HAL
open science

Facteurs prédictifs pour l'acquisition d'une lecture labiale fonctionnelle chez l'adulte sourd

Mathilde Lavrut, Amandine Noiret

To cite this version:

Mathilde Lavrut, Amandine Noiret. Facteurs prédictifs pour l'acquisition d'une lecture labiale fonctionnelle chez l'adulte sourd. Sciences cognitives. 2013. dumas-00874041

HAL Id: dumas-00874041

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00874041v1

Submitted on 29 Oct 2015

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

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

ACADEMIE DE PARIS

UNIVERSITE PARIS VI PIERRE et MARIE CURIE

MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

FACTEURS PRÉDICTIFS POUR L'ACQUISITION D'UNE LECTURE LABIALE FONCTIONNELLE CHEZ L'ADULTE SOURD

Directrices de mémoire

Stéphanie BOREL
Orthophoniste

Emmanuèle AMBERT-DAHAN
Orthophoniste

Année universitaire 2012/2013

Mathilde LAVRUT
Née le 13/04/1989

Amandine NOIRET
Née le 21/05/1983

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Professeur O. **Sterkers** et toute **l'équipe du service ORL** de l'hôpital Beaujon, puis de l'hôpital de la Pitié-Salpétrière, qui nous ont accueillies tout au long de cette année et qui ont rendu cette étude possible.

Nous remercions chaleureusement **Stéphanie Borel** et **Emmanuèle Ambert-Dahan** pour leur disponibilité, leurs conseils avisés, leurs encouragements. Merci de nous avoir accompagnées tout au long de ce travail, nous faisant profiter de votre expérience.

Un grand merci à **Martine Smadja** qui a suivi et soutenu notre démarche.

Remerciements tout particuliers à **Marion (Dietrich) de Bergh** et **Alice (Hepburn) Juigner** pour avoir accepté de devenir les vedettes de notre protocole vidéo.

Merci à **Emilie Ernst** d'avoir accepté avec enthousiasme d'être le rapporteur de cette étude.

Nous tenons à remercier chaleureusement **tous les patients** qui ont accepté de donner de leur temps et de leur personne pour participer à notre étude.

Une mention spéciale à celui qui nous a guidées dans ce monde énigmatique et obscur pour nous qu'est l'informatique : merci !

Enfin, *last but not least*, un immense merci **à nos familles et à nos proches**, qui n'ont eu cesse de nous encourager, nous soutenir, nous écouter, (et nous supporter !) tout au long de nos recherches.

Engagement de non plagiat

Je soussignée Noiret Amandine, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Je soussignée Lavrut Mathilde, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

PARTIE THEORIQUE **1**

I – LA SURDITE **2**
1. Les types de surdité 2
2. Classification 3
   a) Perte quantitative 3
   b) Perte qualitative 4
3. Etiologies 4
4. Conséquences sur le langage 4
5. Possibilités 4

II - PRODUCTION DE LA PAROLE ARTICULATOIRE **5**
1. Les articulateurs de la parole 5
   a) Le système sous-glottique : la soufflerie 5
   b) Le système phonatoire 5
   c) Le système supra-glottique 5
2. Système phonologique du français 6
   a) Les voyelles 6
   b) Les consonnes 7
   c) Les semi-voyelles ou semi-consonnes 9
3. Complexité de la parole 9
4. Phonologie et paires minimales 10

III – LECTURE LABIALE (Amandine Noiret) **10**
1. Définition 10
2. Perception visuelle de la parole 11
   a) Théorie motrice de la perception de la parole 11
   b) Visèmes et phonèmes visibles. 12
   c) Limites de la lecture labiale 14
   d) La suppléance mentale 20
   e) Données normatives 22
3. Méthodes d'apprentissage 22
   a) Méthode naturelle 22
   b) Méthode globale 23
   c) Méthode analytique 23
   d) Méthode mixte 24
   e) Autres méthodes 26
   f) Effet d'un entrainement à la lecture labiale 28

IV. SURDITE : QUELLE REORGANISATION ? (Mathilde Lavrut) **29**
1. Fonctionnement et interaction entre les systèmes auditif et visuel 29
   a) Le système auditif 29

b) Le système visuel 30
c) Interactions sensorielles 31
d) Perception audiovisuelle de la parole 32
2. Fonctionnement et interaction entre les systèmes attentionnels et mnésiques 33
a) Le système attentionnel 33
b) Le système mnésique 35
3. Surdité et cross-modalité 37
a) Plasticité cérébrale 37
b) Remaniements corticaux dans les surdités 38
c) Activation des aires corticales pendant la lecture labiale 41
d) Performances visuelles des sourds 42
e) Performances des sourds en attention visuelle 44
f) Performances des sourds en mémoire visuelle 46

PARTIE PRATIQUE (Mathilde Lavrut et Amandine Noiret) 48

I – PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES 49
1. Problématique 49
2. Hypothèses 49

II – METHODOLOGIE 51
1. Description de la population 51
a) Choix de la population 51
b) Recueil de la population 51
2. Protocole de recherche : élaboration et passation 53
a) Description et cotation des épreuves : 53
b) Conditions de passation : 59

III - ANALYSE DES RESULTATS 60
1. Lecture labiale chez les sujets sourds et normo-entendants / facteurs de variabilité 60
2. Sosies labiaux 65
3. Facteurs de variabilité, lecture labiale et fonctions cognitives 75

IV - DISCUSSION 83
1. Validation / invalidation des hypothèses de travail et confrontation aux données de la littérature 84
a) Hypothèse 1 : Lecture labiale chez les sujets sourds et normo-entendants / facteurs de variabilité 84
b) Hypothèse 2: Sosies labiaux 87
c) Hypothèse 3: Lecture labiale et fonctions cognitives 93
2. Critique de l'étude 97
3. Perspectives 99

CONCLUSION 100

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Anatomie de l'oreille…….p.2

Figure 2 : Classification des pertes auditives…….p.3

Figure 3 : Présentation schématique des principaux organes de la phonation……p.6

Figure 4 : Trapèze vocalique du français……p.7

Figure 5 : Tableau des consonnes du français……p.9

Figure 6 : Spectrogramme de la consonne /d/ dans différents environnements vocaliques….....p.12

Figure 7 : Tableau de comparaison de p, t, k - b, d, g - m, n, gn présenté dans *la lecture labiale* de J. Garric (1998)……...…….p.24

Figure 8 : Ordre de progression de l'étude des phonèmes du français proposé par D. Haroutunian (2002)……p.26

Figure 9 : Présentation de la population (patients et témoins appariés)……p.53

Figure 10: Comparaison des performances aux tests de lecture labiale des sujets sourds et des témoins……...……p.61

Figure 11 : Moyenne des scores aux épreuves de reconnaissance analytique et globale chez les sujets sourds et entendants……p.62

Figure 12 : Effet de l'âge sur les performances en lecture labiale chez les personnes sourdes.....p.63

Figure 13 : Différence des pourcentages de reconnaissance des consonnes en cotation large et stricte chez les sujets sourds……...……p.65

Figure 14 : Différence des pourcentages de reconnaissance des consonnes en cotation large et stricte chez les sujets normo-entendants……p.66

Figure 15 : Différence des pourcentages de reconnaissance des différentes épreuves de lecture labiale en cotation large et stricte chez les sujets sourds……...……p.66

Figure 16 : Différence des pourcentages de reconnaissance des différentes épreuves de lecture labiale en cotation large et stricte chez les sujets entendants……p.67

Figure 17 : Présentation des pourcentages de reconnaissance des voyelles chez les sujets sourds et normo-entendants……...…p.68

Figure 18 : Analyse des confusions vocaliques chez les sujets sourds…….……p.69

Figure 19 : Analyse des confusions vocaliques chez les témoins……p.69

Figure 20 : Score de reconnaissance moyen des consonnes dans les trois contextes vocaliques chez les sujets sourds……p.71
Figure 21 : Effet du contexte vocalique sur la reconnaissance des consonnes chez les sujets sourds……p.71
Figure 22: Score de reconnaissance moyen des consonnes dans les trois contextes vocaliques chez les sujets normo-entendants……..p.72
Figure 23 : Effet du contexte vocalique sur la reconnaissance des consonnes chez les sujets normo-entendants……..p.72
Figure 24: Score de reconnaissance moyen des voyelles dans les trois contextes consonantiques chez les sujets sourds……p.73
Figure 25 : Effet du contexte consonantique sur la reconnaissance des voyelles chez les sujets sourds……p.73
Figure 26: Score de reconnaissance moyen des voyelles dans les trois contextes consonantiques chez les normo-entendants……..p.74
Figure 27 : Effet du contexte consonantique sur la reconnaissance des voyelles chez les sujets entendants…….p.74
Figure 28 : Effet de l'âge sur l'attention visuelle……p.77
Figure 29 : Effet du sexe sur l'attention visuelle…….p.78
Figure 30 : Effet du niveau d'études sur l'attention visuelle …….……...…p.79

INTRODUCTION

Quel que soit son mode d'apparition, la surdité reste un traumatisme profond qui bouleverse l'univers de celui qui la subit. Le devenu sourd perd ses repères, et le retentissement psychologique et social est considérable. En effet la surdité fait perdre non seulement la simple fonction d'alerte, mais encore la perception des sons de la parole.

Il existe différentes méthodes de remédiation pour pallier cette perte sensitive afin de rester actif en tant que sujet communiquant. Ces méthodes, en dehors des aides mécaniques que sont la prothèse et l'implant, consistent essentiellement en l'apprentissage d'une nouvelle langue « visuelle », ou au développement de la lecture labiale.

La lecture labiale est une forme de communication non négligeable qui augmente l'adaptation sociale des personnes sourdes. Ces dernières doivent s'adapter à un nouveau mode de communication essentiellement visuel. Elles tentent de percevoir tous les indices disponibles sur le visage et le corps entier de l'interlocuteur, des mouvements articulatoires sur les lèvres aux éléments suprasegmentaux repérables sur le reste du visage.

La recherche de tous ces indices rend l'utilisation de la perception visuelle de la parole hasardeuse et complexe, d'autant plus qu'elle est soumise à des contraintes matérielles (éclairage, visibilité du visage…) mais également articulatoires, dont l'une des principales est l'existence de sosies labiaux.

Cependant, certaines personnes développent une lecture labiale fonctionnelle, parfois sans entraînement spécifique, tandis que d'autres personnes garderont une perception visuelle de la parole très limitée. Nous cherchons donc, à travers cette étude, les différents facteurs qui expliqueraient de telles différences interindividuelles dans les performances en lecture labiale, et notamment si une bonne discrimination des sosies labiaux pourrait être un facteur prédictif d'une lecture labiale fonctionnelle.

Après un bref rappel sur les surdités, nous évoquerons les conditions articulatoires de la production de la parole, puis nous étudierons la lecture labiale, à travers ses implications et ses différentes méthodes d'apprentissage, ainsi que la réorganisation corticale mise en œuvre lors d'une surdité. Nous présenterons ensuite la démarche qui a nous a amenées à établir notre protocole pour arriver enfin à l'étude réalisée auprès de vingt-deux adultes atteints de surdité profonde, portant à la fois sur la discrimination des sosies labiaux et les facteurs cognitifs mis en jeu lors de la lecture labiale.

PARTIE THÉORIQUE

PARTIE THEORIQUE

I – LA SURDITE

1. Les types de surdité

Sur le plan anatomique, l'oreille est divisée en trois parties:

- **l'oreille externe** comprend le pavillon et le conduit auditif externe. Elle joue un rôle d'amplification des sons et de protection du tympan.
- **l'oreille moyenne** correspond à la caisse du tympan. Elle transforme les vibrations sonores arrivant contre la membrane tympanique en variation de pression dans les liquides de l'oreille interne, par le biais de la chaîne ossiculaire.
- **l'oreille interne** inclut la cochlée et le vestibule. Elle permet la transformation des ces variations pressionnelles en influx nerveux grâce aux cellules ciliées.

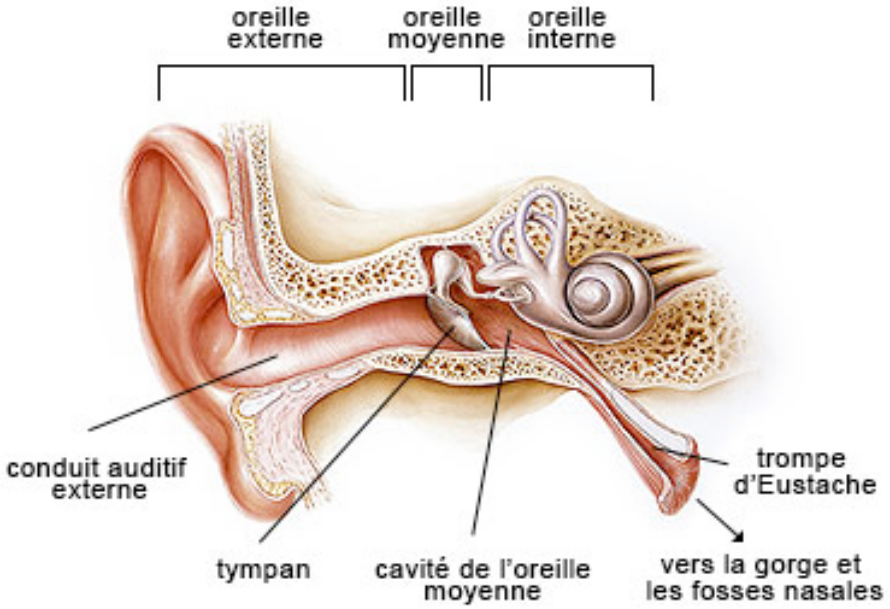


Figure 1 : anatomie de l'oreille **[117]**

Si l'atteinte porte sur l'oreille externe ou sur l'oreille moyenne, on parle de surdité de transmission : la conduction aérienne du signal sonore est altérée.

Si l'atteinte porte sur l'oreille interne, on parle de surdité de perception : la conduction aérienne est possible, mais le codage du signal sonore en influx nerveux est impossible. Dans ce cas, on distingue les surdités de perception endocochléaires (les cellules sensorielles de la cochlée sont touchées) et les surdités de perception rétrocochléaires (l'atteinte se situe derrière la cochlée, donc sur le nerf auditif).

Si l'atteinte porte à la fois sur l'oreille externe et/ou moyenne et sur l'oreille interne, on parle de surdité mixte.

2. Classification

La surdité est une diminution uni- ou bilatérale de l'audition, quelle que soit son origine et quelle que soit son importance. Elle se définit par un double déficit auditif, à la fois qualitatif et quantitatif.

a) Perte quantitative

Pour quantifier la perte auditive, il convient de calculer la moyenne de perte par un bilan audiométrique et de se référer aux classifications internationales. Cette perte tonale moyenne est calculée à partir de la perte en dB aux fréquences 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz et 4.000 Hz. En Europe, la classification audiométrique des déficiences auditives du Bureau International d'AudioPhonologie sert de référence pour décrire ce déficit quantitatif **[116].**

Niveau d'audition	Degré	Perte tonale moyenne (en dB)	Conséquences
Audition normale ou subnormale		Entre 0 et 20 dB	Il s'agit éventuellement d'une atteinte tonale légère sans incidence sociale
Déficience auditive légère		Entre 20 et 40 dB	La parole est perçue à voix normale, néanmoins tous les contrastes phonétiques ne sont pas reconnus. Le sujet doit être attentif pour comprendre les paroles échangées. Les voix faibles ou lointaines ne sont pas perçues. La plupart des bruits familiers sont entendus.
Déficience auditive moyenne	I	Entre 40 et 55 dB	La parole à intensité conversationnelle n'est pas perçue. Il faut élever la voix pour que le sujet perçoive la parole. La compréhension est facilitée par l'audiovision. Quelques bruits familiers sont encore perçus.
	II	Entre 55 et 70 dB	
Déficience auditive sévère	I	Entre 70 et 80 dB	La parole n'est pas comprise mais peut être perçue à voix forte près de l'oreille. Le sujet identifie très difficilement les consonnes. L'utilisation de la lecture labiale est indispensable pour permettre la compréhension. Les bruits forts de l'environnement sont perçus .
	II	Entre 80 et 90dB	
Déficience auditive profonde	I	Entre 91 et 100 dB	Seuls les bruits très puissants sont perçus. La parole n'est donc pas perçue mais les éléments prosodiques de mélodie et de rythme peuvent être préservés. La lecture labiale est indispensable
	II	Entre 101 et 110 dB	
	III	Entre 101 et 119 dB	
Cophose		Au-delà de 120 dB	Rien n'est perçu.

Figure 2 : Classification des pertes auditives **[116]**

b) Perte qualitative

Ce déficit quantitatif est accompagné d'un déficit qualitatif. **En effet, en plus d'une baisse audiométrique, les pertes auditives de perception se caractérisent par des distorsions acoustiques**, qui peuvent toucher les trois paramètres du son :

- l'intensité, il s'agit du phénomène de recrutement.
- la fréquence, qui correspond à une perte de sélectivité fréquentielle
- le temps, qui altère l'analyse de la structure temporelle fine du son

Ces distorsions varient suivant les personnes.

3. Etiologies

Les causes des surdités sont nombreuses : elles peuvent être d'origine infectieuse, tumorale, toxique, pressionnelle, traumatique, dégénérative, ou génétique.

4. Conséquences sur le langage

Ces surdités peuvent survenir à trois moments de la vie:

- avant l'acquisition du langage oral (surdité pré-linguale)
- pendant l'acquisition du langage oral (surdité péri-linguale)
- après l'acquisition du langage oral (surdité post-linguale).

Le fait que la personne ait déjà entendu la parole ou non définira ses facilités d'oralisation et de compréhension. **Plus l'apparition du déficit est précoce, plus les conséquences linguistiques seront importantes.**

Notons que ces conséquences sur le langage sont sources de répercussions sociales, professionnelles et psychologiques.

5. Possibilités

Face aux difficultés que peuvent engendrer ces surdités, il existe différentes aides :

- Pour les surdités légères à sévères, les **prothèses amplificatrices** permettront un certain gain auditif.
- Pour les surdités sévères, profondes ou totales, c'est **l'implant cochléaire** qui pourra remédier à la perte auditive.
- La **lecture labiale**, par ses indices visuels, viendra compléter et éclaircir les informations auditives.

II - PRODUCTION DE LA PAROLE ARTICULATOIRE

1. Les articulateurs de la parole [64]

a) Le système sous-glottique : la soufflerie

Ce système est composé de l'abdomen, du diaphragme, du thorax, des poumons et de la trachée. Lors de l'inspiration, la contraction du diaphragme permet d'élargir la cavité pulmonaire pour faire rentrer de l'air, et l'élévation du diaphragme ainsi que la contraction des muscles intercostaux permet d'expulser cet air dans la trachée, avec une pression quasi constante.

b) Le système phonatoire

Le larynx fait l'intermédiaire entre la trachée et le pharynx. Il abrite les plis vocaux. L'air qui arrive de la trachée traverse le larynx, et donc les plis vocaux. Le passage d'air situé entre les plis vocaux s'appelle la glotte. Grâce à la rotation de deux cartilages du larynx, les aryténoïdes, la glotte peut être ouverte pour permettre la respiration, et fermée pour permettre la phonation. Si la pression sous-glottique est différente de la pression supra-glottique (l'air envoyé par la soufflerie augmente la pression sous-glottique), les plis vocaux vont alors entrer en vibration, selon l'effet Bernoulli **[66].** C'est cette vibration qui créé la voix et ses différentes harmoniques. Selon les propriétés intrinsèques aux plis vocaux et les différences de pression sous et supra-glottique, la fréquence de vibration des plis vocaux sera différente, ce qui caractérisera la voix propre à une personne, et ce qui permettra de créer les différentes harmoniques de la voix.

c) Le système supra-glottique

L'air, après son passage dans le système phonatoire, va traverser le conduit vocal. Celui-ci pourra prendre diverses formes d'après la variété de ses constituants. Le système supra-glottique est composé de différents résonateurs : les cavités labiale, orale, nasale et pharyngale, ainsi que de différents articulateurs : les lèvres, les dents, les alvéoles, le palais dur, le velum, l'uvule, la langue. Suivant l'endroit où l'air résonne (par exemple cavité orale ou cavité nasale), et suivant la résistance imposée au passage de l'air par les résonateurs, le son qui arrive du système phonatoire (qui possède déjà quelques propriétés acoustiques),

finira d'être transformé en un son particulier, appelé phonème, qui appartiendra au système phonologique de la langue voulue.

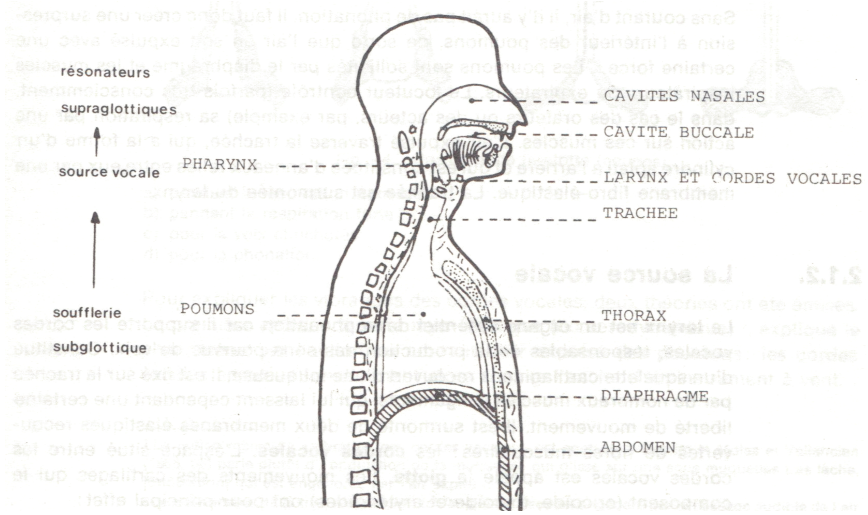


Figure 3 : Présentation schématique des principaux organes de la phonation **[64]**

2. *Système phonologique du français [109]*

a) Les voyelles

Ce sont des **sons pour lesquels les articulateurs ne font pas obstacle au flux d'air dans le conduit vocal.**

Elles se distinguent selon 4 dimensions articulatoires:

- L'aperture : la position de la langue et de la mâchoire sur un axe vertical détermine l'**aperture** de la voyelle. On distingue quatre degrés d'aperture : les voyelles fermées /i/ /y/ /u/, les voyelles mi-fermées /e/ /ø/ /o/, les voyelles mi-ouvertes /œ/ /ɛ/ /ɔ/, et les voyelles ouvertes /a/ /ɑ/.
- Le lieu d'articulation : la position de la langue sur un axe antéro-postérieur caractérise l'antériorité-postériorité de la voyelle. On distingue les voyelles antérieures /i/ /y/ /e/ /a/ /ɛ̃/, la voyelle centrale /ə/, et les voyelles postérieures /u/ /o/ /ɑ/ /ɔ̃/.
- L'arrondissement : la protrusion des lèvres en avant et l'arrondissement de l'orifice labial permettent de distinguer les voyelles arrondies /y/ /ø/ /u/ /o/ /ɔ̃/, des voyelles non-arrondies /i/ /e/ /a/ /ɑ̃/ /ɛ̃/.
- La nasalité : la position du velum (et donc l'ouverture ou non des cavités nasales) détermine la nasalité de la voyelle. Les voyelles nasales du français sont /ɑ̃/ /ɛ̃/ /œ̃/ /ɔ̃/.

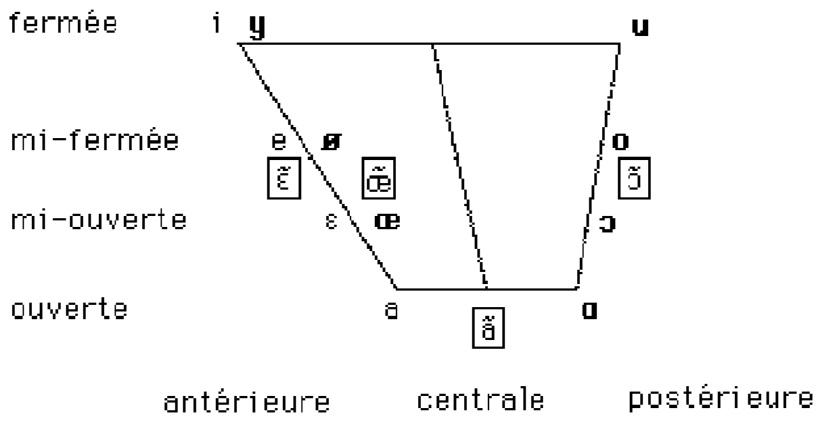


Figure 4 : Trapèze vocalique du français **[118]**

b) Les consonnes

Elles se caractérisent par la **formation d'un obstacle sur le passage du flux d'air dans le conduit vocal**.

Les consonnes se distinguent selon 4 traits articulatoires :

- Le mode d'articulation : d'après la forme et la façon dont l'occlusion est produite dans le conduit vocal, on distingue :
  - Les occlusives (orales ou nasales) : les articulateurs se rapprochent de façon à produire une occlusion complète au passage de l'air, qui ne s'échappera que lors du relâchement de cette occlusion. (par exemple : /p/). Le conduit vocal est fermé complétement, ce qui provoque une montée de pression de l'air dans la cavité buccale, caractérisée par une phase de silence. Puis cette augmentation de pression est suivie d'un relâchement sonore, ou burst, à l'origine du son produit.
  - Les fricatives : les articulateurs se rapprochent de façon à produire un rétrécissement sur le passage de l'air dans le conduit vocal et à provoquer une friction à l'endroit du rétrécissement. (par exemple : /s/).
  - Les latérales : elles sont produites avec une occlusion en un point sur l'axe médian du palais mais en laissant un passage latéral à l'écoulement de l'air d'un côté ou des deux côtés de la langue (par exemple : /l/).

- Le voisement : les consonnes voisées (ou sonores) sont les consonnes pour lesquelles les plis vocaux vibrent (/b/, /d/, /m/, /l/, /z/, /ʒ/, /v/, /n/, /g/, /ɲ/, /ʁ/). Les consonnes non

voisées (ou sourdes) sont les consonnes pour lesquelles l'air s'écoule librement, sans vibration des plis vocaux (/p/, /t/, /f/, /s/, /ʃ/, /k/). La pression intra-buccale serait moindre lors du voisement, le relâchement des occlusives serait de ce fait moins explosif que pour les consonnes sourdes.

- Le lieu d'articulation : d'après la position de l'occlusion dans le conduit vocal, on distingue :
  - Les bilabiales : occlusion au niveau des lèvres : /p/, /b/, /m/.
  - Les labiodentales : occlusion entre la lèvre inférieure et les incisives supérieures : /f/, /v/.
  - Les dentales et les alvéolaires : occlusion entre la langue et la surface interne des incisives (dentales) ou les alvéoles (alvéolaires) : /t/, /d/, /s/, /z/, /l/, /n/.
  - Les post-alvéolaires ou pré-palatales : occlusion entre la langue et la partie postérieure des alvéoles : /ʃ/, /ʒ/.
  - Les palatales : occlusion entre la langue et le palais dur : /ɲ/.
  - Les vélaires : occlusion entre la langue et le velum : /k/, /g/, /ŋ/.
  - Les uvulaires : occlusion entre la langue et l'uvule : /ʁ/.

  On peut affiner la description du lieu d'articulation en spécifiant quelle partie de la langue entre dans la formation de l'occlusion: l'apex, le dos ou la racine.

- La nasalité : Les consones nasales sont les consonnes pour lesquelles le velum est abaissé de façon à ce que le conduit nasal soit ouvert et que l'air puisse s'échapper par le nez : /n/, /m/, /ɲ/, /ŋ/. Pour les consonnes orales, le velum est collé contre la paroi pharyngale de façon à ce que le conduit nasal soit fermé. L'air s'échappant de façon continue par le nez, la pression intra-buccale n'augmente pas, et il n'y a donc pas de phase de silence. Ainsi, contrairement aux occlusives orales, le bruit de relâchement de l'occlusion (burst), normalement présent, ne se fait pas entendre lors de l'émission des occlusives nasales. C'est ce qui différencie notamment les occlusives bilabiales orales /p/ /b/ de l'occlusive bilabiale nasale /m/.

Mode d'articulation		Lieu d'articulation					
Occlusive		Bi-labiale	Labio-dentale	Apico-dentale	Dorso-palatale	Dorso-vélaire	Dorso-uvulaire
Sourde	Orale	p		t		k	
	Nasale						
Sonore	Orale	b		d		g	
	Nasale	m		n	ɲ		
Constrictive							
Sourde	Orale		f	s	ʃ		
Sonore	Orale		v	z	ʒ		
Liquide				l			R

Figure 5 : Tableau des consonnes du français **[119]**

c) Les semi-voyelles ou semi-consonnes

Ce sont des **sons intermédiaires entre les consonnes et les voyelles**. Les semi-voyelles ressemblent à des voyelles du point de vue articulatoire, mais se comportent comme des consonnes du point de vue phonologique. Il y en a trois en français :

- La palatale /j/ : resserrement au niveau du palais dur (utilisée dans /ilija/ -> « il y a »).
- La labio-palatale /ɥ/ : resserrement au niveau des lèvres et du palais dur (utilisée dans /lɥil/ -> « l'huile »).
- La labio-vélaire /w/ : resserrement au niveau des lèvres et du palais mou (utilisée dans /œ̃nwazo/ -> « un oiseau »).

3. Complexité de la parole

- La parole est **variable** selon le contexte, selon le débit, selon le locuteur.
- La parole est **continue** : contrairement au langage écrit, il n'y a pas de « blanc » entre les mots ou entre les sons dans un mot. Cela peut induire des problèmes de segmentation, par exemple pour /pətitami/, on peut aussi bien comprendre « petit ami » que « petit tamis ». **[29]**
- La parole n'est **pas strictement séquentielle** : les sons des mots se chevauchent. Il n'y a pas de correspondance stricte entre un signal acoustique et un segment de langue. **[70]**
- La parole est **rapide** : 12/15 sons par seconde, 150/300 mots par minute. **[79]**
- La parole est **lacunaire** : les mots sont parfois prononcés incomplètement, des phonèmes ou des syllabes peuvent être omis.

- La parole **implique la gestion de différentes modalités** : auditive et visuelle. L'auditeur doit faire une intégration entre les informations auditives et visuelles.

4. Phonologie et paires minimales

La **plus petite unité fonctionnelle d'un système phonologique est le phonème**, car il possède une fonction discriminante entre les mots de son lexique. C'est-à-dire que si la substitution d'un phonème par un autre modifie la signification d'un mot cible, nous sommes en présence de deux phonèmes bien distincts de la langue. En français par exemple, /p/ et /b/ sont distincts, car si nous les substituons, nous obtenons bien deux mots différents : « pale » ([pal]) et « balle » ([bal]). **Ces deux mots, qui ne se distinguent que par un phonème, constituent une paire minimale [109].** D'où l'importance de percevoir correctement les sons de la langue afin d'éviter toute ambiguïté dans l'interprétation d'un message produit.
De plus, d'importantes variations dans l'articulation d'un phonème peuvent survenir (par exemple en conséquence de la coarticulation, notion expliquée ci-après), ce qui en complexifie la perception ; toutefois, l'essentiel n'est pas que le phonème soit réalisé de façon canonique parfaite, mais bien qu'il soit distingué des autres, afin de permettre l'acquisition du sens du message produit.
Un des obstacles les plus importants à la perception visuelle des phonèmes reste la présence de nombreux sosies labiaux, que nous détaillons ci-après.

III – LECTURE LABIALE

1. Définition

La lecture labiale est couramment définie comme **la perception du langage oral à l'aide de la reconnaissance des mouvements articulatoires du locuteur**. C'est une technique qu'on utilise spontanément pour pallier le manque d'informations auditives, que l'on soit normo-entendant ou malentendant. Mais la lecture labiale se révèle être une activité bien plus complexe.
« *Lorsque les sons du langage ne peuvent plus être entendus, il faut essayer de les VOIR, ou plutôt de les retrouver, à partir du mouvement des lèvres de celui qui parle* » indiquent M. Istria, C. Nicolas-Jeantoux et J. Tamboise (1982; p.3) **[58]**. Jeanne Garric (1998) **[48]** quant à elle, pose le parallèle entre la lecture (de l'alphabet) et la lecture sur les lèvres (d'images

visuelles de mots articulés). Ces auteurs emploient l'expression « lecture labiale » au sens strict du terme : il s'agit de **lire sur les lèvres**. Marassa et Lansing (1995), cités par Lander et Capek (2012) **[63]** ont d'ailleurs trouvé que les informations données par les lèvres et la bouche suffisent à reconnaître les mots. Pour eux, les informations fournies par les régions faciales autres que la bouche n'augmentent pas significativement la perception de la parole. Or Annie Dumont et Christian Calbour (2002) **[39]** vont plus loin et considèrent que cet emploi strict de « lecture labiale » est quelque peu réducteur. En effet, **c'est toute la mimique faciale qui est impliquée dans la perception visuelle de la parole** : non seulement les mouvements des lèvres, mais également du menton, de la gorge, des joues, du front des yeux, et parfois même du corps entier. Tous ces mouvements apportent même différents ordres d'indices. La partie basse du visage permet donc l'identification des mots, tandis que les informations stylistiques et l'intonation sont plutôt dévolues à la partie haute du visage. Au terme lecture labiale serait préférable de ce fait celui de **perception audio-visuelle de la parole**, plus représentatif. Notons que la langue anglaise différencie « lipreading » (lecture labiale) et « speechreading » (lecture labio-faciale).

