelle des groupes, le choix /f/ + 'autre' représente 407 réponses pour GC (sur les 600 données en tout) et 307 pour GDYS. Ces deux catégories cumulées sont donc les plus choisies par chaque groupe (cf. Figures 23 et 24).

Les choix /f/ + 'autre' ont été sélectionnés au-delà du seuil de hasard (8,5% des réponses, soit un score de 2,5 sur 30) par 16 des sujets C. 11 de ces sujets, soit 55% de l'effectif de GC, n'ont choisi que ces deux catégories de façon importante (c'est-à-dire au-delà du seuil de hasard) :

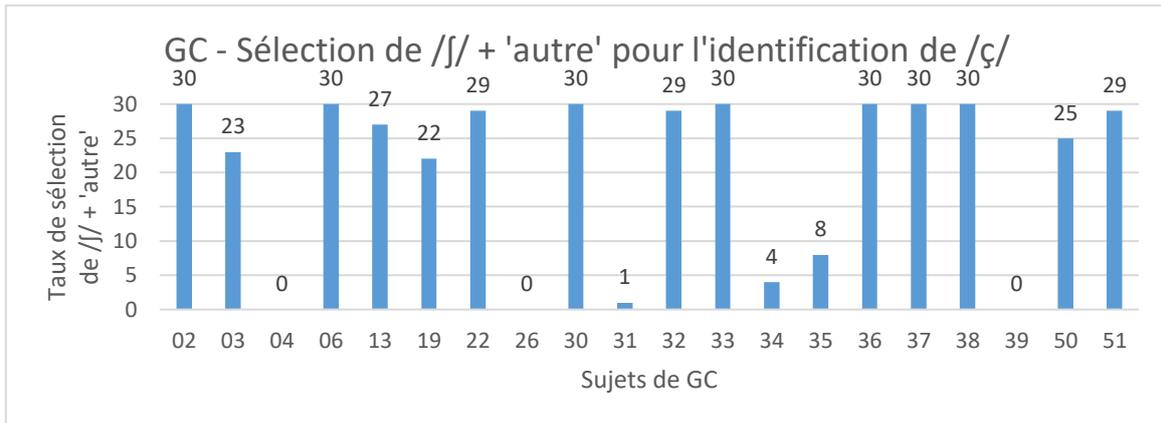


Figure 23 : Taux de sélection de /j/ + 'autre' pour l'identification de /ç/, par les sujets de GC

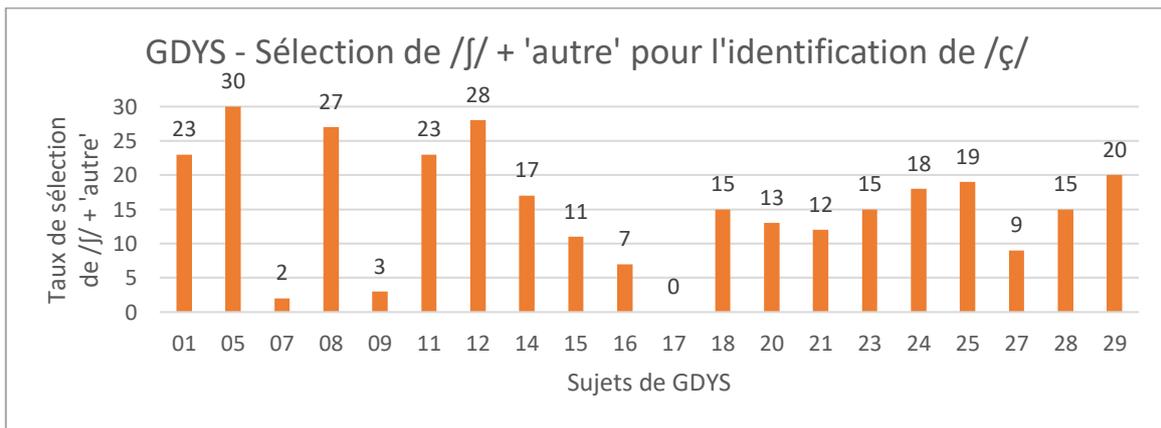


Figure 24 : Taux de sélection de /j/ + 'autre' pour l'identification de /ç/, par les sujets de GDYS

Les choix /j/ + 'autre' ont été sélectionnés au-delà du seuil de hasard par 17 DYS, **soit une large majorité proche de ce qui est observé dans GC**. Mais seulement deux DYS n'ont choisi que ces catégories de façon importante.

Au-delà de /j/ et 'autre', les catégories sélectionnées diffèrent selon les groupes.

- **Sélection de /z/** : Ainsi, certains DYS choisissent /z/ pour identifier /ç/, ce qui survient moins fréquemment dans GC. En effet, seuls deux sujets C sont concernés au-delà du seuil de hasard :

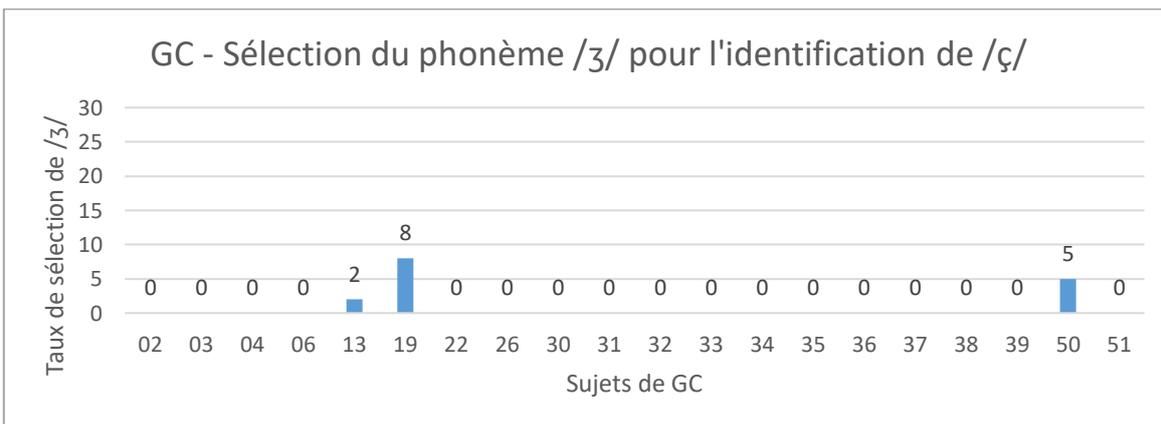


Figure 25 : Taux de sélection de /z/ pour l'identification de /ç/, par les sujets de GC

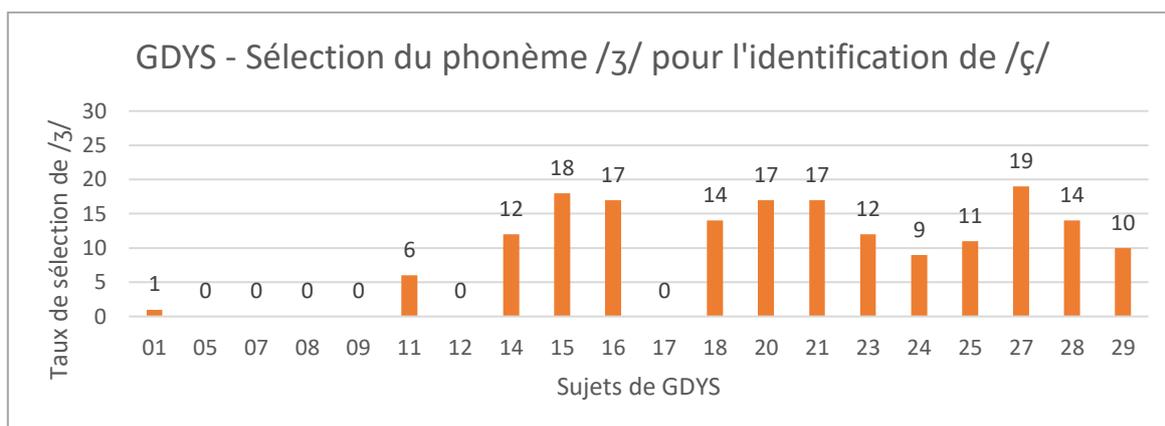


Figure 26 : Taux de sélection de /ʒ/ pour l'identification de /ç/, par les sujets de GDYS

En revanche, 13 DYS ont choisi de façon non négligeable (soit au-delà du seuil de hasard) d'identifier certains /ç/ comme /ʒ/, l'équivalent voisé de /ʃ/. Comme pour l'identification de /s/, ces choix évoquent, pour certains sujets, une difficulté d'appréhension du trait de voisement.

Etudions maintenant si ces choix sont en lien avec les trois versions des phonèmes proposées. La répartition des réponses /ʒ/ pour l'identification de /ç/, données par les 15 sujets concernés (ceux qui ont fait ce choix au-delà du seuil de hasard), dont 13 font partie de GDYS, et par version du phonème, est présentée en Annexe 15. Appliquons des tests de Wilcoxon – Mann Whitney pour comparer les séries de scores deux à deux. Ces tests confirment que les écarts entre ces séries ne sont pas significatifs, car nous obtenons les p-values suivantes : 0,11 entre les versions b et c, 0,37 entre b et a, et 0,74 entre a et c.

- **Sélection de /j/ :** Les choix de certains sujets C se sont portés sur la catégorie /j/, une semi-consonne qui a le même lieu d'articulation que /ç/ mais qui en diffère par le mode d'articulation et le voisement. Ce choix existe aussi du côté de GDYS, mais de façon moins importante.

