

MEMOIRE

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

qui sera soutenu publiquement en juin 2021

**L'influence des distracteurs sonores et visuels sur
les capacités d'identification de la parole chez
l'adolescent sourd
Etude comparative selon l'âge**

MEMOIRE dirigé par
Jérôme ANDRE, Orthophoniste, Laboratoire Renard, Lille

Remerciements

Tout d'abord, je remercie infiniment Jérôme André pour son soutien tout au long de ce projet, pour sa réactivité, sa patience, et pour sa volonté de transmettre ses nombreuses connaissances. Nos échanges furent très enrichissants, et je suis heureuse d'avoir pu réaliser ce projet avec son aide. Je remercie également Camille Lecoufle, lectrice de ce mémoire, qui m'a encouragée dans ma démarche et m'a transmis de nombreux conseils.

Je remercie également Paula Beauprez, Nathalie Maran, Sandrine Baehr, Jeanne-Marie Boulard, Isabelle Poidevin, Peggy François, orthophonistes à l'IRPA, Isabelle Tramon, cadre de santé de l'IRPA, et Camille Pouwels, orthophoniste en libéral, de m'avoir soutenue dans mon projet, de m'avoir permis de réaliser les passations auprès de collégiens sourds, et de m'avoir aidée et conseillée pertinemment pour la rédaction de mon travail. Merci aux dix-neuf collégiens d'avoir accepté de participer à cette étude.

Merci au Département d'Orthophonie de m'avoir enseigné le métier d'orthophoniste et de m'avoir appris à mener à bien mon projet de mémoire. Merci à Mme Macchi pour son aide précieuse concernant les statistiques, pour sa patience et sa disponibilité.

De plus, je souhaite remercier toutes les orthophonistes m'ayant accueillie en stage durant ma formation. Chacune d'elles a confirmé ma volonté d'exercer en tant qu'orthophoniste, et a contribué à la construction de mon projet professionnel.

Enfin, je remercie mes proches. Merci à mes ami.e.s cher.e.s, d'enfance et d'études, et à ma famille de m'avoir vivement soutenue et encouragée tout au long de ce projet. Leur écoute a été d'une grande importance et m'a permis de réaliser cette étude avec pugnacité jusqu'au bout. Merci à Anne-Fleur de m'avoir aidée dans la traduction du résumé de mon travail, et merci à Loïc d'avoir su répondre à mes questions à n'importe quel moment.

Résumé

Au quotidien, les enfants atteints de déficience auditive doivent pouvoir comprendre la parole dans un environnement riche en éléments perturbateurs au niveau auditif et visuel. Ce mémoire a pour but d'étudier l'impact des distracteurs auditifs et visuels en modalité auditive, visuelle et audiovisuelle sur l'identification de la parole des jeunes sourds et l'influence de l'âge sur la gestion de ces éléments distracteurs. Nous avons proposé à dix-neuf collégiens sourds âgés de onze à quinze ans de visionner des vidéos et d'écouter des bandes-son d'un orateur énonçant des phrases de quatre mots, puis de réaliser une tâche d'identification des mots en liste fermée. Huit épreuves, composées de vingt phrases chacune, ont été proposées dans les modalités auditives, visuelles et audiovisuelles, avec ou sans distracteurs visuels écologiques et auditifs. Les résultats ont été comparés statistiquement entre les épreuves neutres et celles avec distracteurs, et selon les âges des participants. Le bruit a un impact négatif sur l'identification de la parole. L'influence des distracteurs visuels en modalité visuelle et celle des distracteurs visuels et auditifs en modalité audiovisuelle n'ont pas été démontrées. Pour certains participants, les perturbateurs visuels permettent de recruter davantage d'attention et d'améliorer les résultats en modalité visuelle. Le bénéfice audiovisuel leur a permis d'identifier les phrases malgré la présence des distracteurs. L'âge n'a pas d'influence sur la gestion des distracteurs dans l'étude, d'autres facteurs peuvent engendrer des différences interindividuelles. Dans une perspective d'amélioration, la pupillométrie pourrait permettre d'étudier le recrutement cognitif en présence d'éléments perturbateurs dans l'environnement.

Mots-clés

Surdité – perception – bruit – distracteurs visuels – effort d' coute

Abstract

On a daily basis, children with hearing loss must be able to understand speech in an environment rich in auditory and visual distractors. This dissertation aims to study the impact of auditory and visual distractors in auditory, visual and audiovisual modalities on the speech identification of young deaf people and the influence of age on the management of these distractors. We proposed to nineteen deaf middle school students aged eleven to fifteen years old to watch videos and listen to audio tapes of a speaker uttering four-word sentences, and then to perform a closed list word identification task. Eight tests, each consisting of twenty sentences, were presented in auditory, visual, and audiovisual modalities, with and without ecological visual and auditory distractors. Results were statistically compared between neutral and distractor tests, and across ages of participants. Noise had a negative impact on speech identification. The influence of visual distractors in the visual modality and the influence of visual and auditory distractors in the audiovisual modality were not demonstrated. For some participants, visual distractors recruited more attention and improved performance in the visual modality. The audiovisual benefit allowed them to identify sentences despite the presence of the distractors. Age had no influence on distractor management in the study, other factors may generate inter-individual differences. For future improvement, pupillometry could be used to study cognitive recruitment in the presence of environmental distractors.

Keywords

Deafness - perception - noise - visual distractors - listening effort

Table des matières

Introduction	1
Contexte théorique, buts et hypothèses	2
.1. Fonctionnement de l'audition et déficiences auditives	2
.1.1. Système auditif central.....	2
.1.2. Déficiences auditives selon le degré de surdité et conséquences sur le langage	3
.2. Perception de la parole dans le bruit	4
.2.1. Définitions.....	4
.2.2. Phénomènes de masquage.....	5
.2.3. Démasquage de la parole	5
.2.4. Perception de la parole dans le bruit chez les normo-entendants	7
.2.5. Perception de la parole dans le bruit chez les personnes atteintes de déficience auditive	7
.2.6. Développement des capacités de perception de la parole dans le bruit	7
.3. Intérêt de la modalité audiovisuelle	8
.3.1. Lecture labiale.....	8
.3.2. Hypothèses d'intégration des informations auditives et visuelles	8
.3.3. Bénéfice audiovisuel dans la perception de la parole dans le bruit.....	9
.4. Perception de la parole en présence de distracteurs visuels.....	9
.4.1. Perception de la parole en présence de distracteurs visuels.....	9
.4.2. Développement des capacités de perception de la parole en présence de distracteurs visuels	10
.5. Buts et hypothèse	10
Méthode	11
.1. Population	11
.2. Matériel	11
.3. Procédure	12
Résultats	15
.1. Analyse de la normalité.....	15
.2. Comparaison des scores selon les modalités.....	15
.2.1. Influence des distracteurs auditifs et visuels sur l'identification de la parole dans les modalités audiovisuelles	15
.2.2. Influence des distracteurs auditifs sur l'identification de la parole en modalité auditive	16
.2.3. Influence des distracteurs visuels sur l'identification de la parole en modalité visuelle	16
.2.4. Comparaison des moyennes obtenues dans les modalités sans distracteurs.....	16
.2.5. Comparaison des moyennes obtenues dans les modalités avec distracteurs	17

.3. Comparaison des scores aux épreuves avec distracteurs selon l'âge des participants.....	18
.3.1. Influence de l'âge sur les capacités d'identification de la parole en présence de distracteurs auditifs	18
.3.2. Influence de l'âge sur les capacités d'identification de la parole en présence de distracteurs visuels	19
Discussion.....	20
.1. Interprétation des résultats	20
.1.1. Influence des distracteurs auditifs et visuels sur l'identification de la parole en modalité audiovisuelle	20
.1.2. Influence des distracteurs auditifs sur l'identification de la parole en modalité auditive	21
.1.3. Influence des distracteurs visuels sur l'identification de la parole en modalité visuelle	22
.1.4. Comparaison des scores selon l'âge des participants.....	24
.2. Implications théoriques et pratiques de l'étude.....	27
.3. Limites de l'étude.....	28
.3.1. Biais concernant l'échantillon.....	28
.3.2. Biais concernant les conditions de passation	28
.3.3. Biais concernant le coût cognitif des épreuves	29
Conclusion.....	30
Bibliographie	31
Liste des annexes	AErreur ! Signet non défini.
Annexe A1 : Tableau des informations concernant les participants...AErreur ! Signet non défini.	
Annexe A2 : Lettre de consentement destinée aux responsables légaux des participants AErreur ! Signet non défini.	
Annexe A3 : Lettre de consentement destinée aux participants.....AErreur ! Signet non défini.	
Annexe A4 : Récépissé de Déclaration de conformité.....AErreur ! Signet non défini.	
Annexe A5 : Photos d'une simulation de passation et du matériel protocolaire... AErreur ! Signet non défini.	
Annexe A6 : Liste des mots ayant permis la construction des 160 phrases du protocole.AErreur ! Signet non défini.	
Annexe A7 : Exemple d'une diapositive d'identification de mots pour une phrase entendue	AErreur ! Signet non défini.
Annexe A8 : Diapositive des consignes écrites présentées aux participants .AErreur ! Signet non défini.	
Annexe A9 : Tableau des 36 mots ou groupes de mots utilisés dans l'étude.AErreur ! Signet non défini.	
Annexe A10 : Tableau de tous les résultats des participants par épreuvesAErreur ! Signet non défini.	

Introduction

Dans de nombreuses situations de vie quotidienne, scolaire et professionnelle, les enfants et adultes doivent pouvoir comprendre un locuteur, dans un contexte riche en stimuli auditifs et visuels. Ces situations peuvent être problématiques pour les personnes atteintes de déficience auditive.

La perception de la parole dans le bruit est une tâche complexe qui requiert différentes fonctions cognitives (Thompson et al., 2019) en lien avec l'effort d'écoute (Wendt et al., 2017). Des stratégies de démasquage de la parole existent et permettent à l'auditeur d'accéder aux informations du signal cible (Avan, 2006; Cherry, 1953). Les capacités de compréhension de la parole dépendent du niveau sonore du bruit, mais aussi des informations visuelles disponibles. La modalité audiovisuelle permet d'améliorer les performances des individus pour identifier la parole (Macleod & Summerfield, 1987). Le bénéfice audiovisuel correspond d'ailleurs au gain de performance retrouvé dans le traitement de la parole par rapport au canal auditif seul (Macleod & Summerfield, 1987). La lecture de la parole nécessite le recrutement de l'attention soutenue, de l'oculomotricité fine et précise, des capacités de traitements gnosiques (Mazeau, 2005). De la même manière que pour le canal auditif, l'environnement visuel peut être source de distraction. La présence d'éléments distracteurs visuels influence les capacités de compréhension de la parole en modalité audiovisuelle chez les adultes (Cohen & Gordon-Salant, 2017). L'utilisation des données visuelles pertinentes nécessite de mobiliser l'attention sélective et d'inhiber les informations non pertinentes. Ainsi, les situations, pourtant fréquentes, de compréhension de la parole dans un milieu bruyant et riche en stimuli visuels mobilisent de nombreuses fonctions cognitives et des capacités d'origine périphérique. En présence de bruit en modalité auditive, les enfants âgés sont plus compétents pour traiter la parole que les plus jeunes, selon les stimuli (Elliott, 1979). Les données scientifiques sont peu nombreuses concernant le développement de la gestion des distracteurs écologiques auditifs et visuels dans plusieurs modalités chez les enfants atteints de déficience auditive.

Les objectifs de cette étude sont de déterminer l'influence des distracteurs auditifs et visuels sur l'identification de phrases dans différentes modalités (auditives, visuelles et audiovisuelles) chez les collégiens sourds, et d'étudier le développement de la gestion de ces distracteurs. Notre première hypothèse est que les distracteurs auditifs et visuels ont une influence négative sur les capacités d'identification de la parole. Notre seconde hypothèse est que l'âge a une influence positive sur la neutralisation des distracteurs et ce, dans toutes les modalités : les enfants plus âgés bénéficient de fonctions attentionnelles et exécutives plus matures, leur permettant de sélectionner les informations pertinentes.

Afin de tester nos hypothèses, nous avons proposé à dix-neuf collégiens âgés de onze à quinze ans de participer à deux sessions d'une heure de passation. Huit épreuves ont été proposées et comprenaient la tâche de lecture de vidéos ou de bandes-son d'un locuteur énonçant des phrases, suivie de l'identification de mots constituant les phrases perçues, parmi une liste fermée de mots. Des analyses statistiques effectuées à partir des scores obtenus ont permis de répondre aux objectifs de l'étude.

Dans un premier temps, nous développerons le contexte théorique de cette étude, en évoquant le fonctionnement du système auditif central, les déficiences auditives, la perception de la parole dans le bruit, en modalité audiovisuelle et en présence de distracteurs visuels, et le développement de ces compétences. Les objectifs de l'étude et nos hypothèses de résultats seront ensuite présentés. Nous détaillerons ensuite la méthodologie de l'étude, les résultats obtenus. La dernière partie comprendra l'analyse des résultats, la présentation des implications théoriques et pratiques et des limites de l'étude.

Contexte théorique, buts et hypothèses

.1. Fonctionnement de l'audition et déficiences auditives

.1.1. Système auditif central

L'audition comprend deux systèmes : le système périphérique, qui permet de recueillir la vibration sonore, de la transporter jusqu'à la cochlée, et de transduire le signal mécanique en signal électrique, et le système central. Nous allons particulièrement nous intéresser au fonctionnement du système auditif central.

.1.1.1. Voies auditives primaires

Nous nous intéressons d'abord aux voies auditives primaires, illustrées par la Figure 1, qui, contrairement aux voies non primaires, sont totalement dédiées à la fonction de l'audition. Le signal sonore, sous forme d'influx nerveux, est transporté par le nerf auditif (VIII). Celui-ci envoie les informations nerveuses au cortex en effectuant différents relais synaptiques.

Tout d'abord, le premier relai de la voie auditive primaire correspond aux noyaux cochléaires au niveau du bulbe rachidien, dans la partie inférieure du tronc cérébral. C'est à ce niveau qu'a lieu le décodage initial du message auditif concernant sa durée, son intensité, sa fréquence.

Le complexe olivaire supérieur, dans le tronc cérébral, est le lieu du deuxième relai de la voie auditive primaire. L'information nerveuse est transmise grâce aux synapses des fibres auditives après avoir croisé la ligne médiane.

Au niveau du colliculus inférieur, dans le mésencéphale, l'étage supérieur du tronc cérébral, un troisième neurone transmet l'information à un quatrième. Les relais du complexe olivaire supérieur et du colliculus inférieur jouent un rôle majeur dans la localisation du son.

Le quatrième relai a lieu dans le corps genouillé médian, dans le thalamus, et constitue la dernière transmission d'informations nerveuses avant l'arrivée dans le cortex. C'est à ce niveau qu'a lieu le travail d'intégration du message, et notamment la préparation de la réponse motrice au signal sonore.

Enfin, l'information parvient au niveau cortical grâce à un dernier neurone mis en jeu. Le message, décodé grâce au travail neuronal antérieur, est alors reconnu, mémorisé, intégré dans une réponse volontaire (Pujol, 2016).