2. Perception visuelle de la parole

a) Théorie motrice de la perception de la parole

De nombreuses recherches ont été menées pour tenter de comprendre comment la parole est reconnue. Dans la mesure où les paramètres acoustiques de chaque phonème sont changeants (en fonction du contexte, des phénomènes de coarticulation), le signal acoustique ne peut être à lui seul l'objet de la perception de la parole. Prenons par exemple la consonne /d/ : selon la nature du contexte vocalique, le son émis par la consonne peut avoir des profils acoustiques très différents (cf. figure 6). Malgré ces différences acoustiques, tout le monde est capable de reconnaître qu'il s'agit de la consonne /d/. Le seul point commun à toutes ces productions, c'est l'image articulatoire : la langue est toujours dans la même position, derrière les incisives. Ces remarques ont conduit Liberman et ses collaborateurs (1967 et 1985) **[71] [72]** à poser les jalons de **la théorie motrice de la perception de la parole** : la production et la perception de la parole sont intimement liées. A tel point que la commande motrice utilisée pour produire la parole est directement impliquée dans la perception catégorielle (perception de stimuli variables, répartis sur un continuum entre deux sons clairement identifiables, comme des

unités d'une même catégorie phonétique. Par exemple dans la figure 6, les variants du phonème /d/, à partir de /di/ jusqu'à /du/ sont perçus comme faisant partie de la catégorie du phonème /d/) Ainsi, **les indices nécessaires et suffisants à la reconnaissance de la parole ne sont pas acoustiques, mais bien moteurs**. C'est le geste articulatoire qui forme l'unité de base à la perception de la parole. Dans un article récent, Devlin (2009) **[36]** recense les études faisant intervenir la neuro-imagerie pour valider cette théorie. Il en résulte que **la perception passive de la parole implique les aires cérébrales dévolues à la production de la parole**. Percevoir la parole, c'est alors percevoir les mouvements articulatoires qui la produisent. La théorie motrice de la perception de la parole permet alors d'entraîner le labiolecteur à perfectionner ses praxies bucco-faciales et ses schémas articulatoires afin de mieux percevoir la parole. Notons que les méthodes d'apprentissage de la lecture labiale insistent sur la nécessité d'une prise de conscience des actes articulatoires rendue possible par l'observation attentive et le sens kinesthésique.

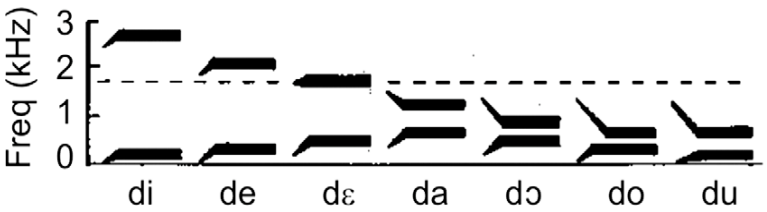


Figure 6 : spectrogramme de la consonne /d/ dans différents environnements vocaliques **[36]**

b) Visèmes et phonèmes visibles.

La parole constitue pour le labiolecteur un **flux ininterrompu de différentes images labiales**, variables d'un énoncé à un autre, et d'un interlocuteur à l'autre. Néanmoins, pour aboutir à la compréhension de ce qui est vu, il faut pouvoir repérer des **indices stables et reproductibles** qui serviront de point de départ au décodage de l'information verbale. A. Dumont (2002) **[39]** cite les travaux de M. Odisio et F. Elisei (2000) et leur modélisation des mouvements phonatoires labiaux pour rappeler les différents paramètres articulatoires observables :

1. déplacement haut/bas de la mâchoire
2. étirement horizontal-avancée des lèvres
3. ouverture/fermeture des lèvres
4. élévation simultanée des lèvres comme pour f et v

5 déplacement avant/arrière de la mâchoire
6 déplacement de la pomme d'Adam.

Ces six paramètres peuvent se combiner entre eux pour produire tous les phonèmes du français. Par exemple, la syllabe /ʒu/ peut être obtenue avec les paramètres 1 (la mâchoire est fermée) et 2 (les lèvres sont avancées). Le paramètre 6 reste le moins important.
Cependant, ces différents paramètres ne permettent pas de percevoir à l'œil nu les traits distinctifs plus subtils que sont **la nasalité** ou **le voisement**. De ce fait, le terme de « phonème » ne semble plus convenir pour désigner ce qui est perçu par le lecteur dans la mesure où à une même image labiale peut correspondre plusieurs phonèmes. Dumont préfère donc l'appellation de « *visème* », en référence au « *visual phoneme »* de Fisher (1968), pour désigner « *les phonèmes dont l'articulation visible procède du même geste facial* » p.11 **[39]**.
La notion de **visème représente donc la famille articulatoire visible des phonèmes qui ne se distinguent que par le trait de nasalité ou de voisement**. En ce qui concerne les consonnes, nous observons sept visèmes, regroupés selon la position de la consonne :

<u>Consonne en position initiale</u> :
- visème des occlusives bilabiales /p, b, m/
- visème des constrictives labiodentales /f, v/
- visème des constrictives post-alvéolaires protruses /ʃ, ʒ/
- visème des consonnes intrabuccales /t, d, n, k, g, ŋ, s, z, l, ʁ/

<u>Consonne en position finale</u> :
- visème des occlusives /t, d, n/
- visème des constrictives dentales /s, z/
- visème de /l/

Le regroupement des voyelles en visème est plus délicat dû au fait que **leurs traits distinctifs restent peu discriminant**. Dumont n'a utilisé que le degré d'aperture, du plus petit au plus grand, pour établir les cinq visèmes vocaliques :
- visème /i/
- visème /ɔ, o, ɔ̃, y, u/
- visème /œ, ø, ə /
- visème /ɛ, ɛ̃, e/
- visème /a, ɑ̃/

Dans son *manuel de lecture labiale* (1982) **[58]**, **Istria considère que seul le mouvement des lèvres permet de reconnaître les consonnes**. Le nombre de consonnes visibles est alors restreint à quelques éléments, répartis en trois groupes distincts selon la nature des mouvements labiaux :

- 1er mouvement – groupe P /p, b, m/
- 2ème mouvement – groupe F /f, v/
- 3ème mouvement – groupe CH /ʃ, ʒ/
-

De plus, Istria observe **quatre mouvements articulatoires pour les voyelles**, sensiblement différents du classement de Dumont, en s'appuyant non seulement sur l'aperture, mais aussi sur la protrusion et l'étirement des lèvres:

- bouche ouverte – groupe A /a, ɛ, ɛ̃/
- bouche ouverte/avancée – groupe AN / ɑ̃, ɔ, œ/
- bouche avancée – groupe O /o, ɔ̃, u, y, ø/
- bouche étirée – groupe I /i, e/

J. Garric quant à elle dans sa *lecture labiale, pédagogie et méthode* (1998) **[48]**, ne regroupe pas les voyelles dans des catégories articulatoires, mais demande au labiolecteur d'observer les voyelles selon un axe vertical représentant l'aperture, et un axe horizontal symbolisant l'étirement des lèvres.

Il existe donc des éléments stables, notamment **les mouvements des lèvres** (étirement/protrusion, ouverture/fermeture, élévation/abaissement) **et de la mâchoire** (ouverture/fermeture, avancement/rétraction), qui **permettent de repérer aisément certains indices** pour initier le décodage du message verbal. Le /a/ a une aperture maximale, la mâchoire s'ouvre. Le /i/ a un étirement maximal, les lèvres s'écartent sur le plan horizontal, tandis que l'ouverture des lèvres est minime. Malheureusement, comme le remarque Dumont **[39]**, seul un tiers des phonèmes produits est perçu par le labiolecteur. Le parcours vers une lecture labiale fonctionnelle est semé d'embuches.

c) Limites de la lecture labiale

Si le labiolecteur peut s'aider d'indices articulatoires particulièrement transparents pour accéder à la compréhension de certains phonèmes, il peut également être freiné par de

nombreuses difficultés. En effet, tous les phonèmes du français ne répondent pas à un schéma articulatoire précis et perceptible à l'œil nu, dans le flot de parole.

A- Consonnes peu visibles

Nous avons vu ci-dessus que les mouvements des lèvres et de la mâchoire permettaient la reconnaissance de quelques phonèmes. Il ne s'agit cependant pas des seuls organes phonateurs. D'autres organes entrent en jeu dans l'articulation, mais leurs mouvements sont à peine perceptibles. Annie Dumont dans son ouvrage *Orthophonie et surdité* (2008) **[40]** considère les mouvements de la langue comme « *parfois visibles* », et ceux du larynx comme « *peu visibles* ». **Langue et larynx interviennent particulièrement dans la production des consonnes liquides et postérieures** /l/ /r/ /ɲ/ /g/ /k/ /ʒ / /ʃ/. Les consonnes peu visibles sont celles qui mobilisent la langue dans la cavité buccale et qui ne font pas participer les lèvres, tels le /s/, /z/, /t/, /d/, /n/, /l/, /ʁ/.
Istria (1982) **[58]**, suivie plus tard par Haroutunian (2002) **[53]**, regroupe ces consonnes peu visibles sous l'étiquette **« *consonnes variables* »**. Elle remarque en effet que ce sont « *celles qu'on voit plus difficilement et qui parfois ne sont plus visibles avec certaines voyelles* » (p.13), soit selon le phénomène **de coarticulation**. La reconnaissance est plus difficile avec des voyelles fermées et arrondies. Il s'agit des occlusives post-alvéolaires /t, d, n/, des constrictives alvéolaires /s, z/ et de la liquide /l/, plus ou moins reconnues en fonction du contexte vocalique.

B- Consonnes invisibles

A côté de ces consonnes variables, d'autres consonnes sont quant à elles complétement invisibles aussi bien sur les lèvres que sur la langue. Ce sont **les consonnes vélaires /k, g/,** ainsi que **la consonne uvulaire /ʁ/** qui ont leur point d'articulation en fond de gorge.

C - Coarticulation

Dans le langage parlé, **les phonèmes** ne sont jamais considérés isolément, mais toujours au travers de leur association. Ils **influent les uns sur les autres et subissent des modifications de caractéristiques articulatoires du fait de leur entourage consonantique ou vocalique**, jusqu'à la déformation de leur image labiale. Kröger et al. (2000) **[62]** ont étudié les différents gestes articulatoires pour une même consonne dans les contextes vocaliques [i, a, u], grâce à

des coupes d'IRM. Il en résulte que le lieu de l'articulation des consonnes varie en fonction du lieu d'articulation des voyelles précédentes et suivantes. Pour /igi/, le lieu de l'occlusion du /g/ sera antérieur à celui du /g/ de /ugu/, car /i/ est une voyelle antérieure alors que /u/ est une voyelle postérieure. De plus, dans /ugu/, les lèvres resteront arrondies pendant l'articulation du /g/ (caractère arrondi du /u/), alors qu'elles ne le seront pas dans /igi/. Ainsi, un phonème peut prendre les particularités articulatoires du phonème qui le précède (**assimilation progressive**) ou du phonème qui le suit (**assimilation régressive**), mais aussi d'un phonème plus éloigné (**dilation**). Ces phénomènes de coarticulation rendent plus complexe la compréhension du message oral dans la mesure où **les phonèmes ont une image labiale différente de celle qui est canoniquement attendue.**

D - Sosies labiaux

Une des difficultés la plus manifeste pour aborder la lecture labiale reste l'existence des sosies labiaux. Cette expression fait référence à **un phonème ou un mot qui présente la même image articulatoire qu'un autre phonème ou qu'un autre mot**. Il devient alors malaisé de différencier ce phonème ou ce mot. Nous avons vu plus haut qu'A. Dumont (2002) **[39]** regroupe les phonèmes possédant la même image articulatoire pour former une unité plus étendue : le visème. Elle distingue ainsi six visèmes, six images labiales différenciées. Or, le français ne compte pas moins de seize phonèmes consonantiques. La difficulté réside dans le fait que **certains traits articulatoires perceptibles au niveau acoustique ne le sont plus au niveau purement visuel.** Les traits de voisement ou de nasalité perdent alors leur fonction de discrimination. Prenons par exemple les consonnes bilabiales /p, b, m/, les plus reconnaissables en lecture labiale. Le /b/ ne se distingue phonétiquement du /p/ que par la présence de vibration laryngée, invisible à l'œil nu. De même, la production du /m/ nécessite, pour se distinguer du /p/, un mouvement du voile du palais pour permettre un passage de l'air par le nez, imperceptible en lecture labiale. Sur une perception de la parole uniquement visuelle ces trois phonèmes sont équivalents. **A un mouvement articulatoire visible (visème) correspond plusieurs sons de la parole potentiels (phonèmes)**, résument Soto-Faraco et ses collaborateurs (2007) **[100]**, et à cause de ce haut degré de confusion visuelle, il existe quantité de mots virtuellement indifférenciables les uns des autres sur la seule base de la lecture sur les lèvres.

Au début de son chapitre consacré aux consonnes, Haroutunian (2002) **[53]** propose une liste des consonnes qui présentent la même image labiale :

p/b/m	t/d/n	k/g
f/v	s/z	ch/j

Istria part d'une démarche plus inductive pour amener l'apprenti labiolecteur à se rendre compte de l'existence des sosies labiaux, « *sons différents* [qui] *auront la même image labiale, simplement parce que les lèvres prennent la même position pour les prononcer* » (p.3). Elle inclut dans son *manuel de lecture labiale* (1982) **[58]** des exercices entièrement consacrés aux sosies labiaux, aussi bien dans sa partie analytique que dans sa partie de « *gymnastique mentale* ». S'appuyant sur les travaux de Bernstein (2000) et de Munhall (2004), Soto-Faraco (2007) **[100]** suggère qu'un plus grand nombre de détails peut être extrait du simple signal visuel, et pose l'hypothèse que des **distinctions plus fines** sont possibles sur des mouvements articulatoires appartenant à un même visème. Par exemple, les mouvements de la tête véhiculent des informations sur la fréquence fondamentale, ainsi que sur les éléments suprasegmentaux. C'est pourquoi J. Garric n'emploie jamais dans *la lecture labiale* (1998) **[48]** le terme de sosie labial. Il y a une différence acoustique entre le /p/ et le /b/, le voisement, que Garric demande aux lecteurs de percevoir visuellement. Ainsi, le /b/ dure plus longtemps, de part la présence des vibrations laryngées, ce qui a pour effet de ralentir le mouvement d'ouverture de la bouche. Le mouvement fourni pour obtenir un /ba/ est donc plus doux, et les lèvres sont moins serrées que pour produire un /pa/. Chaque phonème est alors étudié en fonction de son sosie afin d'entraîner à percevoir des différences plus fines. Dans la même lignée, Haroutunian, s'interrogeant sur les capacités de discrimination des sosies par les bons labiolecteurs, demande aux novices de comparer des mots contenant des sosies labiaux (par exemple pas/bas, paix/bais…) tout en donnant quelques pistes d'observation : contraction musculaire, tenue de l'émission, sensation de la fermeture des lèvres… Si au premier abord, certains phonèmes semblent posséder la même image labiale, il semblerait donc que des indices visuels plus fins permettent de les différencier.

Notons que pour une meilleure compréhension de ces sosies, la technique du **Langage Parlé Complété** a été mise au point. Cette méthode d'aide à la lecture labiale code manuellement les différents phonèmes de la langue française. La position de la main renseigne sur les sons vocaliques tandis que différentes configurations digitales codent les sons consonantiques : les sosies labiaux sont alors codés par des signes différents qui évitent toute confusion.

E- Variations internes et externes

Variations internes au locuteur

Demorest et Bernstein (1992) **[14]** estiment que 4,9% des variabilités en lecture labiale dépendent uniquement du locuteur.

L'articulation propre à chaque locuteur est un élément important pour la compréhension visuelle du message verbal. Une articulation hypotonique ne sera pas lisible. *A contrario*, une sur-articulation modifie les images labiales jusqu'à les rendre incompréhensibles. Une étude récente menée par Lander et Capek sur ce sujet (2012) **[63]** démontre que **la lecture labiale est plus aisée lorsque le locuteur a une articulation claire**. De même, une manière de parler trop rapide ou trop lente, trop saccadée et hésitante, sera un obstacle à l'analyse visuelle du message. Les accents, aussi bien étrangers que régionaux, ont également une influence sur l'articulation du locuteur, et donc sur l'interprétation du lecteur, comme le remarquent Irwin et al. (2001) **[57]** et Lander et Capek (2012) **[63]** : les espagnols prononcent le /b/ et le /v/ de la même manière, de même que le /ʁ/ et le /l/ pour les japonais. Les habitants des régions du nord-est de la France ont tendance à sonoriser les consonnes, tandis que dans les régions du sud, toutes les lettres, y compris le /ə/ muet sont prononcées (Léon & Léon, 2004) **[68]**. Ces variantes articulatoires sont aussi dépendantes des conditions physiologiques du locuteur. La fatigue, l'énervement, la gaité, les humeurs en général sont autant de variables influant sur l'articulation.

A côté de ces données purement articulatoires peuvent jouer les **particularités physiques** du locuteur. Le port de la moustache et de la barbe peut entraver une bonne lisibilité par exemple, de même qu'un visage inexpressif. Lander et Capek (2012) **[63]** ont proposé une étude pour explorer l'impact de la visibilité des lèvres du locuteur sur la lecture labiale. Elles proposent à 60 adultes des mots, puis des phrases prononcées par deux locutrices dans différentes conditions : avec les lèvres au naturel et couvertes de rouge à lèvres foncé. Leurs résultats révèlent que souligner de façon franche les lèvres du locuteur augmente les résultats en lecture labiale.

Variables internes au labiolecteur

La motivation, la fatigue et les humeurs du labiolecteur sont aussi des facteurs intervenant sur la bonne compréhension du message. A ces variables, nous pouvons aussi rajouter les effets suivants :

-Effet de l'âge

Il n'y a évidemment pas de limite d'âge pour exercer la lecture labiale, mais il semble que celle-ci soit moins efficace après soixante ans. Sommers, Tye Murray et Spehar (2005 ; 2007) **[99] [108]** ont proposé des tâches de reconnaissances de mots et de phrases en lecture labiale seule à un groupe de jeunes adultes (de 18 à 25 ans) et à un groupe de personnes plus âgée (au-delà de 65 ans). Leurs résultats indiquent que **le groupe d'adultes plus âgés ont des capacités en lecture labiales plus pauvres que celles des jeunes adultes**.

A. Bajeux (2006) **[7]** étudie l'influence de l'âge sur les capacités en lecture labiale sur des groupes de 25-45 ans, 45-65 ans et plus de 65ans. Chez les initiés et les non initiés à la lecture labiale, les résultats pour **la reconnaissance uniquement visuelle de mots et de phrases diminuent de 9% en moyenne quand l'âge augmente.**

-Effet du sexe

Des études portant sur les différences homme/femme en matière de processus de parole ont conclu que les femmes utilisent plus de stratégies cognitives d'intégration et de prédiction que les hommes. Strelnikov et al. (2009) **[105]** se servent de ces résultats pour poser l'hypothèse que ces stratégies permettent aux femmes de s'adapter plus facilement aux messages détériorés, donc, d'être plus performantes en lecture labiale. Ils font reconnaître des mots dissyllabiques en modalité visuelle à des groupes d'hommes et de femmes normo-entendants, sourds, et implantés cochléaires. Ils obtiennent de meilleures performances pour les femmes normo-entendantes et sourdes non implantées. En revanche, la même expérience avec reconnaissance de phonèmes ne révèle pas de différence significative entre les capacités des femmes et celles des hommes. Strelnikov et ses collaborateurs concluent donc que **les femmes sont meilleures en lecture labiale que les hommes car elles s'appuient plus sur les indices contextuels**.

-Effet du délai de surdité

On pourrait s'attendre à ce que de meilleurs résultats en lecture labiale soient obtenus par les personnes devenues sourdes très jeunes, par effet de compensation et de réorganisation cérébrale. Or, plusieurs études menées par Conrad (1977), Lyxell et Rönnberg (1991), et citées par Soto-Faraco (2007) **[100]**, démontrent que **les personnes privées d'audition depuis longtemps, et obligées pour cela de s'appuyer uniquement sur les indices visuels, ne sont pas forcément de meilleurs labiolecteurs.**

Bernstein et ses collaborateurs (2001) **[16]** trouvent en revanche des résultats inverses. Ils expliquent ceux-ci comme la preuve que **la déficience sévère ou profonde de longue date et le talent naturel suffisent à améliorer les capacités en lecture sur les lèvres**.

Variations externes

Les autres variations influant sur la perception visuelles sont **toutes les composantes écologiques**: angle de visibilité du visage parlant, les conditions d'éclairage, la distance entre le locuteur et le lecteur, les discussions de groupes.

Nous constatons donc que la prise d'indices visuels est entravée par plusieurs facteurs, ce qui rend la compréhension du message en modalité visuelle difficile.

d) La suppléance mentale

Pour pallier ce manque d'informations visibles, le lecteur doit être de mesure de compléter et interpréter les éléments manquants pour reconstruire le message émis. **La suppléance mentale compense l'instabilité des images faciales**. Elle est le résultat d'un travail de l'esprit qui a pour objectif de compléter les lacunes de la seule perception visuelle afin d'accéder au sens de l'énoncé. R. Saussus (1949), cité par Dumont (2002) **[39]** parle d' « *une véritable lecture psychique apte à compléter la lecture physique, forcément fragmentaire en raison des imperfections de l'alphabet labial* » p. 194. Cette « *gymnastique mentale* » pour reprendre les mots d'Istria (1982), **s'appuie sur différents indices non-verbaux** (tels les expressions faciales, les regards ou les gestes) **et verbaux**, et fait donc appel aux connaissances linguistiques ainsi qu'aux capacités cognitives.

A- Connaissances linguistiques

Au niveau lexical

Le choix du mot est activé en fonction de **notre lexique mental**, où sont stockées les représentations orthographiques, sémantiques et phonologiques des mots connus par le sujet. Ces représentations lexicales stables vont être utilisées par le labiolecteur pour émettre des hypothèses quant à l'identification du mot au fur et à mesure de sa production. Ce mécanisme de reconnaissance des mots est modélisé par Marslen et Wilson (1987) dans leur **théorie de la cohorte**, citée par Dumont et Calbour (2002) **[39]**. L'émission du premier phonème d'un mot

active un ensemble de mots potentiels commençant par ce phonème. La production des phonèmes suivants réduit le nombre de candidats possibles, jusqu'au moment où il ne reste qu'un seul mot compatible avec ce qui vient d'être produit. Ce point d'unicité intervient avant la fin de l'émission du mot. Il peut cependant être retardé si le message connaît une perturbation.

Au niveau syntaxique

Les indications grammaticales et syntaxiques déterminent aussi le choix des mots et l'interprétation de la phrase. Les outils grammaticaux sont très peu perceptibles pour le lecteur, de par leur brièveté ainsi que leur articulation souvent postérieure. Une parfaite connaissance de la syntaxe permet au lecteur de les rétablir afin de donner du sens au message.

Au niveau sémantique

Si un labiolecteur perçoit un message aberrant, la suppléance mentale lui permet de rétablir **le sens logique de la phrase.**

B- Capacités cognitives

Attention

La mobilisation attentionnelle est le point de départ de toute activité mnésique. Il s'agit de la capacité à se concentrer sur un stimulus. La lecture labiale implique l'efficacité d'une attention visuelle soutenue pendant toute la durée de l'échange, ce qui est extrêmement coûteux pour le labiolecteur. L'attention est fortement corrélée à la motivation.

Mémoires

+ **mémoire à long terme** : qu'elle soit procédurale ou déclarative, la mémoire à long terme permet de stocker les acquis linguistiques et permet la recherche dans le lexique interne.

+ **mémoire à court terme** : elle est essentielle à la lecture labiale, dans la mesure où elle permet la rétention d'informations pendant leur traitement cognitif. Le lecteur l'utilise pour maintenir les indices labiaux qui s'évanouissent dès leur production et pour les assembler afin de leur donner du sens. Il s'agit alors d'une mémoire de travail visuelle.

e) Données normatives

La lecture labiale est une compétence qui requiert un apprentissage. Cependant les chercheurs se rejoignent pour affirmer que la capacité à lire sur les lèvres varie considérablement d'une personne à l'autre. Altieri et al. (2011) **[2]** se rendent compte cependant qu'aucune donnée normative n'existe pour servir de point de référence. En effet, qu'est-ce qui permet de dire d'un sujet qu'il est bon ou mauvais labiolecteur ? Ils proposent donc dans leur étude des **scores standardisés** pour ce qui est de la reconnaissance de phrases chez des adultes jeunes de langue anglaise. Vingt-cinq phrases de trois à onze mots sont présentées sur support vidéo, sans la bande sonore, à quatre-vingt-quatre jeunes adultes normo-entendants. Les résultats obtenus donnent un score moyen de reconnaissance de phrases à 12,4%, ce qui révèle la difficulté de la tâche. Un labiolecteur obtenant un score de 10% est dans la moyenne, un score de 30% est considéré comme hors-norme.

3. Méthodes d'apprentissage

a) Méthode naturelle

Chacun utilise inconsciemment les indices labiaux pour améliorer la compréhension du message oral, notamment, comme le rappellent Strelnikov et al. (2009) **[104]**, dans un environnement bruyant qui perturbe le signal acoustique, ou encore lorsque la parole est parfaitement perceptible mais que le locuteur a un fort accent étranger ou un haut niveau de complexité sémantique.

C'est donc **spontanément** que les personnes sourdes s'aident de la lecture sur les lèvres pour compenser leur perte auditive. Dumont (2002) **[39]**, a recueilli des témoignages spontanés de jeunes sourds qui à la question « *comment avez-vous appris la lecture labiale ?*» répondent majoritairement qu'ils n'ont pas eu d'apprentissage particulier. Ainsi, l'observation intensive du visage du locuteur permet le développement des capacités à lire sur les lèvres. Bernstein et al. (2000) **[15]** ainsi que Strelnikov et al. (2009) **[104]** remarquent d'ailleurs que **les personnes atteintes de surdité ont de meilleurs résultats en lecture labiale que les personnes entendantes.**

Cependant, la capacité à lire sur les lèvres présente de **nombreuses variabilités inter-individuelles**, ce qui conduit même Soto-Fraco et al. (2007) **[100]** à affirmer que seules

quelques personnes possédant cette capacité sont capables de comprendre parfaitement le message du locuteur par la seule lecture labiale.
Ce dernier point sous-tend l'idée qu'un entraînement à la lecture labiale reste indispensable, aussi bien pour affiner la perception visuelle et ainsi le « *décodage* », mais également pour accélérer l'acquisition de cette capacité.
C'est ainsi que plusieurs méthodes ont vu le jour.

b) Méthode globale

Le but de l'apprentissage de la lecture labiale étant la compréhension de la parole, J. Olivaux refuse de travailler selon une approche analytique qui aurait tendance à infantiliser le patient. De plus, l'intérêt d'étudier chaque phonème isolément est moindre, dans la mesure où les phonèmes n'apparaissent que très rarement sous cette forme dans la parole. Olivaux préconise donc des activités au travers de phrases courtes et signifiantes pour le patient. L'analyse des phonèmes n'entre en jeu que pour corriger les erreurs, notamment lors des confusions entre les sosies labiaux. Cette méthode repose donc en grande partie sur **la suppléance mentale** pour interpréter les éléments manquants, non reconnus, de la phrase. Le but n'est pas d'accéder à une compréhension fine mais **d'entrainer le patient à saisir le maximum d'indices**. Une importance considérable est donnée à la relation thérapeutique et l'interaction entre le thérapeute et le patient. Il convient au thérapeute d'écouter le patient, de savoir déceler ses attentes et ses besoins pour mieux adapter sa méthode d'apprentissage.

c) Méthode analytique

Jeanne Garric (1998) **[48]** propose une méthode analytique. Cette méthode suit une **progression du phonème à la phrase, en passant par le mot**. Elle a pour principe de forcer l'observation pour **développer l'acuité visuelle**, et pour ainsi non seulement reconnaître la forme du phonème, mais aussi sa durée. Garric insiste sur cette notion de **durée** qui permet à elle seule de distinguer des éléments de formes identiques. Elle inclut donc dans sa méthode des schémas représentant les caractéristiques physiques des phonèmes et des tableaux comparatifs pour apprendre à reconnaître les différentes formes labiales, jusqu'à ce que le processus de reconnaissance des phonèmes soit automatisé.

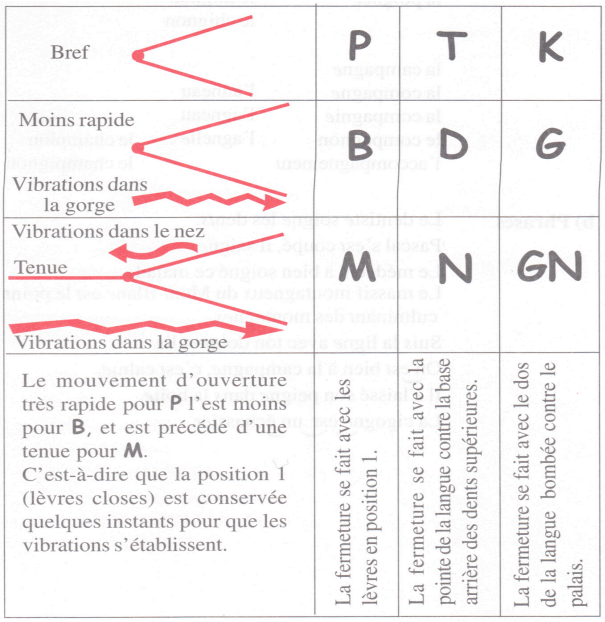


Figure 7 : Tableau de comparaison de p, t, k - b, d, g - m, n, gn présenté dans *la lecture labiale* de J. Garric (1998) **[48]**

d) Méthode mixte

1/ Saussus

La première méthode de lecture labiale en France est proposée en 1949 par J.-E. Fournier et R. Saussus sous le titre cours complet de *lecture labiale à l'usage des sourds de naissance, des sourds acquis et des durs d'oreille* (1949). La méthode propose une première entrée dans la lecture labiale par une **approche synthétique** puisqu'il s'agit d'assimiler l'image labiale de chaque phonème en répétant le modèle articulé par le thérapeute, puis la reconnaissance du phonème étudié dans des mots. Enfin, il s'agira de reconnaître ces mots dans des phrases, avec pour but de stimuler l'attention du patient. (cité par Dumont, **[39]**)

2/ M. Istria

Pour mettre au point son *manuel de lecture labiale* (1982) **[58]**, M. Istria part du constat que la lecture labiale ne peut pas être une « *véritable lecture* » dans la mesure où certains sons ne sont pas visibles du fait de leur articulation propre ou de leur environnement phonétique. De ce fait, l'apprentissage purement analytique est insatisfaisant car il ne permet pas de pallier ces formes invisibles. De plus, les éléments visibles sont pour Istria source de confusion de par la présence des sosies labiaux. Il faut donc entrainer le sujet à lever toutes les ambiguïtés.

C'est ainsi que la méthode d'apprentissage proposée par Istria repose sur trois éléments clés qui vont être obligatoirement appliqués simultanément au cours de la lecture labiale :

« *percevoir ce qui peut être vu, interpréter ce que l'on a perçu, compéter ce qui n'a pas été vu* » (p.4).

Les exercices mis en place vont être de deux types. Tout d'abord, des exercices **de perception visuelle** entrainent le sujet à distinguer rapidement et précisément les éléments visibles de la parole. Ces derniers constituent ce qu'Istria nomme les « *balises* » à partir desquelles la reconstitution de la phrase devient possible. Plus le nombre de balises est important, plus la compréhension sera facilitée. Ensuite entrent en jeu les exercices de « *gymnastique mentale* » pour **développer les compétences à suppléer les éléments manquants**. Il est important de considérer la totalité des signes, en non pas chaque signe isolément de manière à éviter une interprétation erronée d'un segment qui compromettrait la compréhension globale de la phrase.