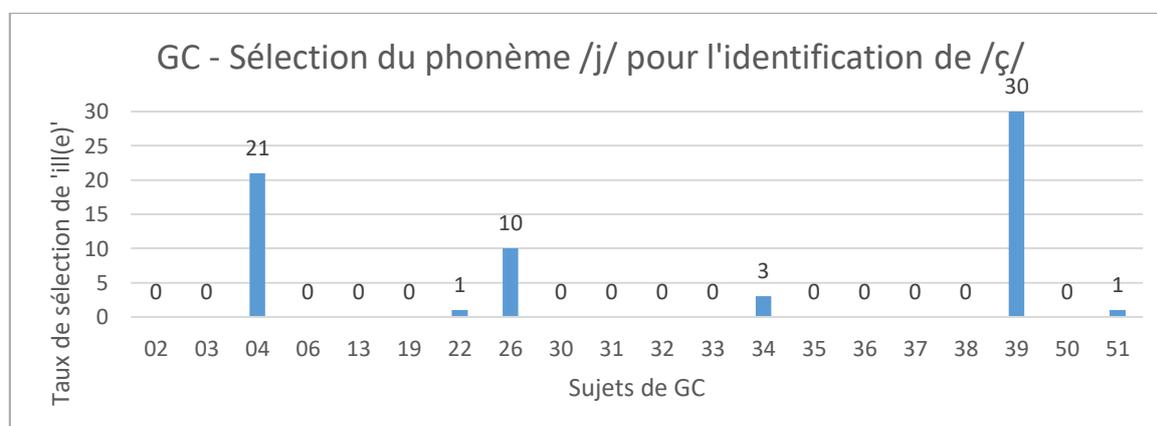


Figure 27 : Taux de sélection de /j/ pour l'identification de /ç/, par les sujets de GC

Quatre sujets C ont choisi /j/, au-delà du seuil du hasard, pour identifier /ç/. L'un d'eux fait ce choix systématiquement. En revanche, un seul sujet DYS a fait ce choix de façon importante :

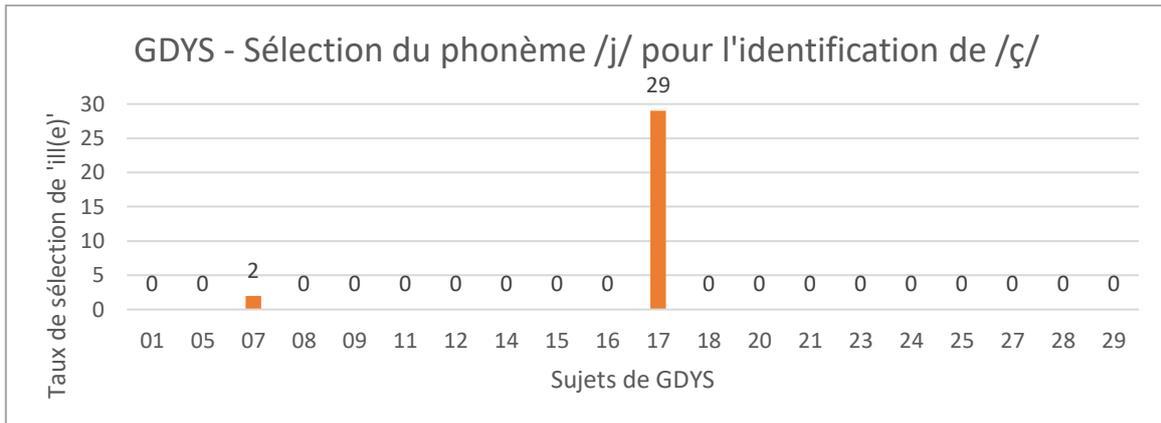


Figure 28 : Taux de sélection de /j/ pour l'identification de /ç/, par les sujets de GDYS

Étudions si ces choix sont liés aux versions des phonèmes proposées. Le cumul des réponses des cinq sujets concernés (dont quatre font partie de GC), au-delà du seuil du hasard, par la sélection de /j/ pour identifier /ç/, montre que chaque version a été choisie 31 fois (cf. Annexe 16). Ici, les versions du phonème ne semblent donc pas avoir influencé les choix des auditeurs.

• **Sélection de /f/ :** Enfin, trois sujets C ont choisi la catégorie /f/ pour identifier /ç/ (cf. Figure 29 ci-après), alors que ce choix est totalement absent au sein de GDYS. La consonne /f/ est, comme /ç/, orale, fricative et sourde. Mais son point d'articulation est plus antérieur que celui de /ç/. Lorsqu'on étudie si ce choix est en lien avec les versions des phonèmes proposées, nous constatons que ce n'est probablement pas le cas, car chaque version a été choisie presque autant de fois : 19 pour la version a, et 20 pour les versions b et c (cf. Annexe 17).

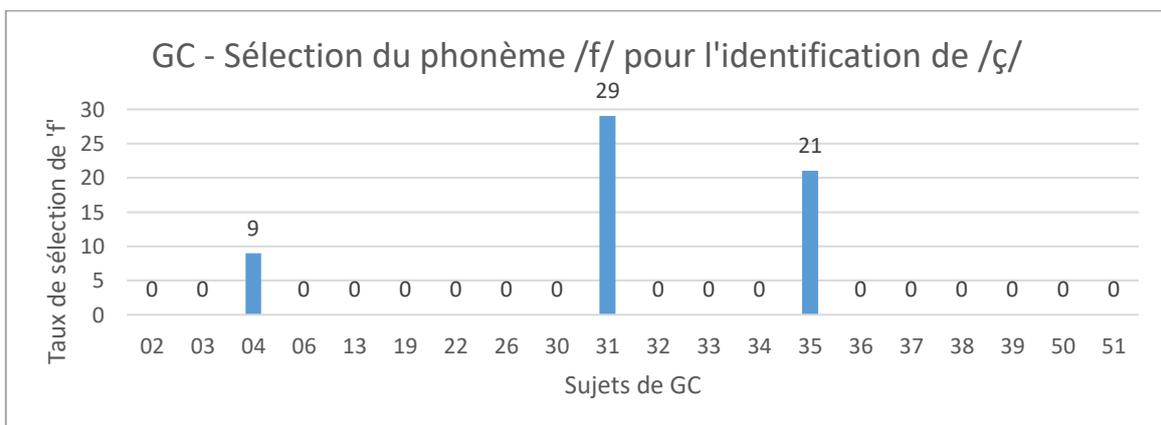


Figure 29 : Taux de sélection de /f/ pour l'identification de /ç/, par les sujets de GC

Pour l'identification de /ç/, 65% des sujets DYS ont utilisé la catégorie /j/ de façon importante, ce qui dénote une difficulté avec le trait de voisement, pour une majorité des sujets de GDYS. Les sujets C sont moins nombreux à choisir des réponses plus éloignées (sur le plan articulatoire) de /ç/ de façon importante. Ainsi, 20% de ces sujets ont utilisé

/j/ au-delà du seuil de hasard, et 15% la catégorie /f/. Ces choix moins cohérents que la réponse /j/ ne semblent pas liés à la version du phonème présentée.

2.3 Éléments de comparaison entre l'identification de /j/ et /s/, et celle de /ç/

Les diagrammes de Pareto réalisés pour chaque son et chaque groupe mettent en exergue une **plus grande dispersion des réponses quand il s'agit d'identifier /ç/, un phonème auquel les participants de notre étude n'ont pas été sensibilisés, que pour la catégorisation de /j/ et /s/, des phonèmes qui existent aussi en français.**

Les conclusions que nous pouvons tirer de cette épreuve d'identification sont :

- **Les performances des sujets DYS sont moins bonnes que celles des C. Pour /ç/, les réponses données par GDYS sont à la fois plus éloignées de /ç/ (sur le plan articulatoire) et plus dispersées, par une sélection plus fréquente de plusieurs catégories pour identifier un même stimulus. Pour /j/ et /s/, existants aussi en français, leurs scores sont plus faibles.**
- **Comme nous pouvions nous y attendre, les réponses des sujets des deux groupes sont plus dispersées quand il s'agit d'identifier /ç/ que quand ils identifient /j/ et /s/.**
- **Certains sujets DYS semblent rencontrer des difficultés à appréhender le voisement, qui se traduisent dans l'identification de /s/ et de /ç/.**
- **Les versions des phonèmes présentées ne semble avoir un impact qu'en L1.**

Précisons que la population DYS a des résultats très hétérogènes, parfois bons, parfois moins bons. Les confusions constatées sont essentiellement le fait de quelques locuteurs.

3 Analyses complémentaires

3.1 Liens entre les deux épreuves : discrimination et identification

Les résultats obtenus à l'épreuve de discrimination pouvaient laisser penser que les sujets de GDYS et de GC pourraient présenter quelques confusions /j/-/s/, dans des proportions proches. Or, /j/ n'a été substitué au stimulus /s/ par aucun des auditeurs. D'autre part, /s/ n'a été substitué au stimulus /j/ que dans de faibles proportions, pouvant s'apparenter au hasard.

Plus spécifiquement au GDYS, le fait que les sujets aient choisi le plus souvent la catégorie /j/ pour identifier /ç/ semble cohérent avec les performances de ces sujets pour discriminer la paire

/ç/-/ʃ/, la plus difficile pour GDYS (18,75% d'erreurs sur la discrimination de cette paire) : certains sujets DYS pourraient assimiler ces deux phonèmes.

3.2 Temps de réponse

Le tableau ci-après présente les moyennes des temps de réponse, en secondes, des sujets de chaque groupe aux deux expériences de notre protocole, et distingue les temps de réaction en fonction du type de stimuli (existants aussi en français, ou non) :

Groupe	Discrimination			Identification		
	Moyenne globale	/ç/-/ç/, /ç/-/ʃ/ et /ç/-/s/	/ʃ/-/ʃ/, /s/-/s/ et /ʃ/-/s/	Moyenne globale	/ç/	/ʃ/ et /s/
GC	2,04	2,04	2,03	1,88	2,33	1,67
GDYS	2,42 ***	2,34	2,44	2,11 **	2,58	1,84

Tableau 18 : Moyennes des temps de réaction, en secondes, des sujets de chaque groupe aux deux expériences du protocole

Nous constatons que les temps de réponse moyens de GDYS sont systématiquement supérieurs à ceux de GC. Les temps moyens par sujet sont présentés en annexe 18 pour l'épreuve de discrimination, et en annexe 19 pour l'épreuve d'identification.

Les distributions des temps de réponse moyens des sujets de chaque groupe, pour chaque épreuve, suivent la loi normale. Nous utilisons donc ici des test t de Student pour étudier la significativité des différences entre les groupes. Nous constatons que l'écart entre les temps de réponse moyens des sujets des deux groupes est significatif dans les deux cas : les sujets DYS ont été significativement plus lents que les sujets C à l'épreuve de discrimination (p-value = $1,1.10^{-3}$) et d'identification (p-value = 0,04).

Les DYS se sont montrés significativement plus lents pour l'épreuve d'identification que pour celle de discrimination (p-value = $4,2.10^{-3}$), alors que les sujets C semblent moins impactés par le type de tâche (p-value = 0,17).

En discrimination, les paires contenant /ç/ n'ont pas demandé plus de temps aux sujets C (p-value = 0,85), ni aux sujets DYS (p-value = 0,16). En revanche, nous relevons **des écarts très significatifs entre les temps moyens qui concernent l'identification de /ç/ (un phonème de L2) et ceux qui concernent les phonèmes existants aussi en français :**

- GC : en comparant ces séries de temps moyens, nous obtenons une p-value de $5,3.10^{-4}$.
- GDYS : nous obtenons une p-value de $3,05.10^{-4}$.

Les sujets C et DYS se sont donc montrés plus lents pour identifier /ç/ que les phonèmes qui lui sont proches et qui existent aussi en français : /ʃ/ et /s/.

DISCUSSION

L'objectif principal de ce mémoire était de caractériser la perception de sons de la langue allemande d'un groupe de jeunes adultes dyslexiques francophones, non sensibilisés à cette langue, comparé à un groupe contrôle composé de jeunes sujets francophones tout-venant. Il s'agissait notamment de vérifier si les DYS présentent un déficit de catégorisation et de discrimination phonémique en L2. Il s'agissait également de pointer, chez les sujets DYS, d'éventuels indices en faveur ou en défaveur de l'hypothèse du maintien de frontières phonétiques non pertinentes dans la L1.