.1.1.2. Voies auditives non primaires

Nous nous intéressons ensuite aux voies auditives non primaires, illustrées par la Figure 2. Il s'agit du traitement des informations concernant l'ensemble des modalités, et pas uniquement la modalité auditive.

Comme dans les voies auditives primaires, le premier relai du transport de l'information nerveuse s'effectue au niveau des noyaux cochléaires, dans le bulbe rachidien du tronc cérébral.

Les fibres nerveuses affluent ensuite vers la formation réticulée, dans le mésencéphale. La voie réticulaire ascendante est mise en place et comprend plusieurs relais synaptiques. Les informations auditives sont alors intégrées aux autres modalités sensorielles. Le choix de la modalité prioritaire est réalisé par les voies réticulaires, les systèmes d'éveil et de motivation, qui sélectionnent l'information pertinente à traiter par le cortex.

La voie non primaire substitue ensuite la voie réticulée ascendante. Les informations nerveuses parviennent au thalamus puis au cortex polysensoriel, qui comprend les différentes données sensorielles reçues simultanément par le cortex (Pujol, 2016).

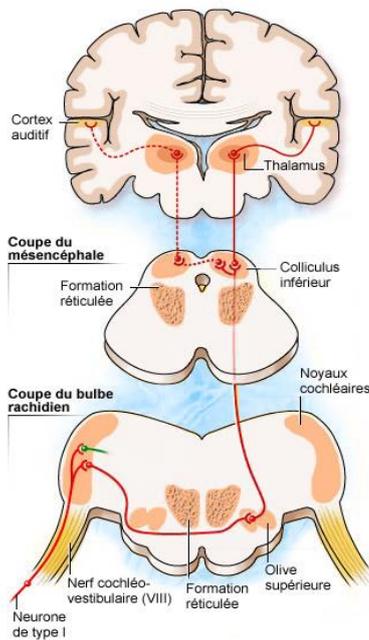


Figure 1. Schéma des voies auditives primaires (d'après Pujol, 2016)

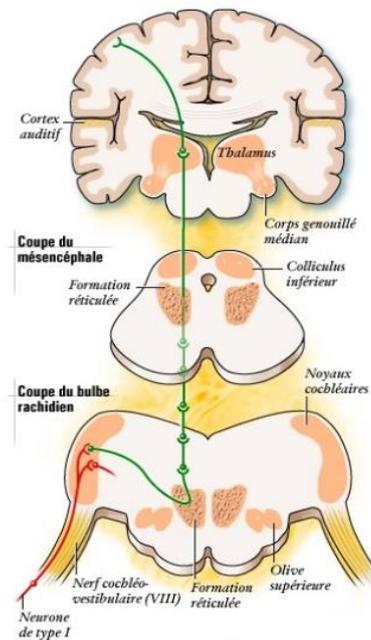


Figure 2. Schéma des voies auditives non primaires (d'après Pujol, 2016)

Nous avons donc évoqué les processus neuronaux de décodage de la parole et allons maintenant aborder les déficiences auditives.

.1.2. Déficiences auditives selon le degré de surdité et conséquences sur le langage

Après avoir expliqué le fonctionnement du système auditif central, nous allons présenter une classification des surdités selon le degré de l'atteinte auditive, ainsi que leurs conséquences sur la compréhension de la parole et le développement langagier. La perte d'audition est calculée en effectuant la moyenne de la perte en décibels (dB) aux fréquences 500, 1000, 2000, 4000 Hertz (Hz). Les six niveaux de perte auditive et leurs conséquences sont :

1. Perte totale moyenne inférieure à 20 dB : audition normale ou subnormale.
2. Perte totale moyenne comprise entre 21 et 40 dB : déficience auditive légère. Les éléments de la parole courante ne sont pas identifiés. La parole est perçue à intensité normale ; elle l'est difficilement si la voix est basse ou lointaine. La plupart des bruits familiers peuvent être détectés. Chez l'enfant, le langage se développe avec un léger retard, la production des voyelles et des consonnes peut être altérée. Cependant, la voix, l'intonation et le rythme de la parole sont satisfaisants.
3. Perte totale moyenne comprise :
 - entre 41 et 55 dB : déficience auditive moyenne de premier degré,
 - entre 56 et 70 dB : déficience auditive moyenne de deuxième degré.

L'orateur doit élever la voix. Les aides auditives sont nécessaires pour que la personne atteinte puisse percevoir une voix à niveau sonore conversationnel. Quelques bruits familiers peuvent être détectés. Un enfant atteint de surdité moyenne peut développer des stratégies compensatoires comme l'utilisation de la lecture labiale, la compréhension par le contexte.

4. Perte totale moyenne comprise :
 - entre 71 et 80 dB : déficience auditive sévère de premier degré,
 - entre 81 et 90 dB : déficience auditive sévère de deuxième degré.

La parole n'est perçue qu'à très forte intensité, près de l'oreille. De nombreux éléments acoustiques ne sont pas identifiés, mais les bruits forts peuvent l'être.

5. Perte totale moyenne comprise :

- entre 91 et 100 dB : déficience auditive profonde de premier degré,
- entre 101 et 110 dB : déficience auditive profonde de deuxième degré,
- entre 111 et 119 dB : déficience auditive profonde de troisième degré.

Seuls les bruits d'une intensité très importante sont perçus. Ce degré d'atteinte a pour conséquences de très grandes difficultés dans l'acquisition du langage et peut même entraîner une mutité secondaire. Le langage de l'enfant n'est pas organisé, le contrôle de la voix est impossible. La lecture labiale est la seule source de perception de la parole.

6. Perte totale moyenne de 120 dB ou plus : déficience auditive totale. Aucun son n'est perçu. Tout comme pour les surdités profondes, l'acquisition langagière est fortement perturbée et peut entraîner une mutité secondaire (Loundon, 2009; Bureau International d'Audiophonologie, 1997).

Après avoir présenté les différents degrés de surdité et l'impact de la déficience auditive sur le langage, nous allons aborder la perception de la parole dans un contexte bruyant.

.2. Perception de la parole dans le bruit

.2.1. Définitions

Nous allons d'abord définir quelques termes importants dans le cadre de notre étude.

.2.1.1. Bruit

Dans le domaine du traitement du signal et de la parole, le terme « bruit » correspond à « tout signal indésirable qui interfère avec la transmission et le traitement du signal vocal porteur d'informations souhaitées » (Cohen et al., 2009, p. 1).

.2.1.2. Rapport signal sur bruit

Le rapport signal sur bruit (RSB) permet de quantifier le niveau sonore du bruit par rapport à celui de la parole. Il correspond au rapport du niveau d'un signal sonore sur le niveau du bruit de fond (Welvaert & Rosseel, 2013). Plus ce rapport est élevé, plus il est aisé de détecter, de traiter un signal sonore et d'en extraire les informations utiles.

Lorsque le RSB gagne un dB, cela correspond à un gain de dix à quinze % de compréhension de la parole dans le bruit (Kraus & White-Schwoch, 2018; Summerfield, 1992).

.2.1.3. Effort d'écoute

L'effort d'écoute correspond à « la quantité de ressources (attention, cognition, perception...) nécessaires au traitement de l'information allouée à une tâche auditive spécifique, dont les exigences sont élevées » (Gagné et al., 2017, p. 1). Pour mesurer l'effort d'écoute, la quantité de ressources cognitives recrutées dans la tâche de perception de la parole, des analyses physiologiques comme la pupillométrie peuvent être effectuées. La pupillométrie permet de mesurer le changement de dilatation de la pupille. Une augmentation de la dilatation de la pupille reflète de manière indirecte l'augmentation de l'activité neuronale et donc le recrutement cognitif induit par la tâche. Il a été démontré que les situations de traitement de la parole dans le bruit induisent une augmentation de la dilatation des pupilles et ainsi qu'elles sollicitent davantage de ressources cognitives (Wendt et al., 2017). L'effort d'écoute est en effet plus important dans un contexte bruyant (Lewis et al., 2016).

.2.2. Phénomènes de masquage

Après avoir défini les termes « bruit », « RSB » et « effort d'écoute », nous abordons les phénomènes de masquage de la parole.

Le masquage correspond à un signal sonore additionné à un signal cible de parole. Le signal masquant entraîne une diminution de la compréhension du signal cible. Deux masquages ont été identifiés : le masquage énergétique et le masquage informationnel (Brungart, 2001).

.2.2.1. Masquage énergétique

Le masquage énergétique, contrairement au masquage informationnel, est un masquage périphérique. Lorsqu'un bruit concurrence le signal cible, le bruit masquant induit une réponse neurale qui agit dans la même bande de fréquences que le signal cible, et un codage cochléaire identique entre les deux signaux est effectué. L'énergie des signaux mobilise simultanément les mêmes bandes fréquentielles, le signal cible est donc difficile à identifier. L'auditeur est alors gêné pour détecter ce signal et son seuil de détection auditive augmente (Brungart, 2001).

.2.2.2. Masquage informationnel

Le masquage informationnel implique, quant à lui, des processus de haut niveau. Il intervient lorsque le bruit masquant et le signal cible sont tous deux de la parole. L'auditeur ne parvient pas à distinguer les éléments du signal cible de ceux d'un distracteur auditif de même sonorité (Brungart, 2001). Les éléments linguistiques que sont les informations phonétiques, lexicales et sémantiques entrent en jeu dans ce type de masquage, davantage que les éléments acoustiques. Un masque comprenant six locuteurs est plus délétère pour la compréhension du signal cible qu'un masque qui en comprend deux. De plus, le masquage informationnel est plus important lorsque la langue du signal masquant est la langue maternelle de l'auditeur. Le masque agit alors comme une interférence linguistique (Van Engen & Bradlow, 2007).

Pour pallier ces phénomènes de masquage, l'auditeur dispose de plusieurs stratégies de démasquage de la parole.

.2.3. Démasquage de la parole

.2.3.1. Démasquage spatial

La séparation spatiale des sources sonores permet une amélioration de la perception du signal cible de la parole (Cherry, 1953) : c'est le démasquage spatial, illustré par la Figure 3. Lorsque le bruit et le signal cible sont localisés au même endroit, cela induit une charge cognitive importante et mobilise, notamment, la mémoire de travail. L'intelligibilité de la source cible est alors moins bonne que dans une situation où ils sont spatialement séparés. Le déplacement de la source du bruit masquant vers une position latérale sur le plan horizontal permet à l'auditeur de distinguer les deux signaux sonores (Duquesnoy, 1983). En effet, la charge cognitive requise est réduite et des stratégies alternatives peuvent être utilisées pour percevoir la parole du signal cible (Thompson et al., 2019).

.2.3.2. Démasquage binaural

Le démasquage binaural permet à l'auditeur de démasquer la parole grâce aux différences interaurales d'intensité et de temps entre le signal cible de la parole et le bruit masquant.

Lorsque le signal cible et le bruit masquant sont spatialement séparés, une oreille est avantagée par rapport à l'autre en termes d'intensité sonore : c'est la différence interaurale d'intensité. Dans cette configuration, la tête représente un obstacle physique pour le bruit et le RSB perçu par les deux

oreilles est différent. Le RSB de l'oreille située à l'opposé du bruit est meilleur : c'est l'effet d'ombre de la tête, illustré par la Figure 4. Ainsi, le cerveau utilise cette différence de RSB, ce qui permet à l'auditeur de distinguer les signaux sonores et de comprendre la cible (Avan, 2006; Bronkhorst, 2015).

De la même manière, lorsque le signal cible et le bruit masquant sont spatialement séparés, ils n'arrivent pas aux deux oreilles en même temps : c'est la différence interaurale de temps, illustrée par la Figure 5. Ce décalage temporel entre le signal cible et le bruit masquant induit l'effet Squelch qui permet la détection et l'identification de différentes sources sonores (Avan, 2006). Le système auditif est alors capable de ne traiter que le signal cible en délaissant totalement le bruit masquant (Bronkhorst, 2015).

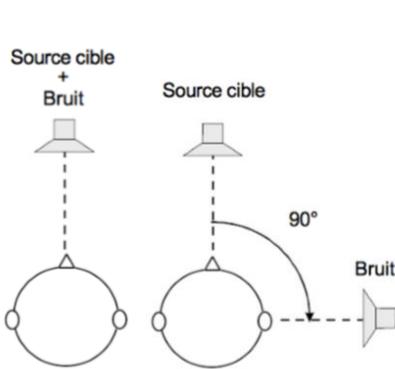


Figure 3. Démasquage spatial (d'après Djakoure, 2017)

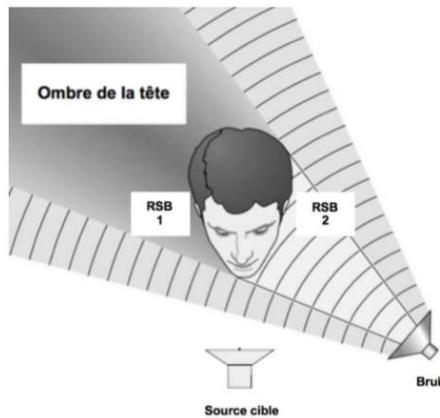


Figure 4. Effet d'ombre de la tête (d'après Djakoure, 2017)

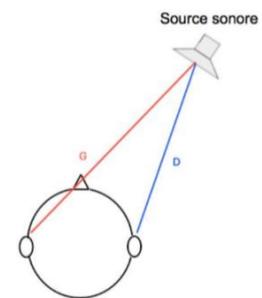


Figure 5. Différence interaurale de temps (d'après Djakoure, 2017)

.2.3.3. Vallées de bruit

Lorsque la parole est masquée par un bruit stationnaire, c'est-à-dire par un bruit ayant une intensité constante, comme le bruit blanc, représenté en bleu sur la Figure 6, elle est plus difficile à décoder que lorsque le signal masquant est un bruit composé de fluctuations temporelles, représentatif des bruits de la vie quotidienne (Djakoure, 2017). Dans la situation où le bruit masquant est non stationnaire, les vallées de bruit sont représentées par les variations spectro-temporelles, visibles en bleu sur la Figure 7. Elles correspondent au minimum d'amplitude dans le spectre du bruit masquant. Lorsque ce bruit est additionné au signal de la parole, ce dernier prédomine dans les vallées de bruit. Localement, le RSB s'améliore, ce qui entraîne un démasquage du signal de la parole et ainsi une amélioration de sa compréhension. Les personnes normo-entendantes utilisent ces variations pour exploiter les informations phonétiques dans les vallées de bruit (Gnansia, 2009).

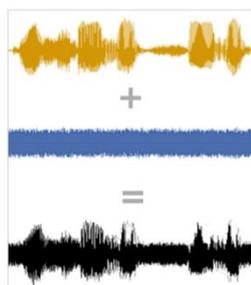


Figure 6. Signal spectro-temporel de la parole (jaune) additionné à celui d'un bruit stationnaire (bleu) (d'après Leclercq, 2014)

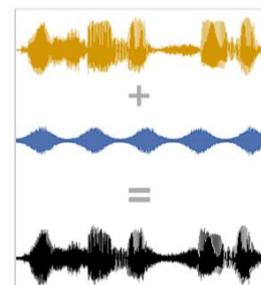


Figure 7. Signal spectro-temporel de la parole (jaune) additionné à celui d'un bruit non stationnaire (bleu) (d'après Leclercq, 2014)

.2.3.4. Synchronisation des attaques et des chutes

Lorsque le signal de parole est masqué par un bruit, le système auditif analyse les informations auditives en temps et en fréquence. Il regroupe et synchronise les éléments fréquentiels comme les attaques et les chutes. Des cellules d'attaques et de chutes dans les noyaux cochléaires permettent ce groupement, sous réserve que les signaux de la parole soient séparés de 30 ms et que les attaques et chutes soient synchrones et abruptes (Paquier, 2013). Ainsi, l'auditeur qui entend les voix de deux interlocuteurs différents peut bénéficier de la synchronisation des attaques et des chutes pour séparer les deux sources sonores et ainsi focaliser son attention sur l'orateur à écouter.