Enfin, ces deux sortes d'exercices doivent s'articuler parallèlement, tout en s'adaptant aux besoins et difficultés de chacun.

3/ D. Haroutunian

D. Haroutunian s'inspire des travaux d'Olivaux et Garric pour créer son *manuel pratique de la lecture labiale* (2002) **[53].** Celui-ci propose une étude descriptive individuelle de chaque phonème du français, en **suivant une progression** du plus facilement reconnaissable au plus difficilement reconnaissable, en commençant par les voyelles (cf. figure 8). Des exercices de reconnaissance des phonèmes étudiés sont alors mis en place. L'étude de chaque son doit respecter le protocole suivant :

« - *phonème répertorié en fonction de la classification articulatoire du français (modes, lieux d'articulation, critères de visibilité et de sonorité)*

- *recherche kinesthésique*

- *descriptif d'observation* ». p.10.

L'originalité de la méthode d'apprentissage de Haroutunian réside dans le fait qu'elle laisse **libre choix de la méthode à adopter** en fonction du patient, de son âge, de sa motivation, de sa compensation face à sa surdité… Elle conseille donc pour les patients les plus motivés une manière analytique de débuter l'apprentissage de la lecture labiale, et pour les patients qui manquent de motivation, un travail plutôt global avec des listes de mots. L'idéal restant somme toute une oscillation entre l'apprentissage analytique et global, qui permet de mobiliser l'intérêt du patient.

Voyelles:	A [a] - I [i]	Consonnes =	L
	É [e] – È [ɛ]		P
	O ouvert [ɔ]		F
	O fermé [o]		CH
	E ouvert [œ]		T
	E fermé [ə]		K
	Ou [u]		S
	U [y]		B
	An [ɑ̃] - in [ɛ̃] - on [ɔ̃] - un [œ̃]		D
			G
			M

<u>Figure 8 :</u> ordre de progression de l'étude des phonèmes du français proposé par D. Haroutunian (2002) **[53]**

e) Autres méthodes

1/ Le Huche

F. Le Huche (1984) (cité par Dumont **[39]**) veut prendre le contrepied des méthodes de références qu'il juge trop scolaires. Il remarque également que les erreurs de lecture résident plutôt dans le fait que l'articulation du lecteur diffère sensiblement de l'articulation du locuteur. Il propose donc une méthode d'apprentissage qui laisse **le patient construire ses propres repères labiaux** pour ne pas que ceux-ci soient imposés par le thérapeute. L'apprentissage débute par une information sur les organes de la parole, sur les sons de la parole du point de vue de leur réalisation motrice, puis s'enchaîne sur la reconnaissance de mots travaillés au préalable.

2/ méthodes informatisées

ALLAO

I. Guilliams (1989 ; 1993) a conçu une méthode d'apprentissage de la lecture labiale complémentaire des méthodes classiques, assistée par vidéodisque et ordinateur, et définit différents axes déterminants. Tout d'abord, l'apprenti labiolecteur passe par une phase d'observation en plusieurs modalités (répétition immédiate, ralenti, audiovision…) pendant laquelle il mémorise et déduit des règles de décodage, et prend conscience de ses propres modalités de compréhension. La recherche de solution ne doit pas être prolongée outre

mesure pour éviter de mémoriser des schémas inopérants. Ensuite, il convient de revoir plusieurs fois un stimulus connu et présenté par écrit afin de mettre en rapport la réponse connue et l'image labiale observée. Enfin, **le patient est acteur de son apprentissage**, c'est lui qui peut choisir la modalité des exercices, et il a la possibilité d'accéder à la solution à tout instant. La méthode est analytique ou globale selon les corpus sélectionnés. Les résultats de l'étude menée par Guilliams (1989) et cités par Dumont (2002) **[39]** indiquent une amélioration sensible de la capacité des patients sourds à la communication verbale et une forte motivation chez les patients utilisant ALLAO régulièrement. Ce programme bénéficie d'une traduction en français. **[120]**

LabioCom

V. Maillet et S. Orel ont mis au point un entraînement à la lecture labiale à partir de situations de communication. LabioCom se présente sous forme de vidéocassette (80 min) accompagnée d'un livret d'activité et d'un livret de réponse. Cette méthode peut être un complément à une méthode classique délivrée par un professionnel dans la mesure où le patient peut s'entrainer seul, et qu'elle offre une diversité de locuteurs. Le programme est composé de dix modules associés à un thème de la vie quotidienne. Les exercices sont ludiques et variés font appel aussi bien à l'analytique (perception d'images labiales dans des mots) qu'au global (compréhension de saynètes ou de phrases). LabioCom permet également au patient de s'entraîner à son propre rythme. Cette méthode ne semble pas à ce jour bénéficier d'une réédition sur DVD. **[121]**

Labiorom

Labiorom est un cédérom d'aide à la lecture labiale créé par la Société lorraine d'orthophonie. Il comporte trois éléments :

- deux enchaînements d'activités sur deux thèmes différents de la vie quotidienne (« visite chez le médecin » et « entretien d'embauche »)
- une ressource d'activités ludiques et variées sur supports vidéo pour entraîner ses compétences en lecture labiale. **[121]**

Labia

Labia est un DVD (135 min) mis au point par F. Muzzolini, proposant de nombreux exercices filmés de plusieurs points de vue :

- deux plans muets, du visage puis de la bouche seulement, invitent d'abord le malentendant à deviner les mots proposés
- un nouveau plan de la bouche donne ensuite la solution, sous-titrée
- un dernier plan muet du visage confirme enfin la reconnaissance des signes étudiés. **[121]**

Gerip

Le logiciel Gerip propose un entrainement à la lecture labiale. Sur un mode ludique et interactif, il se compose de différentes vidéos s'intéressant à des scènes de la vie quotidienne. Cette méthode suit une progression rigoureuse des voyelles et consonnes jusqu'aux saynètes, en passant par la syllabe, les mots, les phrases et les expressions.

f) Effet d'un entrainement à la lecture labiale

Est-ce qu'un entraînement à la lecture labiale permet d'améliorer efficacement la perception/compréhension visuelle de la parole ? Si la réponse à cette question n'a pas toujours fait consensus, les recherches actuelles s'accordent pour y répondre par l'affirmative. Walden et al. (1977) **[111]** ont prouvé qu'un **entraînement basé sur des syllabes augmente la reconnaissance des phonèmes**, aussi bien chez les adultes sourds que normo-entendants. Massaro et al. (1993) **[82]** tentent de généraliser ce phénomène aux phrases en testant les sujets avec des syllabes, de mots monosyllabiques et des phrases après chaque session d'entraînement, soit sept tests au total. Leurs résultats indiquent une **augmentation de 20% entre la première et la deuxième session**, puis peu d'augmentation par la suite. Les auteurs remarquent néanmoins qu'un effet d'apprentissage des phrases testées a pu causer un biais dans les résultats trouvés. Encore plus récemment, Bernstein et al. (2001) **[16]** ont mené une enquête auprès d'un groupe de huit adultes sourds et d'un autre groupe de huit adultes entendants. Ils utilisent des phrases pour les phases d'entraînement et de test, en s'assurant que les patients ne voient pas deux fois le même stimulus. Il en résulte que **l'entraînement augmente les scores en lecture labiale** des deux groupes. Mais cet effet ne permet pas aux sujets entendants d'atteindre le niveau des meilleurs sujets sourds. Les auteurs concluent cependant leur étude par une réserve : il existe une **grande variabilité interindividuelle des gains** après entraînement.

IV. SURDITE : QUELLE REORGANISATION ?

1. Fonctionnement et interaction entre les systèmes auditif et visuel

a) Le système auditif [83] [38] [19]

L'oreille externe capture les sons et les dirige vers le tympan, qui convertit les **vibrations acoustiques** en **énergie mécanique**. Par le fonctionnement des osselets de l'oreille moyenne, ces vibrations sont transmises à l'organe sensoriel dans l'oreille interne, où elles sont transformées en **influx nerveux**.

La **voie auditive centrale afférente** achemine l'information sensorielle par le **nerf auditif** jusqu'à l'étage cortical. Les réseaux de fibres de ce nerf voyagent suivant un trajet ipsilatéral (du même côté) et controlatéral (du côté opposé), permettant ainsi à chaque structure de recevoir des informations binaurales, c'est-à dire en provenance des deux oreilles, et assurant ainsi une redondance de l'information auditive en cas de pathologie ou de dommage. L'information sensorielle est traitée à 4 niveaux : le **tronc cérébral** (noyau cochléaire et complexe olivaire supérieur), le **mésencéphale** (colliculus inférieur), le **diencéphale** (corps géniculé médial), et le cortex cérébral, situé dans les lobes temporaux. Le **cortex auditif** représente une portion importante du **gyrus temporal supérieur**, situé en bordure de la scissure de Sylvius. L'aire principale dans laquelle sont traitées ces informations sont les **gyri transverses de Heschl** (**aire auditive primaire, A1,** ou encore **aire 41** selon la classification de Brodmann). Cette aire reçoit l'essentiel des messages du corps géniculé médial. Les aires auditives voisines (l'aire secondaire A2, l'aire tertiaire A3, la région ectosylvienne postérieure, la frange suprasylvienne et l'insula) complèteront le traitement, et pourront communiquer avec les aires frontales et pariétales.

Une **voie efférente descendante** relie le cortex auditif à la cochlée. Elle permet d'interagir avec les différents stades du traitement afférent du système décrit précédemment, et entre autres de moduler le traitement actif dans la cochlée. Néanmoins cette voie reste encore partiellement incomprise à ce jour.

Des études ont montré qu'il existait des **localisations spécifiques pour les différents stades de traitement de la parole** (acoustique, segmental, lexical). En effet, lorsque la parole auditive est entendue, ce sont spécifiquement les régions de **l'hémisphère gauche** du lobe temporal qui sont activées. L'input acoustique active les gyri transverses de Heschl, tandis que les sons modulés en fréquence activent le gyrus temporal supérieur. D'après Mummery,

Ashburner, Scott, Wise (1999), plus le signal auditif a les caractéristiques de la parole, plus l'activation a lieu dans les parties ventrales du gyrus temporal supérieur et dans le sillon temporal supérieur. Lorsque la tâche auditive exige un traitement lexico-sémantique, ce sont le gyrus temporal médian (BA21) et certaines parties du gyrus temporal inférieur qui se mettent alors à l'œuvre (Vanderberghe, Price, Wise, Josephs, Frackowiak, 1996). Au sein du **cortex auditif secondaire** ont lieu des **interactions inter-modales** et **cross-modales**. C'est de cette façon que la plasticité cérébrale peut s'effectuer lorsqu'il y a perte d'une modalité sensorielle. (Cités par Lopez Krahe, **[76])**

b) Le système visuel [55] [52] [110] [49]

L'information visuelle, portée par la lumière que réfléchissent les objets se projette sur la **rétine** (couche de neurones située sur la face interne de l'œil), où les **photorécepteurs** la transforment en un message électrique. Elle est ensuite transmise aux **cellules bipolaires** puis aux **cellules ganglionnaires** et se prolongent dans le **nerf optique**, qui atteindra le cerveau par une voie homolatérale et par une voie controlatérale (qui croise la ligne médiane au niveau du chiasma optique), ce qui permet un traitement croisé des informations.
La voie principale du nerf optique pour acheminer l'information visuelle à l'étage cortical est la voie qui va de la rétine au **corps genouillé latéral,** puis qui est prolongée par les radiations optiques jusqu'au cortex cérébral dans les **lobes occipitaux**.
Le **cortex visuel primaire** (V1, ou aire 17 selon la classification de Brodmann) se trouve sur les berges de la scissure calcarine. Cette aire traite la couleur, la forme et le mouvement du message visuel. Les fibres nerveuses transportant le message visuel se dirigent ensuite vers les **aires associatives**, où elles atteignent V2, avant de se diviser en deux voies :

- La voie dorsale ou **voie du « where »**, qui rejoint les **régions pariétales**, dont V5. Cette voie permet la détection spatiale des stimuli et est spécialisée dans le traitement de la direction du mouvement. Elle est impliquée également dans l'attention visuo-spatiale.
- La voie ventrale ou **voie du « what »,** qui rejoint les **régions temporales**, dont V4. Elle permet la discrimination fine des objets présentés en vision centrale, et traite spécialement la forme et la couleur.

Les fibres nerveuses sont donc projetées soit dans le cortex pariétal, soit dans le cortex temporal selon le type d'informations à traiter, puis elles convergent vers le **cortex préfrontal**.

D'autres **structures sous-corticales** sont impliquées dans le traitement des informations visuelles, comme le colliculus supérieur, ou le pulvinar, qui jouent un rôle notamment dans l'attention visuelle.
Les aires visuelles communiquent donc avec les aires cérébrales du langage, des émotions et de la mémoire. Ainsi, les informations provenant de ces régions influencent notre perception visuelle.

c) Interactions sensorielles [40]

Les interactions sensorielles sont nécessaires à toute activité humaine. Elles sont essentielles, particulièrement dans le langage, pour établir une coopération entre les diverses modalités perceptives, et notamment entre la vision et l'audition. Cependant, elles nécessitent diverses régulations par des processus d'attention, de mémorisation et de planification pour fonctionner correctement.
Ces **relations sensorielles sont établies de manière précoce,** mais nécessitent néanmoins une maturation des systèmes sensoriels, en parallèle de confrontations régulières et répétitives à des stimulations environnementales.
Ces interactions sont possibles grâce à l'existence de **cellules multisensorielles**, qui se comportent comme des intégrateurs sensoriels, et permettent de réunir les informations en provenance des différentes modalités.
Le **colliculus supérieur** joue un rôle dans la mise en place de ces associations intermodales : ses couches superficielles reçoivent des afférences visuelles tandis que ses couches profondes reçoivent des afférences aussi bien visuelles, qu'auditives ou somatosensorielles.
Les **régions limbiques de la zone temporale** détiennent elles aussi un rôle dans la mise en place de ces processus. De ce fait, la réponse d'une cellule multisensorielle à une stimulation visuelle peut être modifiée par la présence d'un stimulus dans une autre modalité. **[86]**
C'est l'existence d'un **mécanisme neuronal dynamique** qui permet de réguler les temps de traitement provenant de signaux différents (auditifs ou visuels) découlant d'un même événement. Ainsi, les différences de latence entre les réponses auditives et les réponses visuelles sont supprimées, et les signaux auditifs et visuels peuvent atteindre simultanément les neurones multisensoriels, notamment ceux du colliculus supérieur. **[59]**

d) Perception audiovisuelle de la parole

Ces interactions, dont nous venons d'exposer les principes, sont présentes voire primordiales au sein du **traitement du langage**. En effet, il existe une littérature importante témoignant de l'intégration des informations auditives et visuelles relatives à la parole dans le processus de perception. **[112] [65]** Par exemple lorsque l'on regarde un film, le fait que la source sonore soit déplacée spatialement par rapport au locuteur ne nous empêche pas d'attribuer la voix à la personne dont nous voyons bouger les lèvres. Par ailleurs, l'illusion du ventriloquisme est basée sur ce phénomène : nous pensons que les paroles viennent de la poupée qui bouge les lèvres, et non du ventriloque qui ne les bouge pas. **[1]**

Les auteurs s'accordent pour dire que le fait de fournir une information simultanément dans deux modalités différentes améliore les performances de perception des stimuli**. [23][65][101] [40]** C'est ce qu'on appelle une **perception multimodale**, et c'est ce qui permet une redondance des informations, quel que soit le domaine.

En ce qui concerne la parole, il est avéré que le fait voir le visage de son interlocuteur en favorise la compréhension, particulièrement dans le cas d'un environnement bruyant ; de même que voir les lèvres de son interlocuteur et prêter attention à leurs mouvements améliore considérablement la compréhension de la parole **[18]**. La lecture labiale devient bénéfique également dans le cas où le contenu du signal acoustique est difficile à comprendre, bien que celui-ci soit complet. L'information visuelle améliore l'intelligibilité de la parole.

McGurk et MacDonald en 1976 **[84]** ont établi une notion formelle quant à la question des interactions audiovisuelles. Ils ont montré que lorsque les informations reçues par le canal auditif contredisent les informations apportées par la lecture labiale, l'information visuelle influence inévitablement la perception auditive. En effet, en présence d'un [ba] auditif et d'un [ga] visuel, les sujets rapportent avoir entendu une fusion [da]. De la même façon, en présence d'un [pa] auditif et d'un [ka] visuel, les sujets rapportent le percept composé [ta]. Ce processus ne résulte pas d'un compromis réalisé par le sujet entre l'information perçue auditivement et visuellement, mais plutôt de la perception d'un événement spatio-temporel unique formant une unité complète. En effet, le processeur de la parole traite les informations visuelles et auditives, et élabore un percept unique sans calcul ni recherche consciente de compromis. Cet effet est robuste, comme en témoigne l'étude de Summerfield et McGrath (1984) **[106]**, où l'effet subsiste lorsqu'on demande aux sujets de dire ce qu'ils entendent sans tenir compte de ce qu'ils voient.

Etant donné que la vitesse de la lumière est plus rapide que celle du son, l'information visuelle arrive avant l'information auditive. En contrepartie, ces deux modalités possèdent des vitesses de traitement différentes : l'information auditive est traitée plus rapidement que l'information visuelle. Malgré ces disparités, grâce à ces procédures de traitement neurologiques, **l'audiovision permet une harmonie fonctionnelle de perception de la parole**. D'après les études de MacDonald et McGurk en 1978 **[78]**, dans la perception bimodale des consonnes constrictives, les informations auditives serviraient à détecter et à reconnaître le mode d'articulation des consonnes tandis que les informations visuelles permettraient de détecter et de reconnaître leur lieu d'articulation.

Ces interactions audiovisuelles interviennent à un niveau précoce du processus de perception. Elles apparaissent car les formes auditives et visuelles du traitement de la parole partagent une structure commune de traitement au sein du processus de perception de la parole. En définitive, l'objet de la perception de la parole n'est ni purement auditif, ni purement visuel, mais la vision, au même titre que l'audition, participe à la perception en donnant des informations sur la nature des gestes.
Toutefois, des divergences sur la nature précise des mécanismes de perception de la parole se laissent entrevoir. Ainsi, Carol Fowler propose une autre théorie, pour laquelle la perception s'avère encore plus large, avec des informations non pas uniquement audiovisuelles mais élargies à l'ensemble de l'environnement du récepteur. (citée par Lopez Krahe, 2007 **[76]**)

2. Fonctionnement et interaction entre les systèmes attentionnels et mnésiques

a) Le système attentionnel [25]

On peut définir l'attention comme l'ensemble des ressources dont nous disposons pour effectuer des traitements contrôlés par opposition aux traitements automatiques, qui échappent à l'attention. **[24]** Celle-ci varie dans le temps, selon un rythme biologique circadien : ainsi, l'efficience attentionnelle est à son maximum le matin, chute en début d'après-midi puis s'améliore jusqu'au soir. Elle intervient dans la plupart de nos comportements et contribue fortement à la résolution de tâches cognitives de langage et de mémoire. **[32]**
Le **modèle attentionnel de Van Zomeren et Brouwer** (1994) détermine deux dimensions : intensité et sélectivité, contrôlées par un système commun : le système superviseur attentionnel SAS.

La sélectivité permet de choisir le traitement de l'information et intervient dans deux situations :

- **l'attention focalisée**, qui correspond à la capacité à concentrer son attention sur un stimulus prédéterminé et à ignorer les distracteurs.
- **l'attention divisée**, qui permet de partager ses ressources attentionnelles entre plusieurs stimuli simultanés et pertinents, afin de pouvoir réaliser au moins deux tâches simultanément. Toutefois, ce processus reste de capacité limitée, et plus les tâches seront nombreuses ou chargées d'informations, moins le traitement sera efficace. **[49]**

L'intensité renvoie à une augmentation ou à une diminution de l'état attentionnel, sans réelle sélection. On distingue :

- **la fonction d'alerte** : état d'éveil pouvant être tonique, et variant selon certains facteurs (moment de la journée, température, luminosité etc.), ou pouvant être phasique et permettre à l'organisme de se préparer à répondre dès qu'il en est informé par un stimulus avertisseur.
- **l'attention soutenue,** ou la vigilance**,** qui est la capacité à tenir dans le temps un certain niveau d'activation.

Le système superviseur attentionnel intervient à un niveau plus haut, comme système de contrôle de ces deux dimensions, permettant d'élaborer des stratégies pour des tâches non routinières, et permettant la flexibilité et/ou l'inhibition nécessaire lorsque le maximum de ressources attentionnelles est atteint.

L'attention visuelle relève de cette modélisation du système attentionnel. Elle permet au sujet de **sélectionner rapidement** (axe de sélectivité) les éléments les plus pertinents de son champ visuel. Selon Laberge, (1995), le procédé de sélection des informations prend en compte soit la place de l'objet perçu (composante spatiale), soit l'objet lui-même dans son entier (composante visuelle). Ce procédé s'accompagne d'un **procédé d'inhibition**. Celui-ci réduit le nombre d'information à traiter en inhibant les éléments non pertinents et permet ainsi d'accélérer le processus perceptif. Nous ne traitons donc pas l'ensemble des informations visuelles de la même façon (axe d'intensité). L'attention portée peut être diffuse (vision globale) ou focalisée (vision plus centrée). (cité par Camus, 1998, **[28])** Pour déterminer les éléments vers lesquels notre attention va se tourner, deux types de processus de modulation vont interagir :

- <u>les processus « bottom-up », ou ascendants</u> : Ils sont automatiques et se réalisent de façon passive. Il s'agit d'une sélection des informations visuelles d'un point de vue

perceptif. Ces informations sont ensuite acheminées jusqu'au cerveau où elles seront décodées.

- Les processus « top-down » ou descendants : Selon Desimone et Ducan, ils sont contrôlés. Les informations transitent sur un trajet inverse, mais celles-ci sont influencées par les attentes perceptives du sujet. Ce sont les connaissances de ce dernier qui guident le processus de vision. (cité par Rousselet, 2003, **[95]**)

Le siège de l'attention visuelle prendrait place dans les **voies visuelles dorsales et ventrales**, avec une composante spécifique pour chacune de ces voies : identification des caractéristiques spatiales du stimulus pour la voie dorsale, tandis que la voie ventrale est spécialisée dans l'analyse des caractéristiques intrinsèques du stimulus.

D'autre part, des études ont démontré l'implication des **régions pariétales postérieures**, principalement droites, dans les processus d'attention visuelle. En effet, une lésion dans cette région entraine un trouble spécifique de l'attention visuelle (héminégligence). **[24]**

L'attention sélective, non spécifiquement visuelle, active le **cortex associatif préfrontal dorso-latéral. [77]**

La composante spatiale prend place dans les régions pariétales droites, tandis que la forme des stimuli est traitée dans les régions inféro-temporales.

b) Le système mnésique

La mémoire peut se définir comme la capacité à assimiler, stocker et redonner des informations. **Elle est primordiale pour tout apprentissage et est fortement corrélée aux capacités attentionnelles**. **[22]**

La mémoire est un phénomène actif, généralement décrit en 3 phases temporelles : l'encodage, le stockage et la récupération. **[73]**

- L'encodage : Cette phase d'acquisition permet de donner un sens à l'information à mémoriser. Elle est corrélée au contexte environnemental, cognitif et émotionnel de l'information. Elle permet la fixation d'une information sensorielle qui sera transformée en représentation mentale, pouvant être activée ultérieurement. Plus l'encodage sera de bonne qualité, plus la récupération sera efficace. Cette étape fondamentale peut faire intervenir des processus automatiques. Elle est cependant extrêmement dépendante de l'attention portée à la tâche.
- Le stockage : C'est un processus actif de consolidation rendant les souvenirs moins vulnérables à l'oubli. Il différencie le souvenir des faits récents, du souvenir des faits anciens qui eux, sont associés à un plus grand nombre de connaissances déjà établies.

La répétition de l'information améliore la fixation des traces mnésiques sur une longue durée.

- La récupération **[6]** : Qu'elle soit volontaire ou non, elle fait appel à des mécanismes actifs qui utilisent les indices de l'encodage. C'est un processus actif permettant d'accéder aux traces mnésiques soit par la reconnaissance soit par le rappel. Tiberghien a souligné la supériorité de la reconnaissance sur le rappel. Selon Baddeley (1992), le niveau de rappel est fonction de la similitude entre les contextes d'encodage et de récupération. L'oubli ne peut être uniquement expliqué par l'absence de trace mnésique. Il peut être lié soit à une mauvaise qualité de l'encodage ou de consolidation, soit à une récupération inadéquate d'une information correctement encodée et stockée. Ce dernier phénomène peut être lié à une sensibilité excessive aux interférences rétroactives (un apprentissage ultérieur perturbe la mémorisation) et aux interférences proactives (un apprentissage passé perturbe un apprentissage ultérieur).

Globalement, nous pouvons distinguer trois sous-types de mémoire dans le système mnésique humain **[49]** :

- la **mémoire à court terme**, à capacité limitée qui nous permet de stocker une information tout en la traitant simultanément. (mémoire de travail).
- la **mémoire à long terme**, siège de toutes nos connaissances, des plus automatisées (mémoire procédurale) aux plus personnelles (mémoire épisodique), en passant par les plus culturelles (mémoire sémantique).
- la **mémoire sensorielle**, dont fait partie la **mémoire visuelle**, qui nous intéresse ici.

La mémoire sensorielle visuelle, ou iconique, à la particularité d'être extrêmement **brève** et **provisoire**. Elle correspond en effet au temps de perception du stimulus. Elle s'effectue de façon automatique, mais **seuls les éléments pertinents vont être retenus**. L'information est captée par le système visuel de manière très précise, puis celle-ci est encodée afin d'être stockée et traitée en mémoire de travail.

Les stimuli visuels transitant directement vers la mémoire à court terme, c'est tout le cortex préfrontal qui entre en jeu ici. Pour une mémorisation à long terme, les chercheurs s'accordent aujourd'hui pour signifier l'importance du **circuit de Papez**, réseau de connections qui comprend l'hippocampe, les corps mamillaires et le thalamus. **[49]**

Pendant la lecture labiale, l'attention va se porter sur les lèvres de l'interlocuteur, mais également sur le visage entier de celui-ci car de nombreuses informations y transiteront. Il s'agira alors pour le labiolecteur de garder en mémoire les informations observées tout en les traitant suivant son lexique interne et le contexte. Ainsi, **le labiolecteur devra faire preuve de capacités efficientes de mémoire des visages et d'une mémoire de travail fonctionnelle**.

Le visage se caractérise par des propriétés dynamiques à court et à long terme. **[8]** L'encodage structural des visages s'appuie sur une reconnaissance des traits du visage et de leur agencement spatial. Mais si l'identification des traits faciaux est importante, tous les traits n'ont pas le même statut, la région des yeux ayant notamment une importance prépondérante. Par-delà la reconnaissance des traits proprement dits, les relations configurales entre ceux-ci sont fondamentales dans l'analyse perceptive d'un visage. **[24]** L'hémisphère droit est dominant pour la détermination des aspects globaux des stimuli, par exemple le contour externe du visage, tandis que l'hémisphère gauche est impliqué dans l'extraction des détails locaux, par exemple les traits internes du visage. **[54]**

Baddeley (1992) définit la **mémoire de travail** comme un système dynamique permettant le stockage temporaire des informations pendant le temps nécessaire à leur traitement. Ce système se caractérise par une composante principale, l'administrateur central, autour duquel s'articulent deux systèmes esclaves, la boucle audio-phonatoire et le calepin visuo-spatial. **L'administrateur central** est un système attentionnel flexible de capacité limitée qui permet le traitement des informations quelles que soient leurs natures. La **boucle phonologique** permet le maintient et la manipulation des informations phonologiques et langagières. Elle est formée d'une unité de stockage phonologique et d'un processus de contrôle articulatoire. Le **calepin visuo-spatial** est un système de rétention temporaire visuo-spatiale permettant le stockage et la manipulation du matériel visuel et spatial pendant la réalisation d'une tâche cognitive. Il serait impliqué dans la formation et la manipulation d'images mentales. **[6]**

3. Surdité et cross-modalité

a) Plasticité cérébrale

La plasticité cérébrale correspond à la spécialisation fonctionnelle des différentes aires corticales au cours du développement du cerveau **[88]**; ce qui dénote la capacité d'adaptation fonctionnelle et structurelle du cerveau afin de répondre aux exigences qui lui sont imposées.

Cette plasticité opère toute la vie, cependant elle est influencée par de nombreuses contraintes :

Tout d'abord, A. L. Giraud (2002) présente la notion de **périodes dites critiques**, après lesquelles l'architecture neuronale prend une forme stable, et moins sujette à la plasticité. **[51]** Celle-ci dépend également de **facteurs génétiquement déterminés** ainsi que de **facteurs environnementaux**. **[89]** La plasticité n'est pas générale, elle affecte certains systèmes plus que d'autres. Tout facteur favorisant un contraste entre différentes régions actives va affecter le développement cérébral : l'entraînement, la privation sensorielle ou la lésion cérébrale.

Ainsi, nous ne la maîtrisons pas, et elle peut très bien mettre en place des **adaptations bénéfiques,** tout comme des **changements inadaptés** (par exemple l'apparition d'acouphènes subjectifs, en cas de privation auditive). **[88]**

Les fonctions les plus sensibles aux expériences précoces relèvent essentiellement de la voie dorsale (attention visuo-spatiale, traitement global, mémoire épisodique) tandis que les fonctions plus robustes et modifiables tout au long de la vie relèvent essentiellement de la voie ventrale (reconnaissance visuelle, traitement local, connaissances générales) (Bavelier & Neville, 2002 **[10])**

Différentes études ont permis de révéler quatre types principaux de plasticité corticale : **[91]**

- *Adaptation d'une aire homologue* : affectation d'un processus cognitif particulier à une région cérébrale homologue, souvent située dans l'autre hémisphère.
- *Plasticité intermodale* : une structure normalement dévouée au traitement d'un type d'input sensoriel en accepte un autre (le traitement requis doit alors être comparable).
- *Hypertrophie* : expansion d'une région cérébrale fonctionnelle avec l'entraînement ou l'habitude grâce à l'existence de neurones polyfonctionnels.
- *Mascarade compensatoire* : utilisation d'un autre processus cognitif que celui de référence pour réaliser une tâche particulière.

En cas de privation sensorielle, les changements observés varient selon la **modalité** atteinte, et selon le **mode** et le **moment** de survenue de la privation.

b) Remaniements corticaux dans les surdités

Les recherches menées ont montré qu'en cas de privation sensorielle, une réorganisation cross-modale a lieu. Les auteurs parlent de **plasticité cross-modale** ou de **changements intermodaux**. **[10] [93]**

Deux théories ont été avancées pour caractériser les effets de la privation auditive sur l'organisation cérébrale : la plasticité intermodale et l'hypertrophie compensatoire.
En cas de surdité précoce (avant 4 ans)**,** la privation auditive va entraîner des troubles dans le développement des voies auditives, notamment dans les micro-circuits corticaux avec un développement synaptique différent **[61],** mais également dans les interactions cross-modales : les aires visuelles continuent à répondre à des stimuli auditifs et les aires auditives à des stimuli visuels ; cependant l'intégration des informations, entre autres visuelles, est modifiée. **[114]** Plusieurs expériences ont mis en évidence le fait que la **surdité précoce engendre un traitement des stimuli visuels dans le cortex auditif. [45]** Les différences entre sourds et entendants sont plus importantes au sein du cortex auditif que du cortex visuel, il semble donc plutôt s'agir d'une plasticité intermodale que d'une hypertrophie compensatoire. **[40]**
En cas de surdité acquise, le cerveau a déjà structuré ses voies auditives et spécifié les zones centrales de traitement auditif. Une personne adulte qui devient sourde subira des **remaniements corticaux principalement dans le cortex auditif associatif**, alors que le cortex auditif primaire restera relativement épargné. **[42]**

Ces modifications peuvent être réversibles si la privation auditive est limitée à moins de 4 ans. Toutefois, pendant ce laps de tps, se produit une perte de chance de récupération complète ou de plasticité, qui augmente avec la durée de privation. **[35]**

Les principes de cette plasticité cross-modale ne sont pas encore bien compris : pourquoi certaines fonctions sont altérées alors que d'autres demeurent inchangées ?
Lomber et al. ont démontré récemment que la réorganisation cross-modale après privation auditive implique des changements dans **des lieux corticaux spécifiques,** notamment dans les régions favorisant les **fonctions supramodales** ; ce qui signifie que les capacités qui sont entretenues par des processus multisensoriels ont plus de chances de subir une réorganisation que des capacités entretenues par des processus unisensoriels. **[75]**
Pourquoi alors les cortex sensoriels seraient-ils aussi sujets à cette plasticité ?
L'étude de la plasticité cross-modale révèle un certain nombre de preuves démontrant que les cortex sensoriels pourraient avoir un potentiel pour fonctionner de façon multimodale. D'après les études de Foxe ou Hunt (2006), les cortex sensitifs peuvent recevoir des entrées de plusieurs modalités tôt dans le développement, notamment grâce à des connexions feed-back.**[56]** Pour Dobkins (2009), pendant le développement, chaque cortex sensoriel se ferait

dominer par une modalité, mais garderait toutefois des entrées d'autres modalités, partiellement masquées. **[37]** Selon Beauchamp et al., les régions temporales supérieures, classiquement défendues comme régions de traitement auditif unimodal, seraient secrètement multimodales, grâce à des entrées convergeant dans ces régions et venant des différents cortex sensoriels, ou grâce à des interactions fonctionnelles de bas niveau à travers les cortex associatifs qui créeraient des circuits fonctionnels multimodaux. (cité par Ghazanfar, 2006 **[50])**

Ce potentiel multisensoriel serait engagé dans les cortex sensoriels par deux processus :

- un processus **bottom-up** avec des connexions directes cortico-corticale à travers les domaines sensoriels préexistants.
- Ou un **contrôle attentionnel top-down** des aires multisensorielles. Grâce à des projections feedback, les aires multimodales aident à orienter l'attention à travers les modalités. Lomber et al. (2010) **[75]** suggèrent le fait que partager un feedback multisensoriel à travers les aides visuelles et auditives codant pour la même compétence supramodale pourrait guider la plasticité cross-modale à travers des aires homologues.