L'analyse des performances des sujets DYS et C de notre étude, à la suite de la passation des deux épreuves que nous avons mises au point, l'une de discrimination, l'autre d'identification, fournit des éléments sur la manière dont les personnes dyslexiques qui ne connaissent pas l'allemand en perçoivent certaines fricatives, vis-à-vis d'une population témoin. Nous avons également pu comparer le comportement perceptif des sujets de GC et de GDYS, face à des phonèmes existant aussi en français d'une part, et face à un phonème totalement nouveau (/ç/), issu de L2, d'autre part. L'objectif de l'étude est donc atteint.

Nous ferons ci-après une synthèse des résultats obtenus, et le lien avec les hypothèses théoriques posées au départ. Puis, nous signalerons certaines limites de notre travail, qui sont en elles-mêmes des perspectives de recherche, car elles constituent des pistes pour améliorer cette étude. Enfin, nous proposerons d'autres perspectives et applications de nos travaux.

1 Synthèse des résultats et validation des hypothèses

1.1 Comparaison inter-groupes

En discrimination, les scores totaux des DYS sont inférieurs à ceux des sujets C. Les erreurs des DYS sont plus fréquentes sur les PDif que sur les PS. Pour les PDif, les divergences entre les deux groupes sont particulièrement marquées sur /ç/-/ʃ/ et /ç/-/s/, paires que les DYS ont eu significativement plus de difficultés à discriminer. Nous repérons notamment un pic d'erreurs sur la paire /ç/-/ʃ/, pour les DYS. Les écarts entre GDYS et GC se creusent en L2, c'est-à-dire quand les PDif contiennent /ç/, et d'autant plus quand ce phonème est opposé au son qui lui est le plus proche et qui existe en L1 (/ʃ/). Au regard de ces éléments, nous pouvons donc affirmer que **la plupart des sujets dyslexiques francophones de notre étude présentent des**

difficultés de discrimination du son-cible de l'allemand, ainsi que des autres phonèmes présentés dans cette étude, par rapport aux performances du groupe contrôle. Ces résultats sont cohérents avec les travaux de Soroli et son équipe (2010), et évocateurs d'un déficit de discrimination phonémique.

En identification, pour les phonèmes /ʃ/ et /s/, qui existent aussi en français, les scores de GDYS sont inférieurs à ceux de GC. Leurs erreurs sont particulièrement fréquentes pour l'identification de /s/, phonème pour lequel certains DYS manifestent une difficulté d'appréhension du voisement, en l'assimilant à son homologue voisé /z/. Pour le phonème /ç/, les réponses des sujets DYS sont moins ciblées que celles des sujets C. Les sujets des deux groupes ont majoritairement opté pour les réponses les plus cohérentes (/ʃ/ et 'autre'), mais ce choix est fait de façon plus massive par les sujets C. Au-delà de ce premier choix, les stratégies des sujets diffèrent selon les groupes. Ainsi, certains DYS identifient /ç/ comme /ʒ/, ce qui évoque aussi une difficulté à appréhender le trait de voisement. Certains C, bien moins nombreux, identifient /ç/ comme /j/ ou /f/. Les DYS sont donc plus nombreux que les C à choisir comme réponses des phonèmes plus éloignés, sur le plan articulatoire, de /ç/. **Les sujets dyslexiques présentent donc des difficultés d'identification, par rapport aux performances du groupe contrôle.** Ce constat est cohérent avec les travaux de Vandermosten et son équipe (2010), et constitue un argument en faveur de l'impact du déficit de perception catégorielle, avéré en L1, des personnes présentant une dyslexie, sur l'apprentissage d'une L2.

Notre première hypothèse initiale, qui était d'observer des différences de perception dans notre étude concernant différents phonèmes de l'allemand, en comparant les capacités de discrimination et d'identification de jeunes adultes francophones dyslexiques, pas ou peu exposés à cette langue, à celles de sujets non-dyslexiques de même âge chronologique, est donc validée. Cette hypothèse supposait, de façon plus précise, que :

~ Les scores des sujets dyslexiques de notre étude seront évocateurs de difficultés globales au niveau de la discrimination phonémique (H1).

~ Les réponses d'identification des sujets dyslexiques seront moins cohérentes que celles du groupe témoin (H1bis).

Ces sous-hypothèses peuvent également être validées. Les différences observées entre les groupes sont au bénéfice des sujets C, et révélatrices des difficultés de discrimination et d'identification des DYS. Ces difficultés évoquent un déficit de discrimination phonémique et d'identification, chez la plupart des sujets DYS de notre étude.

1.2 Comparaison inter-langues

Cela consiste à comparer au sein de chaque groupe, les choix des auditeurs lorsqu'ils discriminent un son leur étant inconnu, car n'existant pas en français (paires contenant /ç/), et lorsqu'ils discriminent des phonèmes présents aussi en français (/ʃ/ et /s/). Pour les sujets C, il est difficile de dégager des résultats significatifs. Nous observons que certaines paires semblent avoir posé plus de problèmes que d'autres, plus particulièrement à certains auditeurs (/ç/-/ç/, /ʃ/-/ʃ/, et /ʃ/-/s/). Cependant, les erreurs sont si peu fréquentes, et concernent si peu d'auditeurs, que notre étude ne permet pas d'établir de façon claire que les sujets C se sont montrés plus en difficulté pour discriminer /ç/ que les autres sons. Les scores des sujets DYS conduisent à des interprétations plus tranchées. Nous relevons notamment des différences significatives au niveau des performances réalisées sur les PDif : les scores de GDYS sont particulièrement plus faibles quand les paires présentées contiennent /ç/. **Les difficultés de discrimination des sujets dyslexiques semblent donc être particulièrement marquées quand les paires présentées contiennent un phonème inconnu.** Cela va à l'encontre de ce à quoi nous aurions pu nous attendre à l'aune de la théorie de la perception allophonique, défendue par Serniclaes et son équipe (2004).

Il faut cependant nuancer ce propos. Notre étude est basée sur des phonèmes d'une L2, alors que le travail de Serniclaes et son équipe porte sur des allophones de phonèmes de la L1, dans le cadre d'un contraste bien spécifique de voisement. Les auteurs ont certes envisagé que les personnes dyslexiques aient pu conserver des frontières phonétiques non pertinentes dans leur langue native, mais ils n'ont jamais fait explicitement de lien avec l'acquisition d'une langue seconde. Dans le cadre de ce mémoire, nous nous sommes posé la question d'une application éventuelle de la théorie allophonique à l'apprentissage d'une L2. Nous pouvons affirmer que rien dans notre étude ne corrobore cette application, mais cela ne remet pas en cause la théorie allophonique en elle-même.

Le critère de proximité entre les sons (cf. Tableau 2) semble expliquer que les DYS se soient montrés moins en difficulté pour discriminer la paire /ç/-/s/ (comportant, pourtant, un son inconnu), le contraste entre les deux phonèmes étant plus grand.

Notre seconde hypothèse était qu'une analyse plus ciblée sur le phonème-cible, /ç/, absent du répertoire phonologique du français, révélera sa spécificité vis-à-vis des autres phonèmes proches proposés, /ʃ/ et /s/, qui existent aussi en français. Pour être plus précis, nous avons postulé que si le phonème qui devrait être le plus difficile à discriminer pour les sujets

témoins est celui qui n'existe pas dans leur L1, chez les sujets dyslexiques, la tendance pourrait être moins marquée, voire inversée (H2). Cette hypothèse est réfutée. Nous n'avons pas pu clairement montrer que les sujets C ont été plus en difficulté pour discriminer /ç/ que les autres sons. Les écarts entre les scores des sujets DYS sont plus probants, notamment pour les PDif. Nous avons ainsi pu mettre en avant des écarts significatifs entre les performances de discrimination des DYS sur les paires contenant /ç/, versus sur la paire /f/-s/. Nous avons donc repéré une spécificité de la discrimination de /ç/ vis-à-vis de celle des autres sons, mais que pour certaines paires, et que pour GDYS. Or, cette spécificité se matérialise par des difficultés exacerbées avec le phonème qui n'existe pas en L1, et notamment avec la paire /ç/-/f/, ce qui va à l'encontre de notre hypothèse initiale.

Qu'en est-il en identification ? Les réponses des sujets sont globalement moins ciblées quand il s'agit d'identifier /ç/. Le phonème le plus difficile à identifier pour les sujets DYS et C semble donc être celui qui n'existe pas dans la L1. Il est intéressant de constater que les versions des phonèmes présentées, et donc les allophones de ces phonèmes, ne semblent avoir un impact sur les performances de certains sujets (en majorité, des DYS) qu'en L1. Ces sujets, qui ont commis des erreurs d'identification, pourraient avoir davantage perçu les nuances entre les versions de /f/ et /s/ proposées. Ceci pourrait être mis en lien avec les résultats obtenus par Serniclaes et son équipe en discrimination, et donc avec la théorie allophonique (2004). Mais d'un autre côté, l'épreuve d'identification met en avant une confusion, pour certains DYS, entre /s/ et /z/, et entre /ç/ et /ʒ/, ce qui dénote une difficulté d'appréhension du voisement. Or, Serniclaes et son équipe ont justement montré que les sujets dyslexiques pouvaient mieux discriminer certains allophones de phonèmes en L1 dans le cadre d'un contraste de VOT (Voice Onset Time), ou délai d'établissement du voisement (2004). Les résultats de notre étude comportent donc des éléments contradictoires vis-à-vis de la théorie allophonique, et semblent plus en adéquation avec l'hypothèse de deux modes de perception qui s'affronteraient chez les personnes dyslexiques : catégoriel et allophonique (Serniclaes & Seck, 2018).

Par ailleurs, les analyses complémentaires réalisées sur les temps de réponse mettent en avant des temps de traitement plus longs pour GDYS que pour GC, quelle que soit l'épreuve. Les sujets C semblent peu impactés par le type de tâche, alors que les DYS se sont montrés plus lents en identification qu'en discrimination. Précisons que, interrogés de façon informelle par les expérimentatrices, les DYS ont majoritairement trouvé plus difficile la tâche d'identification que celle de discrimination. Les sujets des deux groupes présentent des temps de traitement plus longs pour identifier le phonème de L2, mais pas pour le discriminer des autres phonèmes.

2 Limites de l'étude

2.1 Limites et biais liés à la population

Nous ne tenons pas compte des autres langues étrangères pratiquées par les sujets, or ce facteur peut exercer une influence sur les capacités de perception de phonèmes allemands. Par ailleurs, il serait intéressant de proposer le même type de protocole à des sujets d'âges différents, car le mode de perception est peut-être sensible à l'âge. Par exemple, la discrimination en L1 atteint des effets plafonds vers 6 ans (Piquard-Kipffer & Sprenger-Charolles, 2013). Il serait également intéressant de comparer une population dyslexique à une population contrôle plus jeune mais de même âge lexique, pour voir si les difficultés des dyslexiques sont également observées avec des sujets tout-venant plus jeunes, ce qui plaiderait en faveur d'un réel déficit.