.2.4. Perception de la parole dans le bruit chez les normo-entendants

Après avoir expliqué les phénomènes de masquage et les stratégies de démasquage de la parole, nous nous intéressons aux performances des personnes normo-entendantes dans la perception de la parole dans le bruit.

Le traitement de la parole peut être laborieux en situation où le signal sonore est dégradé, notamment en présence de bruit de fond. En effet, la perception de la parole demande au locuteur d'analyser le flux auditif continu en séparant les données significatives des données non pertinentes. Cette analyse nécessite le recrutement de fonctions cognitives comme l'attention, la mémoire de travail auditive, verbale, ainsi que la mémoire à court terme. La perception de la parole dans le bruit est sous-tendue par des compétences cognitives et linguistiques et par des compétences neurales (Thompson et al., 2019).

Chez les personnes entendantes, la présence d'un bruit de fond de salle de classe fait baisser les résultats aux tests de reconnaissance de la parole d'enfants normo-entendants. Un niveau de RSB plus élevé est nécessaire pour assurer l'efficacité de la communication verbale des enfants en classe (Bradley & Sato, 2008).

Nous allons aborder la perception de la parole dans le bruit chez les personnes atteintes de surdité.

.2.5. Perception de la parole dans le bruit chez les personnes atteintes de déficience auditive

La déficience auditive a des conséquences sur la compréhension du langage dans le calme, mais également dans des situations bruyantes.

Dans un contexte bruyant, contrairement aux personnes entendantes, les informations acoustico-phonétiques font défaut aux personnes atteintes d'une déficience auditive. Celles-ci ne peuvent donc pas utiliser les données linguistiques et contextuelles du discours. Elles ont alors de moins bonnes performances d'écoute dans le bruit que les personnes normo-entendantes (Lewis et al., 2016).

.2.6. Développement des capacités de perception de la parole dans le bruit

Nous allons maintenant aborder l'effet développemental des capacités de perception de la parole dans le bruit, selon les stimuli sonores langagiers à traiter.

Les performances de compréhension de mots dans le bruit ne sont pas soumises à un effet développemental, entre l'âge de cinq ans et l'âge adulte (Elliott et al., 1979). Celles d'identification de phrases dans le bruit évoluent avec l'âge de l'enfant : les performances de répétition de phrases dans le bruit sont significativement plus faibles pour les enfants de neuf ans que pour les enfants de onze ans (Elliott, 1979). De plus, les enfants sont moins performants que les adultes dans la tâche de compréhension de la parole dans le bruit. L'activation neuronale lors des sélections effectuées dans

le flux de parole est immature et leurs capacités de séparation de la voix du locuteur du bruit de fond limitées (Vander Ghinst et al., 2019).

La perception et la compréhension de la parole dans le bruit sont difficiles et coûteuses cognitivement, mais la modalité audiovisuelle, que nous allons aborder, peut avoir un intérêt important dans cette situation.

.3. Intérêt de la modalité audiovisuelle

.3.1. Lecture labiale

Tout d'abord, nous allons introduire des termes spécifiques nécessaires à notre étude.

La lecture labiale est « la capacité à comprendre la parole naturelle à partir des actions visuellement perçues de l'interlocuteur » (Mohammed et al., 2005, p. 205). La lecture labiale ne se limite pas à la focalisation de l'attention sur la zone buccale. Elle permet de comprendre le message d'un interlocuteur grâce aux informations visuelles apportées par les mouvements des muscles faciaux, des lèvres, des mains et du corps en général (Brunet, 1983). Les informations non verbales peuvent davantage donner accès au sens du message que les informations verbales (Calbour & Dumont, 2004). Ainsi, l'entièreté du visage du locuteur joue un rôle majeur dans la perception audiovisuelle de la parole de l'interlocuteur. La partie inférieure du visage permet au labiolecteur d'identifier les mots énoncés, et la partie supérieure du visage permet d'identifier l'intonation du locuteur (Lansing & Mcconkie, 1999). La perception de la parole est donc dite « audiovisuelle », étant donné qu'elle intègre les informations visuelles et auditives (Calbour & Dumont, 2004).

Si l'utilité de la lecture labiale semble limitée pour les personnes n'ayant pas de difficultés à entendre clairement un discours (Mohammed et al., 2005), celles-ci l'utilisent inconsciemment dans des situations où les informations phoniques sont difficiles à percevoir (Calbour & Dumont, 2004).

Nous allons maintenant aborder les modèles d'intégration des données auditives et visuelles.

.3.2. Hypothèses d'intégration des informations auditives et visuelles

La perception audiovisuelle de la parole nécessite une mise en commun des informations fournies par les modalités auditive et visuelle. Plusieurs modèles d'intégration audiovisuelle de la parole existent et sont schématisés sur la Figure 8.

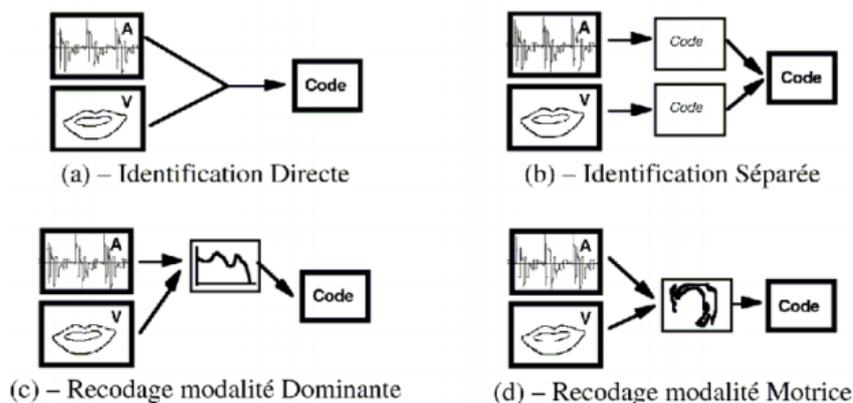


Figure 8. Quatre principaux modèles d'intégration audiovisuelle de la parole (d'après Treille, 2017)

Tout d'abord, selon le modèle d'Identification Directe, les informations auditives et visuelles fusionnent et sont analysées directement, sans analyse individuelle préalable de chacune des modalités. Dans le modèle d'Identification Séparée, les informations auditives et visuelles fusionnent

après une étape d'analyse et de classification phonétique, propre à chaque modalité. De plus, dans le modèle de Recodage de la modalité Dominante, l'audition est estimée comme étant la modalité dominante, la modalité visuelle est recodée en fonction du codage des informations auditives. Enfin, selon le modèle Recodage modalité Motrice, les informations auditives et visuelles fusionnent, puis une classification phonétique est réalisée à partir des caractéristiques articulatoires de la représentation commune obtenue grâce à la fusion (Treille, 2017).

Evoquons alors l'intérêt de la modalité audiovisuelle pour comprendre la parole dans le bruit.

.3.3. Bénéfice audiovisuel dans la perception de la parole dans le bruit

La contribution visuelle dans la tâche de perception de la parole dans le bruit est retrouvée dans de nombreuses études. Dans les situations où le RSB est élevé, la contribution visuelle est faible étant donné que les informations auditives sont suffisantes pour que la parole soit compréhensible. En revanche, dans les situations où le RSB est faible, l'apport visuel est beaucoup plus important pour que l'auditeur comprenne le message de l'orateur, car l'intelligibilité de la parole est faible en condition auditive (Sumbly & Pollack, 1954).

Le bénéfice audiovisuel correspond à la différence entre les seuils de perception de la parole obtenus en modalité auditive et ceux obtenus en modalité audiovisuelle (Macleod & Summerfield, 1987). Un gain moyen de onze dB aux seuils de détection a été objectivé en modalité audiovisuelle par rapport à la modalité auditive (Macleod & Summerfield, 1987). La modalité audiovisuelle permet aux locuteurs de tolérer un niveau de bruit de quatre à six dB supérieurs par rapport à celui en modalité auditive (Summerfield, 1992). Grâce à la modalité audiovisuelle, les individus sont capables de comprendre davantage la parole masquée par un bruit plus fort en intensité.

Quatre rôles possibles des données visuelles dans l'amélioration de la compréhension de la parole dans le bruit ont été relevés. La lecture de la parole apporte une redondance des informations segmentales (consonnes et voyelles) et suprasegmentales (intonation, rythme, débit) disponibles auditivement. Elle pallie le manque de ces informations en modalité auditive et a donc un rôle complémentaire par rapport aux données auditives disponibles. Elle partage des propriétés spatiales et temporelles avec les données auditives. Ces propriétés permettent l'analyse auditive de la parole plutôt que celle du bruit de fond (Grant & Seitz, 2000). Les informations visuelles permettent également de prédire le contenu acoustique de la parole. En effet, le signal visuel est en avance par rapport au signal auditif. Ainsi, les mouvements articulatoires peuvent être visibles avant même la production sonore de l'orateur, et permettre à l'auditeur d'anticiper sa production (Olha, 2013).

Si la présence d'informations visuelles peut être bénéfique pour la perception de la parole dans le cadre de la modalité audiovisuelle, l'impact de la présence de distracteurs visuels peut varier, selon le type de distracteurs.

.4. Perception de la parole en présence de distracteurs visuels

.4.1. Influence de la présence de distracteurs visuels

Si l'impact du bruit et le bénéfice audiovisuel sur la perception de la parole ont fait l'objet de nombreuses recherches, l'impact de la présence de distracteurs visuels dans l'environnement sur la perception de la parole a peu été étudié.

La détection auditive de la parole est améliorée en présence de certains stimuli visuels. Le fait

que leur forme ou leur taille soient corrélées à l'amplitude du signal sonore n'a pas d'impact sur le niveau d'amélioration (Bernstein et al., 2004). En revanche, les signaux visuels corrélés au rythme de la phrase parlée permettent d'améliorer la perception de la parole (Aubanel et al., 2017).

Par ailleurs, des distracteurs visuels mobiles font baisser les performances de perception de la parole en modalité audiovisuelle, chez les adultes et jeunes adultes. La présentation d'une vidéo en plus de l'orateur distrait davantage qu'un texte et qu'un visage apparaissant dans le champ visuel, en plus de l'orateur (Cohen & Gordon-Salant, 2017).

Nous allons maintenant aborder les quelques données relatives à la comparaison des performances d'identification de la parole en présence de stimuli visuels, en fonction de l'âge.

.4.2. Développement des capacités de perception de la parole en présence de distracteurs visuels

L'éventuel effet développemental ou de vieillissement sur les capacités de perception de la parole en présence de distracteurs visuels n'a pas fait l'objet d'études, à notre connaissance.

La perception de la parole dans un contexte riche en stimuli visuels recrute des fonctions cognitives et exécutives telles que l'inhibition et l'attention (Cohen & Gordon-Salant, 2017). Les performances aux tâches recrutant l'inhibition et l'attention ont tendance à diminuer, en lien avec le vieillissement cognitif normal (Juhel, 2003). Ainsi, les adultes auraient de moindres performances par rapport aux enfants. Les fonctions exécutives des adolescents sont plus performantes que celles des enfants plus jeunes, après avoir évolué progressivement (Fourneret & des Portes, 2017). Les enfants plus âgés sont alors en mesure de sélectionner les informations visuelles plus pertinentes et d'inhiber le traitement des moins pertinentes. Les performances des adolescents dans la tâche de perception de la parole en présence de distracteurs visuels seraient donc meilleures que celles des plus jeunes enfants.

.5. Buts et hypothèses

Après avoir présenté le contexte théorique de notre étude, nous allons présenter ses buts et nos hypothèses de résultats.

Les objectifs de cette étude sont de déterminer l'influence des distracteurs auditifs et visuels sur l'identification de phrases dans différentes modalités (auditives, visuelles et audiovisuelles) chez les collégiens sourds, et d'étudier le développement de la gestion de ces distracteurs.

Notre première hypothèse est que les distracteurs auditifs et visuels ont une influence négative sur les capacités d'identification de la parole. Notre seconde hypothèse est que l'âge a une influence positive sur la neutralisation des distracteurs et ce, dans toutes les modalités : les enfants plus âgés bénéficient de fonctions attentionnelles et exécutives plus matures, leur permettant de sélectionner les informations auditives et visuelles pertinentes.

Abordons maintenant la méthodologie que nous avons adoptée, en évoquant la population, la méthode et la procédure de notre étude.

Méthode

.1. Population

La population étudiée correspond à dix-neuf collégiens atteints de déficience auditive, porteurs d'implants cochléaires ou de prothèses auditives uni- ou bilatéraux. Ils sont scolarisés en inclusion individuelle ou en inclusion collective, pris en soin à l'Institut de Réhabilitation de la Parole et de l'Audition (IRPA) de Ronchin pour dix-huit d'entre eux et en cabinet libéral pour l'un des participants. Ils sont âgés de onze à quinze ans. Ces individus ne sont pas porteurs de troubles visuels non corrigés. L'échantillon a été scindé en deux groupes d'âge afin de comparer les résultats en fonction de l'âge des participants. Le groupe un correspond à neuf enfants âgés de onze à douze ans et le groupe deux correspond à dix enfants âgés de treize à quinze ans. Les informations concernant l'échantillon de l'étude sont regroupées en Annexe A1.

Les lettres de consentement ont été signées par les responsables légaux des participants avant chaque passation dont un exemplaire est disponible en Annexe A2. Une version simplifiée du formulaire de consentement a été proposée aux collégiens afin de garantir la compréhension de l'enjeu des passations dans le cadre de cette étude, et est à retrouver en Annexe A3.

Les résultats sont anonymisés grâce à un code d'identification comprenant un chiffre ou un nombre et l'initiale du prénom des participants et ayant été attribué à chacun d'entre eux. Le fichier de correspondance n'a été consulté par personne et sera détruit à la fin de l'étude afin d'anonymiser les données recueillies, que sont l'âge, le genre, le degré de surdité et le mode d'appareillage des enfants.

Dans le cadre de la protection des données, le récépissé attestant que le traitement effectué dans le cadre de ce mémoire est conforme à la réglementation applicable à la protection des données personnelles a été rédigé par M. Tessier, Data Protection Officer de l'Université de Lille, et est disponible en Annexe A4.

.2. Matériel

Concernant le matériel utilisé lors des passations, il s'agit d'un ordinateur portable, d'une souris d'ordinateur, d'une enceinte portable, et d'un câble Jack. L'Annexe A5 présente une photo du protocole.