Ces 2 mécanismes ne sont pas exclusifs mutuellement et les deux devraient être impliqués à différents points du développement**. (**Bavelier & Hirshorn, 2010 **[13]**)

Les travaux de Hyo-Jeong Lee et al. (2007) révèlent que pour des personnes présentant une surdité acquise, la réorganisation cross-modale des régions de la parole est déjà présente et fonctionnelle quatre mois seulement après le début de la surdité, ce qui témoigne de **l'existence d'un circuit multimodal latent**, donc d'une **réorganisation fonctionnelle rapide**, et non d'une réorganisation structurelle progressive du cortex temporal**. [67]**

Le **statut du cortex auditif primaire** (A1) chez les personnes sourdes reste très controversé. Alors que toutes les études rapportent un recrutement de l'aire auditive secondaire (A2), seule une étude implique l'aire auditive primaire (A1). **[45]** La réorganisation cross-modale des aires sensorielles primaires est un phénomène très étudié, particulièrement dans la cécité. Dans les quelques études sur la plasticité cross-modale chez les animaux, il n'y a pas de signe de plasticité cross-modale pour A1. **[60]** Lomber et al. (2010) avancent l'idée que, différemment des autres aires auditives, les modulations top-down de A1 sont compromises à la suite d'une surdité précoce pour prévenir le recrutement des fonctions visuelles **[75].** Après la surdité, A1 peut se réorganiser pour d'autres fonctions, comme des stimulations

somatosensorielles, vu que l'intégration multisensorielle dans A1 semble peser vers des signaux somatosensoriels. Cependant, les preuves de modèles de surdité manquent.
En résumé, la privation auditive modifie le développement et l'organisation des voies auditives, du nerf cochléaire au cortex auditif primaire et associatif. Les aires corticales visuelles et auditives ne sont pas modifiées en termes de taille ou de volume**. [40]**
L'ensemble de ces études reste tout de même très controversé à cause de nombreux biais (grande variabilité interindividuelle, différents paradigmes expérimentaux, limites de la technique actuelle d'imagerie, etc.), et plus d'investigations restent nécessaires.

c) Activation des aires corticales pendant la lecture labiale

Calvert et al. ont démontré en 1997 que la tâche d'identification de la parole présentée en lecture labiale seule entraîne une activation des zones appartenant au cortex visuel primaire bilatéral (BA 19, BA37, BA39), ainsi qu'au cortex auditif primaire et secondaire (BA 41,42, 22) **[26]** ; résultats confirmés par McSweeney et al. en 2000. **[80]** Ainsi, **la parole visuelle silencieuse a le pouvoir d'activer des parties du système de traitement de la parole jusqu'alors considérées comme dévolues exclusivement au traitement de la modalité auditive**. Toutefois, l'étude de Bernstein et al. en 2002 indique que même si la parole visuelle active les aires auditives, et particulièrement le sillon temporal supérieur (STS), elle n'active pas le cortex auditif primaire. **[17]** Ceci peut s'expliquer par le fait que la parole visuelle ne stimule pas directement le cortex auditif primaire, mais l'active via des rétro-projections provenant de zones corticales polysensorielles, auxquelles le STS pourrait faire partie. L'activation du cortex auditif par l'information provenant d'une autre modalité peut être une conséquence du développement précoce d'un traitement cross-modal étant donné que la parole entendue est généralement accompagnée de la vue du locuteur, principalement pour les bébés.
L'expérience de McSweeney et al. réalisée en 2001 **[81]**, qui consistait à comparer les activations suscitées par la lecture labiale entre sujets entendants et sujets sourds congénitaux éduqués oralement témoigne d'une différence d'activation du cortex temporal, avec une activation bilatérale pour les sujets entendants (particulièrement marquée à gauche) et une absence d'activation significative pour les sujets sourds. En réalité, une activation temporale gauche a tout de même lieu pour les sujets sourds, mais avec un patron plus dispersé que pour les sujets entendants. Les auteurs en concluent que la spécialisation fonctionnelle du cortex temporal gauche pour la perception de la parole semble régie par l'exposition à l'input

acoustique, et que le fait d'entendre la parole aiderait à développer le système cohérent de perception de la parole au sein des aires latérales du lobe temporal gauche.
Les expériences menées par Campbell (2001), citées par Dumont (2008) **[40]**, ont permis de démontrer que **l'intégration audiovisuelle du signal de la parole intervient avant l'identification des mots,** et que les informations visuelles contenues dans les mouvements des lèvres influencent la perception auditive avant que les sons de la parole ne soient réellement discriminés. En outre, par le biais d'expériences sur des patients cérébrolésés, ces chercheurs ont révélé que la forme et le mouvement des lèvres sont deux choses distinctes, mais tout aussi fondamentales pour la lecture labiale.
En résumé, la lecture labiale se présente essentiellement comme le résultat d'un processus bimodal, avec des capacités prédictives d'une meilleure audition, démontrant pourtant que le traitement visuel peut participer davantage au traitement de l'information auditive, surtout si celle-ci est incomplète ou dégradée.

d) Performances visuelles des sourds

La perte de la modalité auditive engendre une réorganisation cross-modale permettant au cortex auditif de recevoir des entrées de la modalité visuelle. **[67]** De ce fait, au niveau organisationnel, on a constaté que certaines régions cérébrales dévolues au traitement de l'audition sont activées par la stimulation visuelle périphérique chez les sourds, tandis qu'au niveau neuronal, on note une réattribution d'aires traitant normalement l'audition au traitement des informations visuelles périphériques (région frontale, temporale antérieure et temporale gauche). **[92]** Ainsi, la présentation d'un stimulus visuel active le cortex auditif chez les personnes sourdes. L'activation des régions auditives primaires, secondaires et associatives ont été observées chez les sujets sourds congénitaux pendant l'observation de déplacement de points lumineux **[3]** et de déplacement de grilles de sinusoïdes lumineuses. **[46]** Sur le plan sensoriel, tous les auteurs s'accordent pour conclure à une absence de compensation. Notons tout de même que les changements crossmodaux sont également reliés aux fonctions cognitives.

Dans le passé, les différentes recherches sur les capacités visuelles des personnes sourdes révélèrent des résultats contradictoires : d'après les travaux de Neville et Lawson en 1987, les personnes sourdes disposaient de meilleures capacités de perception visuelle que les personnes entendantes, alors que l'étude de Myklebust en 1964 montrait des indications pour

que la privation auditive puisse induire une infériorité de performances dans toutes les modalités sensorielles. (cités par Rettenbach, 1999 **[92])** Aujourd'hui, grâce à une harmonisation méthodologique, les chercheurs obtiennent des résultats plus homogènes que dans le passé.

En effet, pareillement à l'amélioration des capacités auditives dans la cécité **[33**], des études psychophysiques ont témoigné de **capacités visuelles supérieures spécifiques dans la surdité. [33] [12] [69]**

Comme vu précédemment, la plasticité cross-modale n'affecte pas uniformément l'ensemble d'un cortex, mais s'effectue par lieux spécifiques, selon l'hypothèse supramodale de Lomber et al. (2010) décrite plus haut. **[75]** C'est ainsi que certaines fonctions de la vision sont améliorées chez les sourds tandis que d'autres ne le sont pas.

D'un point de vue comportemental, les sujets sourds congénitaux présentent des **performances comparables à celles des sujets entendants dans la majorité des tâches impliquant des seuils d'exactitudes et des seuils sensoriels**. Ceci inclut la discrimination de la luminosité (Bross, 1979), la sensibilité aux contrastes visuels (Finney & Dobkins, 2001), l'identification de la forme visuelle (Reynolds, 1993), la détection de changement de luminance (Bavelier et al. 2000, 2001), la direction du mouvement (Bosworth & Dobkins, 2002), la vitesse du mouvement (Brozinsky & Bavelier, 2004), la perception de la commande temporale (Nava, 2008), l'acuité visuelle, et la discrimination de l'orientation (Lomber et al., 2010). (cités par Nava, 2011 **[88]**)

Au contraire, les sourds semblent avoir des **améliorations de performances pour les tâches visuelles très spécifiques**, notamment pour la **détection ou la discrimination de stimuli présentés dans la périphérie du champ visuel [11] [74] [67],** et pour la **détection de mouvement [12].** En outre, Rettenbach et al. (1999) observent la mise en place d'une compensation visuelle (diminution significative des temps de réaction et élévation non significative du taux de réponses correctes) chez les sourds à partir de l'âge de 20 ans, les rendant plus efficaces que les entendants en **segmentation et recherche visuelles périphériques. [92]**

L'amélioration de la localisation visuelle en périphérie et de la détection de mouvement contraste avec le manque d'amélioration dans les autres fonctions formellement unimodales. Il est surprenant que la discrimination de la direction et de la vitesse du mouvement qui sont des capacités supramodales, ne soient pas améliorées. Les compensations cross-modales

doivent être plus probables quand la modalité privée est utilisée pour transmettre l'information la plus fiable, comme l'audition le fait pour la localisation périphérique. **[13]**
Au niveau de la **vision centrale**, les processus visuels des sujets sourds congénitaux semblent analogues à ceux des sujets entendants. **[20][44]**

Les capacités visuelles améliorées se révèlent plutôt dans des tâches complexes, où l'attention visuelle et/ou le processus de champ visuel périphérique sont manipulés **[9] [41] [102].** Il a ainsi été proposé que la perte d'audition entraine des changements dans les processus attentionnels de haut niveau, avec une redistribution des ressources attentionnelles vers la périphérie **[12]**. Pourtant, l'hypothèse a été défiée par les résultats d'une étude récente de Bottari et al. (2010), qui montre une **réactivité supérieure aux événements visuels chez les sourds comparés aux entendants, sans regarder la localisation spatiale. [21]** De plus, pendant que les entendants sont plus lents pour les cibles périphériques (par rapport aux centrales), les sourds sont également efficients pour toutes les localisations spatiales, ce qui suggère des améliorations fonctionnelles pour le champ visuel périphérique qui ne peuvent être expliquées par différents gradients attentionnels seuls.

Il convient de savoir que les compensations observées se développent particulièrement lentement, et ne se manifestent pas avant l'âge adulte. **Elles ne seraient peut-être alors que la simple expression d'un retard de développement, et non celui d'une supériorité**, les performances des entendants progressant jusqu'à l'âge de 17-18 ans avant de régresser. Durant l'enfance ou l'adolescence, les performances visuelles des sourds apparaissent donc inférieures à celles des entendants dans de nombreuses tâches. **[92]**

e) Performances des sourds en attention visuelle

Tout comme pour les performances visuelles, la réorganisation cross-modale concernant les performances attentionnelles visuelles va s'effectuer de manière spécifique. **[107]** En effet, certaines habiletés seront comparables à travers les populations, comme les habiletés d'alerte et d'orientation, qui sont similaires pour les sujets sourds et entendants. **[41]**
De plus, selon l'âge considéré, les répercussions seront différentes. Comme pour les performances visuelles, les enfants sourds seront plus en difficulté que les adultes sourds par rapport à leurs pairs entendants. **[98]**

A l'égard des adultes sourds sévères et profonds congénitaux, la surdité précoce entraîne un changement dans la distribution spatiale de l'attention. En effet, une amélioration des processus visuels périphériques, et en particulier de l'attention visuelle périphérique a lieu. **[41]**

Ces changements compensatoires dans le système visuel améliorent le traitement attentionnel du champ visuel périphérique. Ils sont, au moins en partie, assurés par une **réorganisation du cortex pariétal postérieur**, qui est l'un des **centres principaux de l'attention spatiale**, et semblent correspondre à un véritable glissement des ressources attentionnelles. Les ressources étendues à la périphérie emporteraient ainsi les ressources normalement utilisées en attention centrale. Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'en l'absence d'audition pour s'orienter vers leur espace extrapersonnel, les sujets sourds doivent compter sur leur vision pour contrôler leur champ périphérique et allouent donc plus facilement des ressources attentionnelles à la périphérie visuelle, au détriment des ressources attentionnelles centrales**. [90**]

Les adultes sourds sont ainsi plus performants que les entendants dans des **tâches de recherche et de détection visuelle de stimuli périphériques,** ainsi que dans les tâches d'**attention visuelle sélective, [87]** mais aussi plus rapides pour identifier des cibles parmi des **distracteurs.** [**103**] Ils développent en effet un système de contrôle attentionnel qui leur permet de réduire l'effort cognitif pour ignorer les stimuli distracteurs. De même, dans une tâche de désengagement de l'attention, ils sont plus flexibles quant à la réorientation rapide de leur attention dans des situations visuelles complexes. **[87]**

En réponse à ces changements/cette réorganisation, les chercheurs ont étudié l'existence d'un substrat neuronal associatif responsable de ces améliorations. Il s'avère que **le gyrus temporal moyen (MT**) et sur **le gyrus temporal moyen supérieur (MST)**, connus pour ne pas être impliqués uniquement dans les processus de déplacement visuel, mais pour être également fortement modulés par les processus attentionnels, s'activent plus fortement chez les sourds que chez les entendants en réponse à des stimuli de mouvements émergeants seulement dans le champ périphérique **[9] [43].** L'étude de Bavelier et al. en 2001 confirme que c'est bien la surdité et non l'exposition à la langue des signes qui engendre cette augmentation de l'activation de MT/MST chez les sujets sourds **[9]**. D'après les travaux de Frasnelli et al. (2011), le **gyrus supratemporal droit** joue également un rôle dans ce processus de stimuli. **[47]**

Au niveau de l'attention centrale, les auteurs ne partagent pas tous le même point de vue. En effet, certains pensent que les ressources attentionnelles périphériques fortifiées monopolisent les ressources attentionnelles centrales, qui deviennent donc affaiblies**. [90]** D'autres confortent l'idée que les sourds répartissent leurs ressources visuelles sur une gamme plus large que celle des entendants, et qu'ils sont meilleurs dans la distribution de leur attention à l'ensemble du champ visuel, avec également une amélioration de l'attention centrale. **[92] [97] [31]**

L'étude de Stivalet en 1998, réalisée en vision centrale, démontre que les **sourds congénitaux se montrent supérieurs aux entendants lorsque la recherche sollicite l'intervention des processus sériels, c'est-à-dire attentionnels**. En revanche, aucune différence de performance entre les sujets n'est observée en cas d'intervention des processus parallèles, ou pré-attentionnels. Ceci s'explique par des patterns de recherche visuelle différents : les entendants font appel aux processus parallèles ou sériels selon la difficulté de la tâche tandis que les sourds ne sollicitent que les processus parallèles. **[103].**

En résumé, la notion des déficits systématiques ou des améliorations de la fonction visuelle chez les sourds n'est pas supportée par la littérature, ni par l'idée que des capacités visuo-sensorielles fondamentales comme l'acuité ou la détection de lumière diffère entre les sourds et les entendants. **[107]**
La barrière entre l'amélioration des capacités visuelles ou des capacités attentionnelles reste donc très mince et difficile à poser. Pour Neville et Lawson, l'hypothèse des modifications comportementales observées en surdité précoce sont dues à la réorganisation du système attentionnel et non à celle du système visuel. (cités par Dumont, 2008, **[40]**)

f) Performances des sourds en mémoire visuelle

Berstein et al. ont prouvé en 2000 que les sourds bénéficiaient de meilleures performances en lecture labiale que les entendants. Ceci laisse supposer que les sourds font un meilleur usage que les entendants des indices visuels pour l'identification lexicale. **[15]**
Après avoir étudié le possible rôle des performances visuelles et attentionnelles, nous nous intéressons à celui de la mémoire visuelle.
En effet, les sujets sourds présentent certaines caractéristiques de mémorisation différentes des sujets entendants :

Campbell et Wright (1990) ont étudié l'extension du codage verbal en mémoire immédiate et trouvent que les sourds n'utilisent pas spontanément le nom des images en rime comme le font les entendants. Ils en ont conclu que les **sourds tendent à utiliser un codage visuel dans la mémoire à court terme. [27]**

De nombreux chercheurs ont suggéré qu'il était possible que les sourds aient de **meilleures performances dans des tâches de mémoire visuelle ne nécessitant pas de codage verbal**. **[27]**

Dans une épreuve de **mémorisation de dessins**, Blain (1957) trouve que les sourds sont meilleurs que les entendants et suggère que cela est dû à une **compensation** et à des habiletés visuelles. (cité par Arnold &Murray, 1998, **[5]**)

Les sujets sourds utilisent également des stratégies d'encodage différentes des sujets entendants :

De nombreuses recherches ont aussi démontré que dans une épreuve de mémorisation d'images, les sujets sourds les rappelaient en fonction de **l'ordre spatial de leur apparition** alors que les sujets entendants les rappelaient dans l'ordre temporel de leur présentation. **[5]**

Dans une épreuve de mémorisation d'images, Arnold et Murray (1998) ne trouvent pas de différence entre sourds et entendants. En revanche, les sourds mettent beaucoup plus de temps que les entendants à compléter la tâche. Les auteurs constatent de plus, que les entendants s'appuient sur une stratégie de primauté alors que les sourds s'appuient sur une **stratégie de récence**. **[5]** L'étude de Rönngerb et al. (1982) corrobore ces résultats, en témoignant de **performances de rappel supérieures pour des items récents. [94]**

Woodhead et Baddeley ont démontré en 1981 l'existence d'une **corrélation entre les capacités de reconnaissance faciale et les capacités de mémoire visuelle**. En effet, d'après leur étude, les personnes qui sont douées pour la reconnaissance faciale ont généralement une bonne mémoire visuelle. **[113]**

Au vu des travaux de Chalifoux (1991), le modèle de la mémoire de travail dans la surdité doit être partiellement modifié, en y incluant des sous-systèmes pour l'articulation, les signes et pour l'encodage visuel. **[30]** Cependant, selon Samuelsson et Rönnberg (1991) **[96]**, la capacité de la mémoire de travail n'a pas prouvé son importance pour les capacités des labiolecteurs.

Etude des corrélations entre mémoire visuelle et lecture labiale :

En 1982, Rönngerb et al. exposent le fait que la notion de **capacités visuelles efficientes est un soutien à la mémorisation**, et qu'il existe des **corrélations intéressantes entre les performances visuelles et les capacités en lecture labiale**. **[94]**

D'autre part, Arnold et Köpsel (1996) attestent que pour les normo-entendants, la **mémoire visuelle des formes complexes** est significativement corrélée à la lecture labiale. **[4]**

En outre, Mohammed et al. annoncent en 2005 que les **bons labiaux lecteurs ont une mémoire visuelle** meilleure que les autres, et que ceux-ci présentent également de **meilleurs processus visuels de bas niveau.** En effet, les bons labiolecteurs détectent plus rapidement les mouvements dans leur champ visuel. Toutefois, la **réciproque n'est pas valable** : avoir de bons processus de bas niveau n'engendre pas forcément une bonne lecture labiale. **[85]**

PARTIE PRATIQUE

PARTIE PRATIQUE

I – PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

1. Problématique

En cas de surdité, l'intégration visuelle de la parole devient prépondérante avec le développement de la lecture labiale. Cependant, des différences interindividuelles importantes sont observées, certains sujets développant des capacités élevées et d'autres plus limitées. De plus, l'acquisition d'une lecture labiale est soumise à de nombreuses contraintes et de nombreuses variations, qui en complexifient fortement l'acquisition.
A travers cette étude, nous essaierons d'identifier des facteurs ayant un impact sur le développement de compétences fines en lecture labiale.
Pour ce faire, nous évaluerons tout d'abord les capacités des sujets en lecture labiale, sous différents aspects, puis nous rechercherons l'existence de corrélations entre ces résultats et certaines capacités sous-jacentes.

2. Hypothèses

➔ Hypothèse 1:

Du fait du handicap causé au quotidien par la surdité, il est attendu que les personnes sourdes développent des stratégies de perception visuelle de la parole différentes et plus efficaces que les stratégies des personnes normo-entendantes, qui bénéficient d'informations auditives efficaces, comme le remarquent Strelnikov et al. (2009) **[104].**
C'est pourquoi nous émettons l'hypothèse que **les personnes sourdes présentent des performances en lecture labiale supérieures à celles des personnes normo-entendantes**.

De plus, en nous appuyant sur les études de Sommers, Tye Murray et al. (2005 & 2007) **[99] [108]** et Bajeux (2006) **[7]** au sujet d'un effet de l'âge sur les capacités en lecture labiale, et celles de Strelnikov et al. (2009) **[105]** au sujet d'un effet du sexe sur les capacités en lecture labiale, nous posons l'hypothèse qu'**il existe un effet de l'âge et du sexe sur les performances en lecture labiale, aussi bien chez les personnes sourdes que chez les personnes normo-entendantes. Nous pensons par ailleurs que le niveau d'étude peut avoir une influence sur les performances en lecture labiale.**

L'existence d'un effet de la durée de surdité sur les performances en lecture labiale ne fait pas consensus actuellement. Nous nous appuyons sur les résultats de l'étude menée par Bernstein et al. (2001) **[16]** pour poser l'hypothèse **qu'il existe une corrélation entre la durée de surdité profonde et les performances aux épreuves de lecture labiale.**

➔ Hypothèse 2 :

Connaissant la difficulté que représente la discrimination des sosies labiaux lors de la lecture labiale, nous posons l'hypothèse que **discriminer les sosies labiaux permet une lecture labiale plus fonctionnelle**.

Nous nous interrogeons sur l'existence de sosies labiaux pour les voyelles. Pour les consonnes, nous posons **l'hypothèse que les adultes sourds perçoivent visuellement mieux les traits de voisement et de nasalité que les adultes entendants.**

Les travaux de Kröger et al. (2000) **[62]** menés sur le phénomène de coarticulation nous invitent à poser l'hypothèse **qu'il existe un effet du contexte vocalique et consonantique sur la reconnaissance respectivement des consonnes et des voyelles en lecture labiale.**

➔ Hypothèse 3 :

La littérature témoigne, en conséquence de la surdité, d'une réorganisation corticale au profit de certaines capacités visuelles.

Les auteurs sont nombreux à reconnaître une amélioration des processus visuels périphériques chez les personnes sourdes **[41]**, et en particulier de l'attention visuelle périphérique. Cependant, les capacités en attention centrale ne font pas consensus, c'est pourquoi nous allons nous y intéresser. De plus, les études de Campbell & Wright (1990) **[27]** sur les performances des sourds en mémoire visuelle nous poussent à étudier les différents facteurs de variabilité quant aux performances en mémoire et en attention visuelle, c'est pourquoi nous émettons l'hypothèse que **le statut du patient, l'âge, le sexe, le niveau d'études et la durée de surdité sont des facteurs de variabilité qui influent sur les performances en mémoire visuelle et en attention visuelle.**

De plus, d'après les travaux de Rönngerb et al. (1982) **[94]** sur la notion de capacités visuelles en lien avec la lecture labiale, et ceux d'Arnold et Köpsel (1996) concernant les sujets normo-entendants, la mémoire visuelle des formes complexes et la lecture labiale **[4]**, nous posons

l'hypothèse que **le développement de capacités d'intégration visuelle de la parole avec la lecture labiale est en lien avec les capacités de mémoire et d'attention visuelle.**

II – METHODOLOGIE

1. Description de la population

a) Choix de la population

Sont concernés par cette étude des personnes atteintes de surdité profonde et ne bénéficiant pas encore d'implant cochléaire.
Nous avons porté une attention particulière à ce que ces patients présentent les critères suivants :

- Tous présentent une surdité profonde selon les critères du BIAP.
- Tous sont de langue maternelle française.
- Tous les sujets ont répondu au protocole au même moment, soit la veille de leur implantation lors de leur hospitalisation.

Sont exclus de cette étude les personnes déjà bénéficiaires d'un implant, ainsi que les personnes présentant :

- un trouble visuel non corrigé (myopie, presbytie, strabisme...) ou grave (DMLA, NSU, HLH...)
- un trouble neurologique (syndrome dysexécutif, maladie dégénérative...)
- un trouble psychiatrique

Ces dernières informations sont renseignées par les dossiers médicaux des patients.

b) Recueil de la population

Vingt-deux personnes (13 hommes et 9 femmes), âgées de 18 ans à 91 ans (moyenne = 53 ans ; E.T. = 22 ans), de différents niveaux d'étude, recrutés dans le service du professeur O. Sterkers à l'hôpital Beaujon (Clichy) ont été testés dans cette étude.

A titre de comparaison, un groupe de sujets normo-entendants a également participé à notre étude, recruté parmi notre entourage. Ce groupe est apparié en âge, en sexe et en niveau d'études avec le groupe d'adultes sourds. Il est composé de 22 sujets normo-entendants (13 hommes, 9 femmes), âgés de 17 ans à 93 ans (moyenne = 53 ans - E.T. = 21 ans). Nous avons apparié ces deux groupes au plus près, tout en nous basant sur les groupes d'âge et de niveaux d'études établis par l'INSEE. (cf. Annexes B) **[122]**

n°du patient	1	2	3	4	5	6	7
Sexe	homme	homme	femme	femme	homme	homme	femme
Âge	29 ans Groupe 1	60 ans Groupe 3	50 ans Groupe 2	81 ans Groupe 4	62 ans Groupe 3	57 ans Groupe 3	78 ans Groupe 4
Niveau d'étude	Bac + 5 Groupe 1	CAP Groupe 5	Bac + 5 Groupe 1	CAP Groupe 5	BEPC Groupe 5	Bac + 2 Groupe 3	BEPC Groupe 5
Etiologie de la surdité	génétique	ototoxique	génétique	inconnue	inconnue	inconnue	inconnue
Mode d'entrée dans la surdité	évolutif	brusque	évolutif	brusque	évolutif	évolutif	évolutif
Durée de surdité profonde	13 ans	8 mois	20 ans	18 mois	2 ans	2 ans	5 ans
Niveau d'audition (score Fournier avec app.)	10%	0%	90%	50%	0%	30%	40%
Durée de rééducation à la lecture labiale	_	1 mois	5 mois	1 mois	_	_	2 ans
n° du témoin	1 bis	2 bis	3 bis	4 bis	5 bis	6 bis	7 bis
Sexe	homme	homme	femme	femme	homme	homme	femme
Âge	30 ans Groupe 1	58 ans	50 ans Groupe 2	70 ans Groupe 4	57 ans Groupe 3	57 ans Groupe 3	79 ans Groupe 4
Niveau d'étude	Bac + 5 Groupe 1	CAP Groupe 5	Bac + 5 Groupe 1	Brevet Groupe 5	Certificat Groupe 5	Bac + 2 Groupe 3	Scol.oblig. Groupe 6

n°du patient	8	9	10	11	12	13	14
Sexe	femme	homme	femme	femme	femme	homme	femme
Âge	39 ans Groupe 1	91 ans Groupe 4	79 ans Groupe 4	18 ans Groupe 1	20 ans Groupe 1	73 ans Groupe 4	48 ans Groupe 2
Niveau d'étude	Bac + 4 Groupe 2	Bac+ 8 Groupe 1	< scol. oblig. groupe 6	Bac + 1 Groupe 4	BTS Groupe 3	Bac + 3 Groupe 2	Bac+ 5 Groupe 1
Etiologie de la surdité	inconnue	inconnue	otospongiose	inconnue	syndrome de Pendred	maladie de Ménière	otospongiose
Mode d'entrée dans la surdité	congénital	évolutif	évolutif	évolutif	congénital	évolutif	évolutif
Durée de surdité profonde	4 ans	16 ans	4 ans	3 ans	20 ans	4 ans	5 ans
Niveau d'audition (score Fournier avec app.)	100%	0%	10%	90%	70%	50%	80%
Durée de rééducation à la lecture labiale	_	_	8 mois	_	_	2 ans	16 ans

n° du témoin	8 bis	9 bis	10 bis	11 bis	12 bis	13 bis	14 bis
Sexe	femme	homme	femme	femme	femme	homme	femme
Âge	39 ans Groupe 1	70 ans Groupe 4	76 ans Groupe 4	17 ans Groupe 1	21 ans Groupe 1	75 ans Groupe 4	47 ans Groupe 2
Niveau d'étude	Bac +4 Groupe 2	Bac + 5 Groupe 1	Scol oblig. Groupe 6	Bac +1 Groupe 4	Bac + 1 Groupe 3	Bac + 4 Groupe 2	Bac + 5 Groupe 1

n°du patient	15	16	17	18	19	20	21	22
Sexe	homme	homme	homme	homme	homme	femme	homme	homme
Âge	66 ans Groupe 3	63 ans Groupe 3	21 ans Groupe 1	31 ans Groupe 1	47 ans Groupe 2	76 ans Groupe 4	55 ans Groupe 3	33 ans Groupe 1
Niveau d'étude	Bac + 5 Groupe 1	Certificat Groupe 5	Bac Groupe 4	Bac + 5 Groupe 1	Bac + 5 Groupe 1	CAP Groupe 5	CAP Groupe 5	Bac + 5 Groupe 1
Etiologie de la surdité	Oto-spongiose	maladie de Ménière	inconnue	génétique	neurofibro matose	inconnue	maladie de Ménière	Sd Usher
Mode d'entrée dans la surdité	évolutif	évolutif	congénital	congénital	brusque	évolutif	évolutif	congénital
Durée de surdité profonde	49 ans	4 ans	6 mois	31 ans	8 ans	1 ans	2 ans	33 ans
Niveau d'audition (score Fournier avec app.)	100%	50%	0%	20%	0%	40%	80%	30%
Durée de rééducation à la lecture labiale	10 ans	1 mois	1 an	_	6 ans	8 mois	_	15 ans
n° du témoin	15 bis	16 bis	17 bis	18 bis	19 bis	20 bis	21 bis	22 bis
Sexe	homme	homme	homme	homme	homme	femme	homme	homme
Âge	63 ans Groupe 3	63 ans Groupe 3	22 ans Groupe 1	32 ans Groupe 1	53 ans Groupe 2	93 ans Groupe 4	62 ans Groupe 3	25 ans Groupe 1
Niveau d'étude	Bac +5 Groupe 1	Brevet Groupe 5	Bac Groupe 4	Bac + 5 Groupe 1	Bac +5 Groupe 1	Scol.oblig. Groupe 5	CAP Groupe 5	Bac + 5 Groupe 1

Figure 9 : Présentation de la population (patients et témoins appariés)

2. *Protocole de recherche : élaboration et passation*

a) Description et cotation des épreuves :

Le protocole élaboré présente 4 sous-parties :

Tests de vérification (5 min)	▪ Echelle d'acuité visuelle de Monoyer ▪ Codex
Test d'attention visuelle (10 min)	▪ Test d2 d'attention concentrée de Rolf Brickenkamp

Test de mémoire visuelle (10 min)	▪ Epreuve de reconnaissance différée des 24 figures de la BEM 144
Tests de lecture labiale (35 min)	▪ 1 liste de consonnes dans trois contextes vocaliques (a/i/ou) ▪ 1 liste de voyelles dans trois contextes consonantiques (p/t/k) ▪ 2 listes de mots monosyllabiques de Lafon ▪ 2 listes de mots dissyllabiques de Fournier ▪ 1 liste de phrases MBAA

Le temps moyen de passation du protocole est d'une heure.