2.2 Limites et biais liés aux tâches proposées

Concernant la tâche de discrimination, nous n'avons pas proposé différentes versions de la même syllabe au sein des PS, faute de temps. Notre épreuve ne présente donc pas de variations de contexte pour une même catégorie de stimuli, ce qui aurait pu être intéressant pour approfondir notre analyse, et étudier plus précisément la perception d'allophones de phonèmes.

Concernant la tâche d'identification, le fait d'avoir proposé une case 'autre' a compliqué notre analyse, car les sujets C s'en sont saisis d'une façon inattendue : certains ont choisi en majorité cette case pour montrer que le phonème /ç/ ne correspond à aucune des propositions, pour eux, alors qu'il s'agissait de sélectionner la proposition la plus proche du phonème perçu.

Concernant les deux tâches, il ne faut pas négliger leur coût cognitif. Les consignes et les choix de réponse, bien que très synthétiques, sont présentés à l'écrit, ce qui engendre un coût cognitif plus important chez les DYS que chez les sujets C, qui n'ont pas de trouble du langage écrit. Il serait donc cohérent que les DYS soient plus impactés par la charge cognitive due aux épreuves. Il pourrait être intéressant de réaliser des analyses complémentaires sur la répartition temporelle des erreurs réalisées par les sujets, pour voir si effectivement ils commettent de plus en plus d'erreurs au fur et à mesure de l'avancée des épreuves.

2.3 Limites et biais liés à la passation

Les expériences ont été proposées par trois expérimentatrices différentes. Même si les consignes ont été préalablement pensées et rédigées de manière à garantir une certaine homogénéité, nous ne pouvons exclure le risque de légères nuances dans leur présentation.

2.4 Limites liées à l'analyse statistique

Nous avons dû choisir des angles d'analyse, mais nos données offrent de nombreuses autres possibilités. L'utilisation de modèles statistiques plus poussés, tel un modèle linéaire mixte, permettrait peut-être d'optimiser l'analyse en tenant compte de la variabilité des auditeurs.

3 Perspectives de recherche

3.1 Recherches complémentaires

Notre travail a fourni des résultats intéressants d'autant que, rappelons-le, il n'existe pas, à ce jour et à notre connaissance, d'étude sur les compétences perceptives de sujets dyslexiques francophones vis-à-vis de sons de l'allemand. Cependant, nous avons manqué de temps pour mettre en œuvre certains aspects. Comme toute expérience pionnière, notre étude est source d'enseignements pour améliorer la méthodologie. Les tâches pourraient être modifiées pour éviter les problèmes que nous avons rencontrés, notamment, avec la case 'autre' en identification, et pour pousser plus loin l'étude des capacités discriminatives des sujets DYS (par l'ajout, notamment, d'allophones au sein de PS). De plus, il serait intéressant d'approfondir l'analyse statistique par des modèles plus poussés, qui permettraient d'étudier davantage l'impact de divers facteurs dans les performances, d'établir des profils, et de faire d'éventuelles corrélations entre les épreuves. Les pistes de réflexion en ce sens sont nombreuses, et mériteraient d'être explorées pour optimiser les données collectées. Il serait intéressant de recruter des populations plus vastes, pour obtenir des résultats plus fiables, et généralisables. Enfin, étendre ce type de travail à d'autres phonèmes allemands permettrait de déterminer lesquels sont les plus susceptibles de constituer une difficulté pour l'enfant dyslexique.

3.2 Applications

Notre étude offre des pistes de réflexion pour le champ de l'orthophonie et de la pédagogie. Le matériel orthophonique, tant pour l'évaluation que pour la prise en soin, pourrait être adapté pour mieux correspondre aux besoins de l'enfant dyslexique. Ainsi, s'il choisit l'allemand comme seconde langue vivante à l'école, et que ses difficultés dans cette langue font partie de sa plainte, savoir quels sons sont potentiellement les plus difficiles, et quelles confusions sont susceptibles d'être faites, permettrait d'adapter la prise en soin et de mettre en place un travail spécifique. Il en va de même pour les enseignants, qui pourraient ainsi mieux comprendre les difficultés des écoliers dyslexiques, et mieux les accompagner dans l'apprentissage d'une L2.

CONCLUSION

Pour ce travail, nous nous sommes intéressée à la perception de sons de l'allemand par de jeunes adultes francophones dyslexiques. Interpellées par les difficultés phonologiques durables, avec les phonèmes de leur L1, présentées par la plupart des patients dyslexiques rencontrés en cabinet d'orthophonie, nous nous sommes demandé comment ils perçoivent certaines fricatives de la langue étrangère la plus fréquemment étudiée dans le Grand Est. La littérature indique que les personnes dyslexiques présentent un déficit de discrimination phonologique en L1 (Serniclaes *et al.*, 2001). Par ailleurs, ils catégorisent moins bien les sons de leur L1 que des sujets tout-venant (Vandermosten *et al.*, 2010). Ils auraient un mode atypique de perception des sons de leur L1 : allophonique (Serniclaes *et al.*, 2004), ou mixte (Serniclaes & Seck, 2018).

Face à ces données théoriques et aux pistes de réflexion qu'elles offrent vis-à-vis de la perception d'une L2, nous avons investigué les capacités de discrimination et d'identification de certains phonèmes de l'allemand de jeunes adultes dyslexiques non exposés à cette langue, et d'un groupe contrôle d'âge chronologique équivalent. Nous avons comparé les données obtenues via deux axes : entre les deux groupes, et entre les deux types de phonèmes (existants aussi en français, ou non). Le premier résultat important de notre recherche est que les déficits de discrimination phonémique et de catégorisation montrés en L1 chez des sujets dyslexiques francophones se traduisent dans la perception de sons de l'allemand comme L2 : les sujets dyslexiques discriminent moins bien la majorité des paires présentées et leurs réponses à la tâche d'identification s'avèrent moins cohérentes, au regard des sujets témoins. Nous notons de plus une certaine tendance à percevoir un voisement là où il n'y en a pas, pour l'identification de /ç/ et /s/. Un second enseignement que nous pouvons dégager de cette étude est que les difficultés des sujets dyslexiques sont majorées sur les paires de stimuli différents contenant /ç/, et donc, avec un son de la L2. Cela est essentiellement dû au pic d'erreurs sur la paire /ç/-/ʃ/. Cette tendance n'est pas retrouvée chez les sujets tout-venant. En identification, les sujets des deux groupes présentent des réponses moins ciblées pour /ç/ que pour les autres sons. Les sujets dyslexiques de notre étude ne semblent donc pas avoir pu s'appuyer sur des frontières phonétiques non pertinentes en L1, pour percevoir les sons de la L2 présentés.

Même si des améliorations peuvent être apportées, cette étude offre d'ores et déjà des pistes de réflexion prometteuses pour d'autres travaux. Il est intéressant de poursuivre l'investigation des difficultés perceptives des sujets dyslexiques, afin d'envisager des adaptations tant de la prise en soin orthophonique, que des méthodes d'enseignement des langues étrangères.

BIBLIOGRAPHIE

- American Psychiatric Association (2013). *DSM-5 : Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux* (5^e éd.). American Psychiatric Publishing.
- Berkes, M., Bialystok, E., Craik, F. I., Troyer, A., & Freedman, M. (2020). Conversion of mild cognitive impairment to Alzheimer Disease in monolingual and bilingual patients. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*, 34(3), 225-230. <https://doi.org/10.1097/wad.0000000000000373>
- Best, C. T. (1995). A direct realist view of cross-language speech perception. Dans : W. Strange (dir.), *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research* (p. 171-204). York Press.
- Bonneau, A. (2015, août). *Realizations of French voiced fricatives by German learners as a function of speaker level and prosodic boundaries*. [communication orale]. 18^e Congrès de l'ICPhS, Glasgow (Royaume-Uni). <https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS2015/Papers/ICPHS0849.pdf>
- Bonneau, A. (2019, août). *German obstruent sequences by French L2 learners*. [communication orale]. 19^e Congrès de l'ICPhS, Melbourne (Australie). https://hal.inria.fr/hal-02143360/file/German_assim.pdf
- Bonneau, A., & Cadot, M. (2015, septembre). *German non-native realizations of French voiced fricatives in final position of a group of words*. Conférence Interspeech, Dresde (Allemagne). http://www.ifcasl.org/docs/Bonneau_Cadot_2015.pdf
- Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia : The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104(2), 198-230. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.05.009>
- Castles, A., & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, 47(2), 149-180. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(93\)90003-E](https://doi.org/10.1016/0010-0277(93)90003-E)
- Catts, H. W., Fey, M. E., Tomblin, J. B., & Zhang, X. (2002). A longitudinal investigation of reading outcomes in children with language impairments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 1142-1157. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2002/093\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2002/093))
- Colé, P., & Sprenger-Charolles, L. (2021). *La dyslexie : De l'enfant à l'adulte*. Dunod.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological review*, 108(1), 204. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.1.204>
- Crombie, M. A. (1997). The effects of specific learning difficulties (dyslexia) on the learning of a foreign language in school. *Dyslexia*, 3(1), 27-47.
- Décret n° 2002-721 du 2 mai 2002 relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession d'orthophoniste, 2002-721 (2002).
- Delahaie, M. (2009). *L'évolution du langage de l'enfant. De la difficulté au trouble. Guide ressources pour les professionnels* (2^e éd.). Inpes.