Le protocole est composé de huit épreuves présentées en plusieurs modalités. Chaque épreuve est constituée de vingt phrases que les participants ont dû identifier. En tout, 160 phrases ont donc été construites, à partir des mots présentés dans l'Annexe A6. Les phrases comportent une structure morphosyntaxique commune avec un sujet, un verbe, un adjectif numéral, un complément et respectent les propriétés psycholinguistiques suivantes : longueur des mots (structure syllabique identique selon la catégorie grammaticale), caractéristiques phonologiques (structure phonologique proche : dernière syllabe identique dans chaque catégorie grammaticale). Les mots présélectionnés ont été panachés afin que leur fréquence d'apparition dans les phrases soit équilibrée ; chaque mot apparaît autant qu'un autre dans toutes les phrases du protocole. Le support informatique a ensuite été créé de toute part : il s'agit d'un diaporama par épreuve, donc de huit diaporamas au total. Chaque diaporama comprend, selon les épreuves, des vidéos où apparaît le visage d'un locuteur, des bandes-son où la voix de ce même locuteur, énonçant des phrases, a été enregistrée ainsi que des listes de mots à identifier en liste fermée. Un exemple de diaporama d'identification d'une phrase est présenté en Annexe A7. Les huit épreuves ont été présentées dans des modalités différentes. Dans le Tableau

1. sont présentés les modalités utilisées dans l'étude, leur intérêt et le matériel utilisé pour chaque modalité.

Tableau 1. Présentation des épreuves du protocole, de leur intérêt et du matériel utilisé.

Modalités	Audiovisuelles	Auditives	Visuelles
Épreuves	1. Sans distracteurs, 2. Avec distracteurs auditifs, 3. Avec distracteurs visuels, 4. Avec distracteurs auditifs et visuels.	5. Sans distracteurs auditifs, 6. Avec distracteurs auditifs.	7. Sans distracteurs visuels, 8. Avec distracteurs visuels.
Intérêts des épreuves	Etudier l'influence des distracteurs visuels et auditifs, présentés séparément et simultanément, sur la tâche d'identification de la parole.	Etudier l'influence des distracteurs auditifs sur la tâche d'identification de la parole.	Etudier l'influence des distracteurs visuels sur la tâche d'identification de la parole par la lecture labiale.
Matériel	Vidéos présentant un signal sonore de parole.	Bandes-son composées d'un signal sonore de parole.	Vidéos présentées sans son.

Chaque vidéo commence par un compte à rebours visuel de chiffres blancs allant de trois à un, au centre d'un écran noir, et dont le but est de focaliser le regard des participants et d'indiquer le démarrage de la vidéo ou de la bande-son.

Pour les modalités audiovisuelles et visuelles, le locuteur filmé se trouve au centre de l'écran. Son visage complet, ses épaules et le haut de son buste sont visibles. Pour les épreuves sans distracteurs visuels, la personne est vêtue d'un tee-shirt noir et l'arrière-plan des vidéos est blanc. Pour les épreuves avec distracteurs visuels, des stimuli écologiques mobiles et immobiles ont été utilisés. Il s'agit d'une bibliothèque où se trouvent, selon les vidéos, des classeurs, une guirlande lumineuse allumée, une guirlande lumineuse clignotante, un aquarium, un diaporama de photos et d'affiches de films, un ventilateur, une plante, une bougie, une lampe de chevet, et le locuteur porte des vêtements colorés. Les distracteurs varient selon les vidéos.

Pour les modalités auditives, après le compte à rebours visuel, la bande-son démarre et un écran noir est visible par les participants. Pour les modalités présentant des distracteurs auditifs, l'Onde Vocale Globale (OVG) de Dodelé est utilisée en tant que distracteur auditif. Ce signal a des propriétés caractéristiques de la réalité : il est discontinu au niveau de son enveloppe fréquentielle, semblable au spectre de la parole à long terme, non compréhensible, compressé numériquement pour qu'aucun éclat de voix ne survienne (Goujon, 2012). Le RSB est fixé à +5 dB, conformément aux données de la littérature (RSB moyen dans une situation de parole dans le bruit de 5 dB selon Smeds et al. (2015), et de 4,2 dB, selon Wu et al. (2018)). Au cours des passations, le RSB est inchangé, la modification du niveau sonore de la parole entraînant également celle du bruit.

.3. Procédure

Concernant les consignes, elles ont été données, selon le choix des participants, oralement ou à

l'écrit. Une copie de la diapositive des consignes écrites est disponible en Annexe A8. L'examineur disposait d'un masque inclusif pour les participants ressentant le besoin de bénéficier de la lecture labiale lors de l'explication orale des épreuves. Avant l'explication des consignes et afin d'éviter un biais d'évaluation, la capacité de lecture des items a été vérifiée pour chaque participant : un tableau, présenté en Annexe A9, comprenant les 36 mots ou groupe de mots utilisés dans l'étude, a été présenté. Également, des photos de certains items ont été montrées pour éviter un biais d'évaluation concernant les items dont le sens n'est pas connu par les participants. Il s'agit des items « brader », « solder », « grelots », « bouleaux », « bulots », « pomelos », « gros lots », « polos ». A la suite de la vérification des capacités de lecture, la phase d'apprentissage a eu lieu, afin que les participants manipulent le matériel physique et informatique avant de démarrer l'épreuve. Ils ont réalisé la même tâche que celle proposée dans les épreuves, sans que leurs réponses d'identification de mots ne soient prises en compte. Le niveau sonore était réglé en fonction du seuil de confort des participants : ceux-ci ont pu, durant toutes les épreuves, augmenter ou diminuer le niveau sonore, l'évaluation ne concernant pas le niveau d'audition des participants.

Au niveau du contenu des passations, les participants étaient autonomes sur l'ordinateur où le diaporama était disponible. Pour démarrer la vidéo ou la bande-son d'un orateur énonçant une phrase, les participants ont dû cliquer sur le centre de l'écran. Après la lecture, les participants ont dû cliquer sur une flèche en bas à droite de l'écran d'ordinateur pour accéder à la diapositive suivante. Ils ont ensuite réalisé une identification en liste fermée en sélectionnant, parmi trois mots de chaque catégorie grammaticale, le sujet, le verbe, l'adjectif numéral et le complément qu'ils ont identifiés en cliquant sur chacun des mots (exemple en Annexe A7). L'examineur, situé derrière le participant afin qu'il puisse voir l'écran d'ordinateur et les mots sélectionnés, notait et cotait les réponses. Les participants ont ensuite dû cliquer sur une flèche en bas à droite de l'écran pour accéder à la diapositive suivante, qui comprend une nouvelle vidéo ou bande-son, et pour identifier une nouvelle phrase. Chaque phrase a pu être visionnée au maximum deux fois, afin de respecter une présentation écologique : en situation de conversation, les interlocuteurs peuvent demander à leur partenaire de répéter une fois en cas d'incompréhension ou de manque d'informations, mais il est rare que la demande de répétition de l'énoncé se fasse plus d'une fois. A la fin de chaque épreuve, les participants étaient amenés à remplir une frise chronologique divisée en quatre parties, représentant les quatre épreuves de chaque session. Cette frise avait pour objectifs de maintenir la motivation des participants et de leur indiquer la quantité de travail fournie et celle restante.

Concernant l'organisation des passations, deux sessions par participant ont été administrées pour éviter un effet de fatigue, chacune a duré une heure et comprenait quatre épreuves. La première session des passations comprenait les épreuves numéro un, trois, six, sept et la seconde les épreuves numéro deux, quatre, cinq, sept du Tableau 1, afin d'équilibrer, selon les sessions, le nombre d'épreuves en modalités avec distracteurs et celles sans. L'ordre des épreuves était aléatoire, pour éviter un effet d'entraînement séquentiel. Seules les épreuves quatre et sept ont toujours été proposées au même moment. La modalité numéro sept, la modalité visuelle, considérée comme l'une des plus difficiles, a été proposée à la fin de la première session, le participant étant familier avec le fonctionnement de l'épreuve. La modalité numéro quatre, la modalité audiovisuelle avec distracteurs auditifs et visuels, a été proposée au début de la deuxième session ; les distracteurs induisant de la fatigue cognitive, si l'épreuve avait été proposée en fin de session, la fatigue accumulée par les autres épreuves aurait eu un impact sur les performances. Après les deux sessions de passation, les résultats obtenus par le participant concerné ont été envoyés par courrier électronique à son orthophoniste.

Au niveau de la cotation, les résultats ont été cotés en fonction du nombre de mots correctement sélectionnés, correspondant aux mots correctement identifiés. Le score total de chaque épreuve est de

80, chaque phrase étant constituée de 4 mots et les 8 épreuves de l'étude comprenant chacune 20 phrases.

Au niveau des analyses statistiques, nous avons réalisé des comparaisons des moyennes des scores obtenus selon les modalités et selon les groupes d'âge des participants. Avant de réaliser les tests statistiques comparatifs, nous avons réalisé le test de normalité Shapiro-Wilk pour chaque modalité grâce à la page internet STHDA (<http://www.sthda.com/french/rsthda/shapiro-wilk.php>), afin d'étudier si l'allure de nos données se rapproche d'une allure gaussienne et si nos résultats suivent une loi normale. Pour les résultats statistiques tels que $p < .05$, nous considérons que l'allure des données concernées est significativement différente de l'allure gaussienne, et qu'ils ne suivent pas une loi normale. Nous utilisons donc des tests non paramétriques pour analyser ces données. Pour les moyennes ayant une allure gaussienne, avec $p > .05$, nous utilisons des tests paramétriques. Nous effectuons les tests statistiques pour échantillons indépendants, les résultats aux épreuves n'étant pas dépendants des scores obtenus aux autres épreuves. Le seuil statistique à partir duquel les résultats sont considérés comme significatifs est de .05. Dans le Tableau 2, les tests statistiques utilisés pour notre étude sont indiqués, selon l'allure graphique des données obtenues et la quantité de moyennes comparées.

Tableau 2. Tests statistiques de comparaison de moyennes utilisés dans l'étude.

Allure des résultats	Nombre de moyennes comparées	Test statistique utilisé
Proche de l'allure gaussienne	Deux moyennes	Test paramétrique t de Student
	Plus de deux moyennes	Test paramétrique ANOVA à un facteur
Non gaussienne	Deux moyennes	Test Wilcoxon-Mann Whitney, équivalent non paramétrique du test t de Student
	Plus de deux moyennes	Test Kruskal-Wallis, équivalent non paramétrique du test ANOVA à un facteur

Pour les résultats significatifs aux tests d'analyse de la variance, dans le cadre de la comparaison de plus de deux moyennes, nous employons le test post-hoc Tukey, afin d'étudier quelles moyennes sont significativement différentes entre elles. Les tests t de Student, Wilcoxon-Mann Whitney, ANOVA à un facteur et Kruskal-Wallis sont réalisés grâce à la page internet BiostaTGV (Huet et al., 2011) et au site internet STHDA (<http://www.sthda.com/french/rsthda/rsthda.php>).

Le test post-hoc Tukey est effectué grâce à la page internet Online Web Statistical Calculators (Vasavada, 2016).

Les modalités sont statistiquement comparées entre elles de la manière suivante :

- Modalités audiovisuelles avec et sans distracteurs,
- Modalités auditives avec et sans distracteurs auditifs,
- Modalités visuelles avec et sans distracteurs visuels,
- Modalités sans distracteurs entre elles,
- Modalités avec distracteurs entre elles,
- Modalités avec distracteurs auditifs selon les groupes d'âge,
- Modalités avec distracteurs visuels selon les groupes d'âge.

Nous avons expliqué la méthodologie de notre étude. Nous allons désormais présenter les résultats obtenus.

Résultats

L'Annexe A10 présente un tableau où se trouvent la totalité des résultats de tous les participants à toutes les épreuves, ainsi que la moyenne, l'écart-type et l'étendue des scores de chaque épreuve.

.1. Analyse de la normalité

Pour savoir si les résultats suivent une loi normale, nous soumettons tous les résultats de l'étude au test de normalité Shapiro-Wilk. Le Tableau 3 présente les résultats statistiques obtenus à ce test.

Tableau 3. Résultats au test de normalité Shapiro-Wilk pour chaque modalité.

Modalités	Statistique	Valeur de p
Audiovisuelle	0.93	0.22
Audiovisuelle avec distracteurs visuels	0.92	0.11
Audiovisuelle avec distracteurs auditifs	0.93	0.19
Audiovisuelle avec distracteurs visuels et auditifs	0.94	0.25
Visuelle	0.87	0.02
Visuelle avec distracteurs visuels	0.97	0.70
Auditive	0.93	0.15
Auditive avec distracteurs auditifs	0.95	0.41

Les résultats de sept des huit modalités suivent une loi normale, $p > .05$, leur allure graphique ne diffère pas significativement de l'allure gaussienne. Seule la moyenne obtenue en modalité visuelle ne suit pas une loi normale, $p < .05$. Ainsi, des tests paramétriques sont utilisés pour analyser les résultats pour les modalités ayant une allure proche de l'allure gaussienne, tandis que des tests non paramétriques sont employés pour analyser les résultats obtenus en modalité visuelle.

.2. Comparaison des scores selon les modalités

.2.1. Influence des distracteurs auditifs et visuels sur l'identification de la parole dans les modalités audiovisuelles

Le Tableau 4 présente les statistiques descriptives concernant les résultats obtenus en modalité audiovisuelle selon la présence ou l'absence de distracteurs auditifs et/ou visuels : la moyenne (sur 80), l'écart-type et l'étendue.

Tableau 4. Résultats aux épreuves en modalité audiovisuelle.

Modalités	AV	AVDV	AVDA	AVDADV
m (ET)	67.32 (9.34)	66.37 (9.64)	63.47 (12)	66.47 (8.91)
Etendue	45-80	45-78	37-80	43-80

Note. m : moyennes, ET : Ecart-Types, AV : Audiovisuelle, AVDV : Audiovisuelle avec Distracteurs Visuels, AVDA : Audiovisuelle avec Distracteurs Auditifs, AVDADV : Audiovisuelle avec Distracteurs Auditifs et Distracteurs Visuels.

Dans l'objectif d'étudier si, conformément à la première hypothèse, les distracteurs auditifs et visuels ont une influence négative sur les capacités d'identification de la parole des adolescents sourds, nous réalisons un test ANOVA à un facteur, afin d'analyser la variance des résultats aux quatre

épreuves en modalité audiovisuelle. Nous ne constatons pas de différence significative entre les résultats aux épreuves dans les modalités audiovisuelles selon la présence ou l'absence de distracteurs, $p = 0.68$, $p > .05$.

.2.2. Influence des distracteurs auditifs sur l'identification de la parole en modalité auditive

Le Tableau 5 présente les statistiques descriptives concernant les résultats obtenus dans les modalités auditives selon la présence ou l'absence de distracteurs auditifs : la moyenne (sur 80), l'écart-type et l'étendue.

Tableau 5. Résultats aux épreuves en modalité auditive.

Modalités	A	ADA
m (ET)	62.95 (14)	53.37 (16.28)
Etendue	32-80	24-78

Note. m : moyennes, ET : Ecarts-Types, A : Auditive, ADA : Auditive avec Distracteurs Auditifs.

Afin d'examiner si, conformément à la première hypothèse, les distracteurs auditifs ont une influence négative sur les capacités de perception de phrases en modalité auditive, nous soumettons les scores obtenus à la tâche d'identification de la parole au test t de Student. En accord avec notre hypothèse, nous constatons que les adolescents atteints de déficience auditive obtiennent des scores inférieurs en modalité auditive avec distracteurs auditifs, par rapport à la modalité auditive sans distracteurs. Cet effet est significatif, $t(36) = 0.03$, $p < .05$.