- **Tests de vérification**

  - **Echelle d'acuité visuelle de Monoyer**

Etant donné l'importance de l'intégrité des performances des sujets aux tests de lecture labiale, il est très important que ceux-ci ne présentent pas une vision déficitaire ou non corrigée. Ce test sert donc à **exclure de la population les personnes présentant une trop faible acuité visuelle.**

L'échelle d'acuité visuelle de Ferdinand Monoyer est un test permettant de **déterminer l'acuité visuelle en ophtalmologie**. Il s'agit de planches utilisant des lettres de taille décroissante, permettant de chiffrer l'acuité visuelle du sujet de un dixième à douze dixièmes. L'échelle est placée à cinq mètres du patient, qui porte si besoin une correction ophtalmologique. Celui-ci doit en lire le contenu, jusqu'à atteindre les lettres de trop petite taille pour être lues. Chaque ligne correspond à un nombre de dixièmes. A partir de deux erreurs sur la même ligne, la ligne n'est pas considérée comme correctement lue et l'acuité visuelle du patient correspond au nombre de dixièmes de la dernière ligne correctement lue.

Une acuité est dite « normale » à dix dixièmes. En revanche, une acuité est considérée faible en dessous de quatre dixièmes. Nous avons donc exclu de notre population les sujets présentant une acuité inférieure à quatre dixièmes.

  - **Codex**

Ce test concerne les **personnes de plus de soixante-cinq ans uniquement**. L'objectif est d'exclure les patients ayant un score considéré comme pathologique et témoignant de déficits cognitifs potentiels à explorer par une évaluation complète des fonctions cognitives.

Le codex (J. Belmin, C. Oasi, P. Folio, S. Pariel-madjlessi, 2007) est un test conçu pour **détecter les démences chez les sujets âgés**. Son principal avantage est d'être simple et très rapide. Il propose la combinaison simplifiée des sous-items les plus importants du test Mini Mental Status Examination (MMSE) de Folstein et d'un test de l'horloge (Mini-cog). Ainsi, il propose un arbre de décision à deux étapes, avec un rappel différé de trois mots du MMSE (clé, ballon, citron) et un test de l'horloge simplifié (faire figurer dans un cercle les nombres des heures de façon à représenter un cadran de montre, puis de dessiner les aiguilles de façon à représenter 14h25) pour la première étape, et une orientation spatiale du MMSE pour la deuxième étape, si la première a été échouée.

Si les trois mots sont restitués, et si l'horloge respecte ces quatre critères : tous les chiffres sont représentés, leur positionnement est correct, on peut identifier une petite et une grande aiguille, les aiguilles indiquent l'heure demandée, le test est alors considéré normal avec une probabilité de démence très faible : le sujet sera accepté dans notre population.
Si les deux tests sont échoués, le test est alors considéré anormal avec une probabilité de démence très élevée : le sujet sera exclu de notre population.
Si l'un des deux tests est réussi alors que l'autre est échoué, le test est poursuivi par cinq questions d'orientation spatiale. Si le sujet obtient quatre ou cinq bonnes réponses, le test est considéré normal avec une probabilité de démence faible : le sujet sera accepté dans notre population. En revanche, si le sujet obtient moins de quatre bonnes réponses, le test est considéré anormal avec une probabilité de démence élevée : le sujet sera exclu de notre population.

Nous avons préféré choisir ce test plutôt que le MMSE ou le MOCA (Montréal Cognitive Assessment), qui examinent pourtant plus précisément les fonctions cognitives, dans un souci de rapidité de passation pour l'ensemble du protocole. En outre, le codex se dit sensible à 92% et spécifique à 85% et est utilisé en routine dans le service d'ORL du Pr Sterkers lors du bilan de surdité.

- **Test d'attention visuelle**

Il s'agit du **test d2 d'attention visuelle concentrée de Rolf Brickenkamp** (1998). Ce test évalue la capacité à discriminer des détails dans un temps restreint avec une mobilisation de l'attention. Il permet de contrôler l'attention visuelle et la capacité de concentration.

Il s'agit de barrer dans chacune des 14 lignes, toutes les lettres « d » pourvues de deux traits (au-dessus de la lettre, en-dessous de la lettre, ou à la fois au-dessus et en-dessous de la lettre) parmi d'autres « d » avec 1, 3, ou 4 traits, et parmi des « p » avec 1, 2, 3, ou 4 traits, le tout en 20 secondes par ligne, avec pour but de « travailler aussi vite que possible, mais sans faute, naturellement ».

La consigne est expliquée par étapes au sujet, et il s'entraîne auparavant sur une ligne afin de s'assurer que la consigne est bien comprise.

La cotation de ce test permet plusieurs mesures :

- **L'indice de performance quantitative (GZ)**, qui correspond au nombre total de caractères traités, indépendamment du fait qu'il s'agisse de caractères dits déterminants ou non déterminants. Cette valeur mesure l'aspect quantitatif du volume à traiter.
- Le pourcentage d'erreurs, défini comme **indice de performance qualitative (F%)**, qui comptabilise le nombre d'erreurs (omissions + confusions) à l'intérieur de la partie de test réalisée.

  L'indice de performance de concentration (KL), qui est constitué par le nombre de bonnes réponses obtenues auquel on retire les réactions manquées, pour ne pas avantager le sujet qui cocherait au hasard tous les caractères. Cet indice prend en compte à la fois l'aspect quantitatif et qualitatif, et présente une résistance au biais.

- **Test de mémoire visuelle**

Afin d'évaluer la mémoire visuelle, nous avons choisi le subtest de la **reconnaissance différée des 24 figures de la Batterie d'Efficience Mnésique 144** (**BEM)** (Signoret, 1991).

Cette épreuve s'effectue en deux temps :

- une première phase où le sujet doit mémoriser vingt-quatre figures n'ayant pas de signification particulière afin de les reconnaître ultérieurement. Le sujet est prévenu qu'il devra retenir de son mieux les figures qui vont lui être présentées une à une, que ce sont des figures qui ne représentent rien, et qu'il faudra bien les regarder pour les reconnaître parmi d'autres plus tard. Le sujet n'est informé ni du nombre de figures, ni du moment où sera

pratiquée la reconnaissance. L'examinatrice présente alors une à une les vingt-quatre figures, à raison d'une figure toutes les cinq secondes.
- une seconde phase où le sujet est amené à reconnaître en différé ces figures parmi quatre. Cette seconde partie de l'épreuve ne se présente pas à la suite de la première pour éviter la reconnaissance immédiate. Nous choisissons donc de la proposer en dernière épreuve (après les vidéos de lecture labiale), soit 35 minutes après la présentation des figures.
Pour la cotation, chaque bonne réponse vaut 0.5 point, soit un score maximum de 12.
Dans la BEM 144, cette épreuve s'inscrit au milieu de cinq autres épreuves (notées sur 12 également) afin d'obtenir un score d'efficience mnésique (avec un maximum de 72). Il est donc plutôt prévu d'utiliser ces épreuves ensemble, et non isolément. Cependant, si besoin est, les données proposent un score approximatif moyen de 9 pour chaque épreuve avec une déviation standard de 1,5. Un écart de 2 déviations standard permettant de fixer une moyenne entre 6 et 12.

- **Tests de lecture labiale** (cf. Annexes A)

La lecture labiale est évaluée à partir de séquences vidéographiques sans son, où apparaît le visage d'une locutrice en train de « parler ». Il s'agit pour le patient de « répéter » ce qu'il pense avoir vu d'après les informations visuelles des lèvres et du visage de la locutrice.
Nous avons préféré opter pour des vidéos plutôt que prononcer nous-mêmes les listes, malgré la perte de la troisième dimension, dans un souci de stabilité et de conformité des passations, et pour éviter tous les biais qui pourraient intervenir avec une passation adaptable à l'interlocuteur (répétitions, sur-articulation etc.). Nous avons décidé d'enregistrer les séquences avec deux locutrices différentes, afin de permettre une variation du locuteur et d'offrir une représentativité la plus large possible. Dans l'intention de présenter une articulation correcte, nous avons demandé à deux orthophonistes du service d'enregistrer les séquences, avec du son, qui sera coupé lors de la visualisation. Les listes ont été enregistrées dans le bureau des orthophonistes au sein de l'hôpital Beaujon, à l'aide de la caméra d'un ordinateur Macintosh. Les locutrices sont filmées légèrement en contre plongée, afin d'offrir la meilleure visibilité possible des indices buccaux, et leur visage entier est filmé de façon à apporter toutes les informations supramodales possibles.

Trois unités langagières sont testées :

- Le **phonème**, dans les listes de syllabes créées pour le protocole, dans les listes de mots triphonémiques de Lafon (1964) (pas de suppléance mentale) et dans les listes de mots dissyllabiques de Fournier (1961).
- Le **mot**, hors contexte, dans les listes monosyllabiques de Lafon et dissyllabiques de Fournier (intervention modérée de la suppléance mentale) et en contexte dans les listes de phrases MBAA (1992).
- La **phrase**, dans les listes de phrases MBAA (utilisation maximale de la suppléance mentale).

Plus précisément, les tests sont composés de :

- *2 listes de consonnes dans les 3 contextes vocaliques [a] [i] [u]* (cf. Annexes A) : chaque phonème consonantique du français est employé une fois dans chacun des contextes vocaliques. Il s'agit uniquement de syllabes formées selon le schéma C-V. Le sujet doit donc répéter des syllabes. Il sait que la syllabe se terminera soit par [a], soit par [i], soit par [u], et que l'intéressant est de percevoir la consonne si possible. Les deux listes sont identiques mais permettent le changement de locutrice. Elles sont cotées en nombre de consonnes correctement répétées, selon deux corrections : une correction stricte n'acceptant pas les sosies labiaux, et une correction large admettant les sosies labiaux. Un ajout de phonème n'est pas considéré comme faux. Les scores sont transformés en pourcentages.
- *2 listes de voyelles dans les 3 contextes consonantiques [p], [t], et [k]* (cf. Annexes A) : chaque phonème vocalique du français est employé une fois dans chacun des contextes consonantiques. Il s'agit uniquement de syllabes formées selon le schéma C-V. Le sujet est prévenu que la syllabe commencera soit par [p], soit par [t], soit par [k], et que l'intéressant est de percevoir la voyelle si possible. Les deux listes permettent là aussi le changement de locutrice. Elles sont cotées en nombre de voyelles correctement répétées. Un ajout de phonème n'est pas considéré comme faux. Les scores sont transformés en pourcentages.
- *2 listes monosyllabiques de Lafon* (cf. Annexes A): Nous avons choisi de faire passer deux listes de manière à réduire la variabilité inter-liste, au détriment de la deuxième locutrice, qui n'apparaitra plus, dans un souci de longueur du protocole. Ces deux listes sont issues du travail mené par S. Cousin-Boschetti et E. de Laubier (2008) **[34].** A partir des listes existantes, elles ont recréé de nouvelles listes afin de faire figurer

tous les phonèmes du français au moins une fois. Ces nouvelles listes permettent également de limiter l'effet d'apprentissage qui peut être prégnant chez certains sujets. Les listes sont cotées en nombre de mots et de phonèmes correctement répétés, selon deux corrections : une correction stricte n'acceptant pas les sosies labiaux, et une correction large admettant les sosies labiaux. Un ajout de phonème n'est pas considéré comme faux. Les scores sont ensuite transformés en pourcentages. Les analyses ci-après prendront en compte les résultats de la correction large.

- *2 listes de mots dissyllabiques de Fournier (*cf. Annexes A): Nous faisons passer deux listes de Fournier issues pour les mêmes raisons qu'expliquées précédemment du travail mené par S. Cousin-Boschetti et E. de Laubier (2008) **[34]**. Ces listes sont présentées ici encore par une seule locutrice. Elles sont cotées en nombre de mots et de phonèmes correctement répétés, selon une correction stricte et une correction large. Un ajout de phonème n'est pas considéré comme faux. Les scores sont ensuite transformés en pourcentages. Les analyses suivantes utiliseront les scores de la correction large.
- *1 liste de phrases MBAA* (cf. Annexes A) : Comme précédemment, il s'agit d'une liste recréée à partir des listes existantes par S. Cousin-Boschetti et E. de Laubier (2008) **[34].** Elles sont cotées en nombre de mots (sur 101) et de phrases (sur 15) correctement répétés. Un ajout de mots n'est pas considéré comme faux. Les scores sont ensuite transformés en pourcentages.

L'objectif de ces tests est d'évaluer d'une part le niveau de performance du patient en lecture labiale tant au niveau analytique que global, et d'autre part d'analyser plus finement d'un point de vue phonétique la reconnaissance des sosies labiaux par les patients.

b) Conditions de passation :

Le patient est contacté au préalable, afin de lui expliquer la démarche, notamment à l'aide d'une lettre d'information (cf. Annexes A), et d'obtenir son accord. La passation se déroule à l'hôpital Beaujon ou à la Pitié-Salpêtrière (suite à un transfert du Centre d'Implantation Cochléaire d'Ile-de-France), dans la chambre du patient, la veille de son implantation, entre son admission dans le service et le repas du soir, afin de lui éviter un déplacement supplémentaire. Nous demandons tout d'abord au patient de signer une lettre de consentement

en deux exemplaires (une pour le service et une pour lui) puis nous remplissons ensemble un recueil de données (cf. Annexes A).

III - ANALYSE DES RESULTATS

Méthode de l'analyse statistique :

Les statistiques descriptives (pourcentages, moyennes, médianes et écart-types) ainsi que l'analyse statistique comparative ont été effectuées au moyen du logiciel JMP (SAS Institute Inc).

Analyse statistique des résultats par hypothèses

HYPOTHESE 1 :

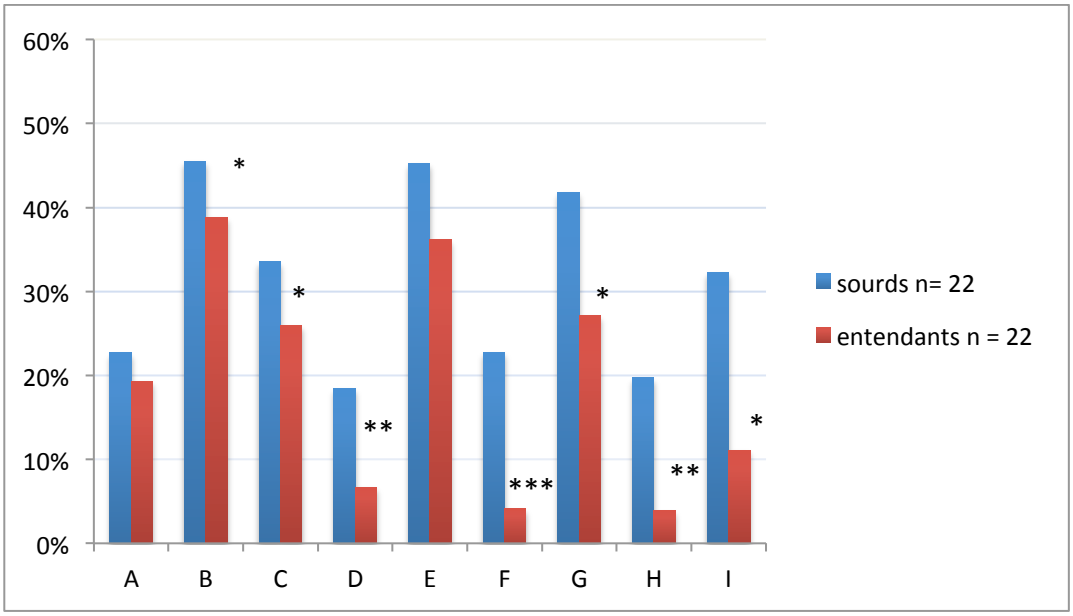
1. ***Lecture labiale chez les sujets sourds et normo-entendants / facteurs de variabilité***

- **1. a. Il existe une différence significative entre les résultats aux épreuves de lecture labiale entre les sujets sourds et les sujets normo-entendants. [104]**

Nous avons comparé les moyennes des scores obtenus aux épreuves de lecture labiale par tous les sujets sourds aux moyennes des scores obtenus par tous les sujets entendants, aux mêmes épreuves.
C'est avec ces données que nous allons pouvoir vérifier la première hypothèse.

A : consonnes (score strict)
B : consonnes (score large)
C : voyelles
D : Lafon (mots)
E : Lafon (phonèmes)
F : Fournier (mots)
G : Fournier (phonèmes)
H : MBAA (phrases)
I : MBAA (mots)

Test de Wilcoxon

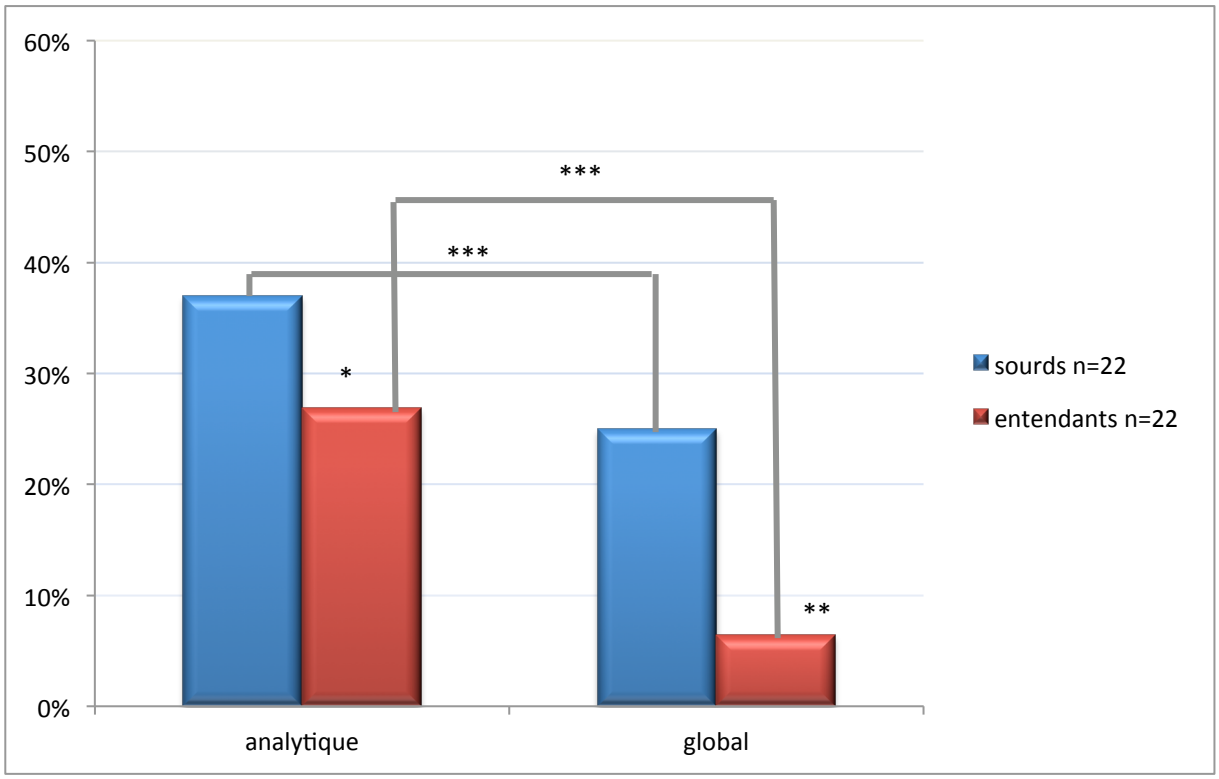


*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 10: Comparaison des performances aux tests de lecture labiale des sujets sourds et des témoins

Ces épreuves, uniquement proposées en modalité visuelle, restent difficiles, même pour les personnes les plus entraînées, ce qui explique que le pourcentage de réussite à chacun des tests ne dépasse pas les 45%. (figure 10)

Test de Wilcoxon



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 11 : Moyenne des scores aux épreuves de reconnaissance analytique et globale chez les sujets sourds et entendants.

La figure 12 présente les scores des sujets en lecture labiale selon une différence entre les épreuves analytiques et les épreuves globales.

Sont retenus dans la moyenne analytique les scores des épreuves de reconnaissance : des consonnes (cotation large), des voyelles, des phonèmes et des mots des listes de Lafon et des phonèmes des listes de Fournier.

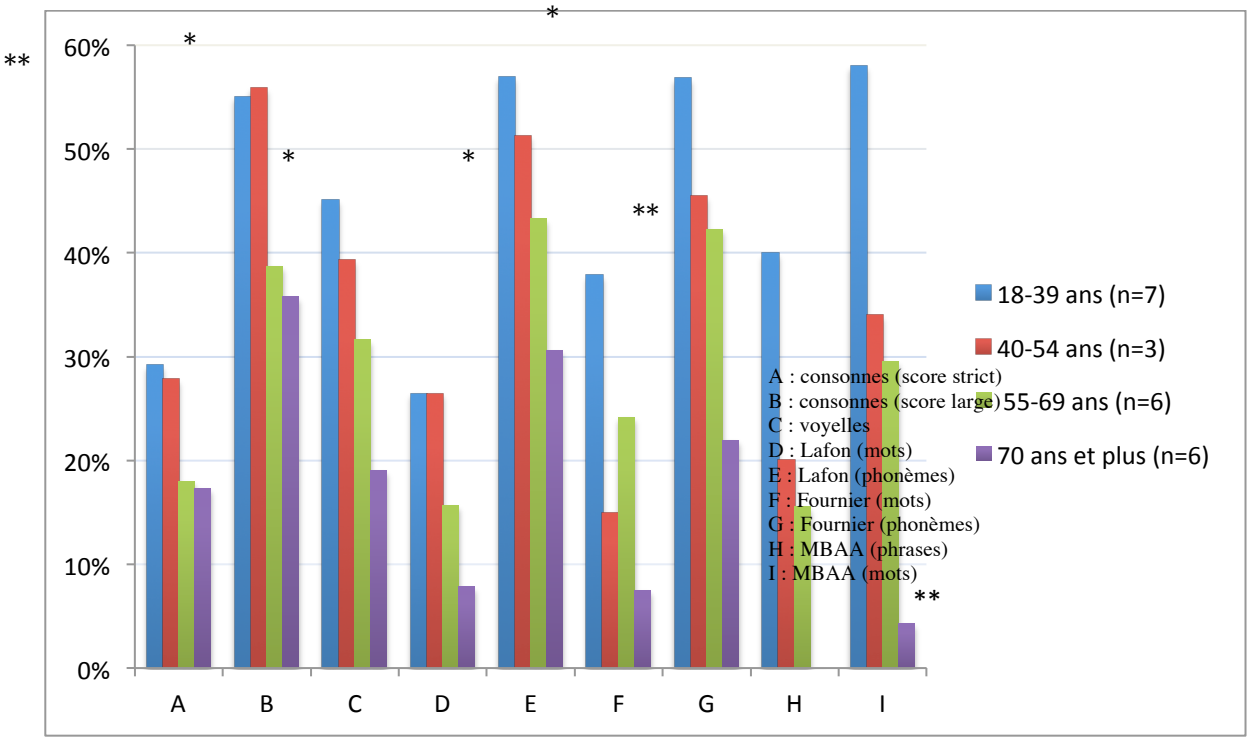
Sont retenus dans la moyenne globale les scores des épreuves de reconnaissance : des mots de Fournier, des phrases et des mots de la MBAA.

Les sujets sourds et les sujets entendants sont significativement meilleurs en reconnaissance analytique qu'en reconnaissance globale.

- **1. b. Les études de Tye Murray et al. (2005 & 2007) [99] [108] et de Bajeux (2006) [7] indiquent un effet de l'âge sur les capacités en lecture labiale. Nous posons l'hypothèse que les meilleurs scores aux épreuves de lecture labiale sont obtenus par les sujets les plus jeunes. De même, selon l'étude de Strelnikov et al. (2009)**

[105] nous posons l'hypothèse que les femmes sourdes et normo-entendantes obtiennent de meilleurs résultats en lecture labiale

Test de Kruskal Wallis



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 12 : Effet de l'âge sur les performances en lecture labiale chez les personnes sourdes

L'analyse révèle une différence significative entre le groupe 1 et le groupe 4 pour toutes les épreuves de lecture labiale, entre le groupe 1 et le groupe 3 en ce qui concerne les épreuves de reconnaissance des consonnes (strict) et voyelles, entre le groupe 2 et le groupe 4 pour l'épreuve de reconnaissance des consonnes (score strict), des voyelles, des mots et phonèmes de Lafon ainsi que pour l'épreuve de reconnaissance des phrases (MBAA), et entre le groupe 4 et tous les autres groupes pour les épreuves de MBAA (mots et phrases).

Pour les personnes normo-entendantes, les pourcentages de réussite aux différentes épreuves de lecture labiale ne sont pas significativement différents selon les groupes d'âge.

Effet du sexe sur les performances en lecture labiale :

Test U de Mann Whitney

Chez les sujets sourds comme chez les sujets normo-entendants, il n'y a pas de différence significative entre les scores des hommes et des femmes aux différentes épreuves de lecture labiale.

Effet du niveau d'études sur les performances en lecture labiale :

Test de Kruskal Wallis

La différence est significative entre les groupe 1 (bac + 5) et le groupe 5 (brevet) pour l'épreuve de reconnaissance des voyelles et des phrases pour les sujets sourds, et entre les mêmes groupes pour l'épreuve de reconnaissance des phonèmes des listes de Fournier.

- **1. c. En nous appuyant sur les résultats de l'étude menée par Bernstein et al. (2001) [16], nous posons l'hypothèse qu'il existe une corrélation entre la durée de surdité profonde et les performances aux épreuves de lecture labiale.**

Présentation des corrélations entre la durée de surdité profonde et les résultats obtenus aux différentes épreuves de lecture labiale

Corrélation de Spearman :

	Durée de surdité profonde	
Score en lecture labiale	**r**	**p**
Consonnes (score strict)	0,3560	0,1039
Consonnes (score large)	**0,4292**	***0,0462**
Voyelles	0,2765	0,2129
Lafon (mots)	**0,5434**	***0,0090**
Lafon (phonèmes)	**0,4381**	***0,0414**
Fournier (mots)	**0,4283**	***0,0476**
Fournier (phonèmes)	0,3998	0,0652
MBAA (phrases)	0,4166	0,0538
MBAA (mots)	**0,4357**	***0,0426**
Moyenne analytique	**0,4625**	***0,0302**
Moyenne globale	**0,4439**	***0,0385**

r = coefficient de corrélation p = probabilité

Les sujets sourds participant à notre étude ont une durée de surdité profonde moyenne de 124, 5 mois, soit 10,36 ans (min : 8mois ; max : 588 mois, soit 49 ans ; E.T. : 154,97 mois).

HYPOTHESE 2 :

2. *Sosies labiaux*

- **2. a. Discriminer les sosies labiaux permet une lecture labiale plus fonctionnelle**.

Rappel : Le score strict exclut les sosies labiaux et le score large inclut les sosies labiaux.
Ne sont représentés dans les figures 13 et 14 que les phonèmes consonantiques présentant un sosie labial. Nous avons donc choisi d'exclure les phonèmes /l/, /ɲ/ et /ʁ/ puisqu'ils n'ont pas de sosies labiaux.

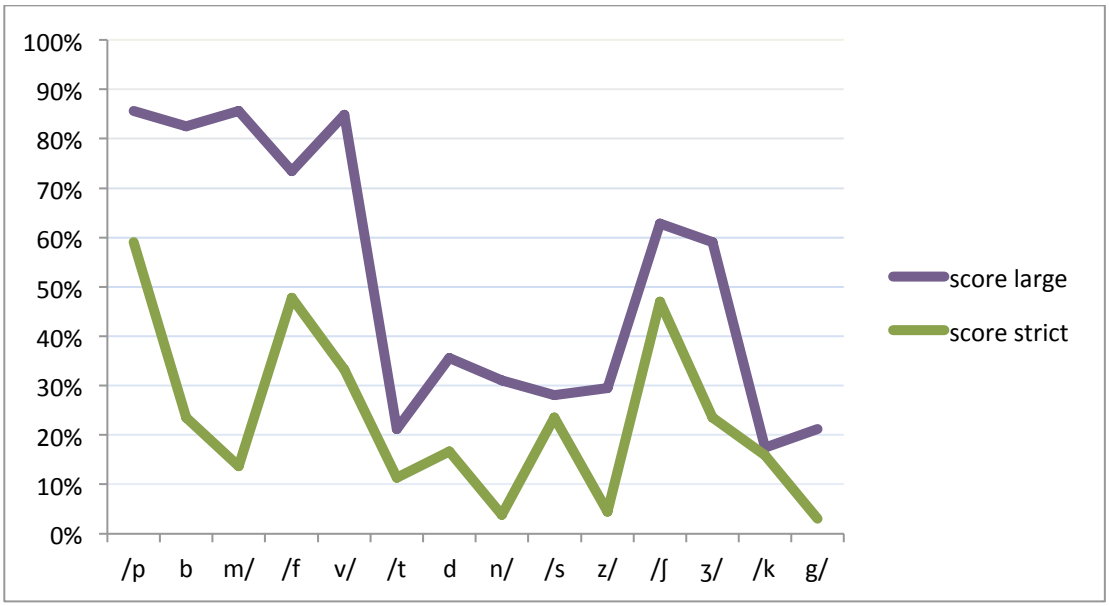


Figure 13 : Différence des pourcentages de reconnaissance des consonnes en cotation large et stricte chez les sujets sourds.

Le score moyen de reconnaissance en cotation large est de 51,30%, (E.T. = 27,42%).
Le score moyen de reconnaissance en cotation stricte est de 23,32%, (E.T.=17,58%).
La différence entre ces deux cotations est significative (p<0,0001***), et davantage importante pour les consonnes labiales que pour les consonnes intrabuccales.

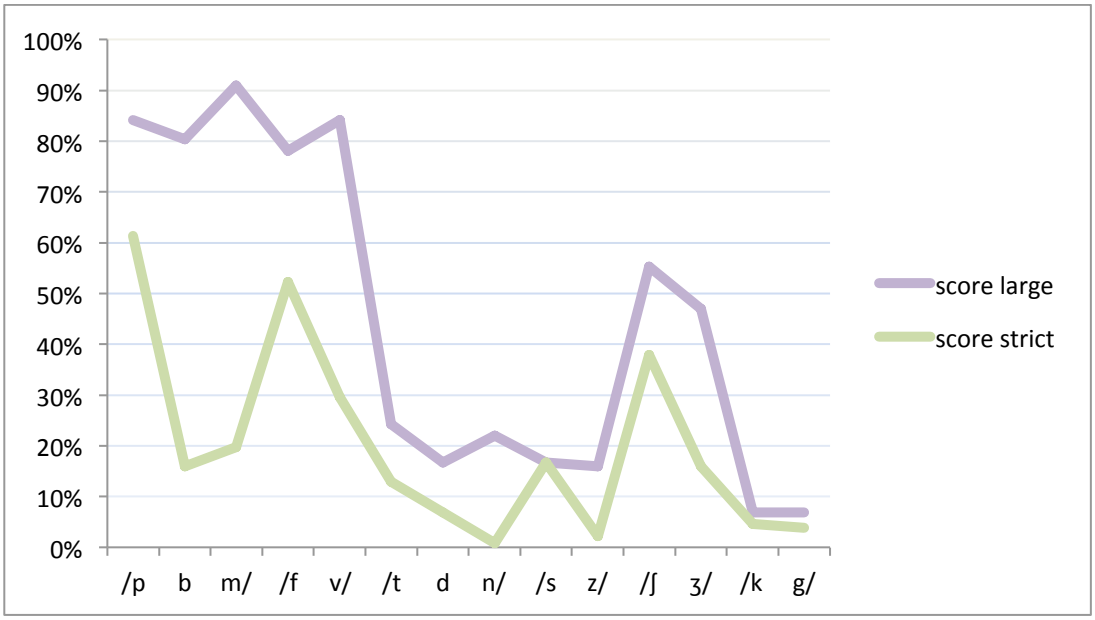


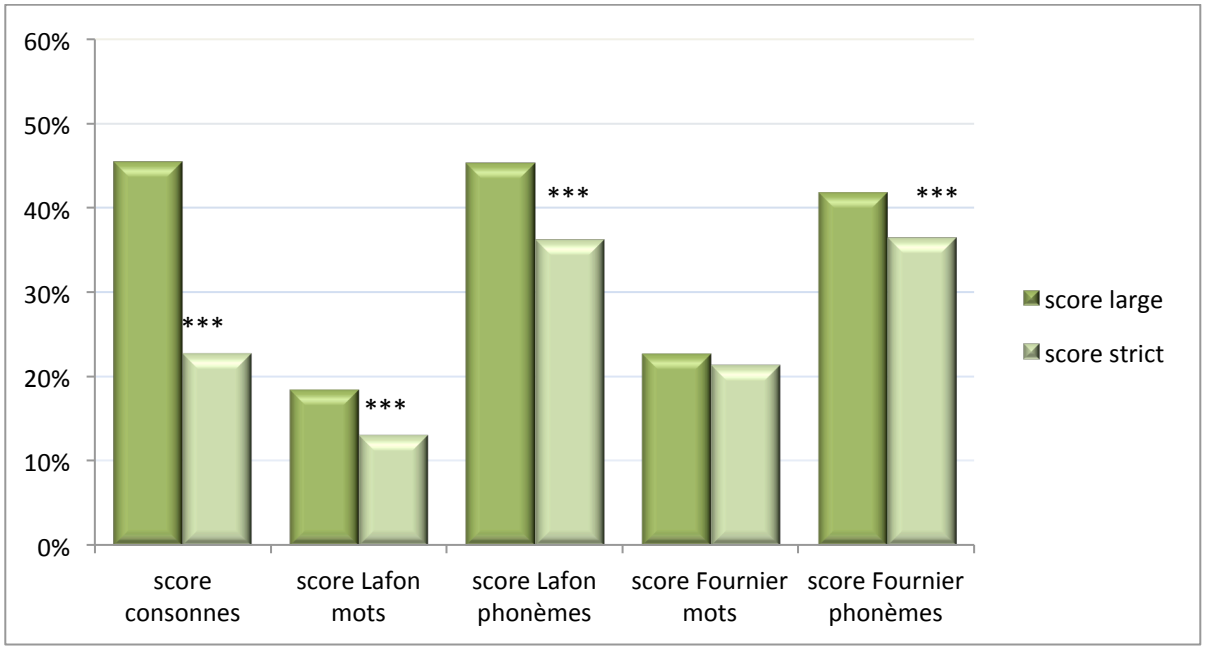
Figure 14 : Différence des pourcentages de reconnaissance des consonnes en cotation large et stricte chez les sujets normo-entendants.