- Delahaie, M., Sprenger-Charolles, L., & Serniclaes, W. (2007). Effet de la lexicalité chez des faibles et très faibles lecteurs comparativement à des normolecteurs de même âge et de même niveau de lecture. *L'Année psychologique*, 107(3), 361-396. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00733576/document>
- Eimas, P. D., Siqueland, E. R., Jusczyk, P., & Vigorito, J. (1971). Speech perception in infants. *Science*, 171(3968), 303-306. <https://doi.org/10.1126/science.171.3968.303>
- Elbro, C., & Scarborough, H. S. (2004). Early identification. Dans : Nunes, T., & Bryant, P. (Éds.), *Handbook of children's literacy* (p. 339-359). Springer.
- Fédération Française des DYS (s. d.). *Troubles DYS*. Consulté 17 décembre 2020, à l'adresse <https://www.ffdys.com/troubles-dys>
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. Dans : K. E. Patterson, J. C. Marshall, & M. Coltheart (Éds.), *Surface dyslexia* (p. 301-330). Erlbaum.
- Frontaliers Grand Est (2018). *L'apprentissage des langues dans la formation initiale : Région Grand Est et ses frontières*. <https://www.frontaliers-grandest.eu/uploads/publications/GUIDE%20apprentissage%20des%20langues%2018%20web.pdf>
- Fry, D. B., Abramson, A. S., Eimas, P. D., & Liberman, A. M. (1962). The identification and discrimination of synthetic vowels. *Language and speech*, 5(4), 171-189. <https://doi.org/10.1177/002383096200500401>
- Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, reading, and reading disability. *Remedial and Special Education*, 7(1), 6-10. <https://doi.org/10.1177/074193258600700104>
- Hazan, V., Messaoud-Galusi, S., Rosen, S., Nouwens, S., & Shakespeare, B. (2009). *Speech perception abilities of adults with dyslexia: Is there any evidence for a true deficit?* *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(6), 1510-1529. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/08-0220\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/08-0220))
- Ho, C. S. H., & Fong, K. M. (2005). Do Chinese dyslexic children have difficulties learning English as a second language? *Journal of psycholinguistic research*, 34(6), 603-618. <https://doi.org/10.1007/s10936-005-9166-1>
- Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) (2007). *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : Bilan des données scientifiques*. Inserm iPubli. <https://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/110>
- Iverson, P., & Kuhl, P. K. (1995). Mapping the perceptual magnet effect for speech using signal detection theory and multidimensional scaling. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 97(1), 553-562. <https://doi.org/10.1121/1.412280>
- Jouvet, D., Bonneau, A., Trouvain, J., Zimmerer, F., Laprie, Y., & Möbius, B. (2015, septembre). *Analysis of phone confusion matrices in a manually annotated French-German learner corpus*. Workshop on Speech and Language Technology in Education, Leipzig (Allemagne). <https://hal.inria.fr/hal-01184186/document>
- Korkut, E. (2004). *Pour apprendre une langue étrangère (FLE)*. Pegem Yayıncılık.
- Kormos, J. (2020). Specific learning difficulties in second language learning and teaching. *Language Teaching*, 53(2), 129-143. <https://doi.org/10.1017/S0261444819000442>

- Kuhl, P. K., Conboy, B. T., Coffey-Corina, S., Padden, D., Rivera-Gaxiola, M., & Nelson, T. (2008). Phonetic learning as a pathway to language: New data and native language magnet theory expanded (NLM-e). *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1493), 979-1000. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2154>
- Kuhl, P. K., & Miller, J. D. (1975). Speech perception by the chinchilla: Voiced-voiceless distinction in alveolar plosive consonants. *Science*, 190(4209), 69-72. <http://www.ai.mit.edu/projects/dm/kuhl-chinchillas.pdf>
- Lane, H. (1965). The motor theory of speech perception: A critical review. *Psychological Review*, 72(4), 275. <https://doi-org.bases-doc.univ-lorraine.fr/10.1037/h0021986>
- Larousse (s. d.). *Définitions : Perception - Dictionnaire de français Larousse*. Consulté le 8 juin 2021, à l'adresse <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/perception/59399>
- Leonova, T., & Grilo, G. (2009). La faible estime de soi des élèves dyslexiques : mythe ou réalité ? *L'Année psychologique*, 109(3), 431-462. <https://www.cairn.info/revue-l-annee-psychologique1-2009-3-page-431.htm>
- Liberman, 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>
- Liberman, 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>
- Liberman, A. M., & Mattingly, I. G. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition*, 21(1), 1-36. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(85\)90021-6](https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90021-6)
- Loi n°2013-595 du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'École de la République (s. d.). Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports. Consulté le 1 juillet 2021, à l'adresse <https://www.education.gouv.fr/loi-ndeg2013-595-du-8-juillet-2013-d-orientation-et-de-programmation-pour-la-refondation-de-l-ecole-5618>
- Lotto, A. J., Kluender, K. R., & Holt, L. L. (1998). Depolarizing the perceptual magnet effect. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 103(6), 3648-3655. https://kilthub.cmu.edu/articles/Depolarizing_the_perceptual_magnet_effect/6614234/files/12106904.pdf
- MacKain, K. S., Best, C. T., & Strange, W. (1981). Categorical perception of English /r/ and /l/ by Japanese bilinguals. *Applied Psycholinguistics*, 2(4), 369-390. <https://doi.org/10.1017/S0142716400009796>
- Messaoud-Galusi, S., Hazan, V., & Rosen, S. (2011). Investigating speech perception in children with dyslexia: Is there evidence of a consistent deficit in individuals? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 54(6), 1682-1701. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/09-0261\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/09-0261))
- Mikaeloff, Y., Chaix, Y., Ramus, F., Delteil, F., Huron, C., Billard, C., Rossi, S., & Lanoë, C. (2019). *Troubles spécifiques des apprentissages*. Inserm - La science pour la santé. <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/troubles-specifiques-apprentissages>

- Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (2019). Development of dyslexia: The delayed neural commitment framework. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *13*, 112. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00112>
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., & Dean, P. (2001). Developmental dyslexia: The cerebellar deficit hypothesis. *Trends in neurosciences*, *24*(9), 508-511. doi:10.1016/S0166-2236(00)01896-8
- Noordenbos, M. W., Segers, E., Serniclaes, W., & Verhoeven, L. (2013). Neural evidence of the allophonic mode of speech perception in adults with dyslexia. *Clinical Neurophysiology*, *124*(6), 1151-1162. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.12.044>
- Noordenbos, M. W., & Serniclaes, W. (2015). The categorical perception deficit in dyslexia: A meta-analysis. *Scientific Studies of Reading*, *19*(5), 340-359. <https://doi.org/10.1080/10888438.2015.1052455>
- Orton, S. T. (1937). *Reading, writing and speech problems in children*. W. W. Norton & Co.
- Pech-Georgel, C., Bonnet, C., & George-Poracchia, F. (2011). *ÉVALAD : Évaluation du langage écrit et des compétences transversales – Adolescents de Ire et de terminale ou adultes*. DeBoeck Solal.
- Piquard-Kipffer, A., & Leonova, T. (2017). Scolarité et handicap : Parcours de 170 jeunes dysphasiques ou dyslexiques-dysorthographiques âgés de 6 à 20 ans. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*. <https://hal.inria.fr/hal-01402986/>
- Piquard-Kipffer, A., & Sprenger-Charolles, L. (2013). Early predictors of future reading skills: A follow-up of French-speaking children from the beginning of kindergarten to the end of the second grade (age 5 to 8). *L'Année psychologique*, *113*(4), 491-521. <https://doi.org/10.4074/S0003503313014012>
- Ramus, F. (2012). Les troubles spécifiques de la lecture. *L'Information grammaticale*, *133*(1), 34-40. <https://doi.org/10.3406/igram.2012.4200>
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., & Frith, U. (2003). 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., & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *Quarterly journal of experimental psychology*, *61*(1), 129-141. <https://doi.org/10.1080/17470210701508822>
- RStudio Team (2020). *RStudio : Integrated Development for R*. RStudio, PBC. <http://www.rstudio.com/>
- Scheerer, E. (1987). *Visual word recognition in German*. Academic Press.
- Serniclaes, W., & Seck, M. (2018). Enhanced sensitivity to subphonemic segments in dyslexia: A new instance of allophonic perception. *Brain sciences*, *8*(4), 54. <https://doi.org/10.3390/brainsci8040054>
- Serniclaes, W., Sprenger-Charolles, L., Carré, R., & Demonet, J.-F. (2001). Perceptual discrimination of speech sounds in developmental dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *44*(2), 384-399. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2001/032\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001/032))

- Serniclaes, W., Van Heghe, S., Mousty, P., Carré, R., & Sprenger-Charolles, L. (2004). Allophonic mode of speech perception in dyslexia. *Journal of experimental child psychology*, 87(4), 336-361. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.02.001>
- Siegel, J. A., & Siegel, W. (1977). Categorical perception of tonal intervals: Musicians can't tell sharp from flat. *Perception & Psychophysics*, 21(5), 399-407. <https://doi.org/10.3758/BF03199493>
- Skottun, B. C. (2000). The magnocellular deficit theory of dyslexia: The evidence from contrast sensitivity. *Vision research*, 40(1), 111-127. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(99\)00170-4](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(99)00170-4)
- Snowling, M., Bishop, D. V. M., & Stothard, S. E. (2000). Is preschool language impairment a risk factor for dyslexia in adolescence? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(5), 587-600. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00651>
- Snowling, M. J. (2000). *Dyslexia*. Blackwell publishing.
- Soroli, E., Szenkovits, G., & Ramus, F. (2010). Exploring dyslexics' phonological deficit III: Foreign speech perception and production. *Dyslexia*, 16(4), 318-340. <https://doi.org/10.1002/dys.415>
- Stein, J., & Walsh, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in neurosciences*, 20(4), 147-152. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(96\)01005-3](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(96)01005-3)
- 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)
- Thompson, P. A., Hulme, C., Nash, H. M., Gooch, D., Hayiou-Thomas, E., & Snowling, M. J. (2015). Developmental dyslexia: Predicting individual risk. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 56(9), 976-987. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12412>
- Tomblin, J. B., Zhang, X., Buckwalter, P., & Catts, H. W. (2000). The association of reading disability, behavioral disorders, and language impairment among second-grade children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(4), 473-482. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00632>
- Trouvain, J., Bonneau, A., Colotte, V., Fauth, C., Fohr, D., Jouvét, D., Jügler, J., Laprie, Y., Mella, O., & Möbius, B. (2016, mai). *The IFCASL corpus of French and German non-native and native read speech*. [communication orale]. Language Resources and Evaluation Conference 10, Portoroz (Slovénie). https://ids-pub.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/5905/file/Trouvain_Bonneau_Juegler_The_IFCASL_Corpus_of_French_and_German_Non_native_and_Native_Read_Speech_2016.pdf
- Vaissière, J. (2015). *La phonétique*. Presses universitaires de France.
- Vandermosten, M., Boets, B., Luts, H., Poelmans, H., Golestani, N., Wouters, J., & Ghesquière, P. (2010). Adults with dyslexia are impaired in categorizing speech and nonspeech sounds on the basis of temporal cues. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(23), 10389-10394. <https://doi.org/10.1073/pnas.0912858107>

- Vandermosten, M., Boets, B., Luts, H., Poelmans, H., Wouters, J., & Ghesquiere, P. (2011). Impairments in speech and nonspeech sound categorization in children with dyslexia are driven by temporal processing difficulties. *Research in developmental disabilities*, 32(2), 593-603. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.12.015>
- Werker, J. F., & Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant behavior and development*, 7(1), 49-63. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(84\)80022-3](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(84)80022-3)
- Wiese, R. (1996). *The phonology of German*. Clarendon Press.
- Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., George, F., & Lorenzi, C. (2009). Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia. *Developmental science*, 12(5), 732-745. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00817.x>
- Zimmerer, F., Bonneau, A., & Andreeva, B. (2016, mai). *Influence of L1 prominence on L2 production: French and German speakers*. [communication par affiche]. Speech Prosody 8, Boston (Etats-Unis). <https://hal.inria.fr/hal-01399974/file/290.pdf>
- Zimmerer, F., & Trouvain, J. (2015, septembre). *Perception of French Speakers' German Vowels*. Interspeech, Dresde (Allemagne). <https://doi.org/doi:10.21437/Interspeech.2015-395>

ANNEXES

Annexe 1 : Test de lecture proposé aux participants (EVALAD - Pech-Georgel *et al.*, 2011)

Lecture de non-mots EVALAD (PECH-GEORGEL & GEORGE, 2011)

Consignes et enregistrement des réponses du sujet :

« Vous allez lire cette liste de mots qui n'existent pas, le plus vite possible en faisant de votre mieux. »

(Voir planche page suivante)
Transcrire les productions en cas d'erreurs.