.2.3. Influence des distracteurs visuels sur l'identification de la parole en modalité visuelle

Le Tableau 6 présente les statistiques descriptives concernant les résultats obtenus dans les modalités visuelles selon la présence ou l'absence de distracteurs visuels : la moyenne (sur 80), l'écart-type et l'étendue.

Tableau 6. Résultats aux épreuves en modalité visuelle.

Modalités	V	VDV
m (ET)	46.05 (9.06)	51.47 (12.73)
Etendue	33-59	29-73

Note. m : moyennes, ET : Ecarts-Types, V : Visuelle, VDV : Visuelle avec Distracteurs Visuels.

Pour étudier si, conformément à la première hypothèse, les distracteurs visuels ont un impact négatif sur la perception de la parole des participants en modalité visuelle, nous réalisons un test de Wilcoxon-Mann Whitney avec les résultats obtenus aux deux épreuves en modalité visuelle. Il s'agit du test non paramétrique équivalant au test paramétrique t de Student, les scores obtenus en modalité visuelle n'ayant pas une allure gaussienne. Contrairement à nos attentes, il n'y a pas de différence significative entre les scores obtenus en modalité visuelle et ceux en modalité visuelle avec distracteurs visuels, $p = 0.16$, $p > .05$.

.2.4. Comparaison des moyennes obtenues dans les modalités sans distracteurs

Pour analyser si les résultats sont significativement différents dans les modalités sans distracteurs

et si des modalités sont plus aidantes que d'autres dans la tâche de perception de la parole, nous effectuons le test Kruskal-Wallis avec les résultats obtenus dans les modalités sans distracteurs. Il s'agit du test non paramétrique équivalant au test paramétrique ANOVA à un facteur. Nous utilisons un test non paramétrique car les scores obtenus en modalité visuelle n'ont pas une allure gaussienne. Parmi les données obtenues dans les modalités sans distracteurs, au moins deux moyennes sont significativement différentes, $p = 6.92 * 10^{-6}$, $p < .05$.

Afin d'analyser quelles moyennes sont significativement différentes entre la modalité audiovisuelle, visuelle et auditive, nous réalisons une analyse de la variance post-hoc avec le test Tukey. Le Tableau 7 présente les résultats obtenus au test Tukey.

Tableau 7. Résultats du test post-hoc Tukey avec les scores des modalités sans distracteurs.

Modalités comparées		Valeur de p
AV	V	0.001
	A	0.45
V	A	0.001

Note. AV : Audiovisuelle, V : Visuelle, A : Auditive.

Les participants obtiennent significativement de meilleurs scores en modalité audiovisuelle qu'en modalité visuelle, ainsi qu'en modalité auditive par rapport à la modalité visuelle, $p < .05$.

.2.5. Comparaison des moyennes obtenues dans les modalités avec distracteurs

Pour étudier si les scores obtenus dans les modalités avec distracteurs sont significativement différents et si des modalités sont plus aidantes que d'autres pour la tâche de perception de la parole en présence de distracteurs, nous réalisons un test ANOVA à un facteur. Parmi les scores obtenus dans les modalités avec distracteurs, au moins deux moyennes sont significativement différentes, $p = 0.0001$, $p < .05$.

Afin d'analyser si des moyennes sont significativement différentes entre les modalités audiovisuelles avec distracteurs auditifs et/ou visuels, la modalité visuelle et la modalité auditive, nous réalisons une analyse de la variance post-hoc grâce au test Tukey. Le Tableau 8 présente les résultats obtenus au test Tukey.

Tableau 8. Résultats du test post-hoc Tukey avec les scores des modalités avec distracteurs.

Modalités comparées		Valeur de p
AVDV	AVDA	0.90
	AVDADV	0.90
	VDV	0.003
	ADA	0.01
AVDA	AVDADV	0.90
	VDV	0.03
	ADA	0.10
AVDADV	VDV	0.003
	ADA	0.01
VDV	ADA	0.90

Note. AVDV : Audiovisuelle avec Distracteurs Visuels, AVDA : Audiovisuelle avec Distracteurs Auditifs, AVDADV : Audiovisuelle avec Distracteurs Auditifs et Visuels, VDV : Visuelle avec Distracteurs Visuels, ADA : Auditive avec Distracteurs Auditifs.

Les participants obtiennent de meilleurs résultats en modalité audiovisuelle avec distracteurs visuels par rapport à la modalité visuelle avec distracteurs visuels et à la modalité auditive avec distracteurs auditifs, $p < .05$. Ils obtiennent également de meilleurs résultats à l'épreuve en modalité audiovisuelle avec distracteurs auditifs qu'en modalité visuelle avec distracteurs visuels, $p < .05$. Les résultats sont également significativement plus importants aux épreuves en modalité audiovisuelle avec les deux types de distracteurs qu'en modalité visuelle avec distracteurs visuels et qu'en modalité auditive avec distracteurs auditifs, $p < .05$.

.3. Comparaison des scores aux épreuves avec distracteurs selon l'âge des participants

Pour effectuer la comparaison des résultats selon l'âge des participants, nous avons séparé l'échantillon total en deux groupes d'âge. Le groupe un est constitué de neuf individus âgés de onze à douze ans. Le groupe deux est constitué de dix individus âgés de treize à quinze ans.

.3.1. Influence de l'âge sur les capacités d'identification de la parole en présence de distracteurs auditifs

Le Tableau 9 présente les statistiques descriptives concernant les résultats obtenus dans les modalités audiovisuelles et auditive avec distracteurs auditifs : la moyenne (sur 80), l'écart-type et l'étendue.

Tableau 9. Résultats aux épreuves avec distracteurs auditifs selon le groupe d'âge.

	Modalités	AVDA	AVDADV	ADA
Groupe 1	m (ET)	65.78 (15.79)	66.56 (11.95)	55.22 (21.03)
	Etendue	38-80	43-80	24-78
Groupe 2	m (ET)	61.40 (10.29)	66.40 (5.64)	51.70 (11.43)
	Etendue	37-75	59-74	36-70

Note. m : moyennes, ET : Ecarts-Types, AVDA : Audiovisuelle avec Distracteurs Auditifs, AVDADV : Audiovisuelle avec Distracteurs Auditifs et Distracteurs Visuels, ADA : Auditive avec Distracteurs Auditifs.

Pour vérifier notre seconde hypothèse, nous avons soumis les résultats aux épreuves en modalités audiovisuelles et auditive avec distracteurs auditifs des groupes un et deux au test t de Student. Dans le Tableau 10 se trouvent les résultats statistiques des comparaisons de moyennes effectuées.

Tableau 10. Résultats au test t de Student avec les moyennes des épreuves avec distracteurs auditifs, selon le groupe d'âge.

Modalités	Statistique	Valeur de p
Audiovisuelle avec distracteurs auditifs	$t(13.52) = 0.71$	0.491
Audiovisuelle avec distracteurs auditifs et visuels	$t(11.13) = 0.04$	0.972
Auditive avec distracteurs auditifs	$t(12.06) = 0.45$	0.663

Il n'y a pas d'effet d'âge sur les performances en modalité audiovisuelle avec distracteurs auditifs, ni en modalité audiovisuelle avec distracteurs auditifs et visuels, ni en modalité auditive avec distracteurs auditifs, $p > .05$.

.3.2. Influence de l'âge sur les capacités d'identification de la parole en présence de distracteurs visuels

Le Tableau 11 présente les statistiques descriptives concernant les résultats obtenus dans les modalités audiovisuelles et visuelle avec distracteurs visuels : la moyenne (sur 80), l'écart-type et l'étendue.

Tableau 11. Résultats aux épreuves avec distracteurs visuels selon le groupe d'âge.

	Modalités	AVDV	AVDADV	VDV
Groupe 1	m (ET)	66.44 (12.64)	66.56 (11.95)	54.11 (12.70)
	Etendue	45-78	43-80	34-73
Groupe 2	m (ET)	66.30 (6.62)	66.40 (5.64)	49.10 (12.95)
	Etendue	59-76	59-74	29-68

Note. m : moyennes, ET : Ecart-Types, AVDV : Audiovisuelle avec Distracteurs Visuels, AVDADV : Audiovisuelle avec Distracteurs Auditifs et Distracteurs Visuels, VDV : Visuelle avec Distracteurs Visuels.

Afin d'analyser si, conformément à notre deuxième hypothèse, la gestion des distracteurs visuels est soumise à un effet développemental, nous avons soumis un test t de Student pour échantillons indépendants aux résultats obtenus aux épreuves en modalités audiovisuelles et visuelle avec distracteurs visuels. Dans le Tableau 12 se trouvent les résultats statistiques obtenus.

Tableau 12. Résultats au test t de Student avec les moyennes des épreuves avec distracteurs visuels, selon le groupe d'âge.

Modalités	Statistique	Valeur de p
Audiovisuelle avec distracteurs visuels	$t(11.79) = 0.03$	0.976
Audiovisuelle avec distracteurs auditifs et visuels	$t(11.13) = 0.04$	0.972
Visuelle avec distracteurs visuels	$t(16.86) = 0.85$	0.407

Il n'y a pas d'effet d'âge sur les performances en modalité audiovisuelle avec distracteurs visuels, ni en modalité visuelle avec distracteurs visuels, $p > .05$. Nous avons déjà comparé les résultats aux épreuves en modalité audiovisuelle avec les deux types de distracteurs et obtenu une différence de moyennes non significative, $p > .05$.

Nous avons présenté les résultats de notre étude. Nous allons maintenant développer la discussion de notre travail.

Discussion

Les deux objectifs de cette étude sont d'évaluer l'impact des distracteurs auditifs et visuels sur l'identification de la parole chez les adolescents sourds et de comparer les performances dans chaque modalité selon l'âge des participants. Nos deux hypothèses théoriques sont, d'une part, que les distracteurs auditifs et visuels ont un impact négatif sur les compétences de perception de la parole et, d'autre part, que l'âge a un impact positif sur les performances.

Dans cette dernière partie, nous allons procéder à l'analyse des résultats obtenus, nous aborderons les implications théoriques et pratiques de l'étude et nous présenterons ses limites.

.1. Interprétation des résultats

Tout d'abord, nous analyserons les résultats obtenus en modalité audiovisuelle, puis en modalité auditive et enfin en modalité visuelle. Nous évoquerons ensuite les comparaisons des scores selon l'âge des participants.

.1.1. Influence des distracteurs auditifs et visuels sur l'identification de la parole en modalité audiovisuelle

Les résultats statistiques ne permettent pas de mettre en évidence une différence significative entre les résultats obtenus aux quatre épreuves présentées en modalité audiovisuelle, avec ou sans distracteurs auditifs et visuels. Ainsi, l'influence des distracteurs auditifs et visuels en modalité audiovisuelle n'est pas démontrée.

Dans les épreuves en modalité audiovisuelle, les participants ont pu mettre en place des stratégies afin d'identifier les phrases énoncées. D'une part, dans les situations où les informations auditives sont difficilement accessibles (présence de distracteurs auditifs induisant un faible RSB), les participants ont pu utiliser les informations visuelles disponibles afin d'identifier la parole. La contribution visuelle est en effet importante lorsque les données auditives sont insuffisantes (Summy & Pollack, 1954). Les informations visuelles ont alors joué un rôle de complémentarité par rapport aux informations auditives et pallié le manque de données en modalité auditive (Grant & Seitz, 2000). La comparaison des moyennes des épreuves aux modalités avec distracteurs entre elles, résumée dans le Tableau 8, permet d'illustrer ce phénomène. Les résultats en modalité audiovisuelle avec distracteurs auditifs et visuels sont significativement meilleurs que les résultats en modalité auditive avec distracteurs auditifs. En présence de bruit, l'accès aux informations visuelles grâce à la lecture labiale permet aux individus d'améliorer leurs performances en perception de la parole, même en présence d'éléments perturbateurs visuels. Les participants ont pu utiliser le bénéfice audiovisuel qui permet à l'auditeur de tolérer un niveau sonore de bruit plus élevé qu'en modalité auditive (Summerfield, 1992). D'autre part, à l'inverse, si les informations visuelles font défaut aux participants (présence de distracteurs visuels), ceux-ci peuvent utiliser le canal auditif pour identifier la parole. Etant donné que les locuteurs peuvent utiliser les données auditives en cas de manque d'informations en modalité visuelle, le bénéfice audiovisuel pourrait également correspondre à l'augmentation de la tolérance de distracteurs visuels grâce à la disponibilité des informations auditives. La comparaison des moyennes obtenues dans les épreuves dans les modalités audiovisuelles et visuelle avec distracteurs visuels illustre la contribution visuelle dans la perception de la parole. Les scores obtenus dans les modalités audiovisuelles avec distracteurs visuels présentés avec et sans distracteurs auditifs sont significativement meilleurs que ceux obtenus dans la modalité visuelle avec distracteurs visuels. En présence de stimuli visuels perturbateurs, le canal auditif permet

donc d'améliorer les performances en perception de la parole. Comme le montrent les modèles d'intégration audiovisuelle (Treille, 2017), l'utilisation simultanée ou quasi simultanée des informations auditives et visuelles permet d'identifier la parole. Dans le cadre du bénéfice audiovisuel, les données auditives et visuelles peuvent ainsi être utilisées indépendamment si l'une des modalités fait défaut aux locuteurs, ou peuvent être utilisées de manière simultanée. L'absence de différence significative entre les résultats obtenus dans les modalités audiovisuelles selon la présence ou l'absence des deux types de distracteurs permet d'illustrer cette situation. En modalité audiovisuelle, la présence de distracteurs auditifs et/ou visuels n'induit pas de baisse de performance. Les informations linguistiques sont disponibles en plusieurs modalités et leur traitement est facilité. Les individus utilisent les informations auditives, visuelles, ou les deux simultanément, ce qui leur permet d'extraire les données linguistiques du corpus dans des situations altérées au niveau auditif ou visuel.

Également, les différences interindividuelles peuvent être à l'origine des résultats obtenus dans cette étude. L'efficacité de l'intégration audiovisuelle est liée aux capacités de lecture labiale et de mémoire verbale à court terme. Pour les individus ayant des difficultés de lecture labiale et/ou de mémoire verbale à court terme, l'intégration des informations auditives et visuelles est plus laborieuse que pour les personnes compétentes dans ces deux domaines. Le recrutement cognitif étant plus important pour les personnes ayant des difficultés de lecture labiale et mnésiques, celles-ci ont moins de ressources cognitives à disposition pour effectuer l'intégration audiovisuelle, et accéder aux informations linguistiques (Picou et al., 2011). Ainsi, les différences interindividuelles au niveau, notamment, des compétences de lecture labiale et de mémoire verbale à court terme, peuvent engendrer des différences importantes dans les scores obtenus à la tâche de perception de la parole. Les participants de notre étude ont pu présenter des différences de compétences cognitives qui auraient engendré des différences interindividuelles importantes dans les scores obtenus en modalités audiovisuelles. L'obtention de résultats non significatifs à la comparaison statistique des scores des épreuves dans les modalités audiovisuelles peut être expliquée par ces variabilités interindividuelles.