Le score moyen de reconnaissance en cotation large est de 44,91%, (E.T. = 32,74%).

Le score moyen de reconnaissance en cotation stricte est de 20,02%, (E.T.=19%).

La différence entre ces deux cotations est significative (p<0,0001***).

Test de Wilcoxon

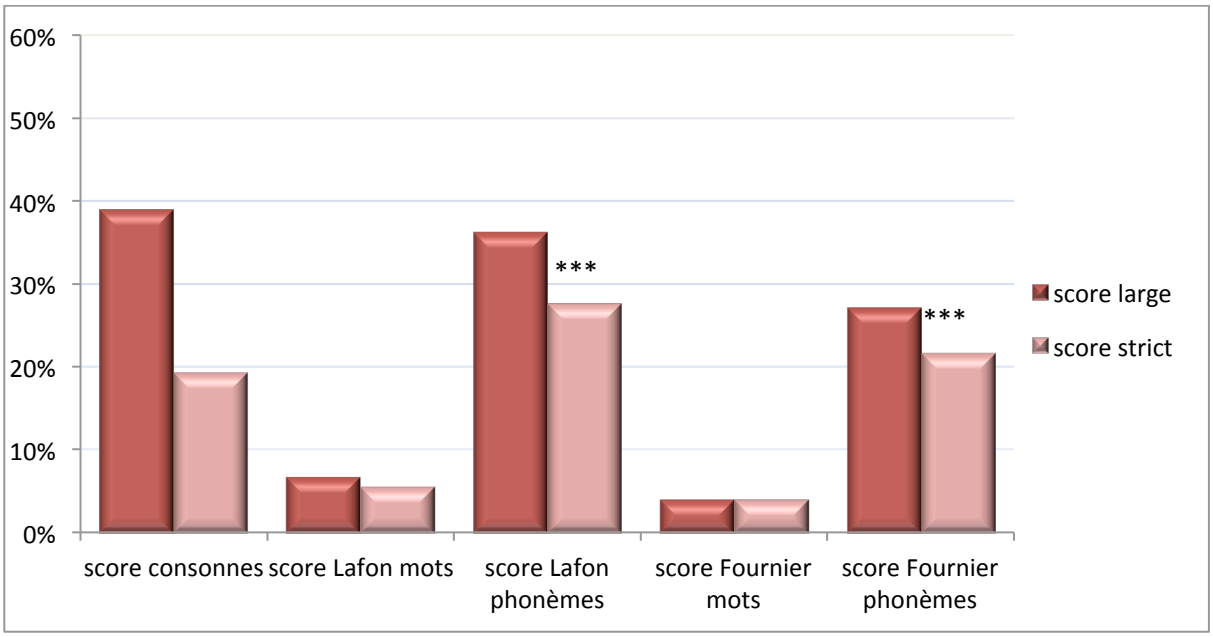


*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 15 : Différence des pourcentages de reconnaissance des différentes épreuves de lecture labiale en cotation large et stricte chez les sujets sourds.

La différence entre la correction stricte et large est significative pour les consonnes (p<0.0001***) comme vu précédemment, pour les mots de Lafon (p<0.0001***), pour les phonèmes dans les mots de Lafon (p<0.0001***), et pour les phonèmes dans les mots de Fournier (p<0.0001***). En revanche, elle n'est pas significative pour les mots de Fournier (p =0.0625).

Test de Wilcoxon



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 16 : Différence des pourcentages de reconnaissance des différentes épreuves de lecture labiale en cotation large et stricte chez les sujets entendants.

La différence entre la correction stricte et large est significative pour les consonnes (p<0.0001***) comme vu précédemment, pour les phonèmes dans les mots de Lafon (p<0.0001***), et pour les phonèmes dans les mots de Fournier (p<0.0001***). En revanche, elle n'est pas significative pour les mots de Lafon (p=0,0625), ni pour les mots de Fournier (p=1).

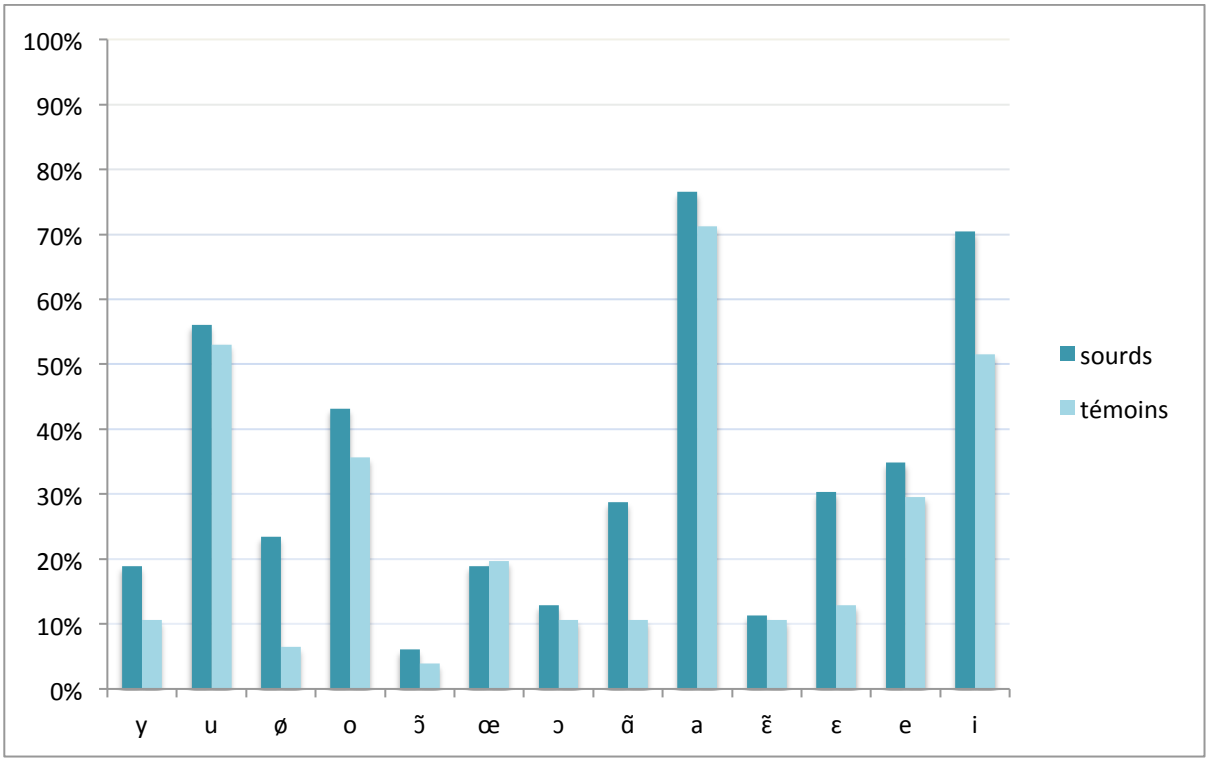


Figure 17 : Présentation des pourcentages de reconnaissance des voyelles chez les sujets sourds et normo-entendants.

Les voyelles les plus perçues, aussi bien pour les personnes sourdes que pour les personnes normo-entendantes, sont le /a/, le /i/, puis le /u/.

- **2. b. Nous nous interrogeons sur l'existence de sosies labiaux pour les voyelles. Pour les consonnes, les sujets sourds discriminent visuellement mieux les traits de voisement et de nasalité que les adultes entendants.**

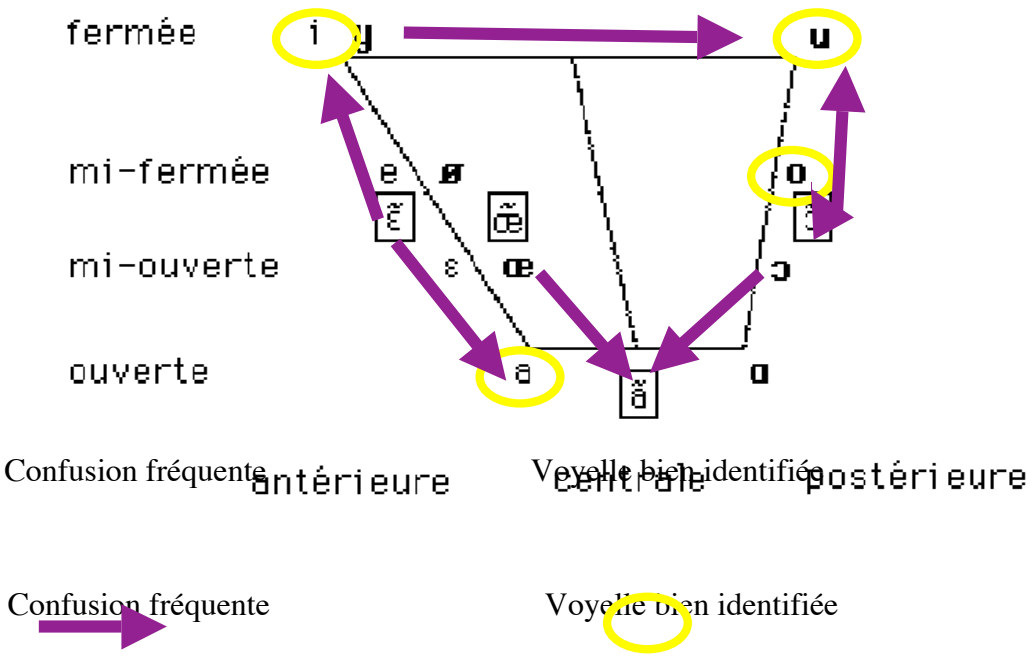


Figure 18 : Analyse des confusions vocaliques chez les sujets sourds

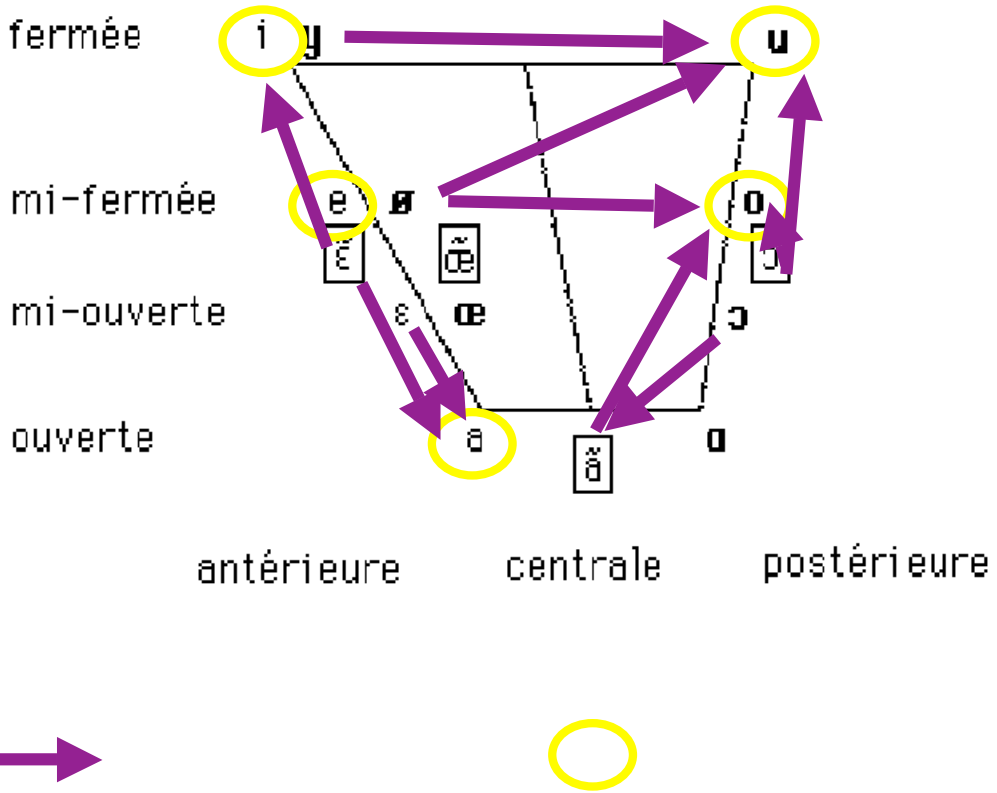


Figure 19 : Analyse des confusions vocaliques chez les témoins

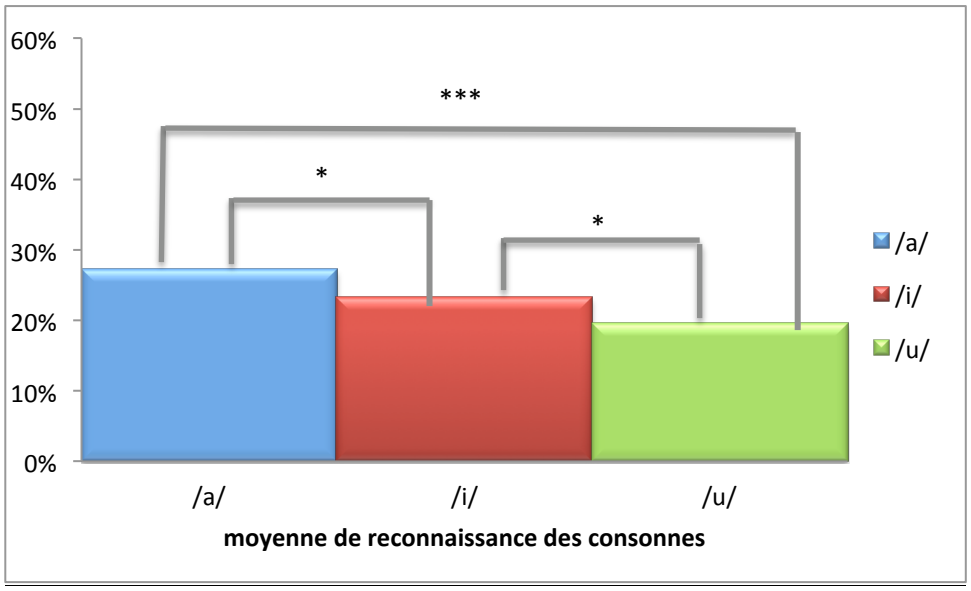
Pour les figures 18 et 19, sont considérées comme bien identifiées les voyelles dont le pourcentage de reconnaissance était supérieur au taux moyen de reconnaissance (=33% chez les adultes sourds et 26% pour les entendants).
Un pourcentage de confusion supérieur ou égal au pourcentage de reconnaissance d'un phonème est marqué comme confusion fréquente.

Nous avons voulu affiner nos résultats par une analyse par traits articulatoires aussi bien pour la reconnaissances des voyelles que des consonnes. (cf. Annexes E et Ebis)

Nous avons voulu vérifier que les résultats que nous avons trouvés concordaient avec les classements en visèmes proposés dans la littérature. (cf. Annexes D et Dbis)

- **2. c. Des recherches effectuées sur le phénomène de la coarticulation nous amènent à poser l'hypothèse qu'il existe un effet du contexte vocalique et consonantique sur la reconnaissance en lecture labiale respectivement des consonnes et des voyelles. Le phonème /a/, plus ouvert, faciliterait la reconnaissance des consonnes tandis que le phonème /u/, plus fermé et d'articulation postérieure, gênerait la reconnaissance des consonnes. De même, nous émettons l'hypothèse que le /p/, phonème visible par la participation des lèvres, facilite la reconnaissance des voyelles contrairement au phonème /k/, moins visible par sa postériorité.**

Test de Wilcoxon



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 20 : Score de reconnaissance moyen des consonnes dans les trois contextes vocaliques chez les sujets sourds.

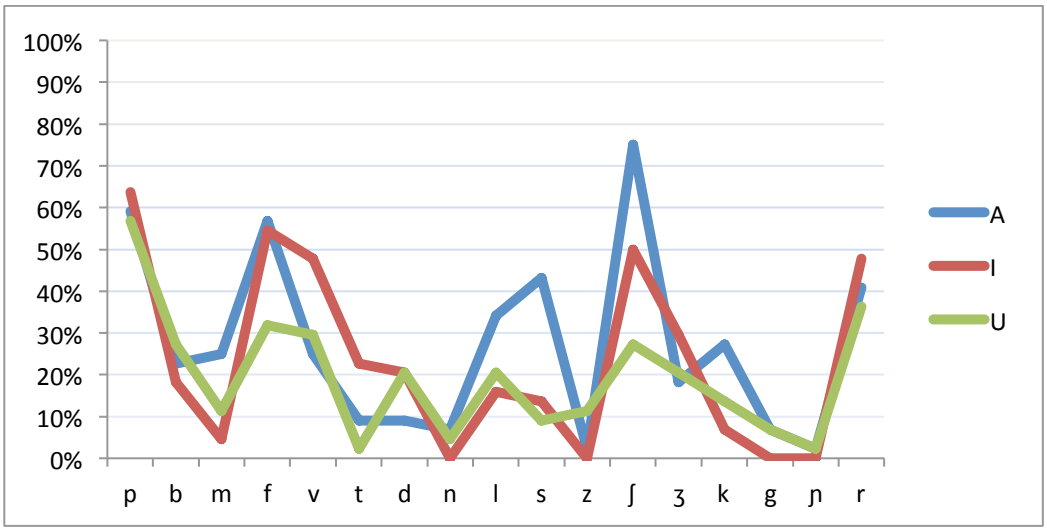


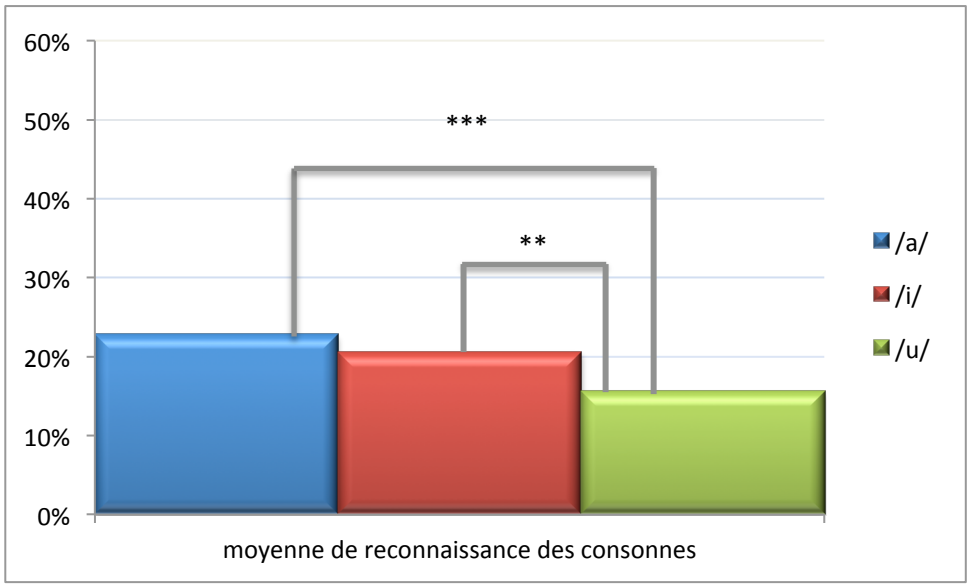
Figure 21 : Effet du contexte vocalique sur la reconnaissance des consonnes chez les sujets sourds

Pour les sujets sourds, les consonnes les plus reconnues dans le contexte /a/ sont le /ʃ/, le /p/, le /f/, le /s/ et le /r/.

Les consonnes les plus reconnues dans le contexte /i/ sont le /p/, le /f/, le /v/, le /ʃ/, et le /r/.

La consonne la plus reconnue dans le contexte /u/ est le /p/.

Test de Wilcoxon



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 22: Score de reconnaissance moyen des consonnes dans les trois contextes vocaliques chez les sujets normo-entendants.

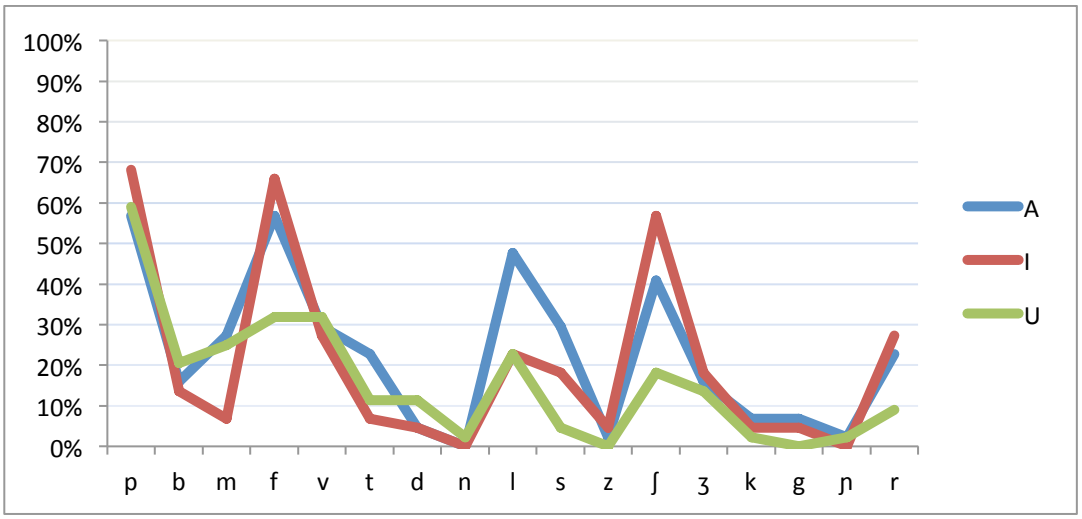


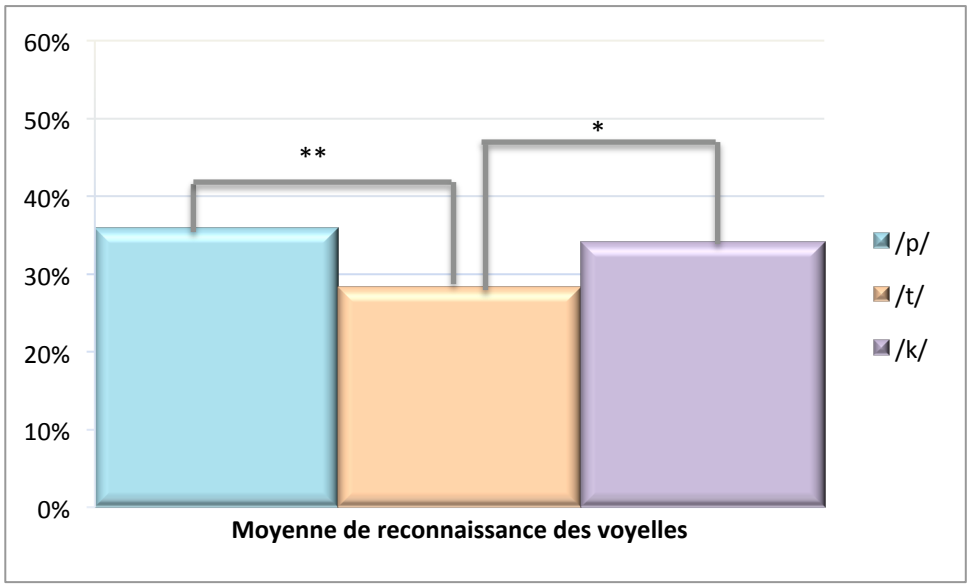
Figure 23 : Effet du contexte vocalique sur la reconnaissance des consonnes chez les sujets normo-entendants

Pour les sujets normo-entendants, les consonnes les plus reconnues dans le contexte /a/ sont le /p/, /f/, /l/ et le /ʃ/.

Les consonnes les plus reconnues dans le contexte /i/ sont le /p/, le /f/, et le /ʃ/.

La consonne la plus reconnue dans le contexte /u/ est le /p/.

Test de Wilcoxon



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 24: Score de reconnaissance moyen des voyelles dans les trois contextes consonantiques chez les sujets sourds

Test de Wilcoxon

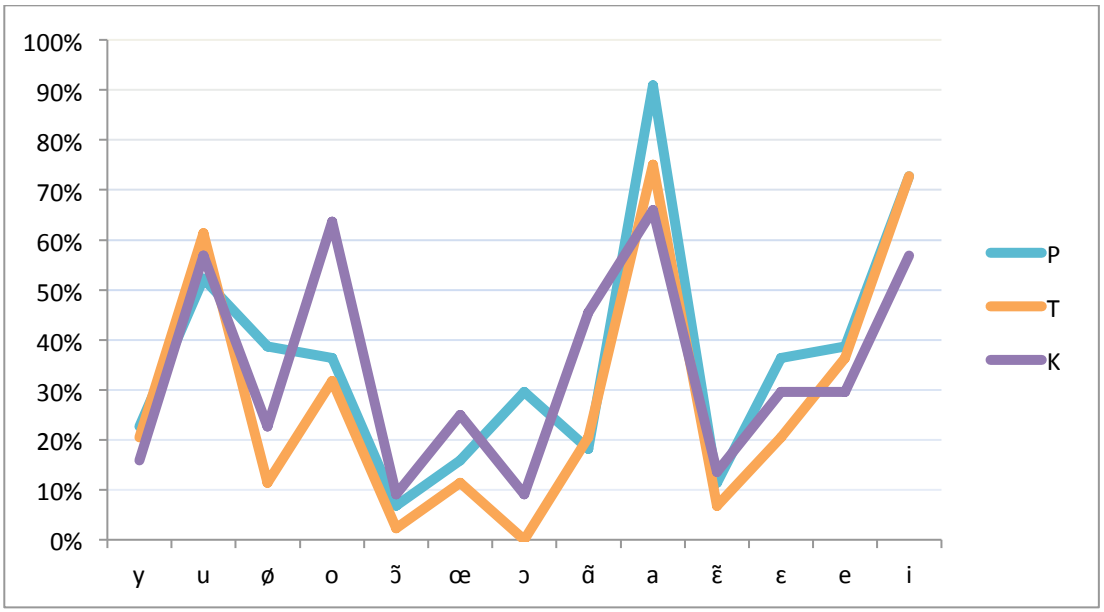


Figure 25 : Effet du contexte consonantique sur la reconnaissance des voyelles chez les sujets sourds

Pour les sujets sourds, les voyelles les plus reconnues dans le contexte /p/ et /t/ sont le /a/, /i/ et le /u/.

Les voyelles les plus reconnues dans le contexte /k/ sont le /a/, /o/, /i/, /u/ et le /ɑ̃/.

Test de Wilcoxon

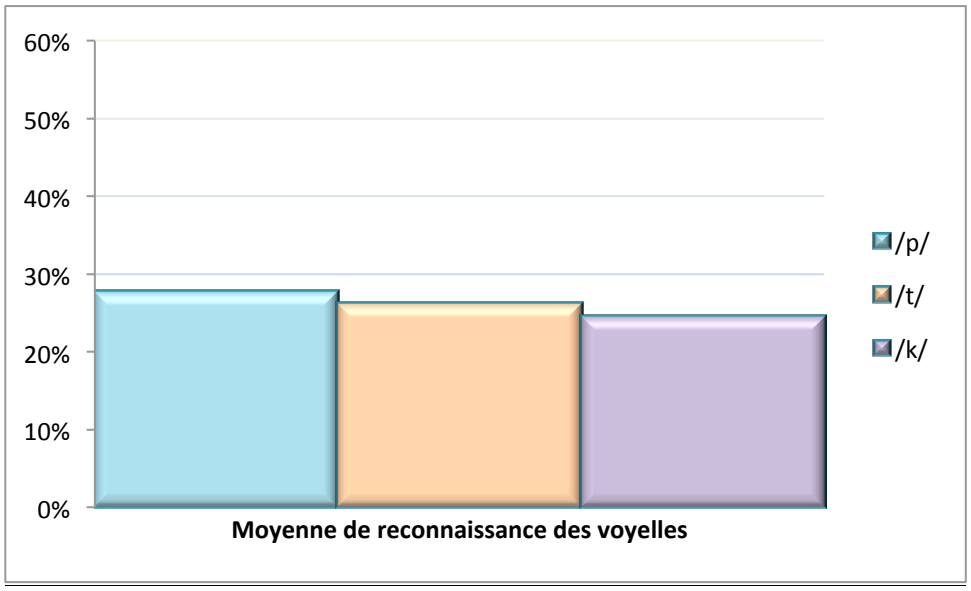


Figure 26: Score de reconnaissance moyen des voyelles dans les trois contextes consonantiques chez les normo-entendants

Test de Wilcoxon

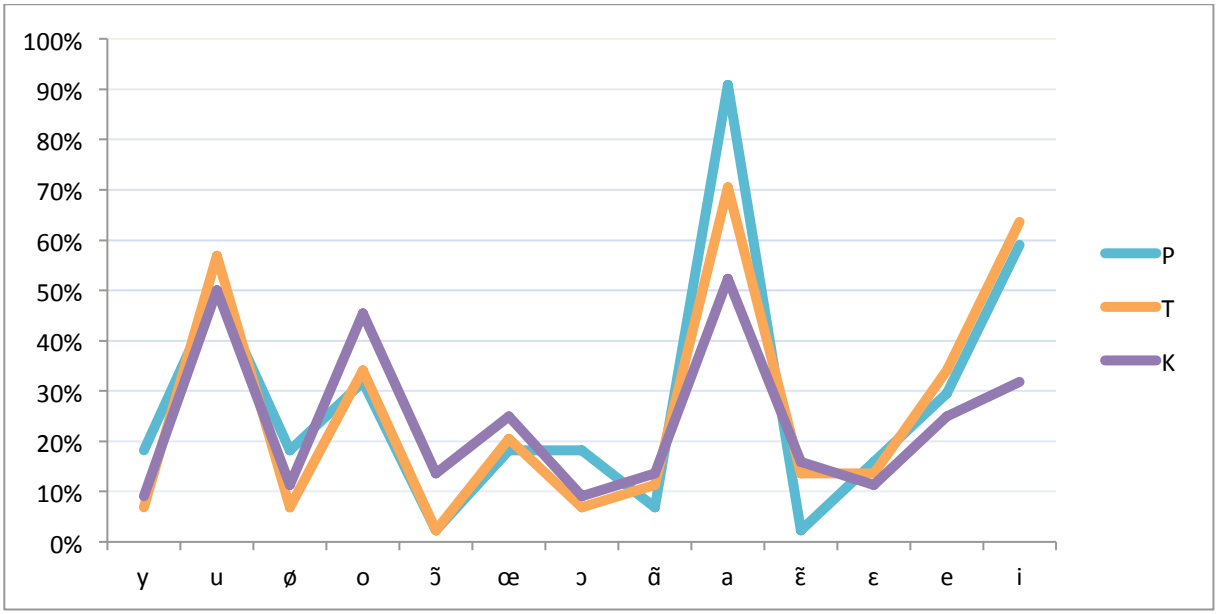


Figure 27 : Effet du contexte consonantique sur la reconnaissance des voyelles chez les sujets entendants

Pour les sujets normo-entendants, les voyelles les plus reconnues dans le contexte /p/ et /t/ sont le /a/, le /i/ et le /u/.