Spato :

Champhe :

Coigueur :

Thytripsi :

Manumomou :

Tracartrar :

Senasouso :

Tigilion :

Rontagner :

Cratroupsi :

Score :	/10	Temps :	sec
----------------	------------	----------------	------------

Annexe 2 : Questionnaire de recueil d'informations proposé aux participants

Expérience de perception de sons - Questionnaire

1. Etat civil

Quelle est votre date de naissance ?.....

Quel est votre lieu de naissance ?.....

Indiquez votre genre : Femme Homme

2. Rapport aux langues

Quelle est votre langue d'usage ?.....

Quelle est votre langue maternelle ?.....

D'autres langues que le français sont-elles parlées chez vous ? Oui Non

Si oui, veuillez indiquer lesquelles :

Veuillez indiquer dans le tableau suivant :

- Toutes les langues que vous avez pratiquées, à l'exclusion du français.
- Le niveau que vous estimez avoir dans ces langues. Pour ce faire, entourez un chiffre de 1 (très faible niveau) à 5 (très bon niveau).
- Le contexte où vous avez pratiqué ces langues.

Langue	Expression orale	Compréhension orale	Expression écrite	Compréhension écrite	Contexte
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	<input type="checkbox"/> Famille <input type="checkbox"/> Ecole <input type="checkbox"/> Séjour <input type="checkbox"/> Autre
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	<input type="checkbox"/> Famille <input type="checkbox"/> Ecole <input type="checkbox"/> Séjour <input type="checkbox"/> Autre
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	<input type="checkbox"/> Famille <input type="checkbox"/> Ecole <input type="checkbox"/> Séjour <input type="checkbox"/> Autre

3. Santé

Présentez-vous des troubles auditifs ? Oui Non

Présentez-vous des troubles visuels non corrigés par des lunettes ou des lentilles de contact ? Oui Non

Avez-vous présenté un trouble du développement du langage (gros retard de langage ou de parole, dysphasie) ? Oui Non

Avez-vous présenté un trouble spécifique des apprentissages, avec déficit en lecture (dyslexie) ? Oui Non

Présentez-vous encore un trouble spécifique des apprentissages, avec déficit en lecture (dyslexie) ? Oui Non

Si oui à l'une des deux questions précédentes, quelle est la date du diagnostic orthophonique ?.....

Merci beaucoup pour vos réponses !

Annexe 3 : Consignes présentées oralement par les expérimentatrices, pour les tâches de discrimination et d'identification

« Vous allez réaliser deux types de tâches dans cette expérience. A chaque fois, une expérience préliminaire vous permettra de vous familiariser avec la tâche. En tout, l'expérience devrait durer entre 15 et 20 minutes. Avant tout, nous vous remercions d'éteindre votre téléphone ou de le mettre en mode silencieux, afin d'assurer les meilleures conditions de passation. »

Discrimination :

« Vous allez entendre deux productions sonores, qui n'ont pas de sens. Nous nous intéressons aux sons. Vous devez vous concentrer uniquement sur la consonne finale. Il s'agit de dire si, pour vous, les consonnes finales dans les deux productions sonores sont semblables ou différentes. Cliquez sur « semblable », si vous pensez que les consonnes finales sont semblables. Cliquez sur « différent », si vous pensez que les consonnes finales sont différentes. Durant l'expérience préliminaire, je suis à votre disposition si vous avez la moindre question. »

« Maintenant que vous êtes familiarisé avec la tâche, nous pouvons lancer l'expérience. La tâche est exactement la même que pour l'expérience préliminaire que vous venez de réaliser. Cependant, des pauses sont ménagées à intervalles réguliers pour vous permettre de vous reposer. Prenez le temps qu'il vous faut durant ces pauses. Vous n'aurez qu'à cliquer pour lancer la suite de l'expérience. Durant cette expérience, je me mets en retrait pour vous laisser vous concentrer sur la tâche. Avez-vous des questions avant de démarrer ? »

Identification :

« Vous allez entendre une production sonore, qui n'a pas de sens. Nous nous intéressons aux sons. Vous devrez vous concentrer uniquement sur la consonne finale et cliquer sur le son le plus proche de ce que vous entendez, parmi plusieurs sons proposés à l'écran. Voyons ces différents sons. »

« Vous avez le son /ə/ qu'on peut entendre à milieu du mot petit. Le son /k/ comme à la fin du mot tique. Le son /j/ comme à la fin du mot bille. Le son /v/ comme à la fin du mot rive. /z/ comme à la fin du mot bise. /ʒ/ comme à la fin du mot tige. /ɲ/ comme à la fin du mot vigne. /f/ comme à la fin du mot vif. /s/ comme à la fin du mot lisse. /ʃ/ comme à la fin du mot biche. Et le son /ʁ/ comme à la fin du mot tir. La case autre vous sert à signifier que ce que vous entendez ne correspond, pour vous, à aucun des sons proposés à l'écran. »

« Maintenant que vous êtes familiarisé avec la tâche, nous pouvons lancer l'expérience. La tâche est exactement la même que pour l'expérience préliminaire que vous venez de réaliser. Cependant, des pauses sont ménagées à intervalles réguliers pour vous permettre de vous reposer. Prenez le temps qu'il vous faut durant ces pauses. Vous n'aurez qu'à cliquer pour lancer la suite de l'expérience. Durant cette expérience, je me mets en retrait pour vous laisser vous concentrer sur la tâche. Avez-vous des questions avant de démarrer ? »

Annexe 4 : Formulaire d'information et de consentement (deux versions : mineurs puis adultes)

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

INFORMATION

Présentation de l'expérimentation :

Responsables de l'expérience : Anne BONNEAU (chercheur au CNRS), Agnès PIQUARD-KIPPFER (maître de conférences à l'INSPE de l'Académie de Nancy-Metz), Stéphanie DECKERT (étudiante en 5^{ème} année au centre de formation en orthophonie de Nancy, contact : stephanie.deckert@hotmail.fr).

Votre enfant est invité à prendre part à une expérience dont la finalité est d'étudier la perception de quelques consonnes allemandes par des locuteurs français ne connaissant pas l'allemand.

Les modalités de réalisation de l'expérience sont les suivantes :

- Complétion d'un formulaire de recueil d'informations concernant votre enfant (5 minutes).
- Passation d'un rapide test de lecture (5 minutes).
- Réalisation de l'expérience en elle-même, qui consiste en la passation d'un test de discrimination de sons de la parole, et d'un test d'identification de sons de la parole (20 minutes).

Ces tests sont proposés sur ordinateur et nécessitent la présence de l'expérimentateur.

Les recommandations sanitaires liées au Covid-19 seront respectées (port du masque, désinfection du matériel informatique, aucun contact physique et respect d'une distance de sécurité).

Toutes les données collectées seront anonymisées : aucun lien entre votre enfant et ses réponses ne figurera sur support numérique, et donc aucun accès sur Internet ne sera possible. Le nom de votre enfant sera remplacé par un numéro lors du recueil puis du traitement des données (expérience de perception puis analyse des résultats). Le formulaire d'informations le concernant sera conservé sur une feuille papier, et rangé dans un lieu non accessible par une autre personne que la personne qui fait passer l'expérience. Ces feuilles seront détruites dans 6 mois.

Avantages, risques, ou inconvénients de l'expérience : il n'y a ni risques, ni inconvénients, ni avantages liés à la participation à cette expérience.

Bénéfices : il n'y a aucun bénéfice attendu du fait de la participation à cette expérience.

Participation volontaire à l'expérience :

Après avoir lu et compris les informations contenues dans la partie « Présentation de l'expérimentation », votre signature de ce formulaire indique que vous acceptez que votre enfant participe à l'expérience, et ce sans aucune contrainte ni pression extérieure.

S'il vous manque des informations nécessaires à votre prise de décision, n'hésitez pas à demander un complément d'informations aux personnes contacts (cf. « Responsables de l'expérience »).

Retrait de l'expérience à tout moment :

Vous êtes libre de mettre fin à la participation de votre enfant à l'expérience à n'importe quel moment. Il vous suffit d'en informer les personnes contacts. Vous n'aurez aucune justification à apporter à votre retrait.

CONSENTEMENT ECLAIRE DU RESPONSABLE LEGAL DU PARTICIPANT

Je soussigné(e)(nom, prénom)
agissant en qualité de père/mère/tuteur légal (*rayez les mentions inutiles*)
de l'enfant (nom, prénom),
reconnais avoir lu et compris le présent formulaire d'informations concernant l'expérience menée par
Madame

Fait en deux exemplaires, dont un vous sera remis, et un sera conservé par le responsable de l'expérience.

Pour le responsable légal du participant :

Date et signature :

Pour le responsable de l'expérience :

Date et signature :

INFORMATION

Présentation de l'expérimentation :

Responsables de l'expérience : Anne BONNEAU (chercheur au CNRS), Agnès PIQUARD-KIPFFER (maître de conférences à l'INSPE de l'Académie de Nancy-Metz), Stéphanie DECKERT (étudiante en 5^{ème} année au centre de formation en orthophonie de Nancy, contact : stephanie.deckert@hotmail.fr).

Vous êtes invité à prendre part à une expérience dont la finalité est d'étudier la perception de quelques consonnes allemandes par des locuteurs français ne connaissant pas l'allemand.

Les modalités de réalisation de l'expérience sont les suivantes :

- Complétion d'un formulaire de recueil d'informations vous concernant (5 minutes).
 - Passation d'un rapide test de lecture (5 minutes).
 - Réalisation de l'expérience en elle-même, qui consiste en la passation d'un test de discrimination de sons de la parole, et d'un test d'identification de sons de la parole (20 minutes).
- Ces tests sont proposés sur ordinateur et nécessitent la présence de l'expérimentateur. Les recommandations sanitaires liées au Covid-19 seront respectées (port du masque, désinfection du matériel informatique, aucun contact physique et respect d'une distance de sécurité).

Toutes les données collectées seront anonymisées : aucun lien entre vous-même et vos réponses ne figurera sur support numérique, et donc aucun accès sur Internet ne sera possible. Votre nom sera remplacé par un numéro lors du recueil puis du traitement des données (expérience de perception puis analyse des résultats). Le formulaire d'informations vous concernant sera conservé sur une feuille papier, et rangé dans un lieu non accessible par une autre personne que la personne qui fait passer l'expérience. Ces feuilles seront détruites dans 6 mois.

Avantages, risques, ou inconvénients de l'expérience : il n'y a ni risques, ni inconvénients, ni avantages liés à la participation à cette expérience.

Bénéfices : il n'y a aucun bénéfice attendu du fait de la participation à cette expérience.