Enfin, les résultats non significatifs de comparaison de moyennes peuvent être expliqués par l'importance de l'effort d'écoute. Le traitement de la parole en modalité audiovisuelle induit, en effet, un effort d'écoute plus important qu'en modalité auditive seule, et donc le recrutement de plus de ressources cognitives (Fraser et al., 2010). Les participants ont donc mobilisé davantage de ressources cognitives en modalité audiovisuelle qu'en modalité auditive, ont pu utiliser ces ressources pour inhiber les distracteurs auditifs et visuels, et sélectionner les informations pertinentes. L'effort d'écoute a pu être bénéfique aux collégiens sourds, qui ont pu être performants aux épreuves en modalité audiovisuelle avec et sans distracteurs, ce qui a pu limiter les différences entre les scores.

Ainsi, en modalité audiovisuelle, la présence de distracteurs auditifs et/ou visuels n'influence pas les capacités de perception de la parole des adolescents sourds. Nous nous intéressons maintenant à l'impact de la présence de distracteurs auditifs sur la perception de la parole en modalité auditive.

.1.2. Influence des distracteurs auditifs sur l'identification de la parole en modalité auditive

Les résultats statistiques mettent en évidence une différence significative entre les moyennes des scores obtenus en modalité auditive avec distracteurs auditifs et celles des scores obtenus en modalité auditive sans distracteurs. En effet, les participants ont obtenu de meilleurs résultats en modalité auditive en l'absence de distracteurs. Ceux-ci ont donc un impact négatif sur les performances de perception de la parole. Ces résultats sont en corrélation avec les conclusions de nombreuses études

(dont celle de Lewis et al. (2016)).

Dans l'épreuve en modalité auditive avec distracteurs auditifs, les participants n'ont pas pu utiliser les stratégies de démasquage de la parole car celles-ci nécessitent la séparation spatiale des sources sonores (Cherry, 1953; Duquesnoy, 1983; Avan, 2006; Bronkhorst, 2015). En effet, dans notre protocole, la source cible et le distracteur auditif proviennent de la même source sonore, qu'est l'enceinte portative. De plus, les participants n'ont pas pu se servir des vallées de bruit. Celles-ci permettent aux locuteurs d'améliorer l'identification de la parole en cas de bruit non stationnaire (Djakoure, 2017). Or, l'OVG de Dodelé, le distracteur sonore utilisé dans le cadre de notre étude, est stationnaire. Les vallées de bruit n'ont donc pas été disponibles pour que les participants identifient la parole en présence de bruit. L'épreuve en modalité auditive avec distracteurs auditifs constituait des conditions extrêmes, n'ayant pas permis aux participants de mettre en place des stratégies d'ordre acoustique. Les distracteurs auditifs rendent donc difficile l'accès aux informations de bas niveau.

De plus, la tâche de perception de la parole dans le bruit est particulièrement difficile pour les personnes atteintes de déficience auditive. En effet, en comparaison avec les personnes normo-entendantes, leur accès aux informations acoustico-phonétiques est restreint, surtout en contexte bruyant. Ainsi, l'accès aux informations linguistiques (dans cette étude, il s'agit de quatre mots constituant une phrase) est laborieux (Lewis et al., 2016). L'influence négative des distracteurs auditifs sur la perception de la parole peut donc également être expliquée par la difficulté d'accès aux informations de haut niveau.

Enfin, l'infériorité des résultats obtenus en modalité auditive en présence de bruit peut également être expliquée par la notion d'effort d'écoute. La situation de perception de la parole dans le bruit requiert l'effort d'écoute. Ce phénomène est multifactoriel, il est lié à des facteurs extrinsèques, concernant le signal sonore et l'environnement, et des facteurs intrinsèques, concernant l'auditeur, ses compétences cognitives et motivationnelles. A propos des facteurs extrinsèques, l'effort d'écoute est fortement lié à l'atteinte de la qualité du signal de parole et à la présence de bruit de fond (Wendt et al., 2017). En ce qui concerne les facteurs intrinsèques, l'effort d'écoute est en lien avec les capacités auditives et cognitives de l'auditeur, mais aussi avec sa motivation, sa fatigue, et même des compétences psychosociales (Peelle, 2018). Ainsi, de nombreux facteurs peuvent influencer l'effort d'écoute et donc les performances de perception de la parole dans le bruit par les auditeurs, ce qui peut expliquer l'infériorité des résultats en présence de bruit masquant ajouté au signal cible.

Nous avons répondu en partie à notre première hypothèse, en prouvant l'influence négative des distracteurs auditifs sur la perception de la parole en modalité auditive. Nous allons à présent aborder l'impact des distracteurs visuels en modalité visuelle.

.1.3. Influence des distracteurs visuels sur l'identification de la parole en modalité visuelle

Les résultats statistiques ne permettent pas de mettre en évidence une différence significative entre les moyennes obtenues en modalité visuelle, avec ou sans distracteurs visuels. Contrairement aux distracteurs auditifs, l'impact de la présence de distracteurs visuels n'est pas démontré.

Au niveau de la nature des stimuli visuels, les études scientifiques disponibles dans la littérature concernant l'impact des distracteurs visuels sont peu nombreuses et concernent des distracteurs spécifiques. Dans l'étude de Cohen et Gordon-Salant (2017), les stimuli visuels mobiles et les stimuli immobiles sont étudiés distinctement. Les distracteurs mobiles (vidéos présentées derrière l'orateur) ont une influence négative sur les capacités de reconnaissance de la parole, tandis que les distracteurs immobiles (texte ou visage présentés derrière l'orateur) ne perturbent pas les individus. Dans notre

étude, les distracteurs visuels sont constitués d'éléments immobiles et d'éléments mobiles écologiques et variés, présentés simultanément. Ainsi, si les distracteurs visuels mobiles perturbent les performances de perception de la parole, les distracteurs visuels mobiles et immobiles présents simultanément dans l'environnement visuel ne semblent pas perturber les participants. Ce résultat nous informe donc sur la nature des stimuli ayant un impact ou non sur l'identification de la parole, chez des sujets atteints de déficience auditive.

L'influence négative des distracteurs visuels sur la tâche de perception de la parole n'est pas objectivée. Cependant, si nous effectuons une analyse qualitative, nous relevons une meilleure moyenne à l'épreuve en modalité visuelle avec distracteurs visuels qu'en modalité auditive, ainsi que des scores supérieurs à cette épreuve pour quatorze des dix-neuf participants. Ainsi, pour environ 74% des participants de l'étude, la présence de distracteurs visuels permet d'obtenir de meilleurs résultats pour la tâche de perception de la parole. De plus, ces participants ont mentionné une préférence et une facilité pour la réalisation de l'épreuve avec distracteurs visuels, ayant permis une meilleure concentration. D'ailleurs, si nous soumettons les résultats obtenus aux épreuves en modalité visuelle pour ces quatorze participants, l'influence positive des distracteurs visuels est objectivée, les résultats obtenus au test de Wilcoxon étant significatifs, $p = 0.04$, $p < .05$. Cet effet, bien que relatif, ne correspond pas à nos attentes et à nos hypothèses. Nous tentons d'expliquer l'absence d'influence négative des éléments visuels présents dans l'environnement sur la tâche de perception de la parole, et l'influence positive qu'ils peuvent avoir pour certains individus. D'un point de vue de l'implication attentionnelle, la tâche de perception de la parole en modalité visuelle avec distracteurs visuels induit un recrutement de l'attention. Les stimuli visuels peuvent en effet agir comme des stimulateurs attentionnels. Comme nous l'avons évoqué dans la partie théorique de cette étude, la tâche de perception de la parole en présence de distracteurs visuels recrute des fonctions exécutives et cognitives, telles que l'inhibition et l'attention (Cohen & Gordon-Salant, 2017). Ainsi, la tâche d'identification de la parole en modalité visuelle avec distracteurs visuels a permis le recrutement de l'attention sélective et de l'attention soutenue. A l'échelle d'une phrase présentée visuellement, l'attention sélective des participants est recrutée et a permis aux individus de sélectionner les données pertinentes et d'inhiber les informations visuelles secondaires. Également, à l'échelle de l'épreuve entière en modalité visuelle avec éléments perturbateurs visuels, l'attention soutenue est recrutée. Dans l'épreuve sans distracteurs visuels, l'intensité de l'attention a pu diminuer au cours de l'épreuve, les informations visuelles étant similaires et redondantes dans les vidéos présentées. En revanche, dans l'épreuve avec distracteurs visuels, ceux-ci sont diversifiés et varient à chaque nouvelle phrase, ce qui a permis à certains individus de maintenir leur concentration tout au long de l'épreuve, grâce au recrutement de l'attention soutenue. Ainsi, pour une partie des participants, les distracteurs visuels ont permis le recrutement attentionnel, ayant induit une concentration d'une plus grande intensité pour chaque phrase, et d'une plus grande durée pour l'épreuve entière, par rapport à l'épreuve sans distracteurs visuels.

La légère amélioration des performances des sujets en présence de distracteurs visuels est cependant relative, car elle est observable pour quelques participants uniquement, et sur une période d'une courte durée. Les observations auraient pu être différentes avec une durée de protocole plus importante. En effet, chaque vidéo proposée dans les modalités visuelle a une durée de dix à quinze secondes par phrase. Durant ce court délai, les distracteurs visuels ont pu jouer un rôle de stimulateurs attentionnels, comme nous l'avons évoqué. La présence de distracteurs impliquant le recrutement de l'attention sélective et soutenue, une tâche de perception de la parole d'une longue durée dans un environnement riche visuellement pourrait, elle, avoir un impact négatif sur les performances des individus, car elle induirait une fatigue cognitive importante. Alors que, sur le court terme, le

recrutement de l'attention sélective peut être bénéfique pour les performances de perception de phrases, sur le long terme, le recrutement de l'attention serait plus important et pourrait engendrer des difficultés d'identification de la parole.

Enfin, si nous nous intéressons aux comparaisons des moyennes des épreuves dans les modalités avec distracteurs, résumées dans le Tableau 8, nous pouvons relever l'importance des scores obtenus dans les modalités audiovisuelles par rapport à la modalité visuelle avec distracteurs visuels, notamment. Les moyennes de cette dernière sont en effet systématiquement inférieures à celles des autres modalités avec distracteurs. La modalité visuelle avec distracteurs visuels représente alors les conditions les plus difficiles pour la tâche de perception de la parole. L'implication des distracteurs visuels, pouvant être positive pour certains individus, est moindre par rapport au bénéfice apporté par la modalité audiovisuelle.

Ainsi, nous avons partiellement répondu à notre première hypothèse à propos de l'influence négative des distracteurs auditifs sur la perception de la parole. Nous n'avons pas prouvé l'influence négative ou positive des distracteurs visuels sur la perception de la parole en modalité visuelle. Nous allons maintenant aborder la comparaison des résultats selon l'âge des participants.

.1.4. Comparaison des scores selon l'âge des participants

Les résultats statistiques ne montrent pas de différence significative entre les résultats du groupe de participants plus âgés et ceux du groupe moins âgé aux épreuves avec distracteurs auditifs et visuels, quelles que soient les modalités.

Au niveau auditif, l'effet développemental des performances avec distracteurs auditifs a été décrit dans la littérature (Elliott et al., 1979), alors que notre étude ne retrouve pas d'effet développemental sur les capacités d'identification de la parole en présence de bruit. Au niveau visuel, nous avons peu de données scientifiques concernant l'influence du facteur de l'âge sur les compétences d'identification de la parole en présence de distracteurs visuels. La méthodologie de notre étude peut expliquer en partie les résultats obtenus, notamment au niveau de la constitution de l'échantillon. En effet, notre échantillon est constitué de dix-neuf collégiens atteints de déficience auditive. Notre échantillon est donc peu représentatif de la population d'adolescents sourds, car il est constitué d'une faible quantité de participants. De plus, chez les individus atteints de surdité, de nombreux facteurs peuvent engendrer des différences interindividuelles sur les capacités de perception de la parole. Dans notre échantillon, des différences entre les individus sont relevées au niveau de l'âge, du type de scolarisation, du degré de surdité et du type d'appareillage. L'âge n'est donc pas le seul facteur à prendre en compte dans la comparaison interindividuelle des résultats. Si le nombre de participants dans les deux groupes a été équilibré sur la base de leur âge (voir Annexe A1), les groupes ne sont pas équilibrés au niveau des autres facteurs pris en compte, comme l'évoquent les Figures 9, 10 et 11. La Figure 9 représente un histogramme illustrant le nombre de participants selon les groupes d'âge et selon le degré de surdité. Sur la Figure 10 se trouve un histogramme du nombre de participants en fonction du groupe d'âge et du type d'appareillage. Enfin, la Figure 11 est un histogramme illustrant les différences de nombre de participants entre les groupes d'âge selon le type d'inclusion.

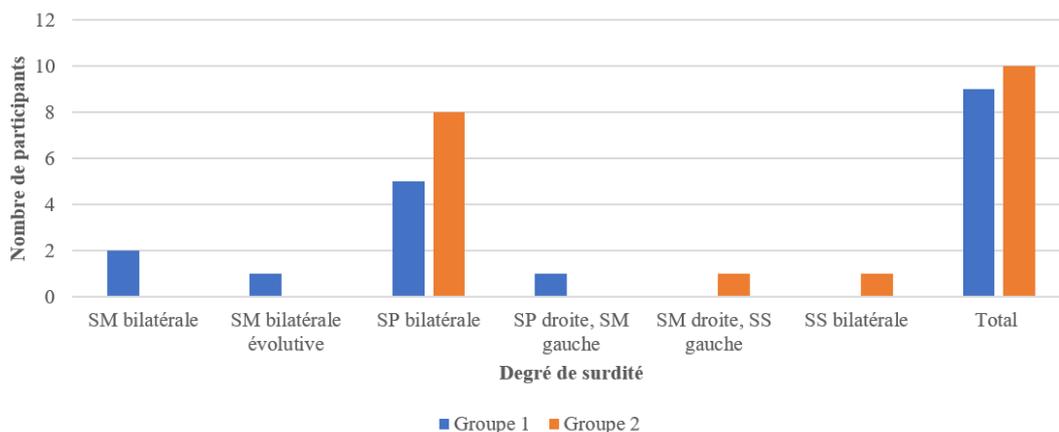


Figure 9. Nombre de participants par groupe d'âge en fonction du degré de surdité
Note. SM : Surdité Moyenne, SS : Surdité Sévère, SP : Surdité Profonde.

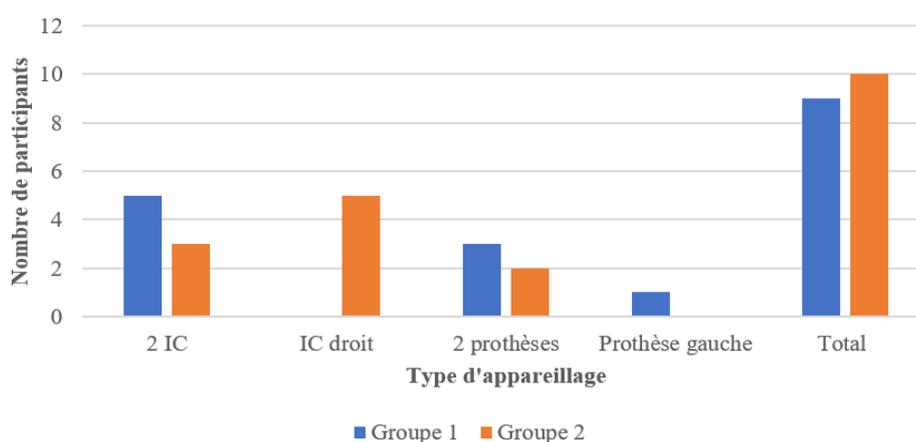


Figure 10. Nombre de participants par groupe d'âge en fonction du type d'appareillage
Note. IC : Implant(s) Cochléaire(s).