Les voyelles les plus reconnues dans le contexte /k/ sont le /a/, le /u/, et le /o/.

HYPOTHESE 3 :

3. ***Facteurs de variabilité, lecture labiale et fonctions cognitives***

- **3. a. Le statut du patient, l'âge, le sexe et le niveau d'études et la durée de surdité profonde sont des facteurs de variabilité qui influent sur les performances en mémoire visuelle et en attention visuelle.**

✓ PRESENTATION DES PROFILS EN MEMOIRE VISUELLE

Effet du statut du patient sur la mémoire visuelle

Test de Wilcoxon

Les 22 patients sourds obtiennent une moyenne de m=9,68 ; E.T.=2,28 à l'épreuve de la BEM. Les 22 témoins obtiennent quant à eux une moyenne de m=10,35 ; E.T.=1,66 à cette épreuve. La différence entre ces deux groupes n'est pas significative (p=0,4631).

Effet de l'âge sur la mémoire visuelle

Test de Kruskal Wallis

Chez les sujets sourds comme chez les sujets normo-entendants, il n'y a pas de différence significative entre les scores moyens de performance au test de la BEM des différents groupes d'âge.

Effet du sexe sur la mémoire visuelle

Test U de Mann Whitney

Parmi la population sourde, la moyenne des performances au test de la BEM pour les 9 femmes est de m=9,67 ; E.T.=2,65. La moyenne des performances au test de la BEM pour les 13 hommes est de m=9,69 ; E.T.=2,11. La différence entre ces moyennes n'est pas significative (p=1).

Parmi la population entendante, la moyenne des performances au test de la BEM pour les 9 femmes est de m=10,33 ; E.T.=1,62. La moyenne des performances au test de la BEM pour les 13 hommes est de m=10,31 ; E.T.=1,75. La différence entre ces moyennes n'est pas significative (p=0,8395).

Effet du niveau d'études sur la mémoire visuelle

Test de Kruskal Wallis

Au sein de la population sourde, la moyenne des performances au test de la BEM est, pour le groupe 1 (BAC+5 et plus) m=9,56 ; E.T.=2,65, pour le groupe 2 (BAC+3, BAC+4) m=9,75 ; E.T.=0,35, pour le groupe 3 (BAC+2) m=9,75 ; E.T.=3,18, pour le groupe 4 (BAC) m=11 ; E.T.=0, pour le groupe 5 (Brevet des collèges) m=10,14 ; E.T.=1,73, et pour le groupe 6 (Scolarité obligatoire) m=4,5 (pas d'E.T.). La différence entre les groupes n'est pas significative.

Au sein de la population entendante, le test de Kruskal Wallis ne présente pas de différence significative entre les groupes non plus.

Corrélations (r) entre la durée de surdité profonde et les résultats obtenus en mémoire visuelle :

Les sujets sourds participant à notre étude ont une durée de surdité profonde moyenne de 124, 5 mois, soit 10,36 ans (min : 8mois ; max : 588 mois, soit 49 ans ; E.T. : 154,97 mois).

La corrélation de Spearman entre la durée de surdité profonde et les résultats obtenus en mémoire visuelle n'est pas significative (p=0,6174), le coefficient de corrélation est de 0,1127.

- ✓ PRESENTATION DES PROFILS EN ATTENTION VISUELLE

Effet du statut du patient sur l'attention visuelle

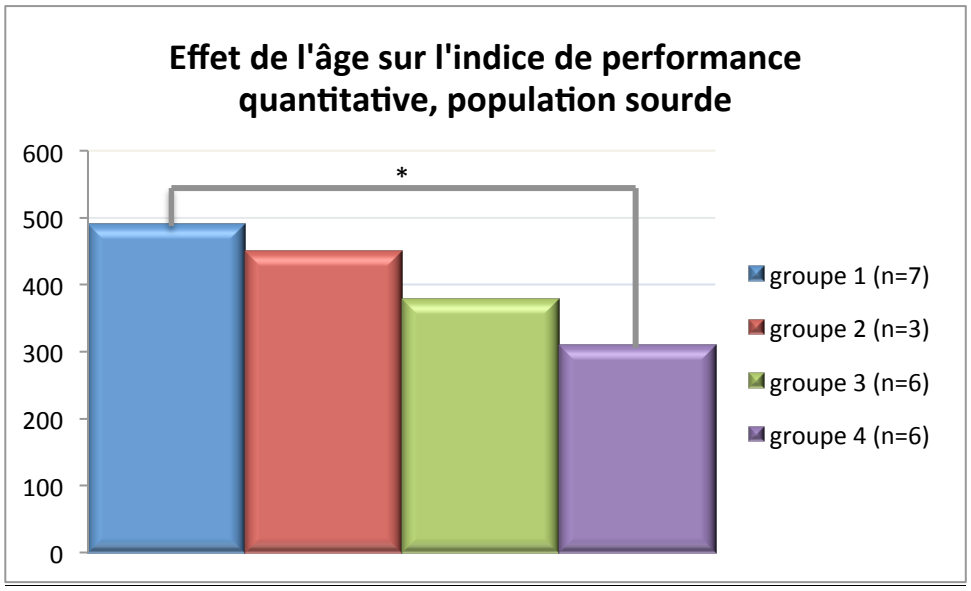
Test de Wilcoxon

Concernant l'indice de **performance quantitative** (GZ), les 22 personnes sourdes et les 22 personnes entendantes obtiennent des scores équivalents, sans différence significative (p=0,1660).

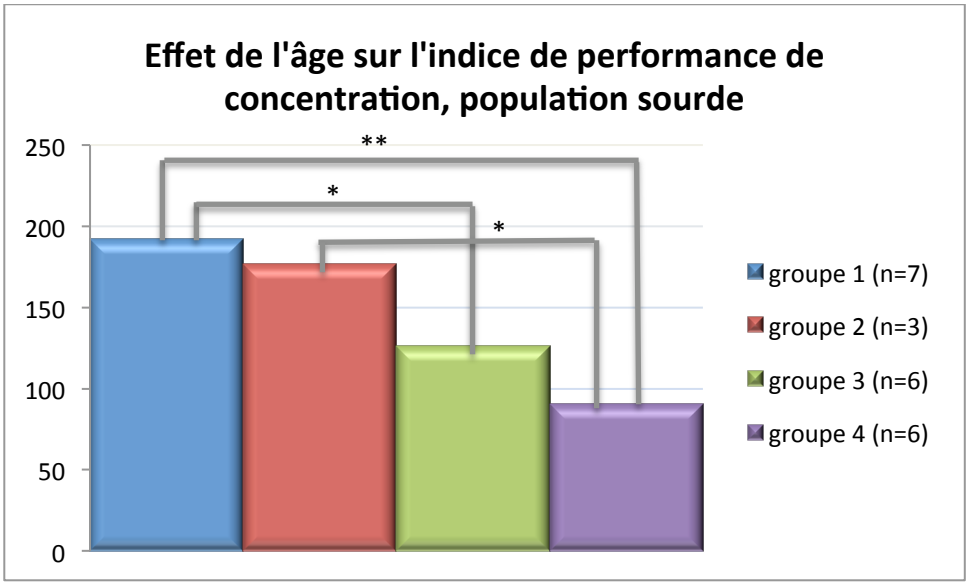
Concernant l'indice de **performance qualitative** (F%), les 22 personnes sourdes et les 22 personnes entendantes obtiennent des scores équivalents également, sans différence significative (p=0,2549).

Concernant l'indice de **performance de concentration** (KL), une fois de plus les 22 personnes sourdes et les 22 personnes entendantes obtiennent des scores équivalents, sans différence significative (p=0,0763).

Test de Kruskal Wallis



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 28 : Effet de l'âge sur l'attention visuelle

Concernant l'indice de **performance quantitative** (GZ) : parmi la population sourde, les scores moyens des groupes 1 (18-39 ans) (m=491,29 ; E.T.=79,93) et 4 (70 ans et plus) (m=310,5 ; E.T.=99,85) sont significativement différents (p=0,0123*).

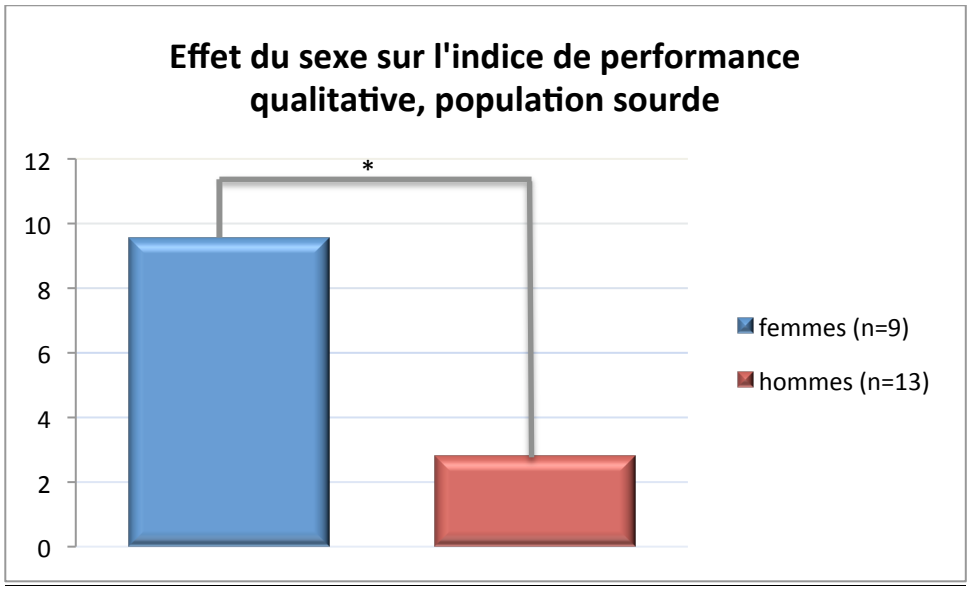
Dans la population entendante, les différents groupes d'âge obtiennent des scores non significativement différents.

Concernant l'indice de **performance qualitative** (F%) : pour la population sourde comme la population entendante, les différents groupes d'âge obtiennent des scores non significativement différents.

Concernant l'indice de **performance de concentration** (KL) : parmi la population sourde, les scores moyens des groupes 1 (m=192,43 ; E.T.=44,71) et 4 (m=90,67 ; E.T.=22,84) sont significativement différents (p=0,0034**), tout comme ceux des groupes 1 (m=192,43) ; E.T.=44,71) et 3 (m=126,33 ; E.T.=29,05) (p=0,0221*), ainsi que ceux des groupes 2 (m=176,67 ; E.T.=36,5) et 4 (m=90,67 ; E.T.=22,84) (p= 0,0282*).

En revanche, parmi la population entendante, les différents groupes d'âge obtiennent des scores non significativement différents.

Test U de Mann Whitney



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 29 : Effet du sexe sur l'attention visuelle

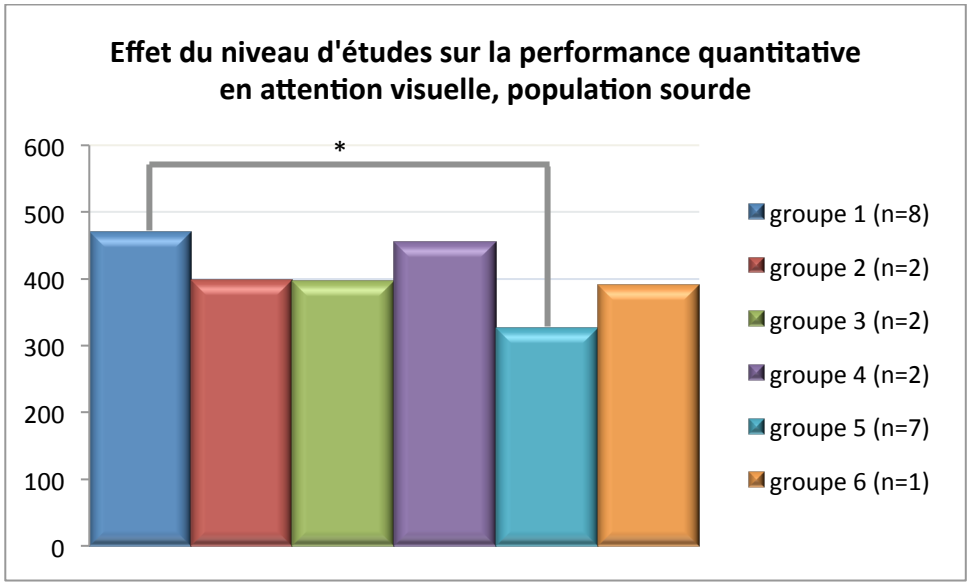
Concernant l'indice de **performance quantitative** (GZ), parmi la population sourde, les 9 femmes et les 13 hommes obtiennent des scores équivalents, sans différence significative (p=0,5257). Dans la population entendante, les 9 femmes et les 13 hommes obtiennent des scores équivalents également, sans différence significative non plus (p=0,1418).

Concernant l'indice de **performance qualitative** (F%), parmi la population sourde, les 9 femmes et les 13 hommes obtiennent des scores équivalents, sans différence significative (p=1,0000). En revanche, parmi la population entendante, la moyenne des erreurs pour les 9

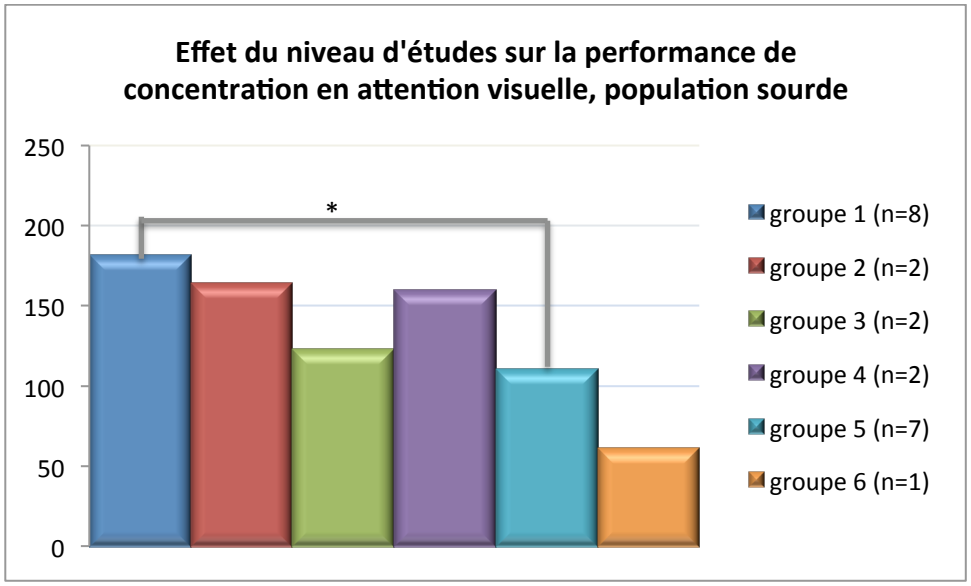
femmes est de m=9,53 ; E.T.=10,06, tandis que celle pour les 13 hommes est de m=2,81 ; E.T.=2,64. La différence entre ces moyennes est significative (p=0,0299*).

Concernant l'indice de **performance de concentration** (KL), parmi la population sourde, les 9 femmes et les 13 hommes obtiennent des scores équivalents, sans différence significative (p=0,3328). Dans la population entendante, les 9 femmes et les 13 hommes obtiennent des scores équivalents également, sans différence significative (p=0,0714).

Test de Kruskal Wallis



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05



*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05

Figure 30 : Effet du niveau d'études sur l'attention visuelle

Concernant l'indice de **performance quantitative** (GZ) parmi la population sourde, les scores obtenus pour les niveaux d'études 1 (BAC+5 et plus) (m=468,88 ; E.T.=127,54) et 5 (Brevet des Collèges) (m=326,29 ; E.T.=93,31) sont significativement différents (p=0,0371*). En revanche, parmi la population entendante, les scores obtenus par les différents niveaux d'études ne sont pas significativement différents.

Concernant l'indice de **performance qualitative** (F%), parmi la population sourde, les scores obtenus par les différents niveaux d'études ne sont pas significativement différents. En revanche, parmi la population entendante, les pourcentages d'erreurs obtenus pour les niveaux d'études 1 (m=1,46 ; E.T.=0,77) et 5 (m=8,74 ; E.T.=9,41) sont significativement différents (p=0,0118*).

Concernant l'indice de **performance de concentration** (KL), parmi la population sourde, les scores obtenus pour les niveaux d'études 1 (m=181,38 ; E.T.=58,36) et 5 (m=110,43 ; E.T.=26,80) sont significativement différents (p=0,0240*). En revanche, parmi la population entendante, les scores obtenus par les différents niveaux d'études ne sont pas significativement différents.

Corrélations entre la durée de surdité profonde et les résultats obtenus en attention visuelle :

Les sujets sourds participant à notre étude ont une durée de surdité profonde moyenne de 124, 5 mois, soit 10,36 ans (min : 8mois ; max : 588 mois, soit 49 ans ; E.T. : 154,97 mois).

	Durée de surdité profonde	
Test d'attention visuelle	**r**	**p**
GZ	0,3073	0,1642
F%	-0,1749	0,4363
KL	0,3622	0,0976

r = coefficient de corrélation p = probabilité

Les corrélations de Spearman entre la durée de surdité profonde et les résultats obtenus en mémoire visuelle ne sont pas significatives.

- **3. b. Le développement de capacités d'intégration visuelle de la parole avec la lecture labiale est en lien avec les capacités de mémoire et d'attention visuelles.**

✓ MEMOIRE VISUELLE

Présentation des corrélations significatives entre les résultats obtenus au test de mémoire visuelle et les résultats obtenus aux différentes épreuves de lecture labiale, pour les sujets sourds et pour les sujets entendants : (cf. Annexes F)

Corrélations de Spearman

Les sujets sourds présentent un score moyen de réussite au test de mémoire visuelle de la BEM de m=9,68 ; E.T.=2.28 (min : 4,5 ; max : 12).

Les sujets entendants présentent un score moyen de réussite au test de mémoire visuelle de la BEM de m=10,31 ; E.T.= 1,66 (min : 7 ; max : 12).

BEM corrélation	Personnes sourdes		Personnes entendantes	
Epreuves de lecture labiale	r	p	r	p
score consonnes strict	**0,5292**	**0,0113***	0,3186	0,1484
score consonnes larges	**0,5451**	**0,0087 ***	0,3397	0,1219
score voyelles	**0,5006**	**0,0177***	0,1968	0,38
score Lafon phonèmes strict	**0,4696**	**0,0275***	0,0937	0,6784
score Lafon phonèmes large	**0,5354**	**0,0102***	-0,0126	0,9557
score Fournier phonèmes large	**0,5088**	**0,0156***	-0,058	0,7977
score phrases	**0,4487**	**0,0362***	0,1692	0,4515
score phrases mots	**0,4378**	**0,0416***	0,3127	0,1565

r = coefficient de corrélation p = probabilité

✓ ATTENTION VISUELLE

Présentation des corrélations significatives entre les résultats obtenus au test d'attention visuelle et les résultats obtenus aux différentes épreuves de lecture labiale, pour les sujets sourds et pour les sujets normo-entendants : (cf. Annexes F)

Corrélations de Spearman

Corrélations entre l'indice de **performance quantitative (GZ)** et les résultats obtenus aux différentes épreuves de lecture labiale, pour les sujets sourds et pour les sujets normo-entendants

Les sujets sourds présentent un indice moyen de performance quantitative au test d'attention visuelle du d2 de m= 405,59 ; E.T.=115,08 (min : 211 ; max : 576).

Les sujets normo-entendants présentent un indice moyen de performance quantitative au test d'attention visuelle du d2 de m= 460,23 ; E.T.=89,15 (min : 244 ; max : 637).

GZ corrélation	Personnes sourdes		Personnes entendantes	
Epreuves de lecture labiale	r	p	r	p
score consonnes strict	**0,4984**	**0,0182***	0,3676	0,0924
score consonnes larges	**0,4351**	**0,0430***	0,4124	0,0565
score voyelles	**0,6382**	**0,0014***	0,3334	0,1294
score Lafon mots strict	**0,6674**	**0,0007***	-0,1416	0,5296
score Lafon mots large	**0,5895**	**0,0039***	-0,0849	0,707
score Lafon phonèmes strict	**0,5955**	**0,0035***	-0,0164	0,9423
score Lafon phonèmes large	**0,538**	**0,0098***	-0,0085	0,9701
score Fournier mots strict	**0,5173**	**0,0137***	0,192	0,3921
score Fournier mots large	**0,5169**	**0,0138***	0,192	0,3921
score Fournier phonèmes strict	**0,472**	**0,0266***	0,1815	0,4189
score Fournier phonèmes large	**0,4649**	**0,0292***	0,2142	0,3385
score phrases	**0,6545**	**0,0009***	-0,1354	0,5481
score phrases mots	**0,6836**	**0,0005***	-0,2369	0,2884

r = coefficient de corrélation p = probabilité

Corrélations entre l'indice de **performance qualitative (F%)** et les résultats obtenus aux différentes épreuves de lecture labiale, pour les sujets sourds et pour les sujets normo-entendants

Les sujets sourds présentent un indice moyen de performance qualitative au test d'attention visuelle du d2 de m= 7,14; E.T.=6,99 (min : 0,39 ; max : 28,9).

Les sujets normo-entendants présentent un indice moyen de performance qualitative au test d'attention visuelle du d2 de m= 5,56 ; E.T.= 7,35 (min : 0,6 ; max : 27,05).

F% corrélation	Personnes sourdes		Personnes entendantes	
Epreuves de lecture labiale	r	p	r	p
score consonnes strict	-0,3505	0,1097	**-0,4691**	**0,0276***
score consonnes larges	-0,3292	0,1347	**-0,4986**	**0,0182***
score Lafon phonèmes strict	-0,3119	0,1577	**-0,4705**	**0,0271***
score Lafon phonèmes large	-0,2981	0,1778	**-0,5835**	**0,0044***

r = coefficient de corrélation p = probabilité

Corrélations entre l'indice de **performance de concentration (KL)** et les résultats obtenus aux différentes épreuves de lecture labiale, pour les sujets sourds et pour les sujets normo-entendants

Les sujets sourds présentent un indice moyen de performance de concentration au test d'attention visuelle du d2 de m= 144,5 ; E.T.=53,47 (min : 61 ; max : 242).

Les sujets normo-entendants présentent un indice moyen de performance de concentration au test d'attention visuelle du d2 de m=172,41 ; E.T.=54,99 (min : 40 ; max : 279).

KL corrélation	Personnes sourdes		Personnes entendantes	
Epreuves de lecture labiale	r	p	r	p
score consonnes strict	**0,7172**	**0,0002***	**0,4996**	**0,0179***
score consonnes larges	**0,6635**	**0,0008***	**0,5861**	**0,0041***
score voyelles	**0,803**	**<0,0001***	**0,4425**	**0,0392***
score Lafon mots strict	**0,723**	**0,0001***	-0,1225	0,5869
score Lafon mots large	**0,6553**	**0,0009***	0,0034	0,9879
score Lafon phonèmes strict	**0,7381**	**<0,0001***	0,1271	0,5729
score Lafon phonèmes large	**0,7163**	**0,0002***	0,2075	0,3542
score Fournier mots strict	**0,6532**	**0,0010***	0,1504	0,5041
score Fournier mots large	**0,6598**	**0,0008***	0,1504	0,5041
score Fournier phonèmes strict	**0,6368**	**0,0014***	0,1267	0,5743
score Fournier phonèmes large	**0,6578**	**0,0009***	0,1616	0,4724
score phrases	**0,7717**	**<0,0001***	-0,1764	0,4322
score phrases mots	**0,7916**	**<0,0001***	-0,1877	0,4028

r = coefficient de corrélation p = probabilité

IV - DISCUSSION

Les résultats pour les épreuves de lecture labiale ne dépassent pas les 45% de réussite (cf. annexes C). Cela rend compte de la difficulté de la tâche : la reconnaissance des items ne s'effectue qu'en modalité visuelle, et le support vidéo ne permet pas de répétition. De plus, le protocole est long et une certaine fatigabilité peut se faire ressentir.

En revanche, les résultats relativement faibles obtenus en reconnaissance de phrases (moyenne de 20% pour les sujets sourds, 4% pour les sujets normo-entendants) s'accordent avec les résultats obtenus pour le même type d'épreuve, en langue anglaise, par Altieri et al.

(2011) **[2]**. Cette étude, qui a pour but de donner des scores standardisés aux épreuves de lecture labiale, propose une moyenne de 12,4% pour la reconnaissance de phrases. L'épreuve de reconnaissance de phrases de la MBAA que nous avons proposée est l'équivalent de l'épreuve utilisée par Altieri et al. Pour les sujets sourds, nous obtenons une moyenne de 20% à cette épreuve, et pour les témoins, une moyenne à 4%. Notons cependant que ces résultats ne sont valables que pour la langue anglaise. En outre, nous n'avons pas d'indications quant au débit de l'interlocuteur.

Dans notre étude, l'épreuve de lecture labiale la mieux réussie est la reconnaissance des consonnes, avec une correction large incluant la reconnaissance des sosies labiaux (moyenne de 45% pour les sujets sourds, 39% pour les sujets normo-entendants ; E.T. : respectivement 0,14% et 0,09%).
L'épreuve la moins bien réussie pour les sujets sourds est la reconnaissance des mots de Lafon (moyenne de 19% ; E.T. de 0,14%).
Les épreuves les moins bien réussies pour les sujets normo-entendants sont la reconnaissance des mots de Fournier (moy : 4% ; E.T. : 0,05%) et des phrases de la MBAA (moy : 4% ; E.T. : 0,08%).
Ces premiers résultats indiquent que les sujets sourds connaissent plus de difficultés à reconnaître les items d'ordre analytique (mots de Lafon), et auraient donc de meilleures performances dans la reconnaissance globale. Inversement, les témoins ont plus de difficultés à reconnaître les items faisant intervenir la suppléance mentale (Fournier et MBAA) et seraient meilleurs en reconnaissance analytique, ce qui est en lien avec l'observation clinique.

1. Validation / invalidation des hypothèses de travail et confrontation aux données de la littérature

a) Hypothèse 1 : Lecture labiale chez les sujets sourds et normo-entendants / facteurs de variabilité

Il n'existe que très peu de publication sur les scores en lecture labiale. Bernstein et al. (2000) **[15]** et Strelnikov et al. (2009) **[104]** et se sont intéressés au sujet et plusieurs de leurs études convergent pour annoncer que les sujets sourds obtiennent de meilleurs résultats en lecture labiale que les sujets normo-entendants.

Dans notre protocole, il s'avère que les personnes sourdes sont significativement meilleures que les personnes normo-entendantes pour la totalité des épreuves de lecture labiale, excepté l'épreuve de reconnaissance des consonnes (score strict, excluant les sosies labiaux) pour laquelle les deux groupes obtiennent des résultats similaires.
De plus, les sujets sourds obtiennent, en moyenne, des résultats supérieurs de 10% pour les épreuves analytiques, et de 19% pour les épreuves globales, et chacun des deux groupes (sourds et témoins) est plus performant dans les épreuves demandant un traitement analytique. Ces résultats indiquent que les sujets sourds semblent avoir développé des compétences plus accrues dans l'utilisation des suppléances mentales.

➔ L'hypothèse 1a est vérifiée : les **personnes sourdes ont un traitement visuel de la parole plus performant que les personnes ne présentant pas de surdité.** La surdité permet de mettre en place un système de compensation visuelle pour permettre de continuer à percevoir la parole.

Néanmoins, l'absence de différence significative entre les sujets sourds et les témoins pour ce qui est la correction excluant les sosies labiaux pour l'épreuve de reconnaissance des consonnes laisse penser que les sujets sourds ne perçoivent pas mieux les sosies labiaux que les sujets normo-entendants.

Dans les études consacrées au traitement visuel de la parole, il est fréquent de rechercher un effet de l'âge ou du sexe sur les performances en lecture labiale.
Il se trouve que dans nos recherches, chez les sujets sourds, le groupe 1 (18-39 ans) est significativement plus performant que le groupe 4 (70 ans et plus) pour la totalité des épreuves de lecture labiale et le groupe 1 est plus performant que le groupe 3 (55-69 ans) en ce qui concerne les épreuves de reconnaissance des consonnes (score strict) et voyelles. Le groupe 2 (40-54 ans) est meilleur que le groupe 4 (70 ans et plus) pour l'épreuve de reconnaissance des consonnes (score strict), des voyelles, des mots et phonèmes de Lafon ainsi que pour l'épreuve de reconnaissance des phrases (MBAA).
Le groupe 4 obtient de moins bons résultats que tous les autres groupes pour les épreuves de MBAA (mots et phrases).

En revanche, il n'y a pas de différence significative entre les groupes d'âge chez les sujets normo-entendants. Ceci s'explique par la chute de performances aux épreuves de lecture labiale pour la totalité des groupes témoins par comparaison avec les groupes sourds.

De plus, ce sont les épreuves globales (MBAA notamment) qui sont le plus chutées pour le groupe le plus âgé. Le ralentissement cognitif (attention et mémoire) dû au vieillissement peut expliquer ces chutes de performances : la suppléance mentale devient difficile à mettre en œuvre.

Par ailleurs, Strelnikov et al. (2009) **[105]** observaient que les femmes avaient de meilleures stratégies cognitives d'intégration que les hommes, et pour cela obtenaient de meilleurs résultats en perception visuelle de la parole.

Les résultats obtenus dans nos épreuves de lecture labiale n'objectivent aucune différence significative entre les deux sexes, et ce aussi bien pour les sujets que pour les témoins. Notons cependant que la répartition par sexe de la population d'étude n'est pas strictement équilibrée : 13 hommes (moyennes d'âge = 53 ans pour les sourds ; 51 ans pour les normo-entendants) pour 9 femmes (moyenne d'âge = 54 ans pour les sourds ; 55 ans pour les normo-entendants).

Une comparaison des performances en lecture labiale entre les différents niveaux d'étude ne révèle pas de différence significative, excepté entre le groupe 1 (bac+5) et le groupe 5 (brevet des collèges) pour l'épreuve de reconnaissance des voyelles et des phrases de la MBAA pour les sujets sourds, et pour l'épreuve de reconnaissance des mots de Fournier uniquement pour les témoins normo-entendants. Le niveau d'étude n'est donc globalement pas un facteur déterminant dans les performances en lecture labiale. Cependant, les groupes de niveaux d'étude formés pour ce protocole ne sont pas strictement équilibrés.

➔ L'hypothèse 1b est partiellement vérifiée : il existe **certains facteurs de variabilité influant sur les performances en lecture labiale. A partir de 70 ans, les capacités en perception visuelle de la parole chez les sujets sourds diminuent. Mais hommes et femmes ont des performances équivalentes. Le niveau d'études ne semble pas être un facteur influençant les résultats en lecture labiale.**

L'analyse des résultats montrent des corrélations entre la durée de surdité profonde et les résultats aux tests de lecture labiale suivants : reconnaissance des consonnes (cotation large), des mots et phonèmes de Lafon, des mots de Fournier ainsi que des mots de la MBAA. L'épreuve la plus fortement corrélée à la durée de surdité profonde est la reconnaissance des mots de Lafon (r=0,5434 p=0,0090), tandis que l'épreuve la moins corrélée à la durée de surdité profonde est la reconnaissance des mots de Fournier (r=0,4283 p=0,0476). Mis à part pour les mots de Lafon, les indices de corrélation ne témoignent que d'une corrélation modérée entre la durée de surdité profonde et les résultats obtenus aux tests cités précédemment.

➔ L'hypothèse 1c est alors partiellement vérifiée : il existe **une corrélation modérée entre les scores des patients à certaines épreuves de lecture labiale et leur durée de surdité profonde** : plus la durée de surdité est longue, meilleure sont les performances en lecture labiale.

b) Hypothèse 2: Sosies labiaux

L'existence de sosies labiaux représente la première limite pour une lecture labiale fonctionnelle. La pratique clinique constate cependant que certaines personnes sont plus sensibles que d'autres à distinguer ces sosies. Il serait donc légitime de se demander si une lecture labiale efficace dépend de la discrimination des sosies labiaux. Or, très peu d'études se sont intéressées au sujet.