Participation volontaire à l'expérience :

Après avoir lu et compris les informations contenues dans la partie « Présentation de l'expérimentation », votre signature de ce formulaire indique que vous acceptez de participer à l'expérience, et ce sans aucune contrainte ni pression extérieure.

S'il vous manque des informations nécessaires à votre prise de décision, n'hésitez pas à demander un complément d'informations aux personnes contacts (cf. « Responsables de l'expérience »).

Retrait de l'expérience à tout moment :

Vous êtes libre de mettre fin à votre participation à l'expérience à n'importe quel moment. Il vous suffit d'en informer les personnes contacts. Vous n'aurez aucune justification à apporter à votre retrait.

CONSENTEMENT ECLAIRE DU PARTICIPANT

Je soussigné(e) (*nom, prénom*) reconnais avoir lu et compris le présent formulaire d'informations concernant l'expérience menée par Madame

Fait en deux exemplaires, dont un vous sera remis, et un sera conservé par le responsable de l'expérience.

Pour le participant :

Date et signature :

Pour le responsable de l'expérience :

Date et signature :

Annexe 5 : Performances des sujets DYS à l'épreuve de discrimination

Groupe	Sujet	Scores, sur 24				Total PS, sur 96	Scores, sur 16				Total PDif, sur 96	Score total, sur 192
		/ç/-/ç/	/j/-/j/	/s/-/s/	/e/-/e/		/ç/-/ç/	/ç/-/ç/	/j/-/j/	/e/-/e/		
GDYS	01	24	24	24	24	96	16	16	16	16	96	192
GDYS	05	23	24	24	23	94	16	16	16	16	95	189
GDYS	07	24	24	23	24	95	16	16	16	16	95	190
GDYS	08	20	23	22	24	89	15	16	16	16	92	181
GDYS	09	24	24	23	24	95	16	16	16	16	96	191
GDYS	11	24	24	24	24	96	16	16	16	16	96	192
GDYS	12	22	23	24	22	91	12	16	16	16	90	181
GDYS	14	24	24	23	24	95	13	16	16	16	91	186
GDYS	15	24	21	20	21	86	16	16	16	16	95	181
GDYS	16	24	22	23	22	91	14	16	16	16	94	185
GDYS	17	23	21	24	22	90	9	14	15	16	86	176
GDYS	18	24	22	23	24	93	9	15	16	13	84	177
GDYS	20	24	19	21	24	88	13	15	14	15	88	176
GDYS	21	22	20	23	22	87	9	14	16	14	83	170
GDYS	23	23	23	23	23	92	11	16	15	14	88	180
GDYS	24	22	24	22	23	91	12	15	15	16	89	180
GDYS	25	21	22	23	24	90	11	14	15	14	83	173
GDYS	27	24	24	22	24	94	13	15	14	15	89	183
GDYS	28	24	22	20	23	89	11	12	14	14	82	171
GDYS	29	24	19	22	23	88	12	15	15	16	88	176

Annexe 6 : Performances des sujets C à l'épreuve de discrimination

Groupe	Sujet	Scores, sur 24				Total PS, sur 96	Scores, sur 16				Total PDif, sur 96	Score total, sur 192
		/ç/-/ç/	/j/-/j/	/s/-/s/	/e/-/e/		/ç/-/ç/	/j/-/j/	/s/-/s/	/e/-/e/		
GC	02	24	24	24	24	96	16	16	16	16	96	192
GC	03	24	24	24	24	96	15	16	16	16	95	191
GC	04	24	24	24	22	94	16	13	16	15	92	186
GC	06	24	24	24	24	96	16	16	16	16	96	192
GC	13	24	22	23	23	92	15	15	16	12	89	181
GC	19	23	23	24	21	91	10	14	16	15	87	178
GC	22	24	24	24	24	96	16	16	16	16	96	192
GC	26	24	24	24	24	96	16	16	16	16	96	192
GC	30	22	23	23	24	92	16	16	16	16	96	188
GC	31	24	24	24	24	96	16	16	16	15	95	191
GC	32	24	24	24	24	96	16	16	16	16	96	192
GC	33	24	24	24	24	96	16	16	16	14	94	190
GC	34	24	24	24	22	94	16	16	16	12	92	186
GC	35	23	24	24	24	95	16	16	16	16	95	190
GC	36	24	24	24	24	96	16	16	16	16	96	192
GC	37	23	23	24	24	94	16	16	16	16	96	190
GC	38	24	24	24	24	96	16	16	16	16	96	192
GC	39	24	24	24	24	96	16	16	16	16	96	192
GC	50	24	23	24	24	95	16	16	16	16	96	191
GC	51	22	23	24	24	93	16	16	16	16	95	188

Annexe 7 : Matrice de confusion présentant les réponses des sujets DYS, pour l'identification de /ç/

Groupe	Sujet	k	v	f	s	z	e	ill	je	ch	r	gn	autre	Total des présentations du phonème /ç/
GDYS	01	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	0	21	30
GDYS	05	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GDYS	07	0	13	0	0	1	5	2	0	2	4	3	0	30
GDYS	08	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3	0	15	30
GDYS	09	3	0	0	0	0	1	0	0	3	23	0	0	30
GDYS	11	0	0	0	0	1	0	0	6	23	0	0	0	30
GDYS	12	0	0	0	1	1	0	0	0	28	0	0	0	30
GDYS	14	0	0	0	0	1	0	0	12	17	0	0	0	30
GDYS	15	0	0	0	0	1	0	0	18	11	0	0	0	30
GDYS	16	0	0	0	1	5	0	0	17	6	0	0	1	30
GDYS	17	0	0	0	0	0	1	29	0	0	0	0	0	30
GDYS	18	0	0	0	0	1	0	0	14	15	0	0	0	30
GDYS	20	0	0	0	0	0	0	0	17	11	0	0	2	30
GDYS	21	0	0	0	0	1	0	0	17	10	0	0	2	30
GDYS	23	0	0	0	0	3	0	0	12	15	0	0	0	30
GDYS	24	0	0	0	1	2	0	0	9	16	0	0	2	30
GDYS	25	0	0	0	0	0	0	0	11	18	0	0	1	30
GDYS	27	0	0	0	1	1	0	0	19	7	0	0	2	30
GDYS	28	0	0	0	0	1	0	0	14	14	0	0	1	30
GDYS	29	0	0	0	0	0	0	0	10	20	0	0	0	30

Annexe 8 : Matrice de confusion présentant les réponses des sujets DYS, pour l'identification de /f/

Groupe	Sujet	k	v	f	s	z	e	ill	je	ch	r	gn	autre	Total des présentations du phonème /f/
GDYS	01	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GDYS	05	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GDYS	07	0	0	0	0	0	2	0	0	28	0	0	0	30
GDYS	08	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	6	30
GDYS	09	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GDYS	11	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GDYS	12	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GDYS	14	0	0	0	0	0	0	0	1	29	0	0	0	30
GDYS	15	0	0	0	0	0	0	0	3	27	0	0	0	30
GDYS	16	0	0	0	0	0	0	0	5	21	0	0	4	30
GDYS	17	0	0	0	1	0	0	0	0	29	0	0	0	30
GDYS	18	0	0	0	0	0	0	0	2	23	0	0	5	30
GDYS	20	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	9	30
GDYS	21	0	0	0	0	0	0	0	5	15	0	0	10	30
GDYS	23	0	0	0	0	0	0	0	2	20	0	0	8	30
GDYS	24	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	10	30
GDYS	25	0	0	0	0	0	0	1	1	28	0	0	0	30
GDYS	27	0	0	0	0	0	0	0	1	28	0	0	1	30
GDYS	28	0	0	0	0	0	0	0	1	27	0	0	2	30
GDYS	29	0	0	0	0	0	0	0	4	18	0	0	8	30

Annexe 9 : Matrice de confusion présentant les réponses des sujets DYS, pour l'identification de /s/

Groupe	Sujet	k	v	f	s	z	e	ill	je	ch	r	gn	autre	Total des présentations du phonème /s/
GDYS	01	0	0	0	26	4	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	05	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	07	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	08	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	09	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	11	0	0	0	21	9	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	12	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	14	0	0	0	10	20	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	15	0	0	0	11	19	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	16	0	0	0	4	24	0	0	0	0	0	0	2	30
GDYS	17	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	18	0	0	0	8	22	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	20	0	0	0	1	25	0	0	0	0	0	0	4	30
GDYS	21	0	0	0	2	25	0	0	0	0	0	0	3	30
GDYS	23	0	0	0	1	27	0	0	0	0	0	0	2	30
GDYS	24	0	0	0	1	29	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	25	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	27	0	0	0	3	27	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	28	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	30
GDYS	29	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	2	30

Annexe 10 : Matrice de confusion présentant les réponses des sujets C, pour l'identification de /ç/

Groupe	Sujet	k	v	f	s	z	e	ill	je	ch	r	gn	autre	Total des présentations du phonème /ç/
GC	02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30
GC	03	0	0	0	1	1	0	0	0	20	5	0	3	30
GC	04	0	0	9	0	0	0	21	0	0	0	0	0	30
GC	06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30
GC	13	0	0	0	0	1	0	0	2	27	0	0	0	30
GC	19	0	0	0	0	0	0	0	8	22	0	0	0	30
GC	22	0	0	0	0	0	0	1	0	26	0	0	3	30
GC	26	0	1	0	0	0	18	10	0	0	1	0	0	30
GC	30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	29	30
GC	31	0	0	29	0	0	0	0	0	1	0	0	0	30
GC	32	0	0	0	1	0	0	0	0	29	0	0	0	30
GC	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30
GC	34	0	0	0	0	0	3	3	0	1	20	0	3	30
GC	35	0	0	21	1	0	0	0	0	0	0	0	8	30
GC	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30
GC	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30
GC	38	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	24	30
GC	39	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	30
GC	50	0	0	0	0	0	0	0	5	25	0	0	0	30
GC	51	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0	0	15	30

Annexe 11 : Matrice de confusion présentant les réponses des sujets C, pour l'identification de /f/

Groupe	Sujet	k	v	f	s	z	e	ill	je	ch	r	gn	autre	Total des présentations du phonème //f//
GC	02	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	03	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	04	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	06	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	13	0	0	0	0	0	0	0	3	27	0	0	0	30
GC	19	0	0	0	0	0	0	0	1	21	0	0	8	30
GC	22	0	0	0	0	0	1	0	0	29	0	0	0	30
GC	26	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	31	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	32	0	0	0	0	0	0	0	0	28	2	0	0	30
GC	33	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	34	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	35	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	36	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	37	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	38	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	39	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
GC	50	0	0	0	1	0	1	0	4	24	0	0	0	30
GC	51	0	0	0	1	0	0	1	0	27	0	0	1	30

Annexe 12 : Matrice de confusion présentant les réponses des sujets C, pour l'identification de /s/