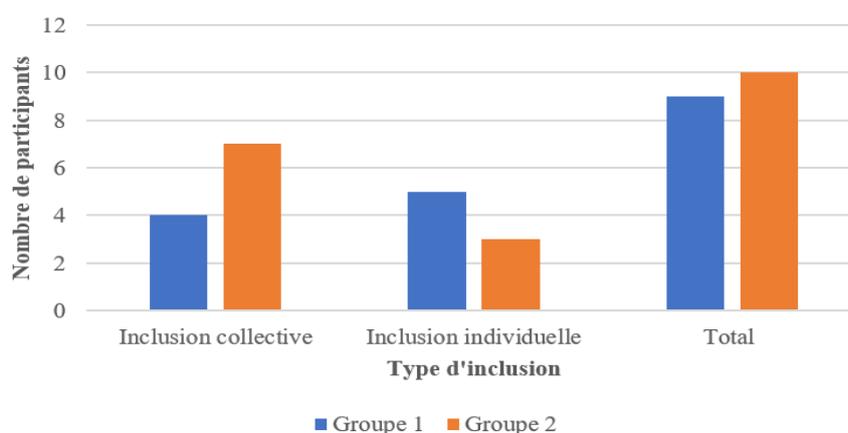


Figure 11. Nombre de participants par groupe en fonction du type d'inclusion

Ainsi, les deux groupes d'individus constitués à partir de leur âge diffèrent au niveau d'autres facteurs ayant pu avoir une influence importante sur les performances aux épreuves proposées. La diversité de l'échantillon peut donc expliquer en partie les différences non significatives entre les groupes d'âge dans la tâche d'identification de la parole en présence de distracteurs auditifs.

Si nous nous intéressons aux facteurs du degré de surdité et du type d'appareillage, des différences interindividuelles dans les résultats aux épreuves pourraient être attendues. En effet, les personnes

atteintes de surdités légères à moyennes ont, comme nous l'avons évoqué dans le contexte théorique, un meilleur accès aux informations langagières et l'énoncé d'un orateur peut être perçu, à condition que les locuteurs disposent d'aides auditives adaptées (Loundon, 2009; Bureau International d'Audiophonologie, 1997). Les personnes atteintes de surdités sévères à profondes ont un moindre accès aux informations langagières de l'énoncé de l'orateur. Cette difficulté d'accès est encore plus importante si l'environnement auditif et visuel est précaire. Ainsi, nous pouvons émettre l'hypothèse que les facteurs concernant le degré de surdité et le type d'appareillage ont une influence non négligeable sur les différences interindividuelles de performance en perception de la parole, et ainsi que le facteur développemental n'est pas le seul à considérer dans la comparaison des résultats des individus.

De plus, si nous nous intéressons au type de scolarisation, certaines différences interindividuelles pourraient être retrouvées dans les résultats aux épreuves selon ce facteur. Tout d'abord, onze participants de l'échantillon sont scolarisés en inclusion collective. Il s'agit de classes de niveau comprenant un faible nombre d'élèves (moins de vingt collégiens). La disposition des tables des salles de classe est de telle sorte que les élèves puissent voir à la fois leur professeur et leurs camarades, afin d'obtenir le plus d'informations possible en modalités auditive et visuelle, et d'améliorer la compréhension de la parole. Le niveau de distraction est donc réduit. Également, les huit autres participants sont scolarisés en inclusion individuelle, dans des classes constituées de normo-entendants. Selon les établissements, les élèves se déplacent dans des salles de classe différentes selon la matière scolaire ou restent dans une même salle de classe. La disposition des tables dans les salles de classe est classique, il s'agit de rangées de tables de deux élèves. Le niveau de distraction en inclusion individuelle peut donc être plus important que celui en inclusion collective. Ainsi, selon le type d'inclusion, les participants évoluent dans un environnement visuel et sonore différent. La quantité et la qualité des informations disponibles pour chaque participant en classe diffèrent entre les participants et leur type d'inclusion. Il est donc possible que, selon les environnements scolaires de chaque participant, les résultats aux épreuves en fonction des modalités et les capacités de gestion des distracteurs varient en fonction du type de scolarisation. De nouveau, l'âge n'est donc pas le seul facteur à prendre en compte dans la différence interindividuelle des résultats.

Enfin, les facteurs cognitifs et motivationnels sont à prendre en compte dans les différences interindividuelles. Comme nous l'avons évoqué précédemment, la tâche de compréhension de la parole est liée à de nombreux facteurs concernant l'auditeur, le signal de parole, sa qualité, l'environnement sonore. Le recrutement de ressources cognitives plus importantes dans le traitement de la parole dans des conditions auditives dégradées a été objectivé, notamment par la pupillométrie. Les performances des individus dans la tâche de perception de la parole dépendent donc de la charge cognitive requise, mais également de facteurs motivationnels (Pelle, 2018). La Figure 12 représente une schématisation des facteurs ayant un impact sur l'effort d'écoute. La charge cognitive induite par la tâche de compréhension de la parole est modulée par la motivation de l'auditeur. La relation entre la charge cognitive recrutée et la motivation mobilisée forme l'effort d'écoute (Scala, 2021).

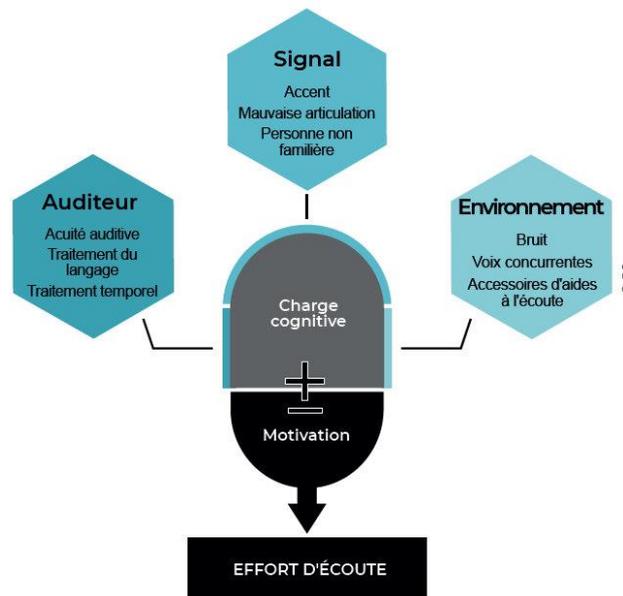


Figure 12. Schéma des composantes l'effort d'écoute (d'après Scala, 2021)

De plus, les capacités d'identification de la parole sont liées aux capacités de lecture labiale et de mémoire à court terme, comme nous l'avons évoqué précédemment (Picou et al., 2011). Ainsi, pour les individus ayant de bonnes compétences d'identification de la parole en lecture labiale et de meilleures performances en mémoire à court terme, l'effort d'écoute en modalité audiovisuelle avec un signal de parole dégradé est réduit. Leurs compétences de traitement de la parole dans un environnement sonore et visuel dégradé sont meilleures. De nombreux facteurs peuvent donc influencer les capacités d'identification de la parole. Nous avons émis l'hypothèse que les enfants plus âgés auraient de meilleures performances en présence de distracteurs. Pour les distracteurs visuels, malgré la faible quantité de données scientifiques, nous nous attendions à de meilleures performances chez les individus plus âgés, car leurs compétences attentionnelles et exécutives s'améliorent avec l'âge (Fourneret & des Portes, 2017). Cependant, des différences interindividuelles de performances cognitives et extra-cognitives peuvent influencer le traitement de la parole. Chez les personnes atteintes de déficience auditive, de nombreux facteurs créent des différences interindividuelles, en plus du facteur développemental. Les compétences cognitives sont un facteur à prendre en compte dans les différences interindividuelles de résultats.

Ainsi, nous ne répondons pas à notre deuxième hypothèse à propos des meilleures performances des personnes plus âgées sur l'identification de la parole en situation bruyante et/ou riche en stimuli visuels. Nous avons donc partiellement répondu à nos hypothèses. Nous allons dorénavant évoquer les implications théoriques et pratiques de l'étude.

.2. Implications théoriques et pratiques de l'étude

La première implication pratique de notre étude concerne les conditions de scolarité. L'implication des fonctions cognitives, attentionnelles et motivationnelles sur la tâche de perception de la parole, notamment en présence de distracteurs, est importante. En classe, les adolescents sourds sont en double tâche, ils doivent percevoir les informations auditives transmises oralement par leur professeur, inhiber les informations auditives et visuelles inutiles, traiter les informations pertinentes et accéder à leur compréhension. Si la perception de la parole requiert le recrutement de fonctions

cognitives et exécutives en raison de la difficulté d'accès aux informations auditives, le traitement de ces informations est très laborieux. Ainsi, au niveau de l'implication pratique, cette étude peut permettre aux professionnels pédagogiques d'adapter l'environnement de telle sorte que l'accès à la parole soit facilité et que le recrutement des fonctions cognitives soit moindre.

Une deuxième implication pratique concerne la prise en soin orthophonique. L'impact des distracteurs auditifs et visuels sur la perception de la parole varie selon la modalité et selon les participants. Il paraît essentiel de proposer une évaluation de la perception de la parole dans divers contextes, avec ou sans distracteurs de tous types, afin que la prise en soin soit la plus adaptée aux compétences du patient. De plus, au niveau du contenu de la prise en soin, la diversité des tâches de traitement de la parole dans diverses modalités, avec ou sans distracteurs auditifs et visuels semble importante. Au niveau visuel, les performances en lecture labiale des patients atteints de déficience auditive sont majoritairement entraînées en orthophonie. L'entraînement de ces performances dans un environnement visuel varié riche en stimuli visuels mobiles, immobiles, écologiques d'une part, neutre d'autre part, paraît nécessaire.

Nous avons évoqué les implications de notre étude, nous allons maintenant aborder ses limites.

.3. Limites de l'étude

Notre étude présente quelques limites concernant la constitution de l'échantillon, les conditions de passation et l'implication cognitive des épreuves.

.3.1. Biais concernant l'échantillon

L'une des limites de notre étude concerne la taille de l'échantillon. La significativité des résultats de notre étude est limitée, notre échantillon étant constitué de dix-neuf participants. Comme nous l'avons évoqué auparavant, de nombreux facteurs causant des différences interindividuelles existent chez les enfants atteints de surdité. Un grand nombre de participants est donc nécessaire pour que les résultats soient proches des réelles compétences de la population concernée. Un échantillon plus important aurait donc permis d'obtenir des résultats représentatifs des compétences des adolescents atteints de déficience auditive. L'aspect temporel des passations (deux sessions d'une durée importante, organisation des sessions de passation selon l'emploi du temps scolaire et orthophonique de chaque participant, nécessité de l'obtention de l'accord des responsables légaux, et de la signature des conventions d'accueil des actes orthophoniques au préalable, etc.) et le contexte sanitaire ont influencé le nombre total de passations réalisées et donc le nombre de participants.

.3.2. Biais concernant les conditions de passation

Une autre limite de notre étude est le manque de standardisation concernant les conditions de passation. En effet, les passations ont eu lieu dans les lieux de scolarisation des collégiens et, pour un participant, dans le cabinet libéral de son orthophoniste. Les conditions de passation différaient pour chaque collégien au niveau des paramètres auditifs, avec notamment des différences d'insonorisation selon les lieux de passation. En effet, pour certains participants, des bruits provenant des couloirs et/ou de la cour de récréation étaient audibles dans la salle de passation alors que pour d'autres, l'insonorisation était satisfaisante. Les bruits environnants ont pu influencer les performances des participants réalisant l'épreuve dans un lieu bruyant. Ils ont pu prendre le rôle d'un bruit surajouté à la parole des vidéos et bandes-son, ou encore induire le recrutement de l'attention des participants et ainsi diminuer leur concentration pour la réalisation de la tâche. Les conditions différaient également au niveau des paramètres visuels. En effet, les lieux de passation avaient une luminosité différente,

des stimuli visuels de type affiches se trouvaient dans certains lieux alors que dans d'autres, l'environnement visuel était neutre. La passation des épreuves dans un lieu ayant peu de stimuli visuels, insonorisé, identique pour tous les participants aurait permis une meilleure standardisation.

.3.3. Biais concernant le coût cognitif des épreuves

Une autre limite de notre étude concerne le recrutement cognitif induit par le protocole. Les deux passations, d'une durée d'une heure chacune, ont induit un recrutement important de l'attention soutenue. Les résultats des dernières épreuves proposées ont ainsi pu être biaisés par la fatigue et la baisse d'attention du participant. Également, notre étude comporte un biais mnésique ayant pu avoir un impact sur les résultats de certains participants. En effet, le visionnage de chaque vidéo sur une diapositive est suivi de la tâche d'identification des mots perçus dans la phrase énoncée, sur une autre diapositive. Un délai de quelques secondes sépare la vidéo du tableau d'identification de mots, durant lequel la mémoire à court terme est recrutée. D'un point de vue qualitatif, l'implication mnésique nécessitait la mise en place de stratégies pour certains participants. Certains individus ont en effet réalisé l'identification des mots en commençant par le complément, le dernier mot de la phrase énoncé, par effet de récence. Pour d'autres, une seconde écoute de la phrase énoncée était nécessaire pour percevoir de nouveau les derniers mots de la phrase après avoir identifié le début de la phrase, par effet de primauté. Les capacités perceptives n'étaient donc pas les seules en jeu dans la réalisation des épreuves de notre étude.

Cependant, les biais attentionnel et mnésique peuvent être relativisés. Tout d'abord, la procédure est identique pour chaque épreuve. Le recrutement de la mémoire à court terme et de l'attention soutenue ne varie donc pas selon les épreuves et est identique pour les deux sessions de passation. Les comparaisons des résultats sont effectuées de manière intra-individuelle, dans l'objectif d'étudier si les épreuves en modalités avec distracteurs sont plus difficiles que celles en modalités sans distracteurs pour les adolescents sourds. Ainsi, les éventuelles difficultés mnésiques et/ou attentionnelles des participants sont relatives, puisqu'elles ont pu avoir un impact sur toutes les épreuves et pas seulement une partie d'entre elles. De plus, la mémoire à court terme est sollicitée pour de nombreuses tâches cognitives, il est difficile de proposer une tâche dont l'implication mnésique est minime. Au niveau de la procédure de l'étude, l'évaluation de l'identification en liste fermée de mots d'une phrase ne pouvait être réalisée qu'a posteriori de la lecture d'une vidéo ou d'une bande-son d'un orateur, et était impossible à réaliser en même temps que la lecture. Le recrutement de la mémoire à court terme est une conséquence de ce besoin méthodologique. Également, l'ordre des épreuves différait pour chaque participant. L'impact éventuel des difficultés d'attention soutenue sur les dernières épreuves proposées n'est donc pas retrouvé sur une seule épreuve identique, et est diminué par le panachage des épreuves. Enfin, nous avons envisagé l'analyse de comptes-rendus de bilans psychologiques évaluant les capacités mnésiques et attentionnelles pour chaque participant afin d'interpréter les résultats au regard de leurs compétences cognitives. Cependant, certains facteurs comme la date de la réalisation du bilan et l'utilisation standardisée de mêmes batteries de test, qui auraient dû être identiques selon les participants, ont rendu impossible le recueil de données supplémentaires.