Groupe	Sujet	k	v	f	s	z	e	ill	je	ch	r	gn	autre	Total des présentations du phonème /s/
GC	02	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	03	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	04	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	06	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	13	0	0	0	13	17	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	19	0	0	0	1	25	0	0	0	0	0	0	4	30
GC	22	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	26	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	30	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	31	0	0	0	28	1	0	1	0	0	0	0	0	30
GC	32	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	33	0	0	0	29	1	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	34	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	35	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	36	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	37	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	38	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	39	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	50	0	0	0	29	1	0	0	0	0	0	0	0	30
GC	51	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	1	30

Annexe 13 : Répartition des réponses ‘autre’ pour l’identification de /f/, par sujet et par version du phonème présentée

Groupe	Sujet	Version a	Version b	Version c
GC	19	0	0	8
GDYS	08	2	2	2
GDYS	16	0	0	4
GDYS	18	0	0	5
GDYS	20	0	2	7
GDYS	21	0	2	8
GDYS	23	0	0	8
GDYS	24	0	1	9
GDYS	29	0	2	6
TOTAL		2	9	57

Annexe 14 : Répartition des réponses /z/ pour l’identification de /s/, par sujet et par version du phonème présentée

Groupe	Sujet	Version a	Version b	Version c
GC	13	6	6	5
GC	19	9	8	8
GDYS	01	2	1	1
GDYS	11	6	3	0
GDYS	14	8	6	6
GDYS	15	6	5	8
GDYS	16	10	10	4
GDYS	18	10	8	4
GDYS	20	9	10	6
GDYS	21	9	10	6
GDYS	23	10	10	7
GDYS	24	10	10	9
GDYS	25	10	10	10
GDYS	27	9	9	9
GDYS	28	10	10	10
GDYS	29	10	10	8
TOTAL		134	126	101

Annexe 15 : Répartition des réponses /z/ pour l'identification de /ç/, par sujet et par version du phonème présentée

Groupe	Sujet	Version a	Version b	Version c
GC	19	2	4	2
GC	50	1	2	2
GDYS	11	2	2	2
GDYS	14	2	8	2
GDYS	15	4	6	8
GDYS	16	6	7	4
GDYS	18	8	4	2
GDYS	20	6	6	5
GDYS	21	5	6	6
GDYS	23	4	4	4
GDYS	24	3	3	3
GDYS	25	4	4	3
GDYS	27	9	6	4
GDYS	28	5	4	5
GDYS	29	1	5	4
TOTAL		62	71	56

Annexe 16 : Répartition des réponses /j/ pour l'identification de /ç/, par sujet et par version du phonème présentée

Groupe	Sujet	Version a	Version b	Version c
GC	04	8	7	6
GC	26	2	4	4
GC	34	2	0	1
GC	39	10	10	10
GDYS	17	9	10	10
TOTAL		31	31	31

Annexe 17 : Répartition des réponses /f/ pour l'identification de /ç/, par sujet et par version du phonème présentée

Groupe	Sujet	Version a	Version b	Version c
GC	04	2	3	4
GC	31	10	10	9
GC	35	7	7	7
TOTAL		19	20	20

Annexe 18 : Temps de réponse moyen (sec) de chaque sujet, à l'épreuve de discrimination

Groupes	Sujet	Temps de réaction moyen	/ç/-/ç/	/l/-/l/	/s/-/s/	/ç/-/l/	/l/-/s/	/ç/-/s/	/s/-/ç/	/l/-/ç/	/s/-/l/	/ç/-/ç/	/l/-/s/	/ç/-/s/	/l/-/s/
GC	02	1,64	1,68	1,65	1,74	1,6	1,63	1,64	1,64	1,94	2,11	1,86	2,04	1,98	1,95
GC	03	2,21	2,3	2,17	2,32	2,23	2,19	2,17	2,17	2,23	2,11	2,13	2,3	2,26	2,32
GC	04	2,46	2,17	2,27	2,36	2,35	2,52	2,6	2,6	1,84	1,62	1,8	1,78	1,8	1,82
GC	06	2,07	2,09	2,02	2,1	2,06	2,06	2,1	2,1	3,08	2,97	2,65	2,99	2,83	2,78
GC	13	2,25	2,15	2,25	2,17	2,33	2,28	2,33	2,33	1,87	2,17	2	2,07	2,13	2,27
GC	19	2,32	1,97	2,39	2,13	2,35	2,39	2,47	2,47	1,97	2,16	2,52	2,08	2,11	2,19
GC	22	2,37	2,26	2,32	2,25	2,43	2,43	2,38	2,38	2,29	2,15	2,67	2,44	2,46	2,53
GC	26	2,25	2,12	2,43	2,25	2,37	2,27	2,21	2,21	2,19	2,04	2,13	2,52	2,33	2,34
GC	30	2,06	2,22	1,87	2	1,96	1,99	2,07	2,07	1,83	1,98	2,61	1,98	2,19	2,27
GC	31	1,90	1,86	1,82	2,06	1,84	1,86	1,87	1,87	1,87	2,15	2,4	2,04	2,17	2,23
GC	32	1,89	1,89	1,83	1,75	2	1,9	1,86	1,86	2,14	2,13	2,59	2,27	2,33	2,41
GC	33	1,94	1,99	1,86	1,96	2,06	1,9	1,88	1,88	2,15	2,39	2,16	2,38	2,26	2,32
GC	34	1,78	1,76	1,81	1,82	1,83	1,76	1,75	1,75	1,96	2,36	2,53	2,31	2,44	2,51
GC	35	1,46	1,45	1,44	1,53	1,44	1,44	1,44	1,44	2,02	2,61	2,42	2,38	2,48	2,65
GC	36	1,61	1,58	1,65	1,65	1,56	1,6	1,61	1,61	2,12	2,81	2,54	2,68	2,59	2,57
GC	37	2,20	2,25	2,17	2,13	2,33	2,16	2,14	2,14	2,41	3,12	3,5	3,25	3,04	3,06
GC	38	1,74	1,78	1,71	1,86	1,74	1,7	1,75	1,75	2,93	2,69	2,65	3,03	3,09	3,19
GC	39	1,67	1,65	1,61	1,68	1,66	1,67	1,69	1,69	2,09	2,21	2,21	2,25	2,41	2,56
GC	50	2,14	2,16	1,97	2,32	2,12	2,11	2,13	2,13	2,65	2,79	3,17	2,81	3,04	3,18
GC	51	2,84	3,19	2,72	2,84	2,96	2,83	2,76	2,76	2,28	2,58	2,85	2,56	2,62	2,72

Annexe 19 : Temps de réponse moyen (sec) de chaque sujet, à l'épreuve d'identification

Groupe	Sujet	Temps de réaction moyen	/ç/	/j/	/s/	Groupe	Sujet	Temps de réaction moyen	/ç/	/j/	/s/
GC	02	1,71	2,1	1,76	1,56	GDYS	01	2,66	4,06	1,63	2
GC	03	2,09	2,46	1,19	1,69	GDYS	05	1,81	1,86	1,75	1,46
GC	04	1,90	2,67	1,48	1,52	GDYS	07	2,62	4,43	2,25	1,56
GC	06	1,68	2,06	1,4	1,54	GDYS	08	2,34	3,12	2,16	2,1
GC	13	1,75	1,52	1,65	1,86	GDYS	09	2,32	3,63	1,75	1,8
GC	19	2,00	2,06	1,96	1,92	GDYS	11	1,86	1,84	1,54	1,79
GC	22	2,44	3,08	2,77	2,08	GDYS	12	1,75	2,05	1,37	1,69
GC	26	2,88	3,65	2,33	2,34	GDYS	14	1,68	1,72	1,53	1,77
GC	30	1,70	2,57	1,4	1,36	GDYS	15	1,97	2,44	2	1,71
GC	31	2,09	2,49	1,85	1,83	GDYS	16	2,06	2,4	1,8	1,84
GC	32	1,69	1,49	1,57	2,13	GDYS	17	2,13	2,01	2,08	1,34
GC	33	1,46	1,5	1,32	1,77	GDYS	18	2,22	2,77	2,21	1,83
GC	34	1,76	3,07	1,23	1,33	GDYS	20	2,12	2,5	1,73	1,87
GC	35	2,16	3,25	1,43	1,85	GDYS	21	1,99	1,94	2,03	1,82
GC	36	1,52	1,68	1,19	1,54	GDYS	23	1,81	2,13	1,82	1,71
GC	37	2,28	3,58	1,66	1,77	GDYS	24	2,72	2,81	2,24	2,9
GC	38	1,66	1,96	1,65	1,59	GDYS	25	2,26	2,56	2,22	1,8
GC	39	1,39	1,67	1,18	1,42	GDYS	27	1,80	2,46	1,67	1,33
GC	50	1,98	1,88	1,74	2,04	GDYS	28	2,14	2,92	2,22	1,54
GC	51	1,53	1,84	1,54	1,37	GDYS	29	1,88	2,03	2,21	1,55

Deckert Stéphanie

Perception de phonèmes de l'allemand par de jeunes adultes francophones dyslexiques

Résumé : Ce mémoire a pour objectif d'étudier la perception de sons de la langue allemande dans le cadre de la dyslexie développementale. Nous avons comparé les performances de 20 jeunes adultes francophones dyslexiques non sensibilisés à cette langue, sur deux tâches (discrimination et identification), à celles de sujets témoins. Nous avons également étudié les écarts, au sein de chaque groupe, entre les performances sur des sons qui existent aussi en français et celles sur un son n'existant qu'en allemand. Les résultats indiquent que les déficits de discrimination phonémique et de catégorisation des sujets dyslexiques, en L1, se traduisent en L2. Certains sujets dyslexiques ont montré une difficulté particulière avec le trait de voisement. D'autre part, la familiarité avec les sons présentés semble avoir un plus fort impact sur les sujets dyslexiques que sur les témoins, la paire la plus difficile à discriminer pour les sujets dyslexiques comportant en effet un son qui n'existe qu'en allemand. Mais cette variable n'est pas suffisante pour expliquer tous nos résultats. De nombreuses pistes restent à explorer pour affiner ces connaissances et développer des axes thérapeutiques et pédagogiques précis.

Mots-clés : Dyslexie développementale – Perception de la parole – Acquisition d'une L2.

Abstract: The aim of this dissertation is to study the perception of German language sounds in the context of developmental dyslexia. We compared the performances of 20 young French-speaking dyslexic adults who were not sensitized to this language, on two tasks (discrimination and identification), to those of control subjects. We also studied the differences, within each group, between performances on sounds that also exist in French and those on a sound existing only in German. The results indicate that the phonemic discrimination and categorization deficits of the dyslexic subjects in L1 are reflected in L2. Some dyslexic subjects showed particular difficulty with the voicing feature. Moreover, familiarity with the presented sounds seems to have a stronger impact on dyslexic subjects than on controls, as the most difficult pair to discriminate for dyslexic subjects includes a sound that exists only in German. But this variable is not sufficient to explain all our results. Some paths still must be explored in order to refine this knowledge and develop precise therapeutic and pedagogical axes.

Keywords: Developmental dyslexia – Speech perception – Second Language acquisition.