Ainsi, notre étude comporte plusieurs limites concernant l'échantillon et la réalisation des passations. L'influence attentionnelle et mnésique sur les résultats est, quant à elle, relative. Nous allons désormais exposer la conclusion de ce mémoire.

Conclusion

Les objectifs de notre étude étaient de déterminer l'influence des distracteurs auditifs et visuels sur l'identification de phrases dans les modalités auditives, visuelles et audiovisuelles chez les collégiens atteints de déficience auditive, et d'étudier le développement de la gestion de ces distracteurs. La première hypothèse que nous avons émise était que les distracteurs auditifs et visuels ont une influence négative sur les capacités d'identification de la parole dans toutes les modalités. Notre seconde hypothèse était que l'âge a une influence positive sur la neutralisation des distracteurs dans toutes les modalités.

Pour tester nos hypothèses, nous avons créé huit épreuves d'identification de phrases, proposées en modalité auditive avec et sans distracteurs auditifs à l'aide de bandes-son, en modalité visuelle avec et sans distracteurs visuels sous forme de vidéos, et en modalité audiovisuelle avec sans distracteurs visuels et/ou auditifs, à l'aide de vidéos. Chaque épreuve contenait vingt phrases de quatre mots : un sujet, un verbe, un adjectif numéral et un complément, équilibrés au niveau psycholinguistique. Les dix-neuf participants de onze à quinze ans, scolarisés au collège, ont d'abord visionné ou écouté une phrase, puis réalisé une identification des mots de chaque phrase en liste fermée, parmi trois mots de chaque catégorie grammaticale. Des comparaisons statistiques des moyennes obtenues dans les différentes modalités ont permis d'étudier l'influence des distracteurs visuels et auditifs et de l'âge sur la perception de la parole des participants.

Nous avons en partie répondu à nos hypothèses. L'influence des distracteurs auditifs et visuels en modalité audiovisuelle n'a pas été prouvée. Le bénéfice audiovisuel a permis aux participants d'utiliser la modalité visuelle et/ou la modalité auditive en cas de manque d'informations dans l'autre modalité. L'influence négative des distracteurs auditifs sur l'identification de la parole en modalité auditive a été prouvée. Ce résultat correspond aux données de la recherche. De plus, les participants n'ont pas pu mettre en place les stratégies de démasquage de la parole dans les conditions de l'étude. Nous n'avons pas obtenu de résultat significatif concernant l'impact des distracteurs visuels en modalité visuelle. De manière qualitative, nous avons relevé, pour la plupart des sujets, de meilleurs résultats en présence de distracteurs visuels. Ceux-ci peuvent agir comme des stimulateurs attentionnels en induisant le recrutement de l'attention sélective et soutenue et permettent ainsi d'améliorer les résultats. Enfin, nous n'avons pas mis en évidence l'influence de l'âge sur la gestion des distracteurs dans la tâche de perception de la parole. Outre l'âge, de nombreux facteurs peuvent créer des différences interindividuelles de performance, comme le degré de surdité, le type d'appareillage, de scolarisation, ainsi que les fonctions exécutives, mnésiques, la motivation, ayant un impact sur l'effort d'écoute.

Nous avons étudié les performances de perception de la parole d'adolescents sourds dans des conditions écologiques, avec des distracteurs auditifs et visuels présentés simultanément ou non. Notre étude nous permet d'en savoir davantage sur ces performances, sur les stratégies mises en place par les individus sourds, et sur les facteurs à prendre en compte pour étudier leurs compétences. Il est important que ces capacités soient évaluées au début de la prise en soin des patients atteints de déficience auditive pour prendre en compte les différences interindividuelles et adapter l'intervention orthophonique aux capacités de gestion des distracteurs de l'environnement.

Il serait intéressant d'étudier objectivement l'impact des distracteurs visuels sur l'identification de la parole, avec le même type d'épreuves sur des durées courtes et longues, en mesurant le recrutement cognitif à l'aide de la pupillométrie. Ce protocole nous permettrait d'étudier si l'effort d'écoute est augmenté en présence de distracteurs visuels et ainsi de poursuivre l'étude de leur impact sur la perception de la parole dans un environnement riche en éléments perturbateurs.

Bibliographie

- Aubanel, V., Masters, C., Kim, J., & Davis, C. (2017). *Contribution of visual rhythmic information to speech perception in noise* [Conférence]. The 14th International Conference on Auditory-Visual Speech Processing, Stockholm.
https://www.researchgate.net/publication/320243604_Contribution_of_visual_rhythmic_information_to_speech_perception_in_noise
- Avan, P. (2006). Mécanismes neurophysiologiques de la binauralité. *Sciences & techniques*, 15, 32-34.
- Bernstein, L. E., Auer, E. T., & Takayanagi, S. (2004). Auditory speech detection in noise enhanced by lipreading. *Speech Communication*, 44(1-4), 5-18.
- Bradley, J. S., & Sato, H. (2008). The intelligibility of speech in elementary school classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(4), 2078-2086.
- Bronkhorst, A. W. (2015). The cocktail-party problem revisited: early processing and selection of multi-talker speech. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(5), 1465-1487.
- Brunet, L. (1983). Glossaire français. Dans L. Brunet, Marín Ibáñez, M. R., Lubovski, V. I., & K. (dirs.), *Terminology of special education* (pp. 85-114). UNESCO.
- Brungart, D. S. (2001). Informational and energetic masking effects in the perception of two simultaneous talkers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109(3), 1101-1109.
- Bureau International d'Audiophonologie. (1997, 1 mai). *Recommandation biap 02/1 bis*. BIAP. Consulté le 2 avril 2020 sur <http://www.biap.org/en/recommendations/65-ct-2-classification-des-surdites/5-recommandation-biap-021-bis>
- Calbour, C., & Dumont, A. (2004). *Voir la parole : Lecture labiale Perception audiovisuelle de la parole* (1^{re} éd.). Masson.
- Cherry, E. C. (1953). Some Experiments on the Recognition of Speech, with One and with Two Ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25(5), 975-979.
- Cohen, J. I., Huang, Y., Chen, J., & Benesty, J. (2009). *Noise Reduction in Speech Processing* (1^{re} éd., Vol. 2). Springer.
- Cohen, J. I., & Gordon-Salant, S. (2017). The effect of visual distraction on auditory-visual speech perception by younger and older listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 141(5), 470-476.
- Djakoure, M.-J. (2017). *Evaluation d'un test d'audiométrie vocale rapide dans le bruit (VRB) par la mesure du rapport signal-sur-bruit* [Thèse de doctorat, Université de Lille 2 Droit et Santé]. [pepite.univ-lille.fr. https://pepite-depot.univ-lille.fr/LIBRE/Th_Medecine/2017/2017LIL2M194.pdf](https://pepite-depot.univ-lille.fr/LIBRE/Th_Medecine/2017/2017LIL2M194.pdf)

- Duquesnoy, A. J. (1983). Effect of a single interfering noise or speech source upon the binaural sentence intelligibility of aged persons. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 74(3), 739-743.
- Elliott, L. L. (1979). Performance of children aged 9 to 17 years on a test of speech intelligibility in noise using sentence material with controlled word predictability. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 66(3), 651-653.
- Elliott, L. L., Connors, S., Kille, E., Levin, S., Ball, K., & Katz, D. (1979). Children's understanding of monosyllabic nouns in quiet and in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 66(1), 12-21.
- Fourneret, P., & des Portes, V. (2017). *Approche développementale des fonctions exécutives : Du bébé à l'adolescence*. 24(1), 66-72.
- Fraser, S., Gagné, J.-P., Alepins, M., & Dubois, P. (2010). Evaluating the Effort Expended to Understand Speech in Noise Using a Dual-Task Paradigm: The Effects of Providing Visual Speech Cues. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(1), 18-33.
- Gagné, J.-P., Besser, J., & Lemke, U. (2017). Behavioral Assessment of Listening Effort Using a Dual-Task Paradigm: A Review. *Trends in Hearing*, 21, 1-25.
- Gnansia, D. (2009). Intelligibilité dans le bruit et démasquage de la parole chez les sujets normoentendants, malentendants et implantés cochléaires. *Les Cahiers de l'Audition*, 22(6), 9-37.
- Goujon, F. (2012). *Audiométrie vocale : Étude de l'intelligibilité dans le bruit chez le normo-entendant et détermination de courbes vocales de référence* [Mémoire de maîtrise, Université Henri Poincaré, Nancy I, Faculté de Pharmacie]. docnum.univ-lorraine.fr. http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUPHA_MAUDIO_2012_GOUJON_FLORIAN.pdf
- Grant, K. W., & Seitz, P.-F. (2000). The use of visible speech cues for improving auditory detection of spoken sentences. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108(3), 1197-1208.
- Huet, T., Turbelin, C., Esquevin, S., & Grisoni, M.-L. (2011). *Tableau des tests statistiques d'hypothèse*. BiostaTGV. Consulté le 3 mars 2021 sur <https://biostatgv.sentiweb.fr/?module=tests>
- Juhel, J. (2003). Vieillesse normale et inhibition cognitive. Dans S. Moutier (dir.), *Inhibition Neurale et Cognitive* (Hermès science publications, Vol. 1, p. 125-165). Lavoisier.
- Kraus, N., & White-Schwoch, T. (2018). Concussions Impair Listening-in-Noise Abilities. *The Hearing Journal*, 71(5), 44-45.
- Lansing, C. R., & Mcconkie, G. W. (1999). Attention to Facial Regions in Segmental and Prosodic Visual Speech Perception Tasks. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 42(3), 526-539.

- Leclercq, F. (2014). *Conception d'un matériel vocal équilibré en difficulté utilisable pour le développement d'un test d'audiométrie vocale dans le bruit* [Mémoire de maîtrise, Institut Libre Maris Haps]. bib.vinci.be. https://bib.vinci.be/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=207521
- Lewis, D., Schmid, K., O'Leary, S., Spalding, J., Heinrichs-Graham, E., & High, R. (2016). Effects of Noise on Speech Recognition and Listening Effort in Children With Normal Hearing and Children With Mild Bilateral or Unilateral Hearing Loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 59*(5), 1218-1232.
- Loundon, N. (2009). Répercussions du déficit auditif. Dans N. Loundon, & D. Busquet (dirs.), *Implant cochléaire pédiatrique et rééducation orthophonique* (1^{re} éd., p. 10-11). Médecine-Sciences Flammarion.
- Macleod, A., & Summerfield, Q. (1987). Quantifying the contribution of vision to speech perception in noise. *British Journal of Audiology, 21*(2), 131-141.
- Mazeau, D. M. (2005). Perception visuelle et mémoire. *Audition-Vision, 11*, 9-11.
- Mohammed, T., Campbell, R., MacSweeney, M., Milne, E., Hansen, P., & Coleman, M. (2005). Speechreading Skill and Visual Movement Sensitivity are Related in Deaf Speechreaders. *Perception, 34*(2), 205-216.
- Olha, N. (2013). *Analyse de scènes de parole multisensorielle : Mise en évidence et caractérisation d'un processus de liage audiovisuel préalable à la fusion* [Thèse de doctorat, Université de Grenoble]. archives-ouvertes.fr. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01178397>
- Paquier, M. (2013). Traitement du bruit et de la parole par le système auditif chez l'entendant et le déficient auditif. *Cahier de l'Audition, 26*(6), 17-20.
- Peelle, J. E. (2018). Listening Effort: How the Cognitive Consequences of Acoustic Challenge Are Reflected in Brain and Behavior. *Ear and Hearing, 39*(2), 204-214.
- Picou, E. M., Ricketts, T. A., & Hornsby, B. W. Y. (2011). Visual Cues and Listening Effort: Individual Variability. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 54*(5), 1416-1430.
- Pujol, R. (2016, 15 février). *Voyage au centre de l'audition*. Cochlea. Consulté le 2 avril 2020 sur <http://www.cochlea.eu/cerveau-auditif>
- Scala, B. (2021, 9 février). *Partisan du moindre effort*. Audiologie demain. Consulté le 10 avril 2021 sur <https://audiologie-demain.com/cognition-la-piste-de-l-effort-d-ecoute/partisan-du-moindre-effort>
- Smeds, K., Wolters, F., & Rung, M. (2015). Estimation of Signal-to-Noise Ratios in Realistic Sound Scenarios. *Journal of the American Academy of Audiology, 26*(2), 183-196.
- Sumby, W. H., & Pollack, I. (1954). Visual Contribution to Speech Intelligibility in Noise. *The Journal of the Acoustical Society of America, 26*(2), 212-215.

- Summerfield, Q. (1992). Lipreading and audio-visual speech perception. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 335(1273), 71-78.
- Thompson, E. C., Krizman, J., White-Schwoch, T., Nicol, T., Estabrook, R., & Kraus, N. (2019). Neurophysiological, linguistic, and cognitive predictors of children's ability to perceive speech in noise. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 39, 1-11.
- Treille, A. (2017). *Percevoir et agir : La nature sensorimotrice, multisensorielle et prédictive de la perception de la parole* [Thèse de doctorat, Université de Grenoble]. archives-ouvertes.fr. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01693084/document>
- Van Engen, K. J., & Bradlow, A. R. (2007). Sentence recognition in native- and foreign-language multi-talker background noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 121(1), 519-526.
- Vander Ghinst, M., Bourguignon, M., Niesen, M., Wens, V., Hassid, S., Choufani, G., Jousmäki, V., Hari, R., Goldman, S., & De Tiège, X. (2019). Cortical Tracking of Speech-in-Noise Develops from Childhood to Adulthood. *The Journal of Neuroscience*, 39(15), 2938-2950.
- Vasavada, N. P. (2016). *One-way ANOVA (ANalysis Of VAriance) with post-hoc Tukey HSD (Honestly Significant Difference) Test Calculator for comparing multiple treatments*. Online Web Statistical Calculators. Consulté le 6 avril 2021 sur https://astatsa.com/OneWay_Anova_with_TukeyHSD/.
- Welvaert, M., & Rosseel, Y. (2013). On the Definition of Signal-To-Noise Ratio and Contrast-To-Noise Ratio for fMRI Data. *PLoS ONE*, 8(11), 1-10.
- Wendt, D., Hietkamp, R. K., & Lunner, T. (2017). Impact of Noise and Noise Reduction on Processing Effort: A Pupillometry Study. *Ear and Hearing*, 38(6), 690–700.
- Wu, Y.-H., Stangl, E., Chipara, O., Hasan, S. S., Welhaven, A., & Oleson, J. (2018). Characteristics of Real-World Signal to Noise Ratios and Speech Listening Situations of Older Adults With Mild to Moderate Hearing Loss: *Ear and Hearing*, 39(2), 293-304.