Nous avons commencé notre investigation en comparant les scores obtenus par les sujets et les témoins en reconnaissance de chaque consonne en cotation stricte (excluant les sosies labiaux) et en cotation large (incluant les sosies labiaux). La différence de moyenne entre les deux cotations est de 28% (min = 2% pour le phonème /k/ ; max = 72% pour le phonème /m/).
Une telle différence pour le phonème /m/ indique que le trait de nasalité est particulièrement délicat à percevoir. Nous observons également une différence relativement importante de 27% entre les deux cotations pour le phonème /n/, lui aussi nasalisé.
Par ailleurs, la courbe obtenue révèle que les visèmes les mieux reconnus sont ceux des consonnes occlusives bilabiales /p b m/, des consonnes fricatives labio-dentales /f v/ et des

consonnes fricatives dorso-palatales /ʃ ʒ/, soit les visèmes faisant intervenir les mouvements des lèvres. Les visèmes dont la reconnaissance est plus hasardeuse sont ceux qui ne font pas participer les lèvres : les occlusives apico-dentales /t d n/, Les fricatives apico-dentales /s z/ ainsi que les occlusives dorso-vélaires /k g/.
Chez les sujets sourds de notre population d'étude, la cotation large est significativement meilleure que la cotation stricte, excepté pour l'épreuve de visualisation des mots de Fournier.

En ce qui concerne les témoins, la courbe obtenue pour présenter la différence entre les deux cotations pour chaque phonème est similaire à celle des sujets sourds. La différence moyenne entre les deux cotations est de 25% (min = 0% pour le phonème /s/ ; max = 71% pour le phonème /m/).
Les visèmes les mieux reconnus sont également ceux dont la participation articulatoire des lèvres est maximale. *A contrario*, les visèmes les moins reconnus sont ceux dont la participation des lèvres est moindre.
La cotation large est significativement meilleure que la cotation stricte pour l'épreuve de reconnaissance des consonnes ($p<0,0001$), des phonèmes dans les listes de Lafon et de Fournier ($p<0,0001$), mais pas pour la reconnaissance des mots des listes de Lafon et de Fournier (respectivement $p=0,0625$ et $p=1$).

➔ L'hypothèse 2a est partiellement vérifiée : Compte-tenu de l'hétérogénéité de notre groupe de patients, ces résultats vont dans le sens que **la présence de sosies labiaux rend plus difficile la perception visuelle de la parole**.

- *Analyse des confusions vocaliques :* Les voyelles les mieux reconnues par les deux groupes de sujets et témoins sont les voyelles les plus extrêmes du triangle vocalique : en première position vient le phonème /a/, le plus ouvert, puis le phonème /i/, le plus fermé et antérieur, et enfin le phonème /u/, le plus postérieur et arrondi.
Les phonèmes vocaliques posant le plus de difficulté à percevoir visuellement sont les voyelles nasales /ɑ̃/ /ɛ̃/ /ɔ̃/, ainsi que les voyelles orales mi-ouvertes /œ/ et /ɔ/.

Nous cherchons à analyser plus finement les confusions qui s'opèrent lors de la reconnaissance des voyelles. Nous avons vu plus haut que les phonèmes vocaliques les plus reconnus étaient les extrêmes. L'analyse des confusions vocaliques chez les sujets sourds confirme cette préférence pour /a/, /i/ et /u/, et indique que ces trois phonèmes sont attractifs

pour les autres phonèmes. En effet, le /y/ (fermé, antérieur, arrondi) est généralement confondu avec le /u/ (fermé, postérieur, arrondi). Notons que la vidéo du protocole (perte d'une dimension), filmée de face, peut entraver la perception de la protrusion qui diffère sensiblement entre la production du /y/ et du /u/, et ainsi gêner la reconnaissance de ces deux phonèmes.

Les voyelles mi-ouvertes /œ/ (antérieure, arrondie) et /ɔ/ (postérieure, arrondie) sont plus facilement assimilables à la voyelle nasale /ɑ̃/ (ouverte, centrale, non-arrondie). Rappelons que les voyelles ont toutes été placées dans une syllabe ouverte (CV). Or, les voyelles mi-ouvertes se retrouvent presque exclusivement dans la langue française en syllabes fermées (CVC). Cette non-adéquation phonotactique explique peut-être les confusions d'aperture remarquées fréquemment pour ces deux phonèmes.

Les voyelles nasales sont les voyelles occasionnant le plus de confusions. Le /ɛ̃/ (mi-ouvert, antérieur, non-arrondi) est attiré par les deux extrêmes qui lui sont plus proches : /a/ (ouvert, antérieur, non-arrondi) et /i/ (fermé, antérieur, non-arrondie). D'un point de vue phonétique pourtant, cette nasale est communément associée à /ɛ/ et /e/.

Le /ɔ̃/ (mi-ouvert, postérieur, arrondi) est lui aussi attiré par son extrême /u/ (fermé, postérieur, arrondi). Là encore, cette nasale est habituellement associée à /o/ (mi-fermé, postérieur, arrondi).

Les mêmes remarques sont valables pour l'analyse des confusions des témoins, avec néanmoins des confusions plus diffuses, qui concernent cette fois la nasalité mais également l'antériorité/postériorité, l'aperture, et la labialité pour le phonème /ɑ̃/.

Beaucoup de confusions concernent les voyelles antérieures arrondies, au profit des postérieures arrondies : Pour les labiolecteurs testés, une voyelle arrondie semble naturellement plus volontiers postérieure. Ceci peut peut-être s'expliquer par la fréquence d'occurrence des voyelles postérieures arrondies en français, et par des voyelles extrêmes qui aimantent les réponses.

Néanmoins, pour les voyelles orales, il n'y a pas d'erreur de plus d'un degré d'aperture ni de confusion entre les deux principaux degrés d'aperture, c'est-à-dire que le labiolecteur respecte le fait que ce soit une voyelle plutôt fermée (fermé et mi-fermé) ou plutôt ouverte (mi ouvert/ouvert). L'aimantation vers les voyelles extrêmes pourrait peut-être être le facteur causal de ce phénomène.

Les voyelles nasales sont extrêmement confondues, l'imbroglio allant jusqu'à des confusions de deux degrés d'aperture, et une confusion massive de labialité pour le /ɑ̃/ : la voyelle /ɑ̃/ est

non arrondie d'après la description articulatoire phonétique mais est visuellement confondue majoritairement avec des voyelles arrondies. La confusion de labialité est une confusion grossière qui ne s'observe pour aucune autre voyelle orale ou nasale, même chez les entendants. Ceci rejoint les observations de Zerling (1984) **[115]** qui décrit la voyelle /ɑ̃/ comme une voyelle arrondie. Pour les voyelles nasales, force est de constater que leur description articulatoire, basée sur la phonologie et les symboles de l'alphabet phonétique international ne correspond pas à la réalité visuelle des confusions, notamment pour l'aperture.

- *Analyse par traits articulatoires :* Cette analyse descriptive des confusions nous a amenées à définir plus finement quels seraient les traits articulatoires les plus perçus en modalité visuelle.

L'analyse par traits articulatoires des voyelles indique un taux de perception du lieu d'articulation de 63% et 65% respectivement par les sujets sourds et les témoins. Les deux groupes ne se distinguent pas par le traitement visuel du lieu d'articulation.

Nous observons en revanche un taux de perception de l'aperture plus élevé chez les sujets sourds (44%), que chez les témoins (37%), et cela quel que soit le degré d'aperture.

Par ailleurs, en ce qui concerne le trait de labialité, les deux groupes ont un taux de perception des voyelles non labialisées équivalent (respectivement 72% et 70% pour les sourds et les entendants). Le taux de perception des voyelles labialisées est en revanche plus élevé pour les témoins (73%) que pour les sourds (66%).

De la même manière, le trait de nasalité est mieux perçu sur les voyelles nasales par les sujets sourds (17%), que par les témoins (12%).

Les sujets sourds sont alors plus sensibles au degré d'aperture des voyelles et perçoivent plus d'indices permettant la reconnaissance des voyelles nasales. Les sujets entendants sont en revanche plus attentifs à l'arrondissement des lèvres.

L'analyse par traits articulatoires des consonnes révèle que le trait de voisement est perçu à 41% par les sujets sourds et les témoins, et que le trait de nasalité est perçu à 60% et 59% par, respectivement, les sujets sourds et les témoins. Ces résultats indiquent que les sujets sourds et normo-entendants ne se distinguent pas pour le traitement visuel de la nasalité et du voisement. Les sourds ne perçoivent donc pas davantage d'indices de voisement et de nasalité que le groupe témoin.

En revanche, le mode est perçu à 52% par les sujets sourds contre 45% pour les témoins. De la même manière, le lieu d'articulation est perçu à 55% par les sujets sourds contre 47% pour

les témoins. Le traitement visuel du mode et du lieu d'articulation distingue donc les deux groupes (sourds et normo-entendants) testés. En allant plus loin dans nos investigations, nous remarquons que cette différence de traitement visuel pour le mode et le lieu d'articulation ne touche pas les consonnes labiales /p b m f v/ (83% et 84% de taux de perception du mode d'articulation par les sujets sourds et les entendants ; 82% et 83% de taux de perception du lieu d'articulation par les sujets sourds et les témoins), mais uniquement les consonnes intrabuccales, qu'elles soient antérieures ou postérieures.
Ceci peut s'expliquer par le fait que les sujets sourds sont certainement plus attentifs aux indices dynamiques de durée, de fermeture/ouverture, et aux indices statiques de lieu (position des articulateurs), même quand ceux-ci sont en arrière de la cavité buccale.

- *Classement par visèmes :* Nous avons voulu vérifier si les résultats que nous avons obtenus en reconnaissance de voyelles correspondaient aux classifications par visèmes proposées dans les méthodes d'apprentissage de Dumont (2002) **[39]** et Istria (1982) **[58]**.
Pour les deux groupes testés, nous remarquons que, pour la classification de A. Dumont, la voyelle mi-ouverte /ɔ/ se rapproche plus volontiers des voyelles ouvertes /a/ et /ɑ̃/ que du groupe des voyelles arrondies. De la même manière, la voyelle mi-fermée /ø/ est plus souvent confondue avec le visème /ɔ, o, ɔ̃, y, u/ par les deux groupes d'étude. La voyelle mi-ouverte /œ/ est confondue avec le groupe des /a ɑ̃/ uniquement chez les sujets sourds. Chez les témoins, la voyelle nasale /ɑ̃/ est plus facilement reconnue comme une voyelle arrondie, tandis que la voyelle nasale /ɛ̃/ s'apparente de façon équivalente au phonème fermé /i/ ou au phonème ouvert /a/.
En ce qui concerne la classification de M. Istria, aussi bien les sujets sourds que les témoins rapprochent la voyelle nasale /ɛ̃/, classée avec la voyelle /a/, du visème /i e/. Les témoins reconnaissent la voyelle nasale /ɑ̃/ comme faisant partie du groupe des voyelles arrondies mi-fermées et fermées.
Les tableaux comparatifs (annexes D) objectivent une fois de plus la position délicate du phonème nasal non arrondi /ɑ̃/, plus proche des phonèmes arrondis. De la même manière, le phonème nasal /ɛ̃/ reste plus proche du phonème /i/.

De la même manière, nous avons comparé (annexes D bis) les résultats obtenus en reconnaissance de consonnes avec la classification par visèmes proposé par A. Dumont (2002) **[39]**. La classification semble convenir aux sujets sourds. En ce qui concerne les sujets normo-entendants, seule le phonème /ʁ/ pose problème dans la mesure où il est plus fréquemment l'objet d'une non-réponse. Cette consonne liquide, très postérieure, reste très

peu visible par les témoins qui, de ce fait, ne perçoivent que la voyelle de la syllabe formée avec /ʁ/.

➔ L'hypothèse 2b est partiellement invalidée : **Les sujets sourds** ne distinguent pas plus les traits de voisement et de nasalité des consonnes que les sujets normo-entendants, en revanche ils **distinguent mieux le mode et le lieu d'articulation des consonnes**, en se basant sans doute sur des indices plus fins. En ce qui concerne **les voyelles, les sujets sourds font moins de confusions que les témoins**, mais certaines de ces confusions sont communes aux deux groupes, notamment le /ɑ̃/ perçu comme une voyelle arrondie.

- *Contextes vocaliques et consonantiques :* Nous avons testé la reconnaissance des consonnes selon trois contextes vocaliques. Les sujets sourds reconnaissent plus de phonèmes consonantiques dans le contexte vocalique /a/ (moy = 27% ; E.T. = 10%). Le phonème vocalique /a/ est le phonème le plus ouvert des phonèmes vocaliques du français, et de ce fait facilite la visibilité de la consonne le précédant, notamment pour les consonnes intrabuccales, qui sont habituellement des consonnes peu visibles. Le phonème vocalique /u/ est un phonème fermé (= visibilité limitée) et d'articulation postérieure (tendance à faire reculer encore davantage la consonne dans la cavité buccale), qui induit un arrondissement des lèvres (qui masque encore davantage les informations visuelles de la consonne). Les sujets sourds reconnaissent en moyenne 20% (E.T. = 7%) de consonnes dans l'environnement du /u/, qui est de ce fait le contexte vocalique qui donne les moins bons résultats en reconnaissance de consonnes. Le phonème /i/ quant à lui, est également une voyelle fermée, d'articulation antérieure, et qui induit un étirement des lèvres permettant de dévoiler les informations intrabuccales. Les sourds reconnaissent en moyenne 23% (E.T. = 9%) de consonnes dans l'environnement du /i/.
Il existe une différence significative entre les moyennes des pourcentages de reconnaissance des consonnes entre les contextes vocaliques /a/ et /u/ ($p = 0,0002$), entre les contextes vocaliques /i/ et /a/ ($p=0.0160$) et entre les contextes /i/ et /u/ ($p = 0,0461$).

Les consonnes sont alors moins bien reconnues dans le contexte vocalique /u/. Cela est dû certainement à la postériorité de ce phonème qui rend moins visible à l'œil, selon le phénomène de coarticulation, les lieux d'articulation des consonnes environnantes, et qui gêne de ce fait la reconnaissance uniquement visuelle des consonnes proposées.

La reconnaissance des consonnes en contexte vocalique pour les normo-entendants présente globalement les mêmes caractéristiques que pour les personnes sourdes, si ce n'est que la différence entre le contexte /a/ et le contexte /i/ n'est pas significative.

Nous avons testé la reconnaissance des voyelles selon trois contextes consonantiques : Pour les témoins, il n'y a pas de différence significative entre les trois contextes consonantiques sur la reconnaissance en modalité visuelle des voyelles.
Cela peut s'expliquer par le fait que les voyelles sont relativement difficiles à reconnaître en lecture labiale (mis à part les trois phonèmes vocaliques les plus typiques /a/ - /i/ - /u/).
En revanche, en ce qui concerne les sujets sourds, les consonnes /p/ et /k/ semblent plus facilitatrices pour la reconnaissance des voyelles que la consonne /t/. Le /p/, par sa visibilité, n'entrave pas la perception de la voyelle environnante. Etonnamment, la postériorité du /k/ n'est pas un obstacle à la reconnaissance des voyelles. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'occlusion du /k/, étant très postérieure, ne gêne la visibilité de la voyelle.

➔ L'hypothèse 2c est alors vérifiée partiellement : **Le contexte vocalique /a/ facilite la reconnaissance des consonnes au détriment du contexte /u/. En revanche, le contexte consonantique /p/ facilite la reconnaissance des voyelles pour les sujets sourds, de même que le contexte consonantique /k/. Cette différence n'est pas observée chez les témoins.**

c) Hypothèse 3: Lecture labiale et fonctions cognitives

La réorganisation corticale secondaire à la surdité est l'objet de nombreuses études, cependant les facteurs de variabilité influençant l'évolution des performances ne sont pas forcément bien mis à jour. Dans cette étude nous nous intéressons plus particulièrement aux facteurs de variabilité liés à la mémoire visuelle et à l'attention visuelle.
Concernant la mémoire visuelle, l'analyse n'objective pas d'effet du statut du patient sur les capacités en mémoire visuelle. Ce résultat est étonnant au vu des résultats de Campbell & Wright, obtenus dans leur étude en 1990 **[27],** qui suggèrent que les sourds ont de meilleures performances dans des tâches de mémoire visuelle ne nécessitant pas de codage verbal, ce qui est le cas pour l'épreuve de la BEM. Or, il a été fréquent que les patients reconnaissent et verbalisent des objets concrets parmi certaines figures, ce qui leur a permis d'utiliser la mémoire verbale en plus de la mémoire purement visuelle. Ceci révèle que **les performances**

en mémoire visuelle sont équivalentes pour les sujets sourds et les témoins avec toutefois une tendance à la sémantisation. Il n'y a donc pas d'effet de la surdité sur les compétences mnésiques.

Dans l'analyse, le test de Kruskal Wallis ne témoigne pas d'un effet de l'âge sur la mémoire visuelle, que ce soit pour la population sourde ou normo-entendante, ce qui signifie que les personnes âgées présentent les mêmes performances en mémoire visuelle que les personnes jeunes.

De même, l'analyse ne permet pas d'objectiver un effet du sexe sur la mémoire visuelle : les performances des hommes et des femmes en mémoire visuelle sont donc équivalentes.

Pareillement, le test de Kruskal Wallis ne permet pas d'objectiver d'effet du niveau d'études sur la mémoire visuelle pour les personnes sourdes, ni pour les personnes entendantes, ce qui signifie que les personnes ayant un niveau d'études élevé ne sont pas meilleures en mémoire visuelle non verbale que les personnes ayant un niveau d'études plus faible.

Enfin, la corrélation de Spearman révèle l'absence de corrélation entre la durée de surdité profonde et les performances en mémoire visuelle, autrement dit la durée de surdité profonde n'influe pas sur un éventuel développement de capacités en mémoire visuelle.

Concernant l'attention visuelle, l'analyse révèle qu'il n'y a pas d'effet du statut du patient sur les capacités en attention visuelle, et donc que **les personnes sourdes ne sont pas meilleures en attention visuelle centrale que les personnes normo-entendantes.** Ainsi, l'hypothèse de Proksche & Bavelier (2002) **[90]** au niveau de l'attention des personnes sourdes serait vérifiée, à savoir que les ressources attentionnelles périphériques fortifiées monopolisent les ressources attentionnelles centrales.

L'analyse quantitative révèle que chez les sujets sourds, les sujets les plus jeunes (18-39 ans) sont meilleurs en attention visuelle que les sujets les plus âgés (70 ans et plus).

En performance de concentration, chez la population sourde, il s'avère également que les sujets les plus jeunes sont meilleurs en attention visuelle que les sujets les plus âgés, et cela de manière fortement significative.

De plus, le test U de Mann Whitney permet d'objectiver que les femmes normo-entendantes commettent plus d'erreurs dans le test du D2 que les hommes normo-entendants. Ainsi, sur le plan qualitatif, les hommes normo-entendants sont meilleurs que les femmes normo-entendantes en attention visuelle. Tandis que pour la population sourde, les hommes et les femmes possèdent des capacités équivalentes.

Par ailleurs, le test U de Mann Whitney révèle un effet du niveau d'études entre le niveau 1 (bac+5 et plus) et le niveau 5 (Brevet des collèges) sur les performances en attention visuelle :

Sur le plan quantitatif et de performance de concentration, ce sont les personnes sourdes qui présentent des capacités en attention visuelle significativement meilleures lorsqu'ils ont un niveau d'études élevé que lorsqu'ils ont un niveau d'études plus faible.

Tandis que sur le plan qualitatif, ces sont les personnes normo-entendantes qui présentent une attention visuelle significativement meilleure lorsqu'ils ont un niveau d'études élevé que lorsqu'ils ont un niveau d'études plus faible.

Notons que le niveau d'études 6 n'apparaît pas dans les interprétations de cette analyse ; toutefois ce niveau d'études ne regroupe qu'une personne par statut de patient, ce qui est trop peu pour être représentatif.

Enfin, la corrélation de Spearman révèle qu'il n'y a pas de corrélation entre la durée de surdité profonde et les performances en attention visuelle, autrement dit la durée de surdité profonde n'influe pas sur un éventuel développement de capacités en attention visuelle. Ceci pourrait peut-être s'expliquer par le fait que les ressources attentionnelles des sujets sourds seraient plus dirigées vers le domaine verbal que non verbal, afin de privilégier la communication.

➔ L'hypothèse 3a est partiellement vérifiée :

Concernant la mémoire visuelle, le statut du patient, l'âge, le sexe, le niveau d'études ou la durée de surdité profonde ne constituent pas des facteurs de variabilité.

Concernant l'attention visuelle, le statut du patient et la durée de surdité profonde ne constituent pas de facteur de variabilité. En revanche, **l'âge**, le **sexe** et le **niveau d'études** influencent les performances en attention visuelle.

La question de l'intérêt de ces capacités cognitives plus ou moins développées chez les personnes sourdes se pose alors.

Concernant la mémoire visuelle, l'analyse permet de constater que seules les personnes sourdes présentent des corrélations significatives entre leurs capacités en lecture labiale et en mémoire visuelle. Les corrélations significatives concernent la reconnaissance de consonnes score large (r=0,5451), de consonnes score strict (r= 0, 5292), la reconnaissance de voyelles (r=0,5006), de phonèmes score large dans les mots de Lafon (r= 0,5354), de phonèmes score

strict dans les mots de Lafon (r= 0, 4696), de phonèmes score large dans les mots de Fournier (r=0,5088), de phrases (r= 0,4487) et de mots dans les phrases (r=0,4378).
Ces résultats confirment les résultats de l'expérience de Mohammed et al. (2005) qui révèle que les bons labiolecteurs ont une mémoire visuelle plus performante que les labiolecteurs plus faibles. **[85]**

Concernant l'attention visuelle, sur le **plan quantitatif**, les résultats de l'analyse montrent que seules les personnes sourdes présentent des corrélations significatives entre leurs performances en attention visuelle et leurs capacités en lecture labiale ; ceci pour l'ensemble des tests de lecture labiale. Les corrélations les plus importantes concernent la reconnaissance de mots dans les phrases de la MBAA (r=0,6836), la reconnaissance stricte de mots de Lafon (r=0,6674), et la reconnaissance de phrases de la MBAA (r=0,6545), ce qui reflète un traitement plutôt global de l'information.
Sur le **plan qualitatif**, l'analyse permet de constater tout d'abord des coefficients de corrélation négatifs : il s'agit de pourcentage d'erreurs ; de plus, ces coefficients de corrélation sont moins importants que ceux des autres subtests concernant la qualité de l'attention visuelle et la performance de concentration en attention. Cette fois, les personnes normo-entendantes uniquement présentent des corrélations significatives entre leurs capacités en attention visuelle et en lecture labiale, pour la reconnaissance large de phonèmes dans les mots de Lafon (r=0,5835), pour la reconnaissance large de consonnes (r=0,4986), pour la reconnaissance stricte de phonèmes dans les mots de Lafon (r= 0,4705), et pour la reconnaissance stricte de consonnes (r= 0,4691), ce qui reflète un traitement plutôt analytique de l'information.
Sur le plan de **performance de concentration**, les résultats de l'analyse montrent que les personnes sourdes présentent plus de corrélations entre leurs performances en attention visuelles et leurs capacités en lecture labiale que les personnes normo-entendantes, et que toutes les épreuves de lecture labiale sont significativement corrélées aux capacités d'attention visuelle pour les personnes sourdes. Les corrélations les plus importantes concernent la reconnaissance de voyelles (r=0,803), la reconnaissance de mots dans les phrases de la MBAA (r=0,7916), et la reconnaissance de phrases de la MBAA (r=0,7717). Chez les personnes normo-entendantes, les plus importantes corrélations concernent la reconnaissance large de consonnes (r=0,5861) et la reconnaissance stricte de consonnes (r=0,4996), ainsi que la reconnaissance de voyelles (r= 0,4425).

En résumé, concernant l'attention visuelle, l'analyse montre de très fortes corrélations entre l'indice de performance de concentration et les performances en lecture labiale. La performance quantitative est ensuite un peu plus corrélée aux capacités en lecture labiale que la performance qualitative, qui elle est corrélée négativement avec les capacités en lecture labiale. Mis à part pour l'indice de performance qualitative, ce sont les personnes sourdes qui présentent les plus importants coefficients de corrélation entre les performances en lecture labiale et en attention visuelle.

➔ L'hypothèse 3b est vérifiée :

- Parmi les personnes sourdes, les meilleurs labiolecteurs sont les meilleurs en mémoire visuelle et les meilleurs en mémoire visuelle sont les meilleurs labiolecteurs.
- Parmi les personnes sourdes, les meilleurs labiolecteurs sont ceux qui traitent le plus d'informations visuelles et ceux qui traitent le plus d'informations visuelles sont les meilleurs labiolecteurs.
- Parmi les sujets normo-entendants, les meilleurs labiolecteurs sont ceux qui traitent le plus finement les informations visuelles, et ceux qui traitent le plus finement les informations visuelles sont les meilleurs labiolecteurs.
- Parmi les personnes sourdes, les meilleurs labiolecteurs traitent le mieux l'information visuelle, à la fois en qualité et en quantité, et ceux qui traitent le mieux l'information visuelle, à la fois en qualité et en quantité sont les meilleurs labiolecteurs.

Cependant, il existe une incohérence entre l'absence de différence significative de performance entre les deux populations aux tests de mémoire et d'attention visuelles et la présence de corrélations entre les capacités de mémoire et d'attention visuelle et les capacités en lecture labiale chez les sujets sourds. Ceci pourrait se comprendre par le fait que ces derniers ont des niveaux de lecture labiale plutôt hétérogènes. Les meilleurs labiolecteurs parmi les sourds seraient donc ceux qui auraient également développé de très bonnes compétences en attention/mémoire non verbale ; ce qui, au vu de la littérature (Campbell & Wright, 1990 **[27])** pourrait également être une compétence domaine spécifique.

2. Critique de l'étude

Nous avons voulu pour cette étude une population la plus large possible afin d'avoir une représentation des différentes compétences en lecture labiale. Notre population d'étude

est donc très hétérogène : surdités brusques, évolutives, congénitales, péri et post-linguale, patients porteurs d'une prothèse controlatérale (retirée lors de l'évaluation).
Il a été difficile de répartir équitablement les groupes d'âge, qui se trouvent assez déséquilibrés. Le groupe 2 (40-54 ans; n=3) est plus petit que les autres groupes qui comptent tous de 6 à 7 personnes. Ce 2ème groupe n'est donc pas le plus représentatif.

Dans un souci de reproductibilité, nous avons choisi d'enregistrer les listes d'items sur un support vidéo. Cependant, ce média perd une dimension par rapport à ce que l'on peut percevoir dans la réalité. De plus, la vidéo offre un visage vu de face, ce qui gêne à la perception de la protrusion que l'on pourrait observer sur un visage vu de ¾ ou de profil. Cela a peut-être contribué aux moins bons scores de reconnaissance des phonèmes, et notamment des voyelles.
Le protocole que nous avons crée est relativement long (environ 1h), et les épreuves de lecture labiale sont présentées en dernier. Les patients ont pu ressentir une certaine fatigabilité pour ces dernières épreuves, notamment en ce qui concerne l'épreuve de la MBAA.
Malgré tout, le retour des patients a été plutôt positif. Les passations ayant lieu la veille de leur intervention, ils ont tous accepté avec bonne humeur notre protocole qu'ils ont investi comme une distraction bienvenue.
Nous avons sélectionné des listes reconstituées à partir des listes de Lafon, de Fournier et de MBAA afin d'éviter l'effet d'apprentissage. Cependant, certains mots présents dans ces listes ne sont pas très fréquents et/ou appartiennent à un registre soutenu. Nous pouvons donc relever comme biais éventuel le fait de ne pas avoir vérifié le niveau de vocabulaire des patients.

Afin d'évaluer la mémoire visuelle, nous aurions souhaité faire passer un empan visuel, que nous aurions peut-être pu également corréler à un empan verbal. Or, n'ayant pas trouvé d'empan uniquement visuel (plutôt visuo-spatial) nous avons sélectionné l'épreuve de reconnaissance des 24 figures de la BEM 144 pour tester la mémoire visuelle.
Cette épreuve, la dernière du protocole, a été majoritairement bien réussie par les patients, qui restaient ainsi sur une impression positive, par rapport aux épreuves de lecture labiale, autrement plus difficiles.
Enfin, nous avons remarqué que certains patients, surtout parmi les plus âgés, pouvaient ressentir une appréhension vis-à-vis de l'évaluation de leurs compétences cognitives, même si nous ne présentions pas nos tests comme cela.

Nous avons utilisé la durée de surdité profonde des patients pour réaliser nos analyses. Cependant, cette information est difficile à renseigner auprès des patients qui manquent souvent de fiabilité dans ce domaine.

Nous avons recruté des témoins n'ayant pas de trouble auditif objectivé, mais dont l'audition n'a pas pu être vérifiée par un audiogramme. Par ailleurs, il n'a pas toujours été aisé d'apparier les patients sourds avec des témoins normo-entendants en âge, sexe, et niveau d'étude.

3. Perspectives

Afin de limiter le temps de passation du protocole, nous avons choisi de ne pas traiter les semi-consonnes /j/ /ɥ/ et /w/. Rarement étudiées dans la littérature, il serait intéressant d'analyser la perception visuelle de ces trois phonèmes.

Notons que plusieurs patients de cette étude ont répondu le phonème /j/ pour l'épreuve de reconnaissance des consonnes, essentiellement à la place de consonnes postérieures /k/ /g/.

En vue d'affiner nos résultats, une étude avec une correspondance stricte entre hommes et femmes serait envisageable, de même avec les groupes d'âge.

La lecture labiale pure n'est pas représentative de ce qui se passe en vie réelle. La communication s'effectue généralement en modalité audio-visuelle, quel que soit le degré d'audition résiduelle. Notre protocole pourra être testé dans cette condition.

Par ailleurs, les corrélations entre les capacités en lecture labiale et les capacités cognitives (mémoire visuelle et attention visuelle) ont été prouvées, cependant nous n'avons pas pu aller plus loin dans l'analyse et trouver la causalité de ce lien. Celui-ci serait toutefois utile à rechercher afin d'en tirer des pistes quant à la manière d'enseigner la lecture labiale.

Les résultats que nous avons obtenus vont permettre d'orienter les pistes rééducatives pour éduquer à la lecture labiale.

CONCLUSION

Le but de cette recherche était de mettre en évidence les facteurs prédictifs d'une lecture labiale fonctionnelle, afin d'essayer d'en tirer profit pour les labiolecteurs. Nous avons essayé de mettre en avant différents facteurs de variabilité pouvant avoir un effet sur les performances en LL et analysé les confusions fréquentes ainsi que les contextes facilitant ou non la perception visuelle des voyelles et des consonnes. Nous espérions également montrer que les facteurs cognitifs tels que la mémoire visuelle et l'attention visuelle sont en lien avec le développement de capacités d'intégration visuelle de la parole avec la lecture labiale.

Nous avons mis en évidence le fait que les sujets sourds font davantage intervenir la suppléance mentale que les sujets normo-entendants. Nous avons fait ressortir que les performances en lecture labiale sont moindres à partir de 70 ans, et qu'il existe une corrélation modérée entre les scores des patients à certaines épreuves de lecture labiale et leur durée de surdité profonde.

Nous avons montré que, malgré le fait que les personnes sourdes ont un traitement visuel de la parole plus performant que les témoins, la présence de sosies labiaux rend plus difficile la lecture labiale, pour les deux groupes testés. Les résultats ont mis en évidence que les visèmes les mieux reconnus étaient ceux qui faisaient intervenir les mouvements des lèvres, et que les phonèmes extrêmes s'avéraient attractifs pour les autres phonèmes. Les voyelles nasales sont celles qui reflètent le plus de confusions, aussi bien pour les personnes sourdes que les personnes normo-entendantes. De plus, le contexte vocalique /a/ facilite la reconnaissance des consonnes et le contexte consonantique /p/ facilite la reconnaissance des voyelles, mais uniquement chez les sourds.

Enfin, nous avons mis en évidence le fait que les personnes sourdes n'ont pas de meilleures compétences en mémoire visuelle que les personnes normo-entendantes lorsque la tâche requiert un codage verbal, et que les personnes sourdes ne sont pas meilleures en attention visuelle centrale que les personnes normo-entendantes. Toutefois, des corrélations, dont certaines fortes, entre les capacités en lecture labiale et les capacités en mémoire et en attention visuelles ont pu être montrées dans cette étude.

Ces corrélations sont très intéressantes car ce lien infère qu'un progrès de l'un induit un progrès de l'autre ; ceci serait profitable à l'enseignement de la lecture labiale. Pour finir, afin d'expliquer les nombreuses confusions de phonèmes, un remaniement de la description articulatoire actuelle, notamment pour les voyelles nasales, serait peut-être à envisager.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

[1] Alais, D., Burr, D. (2004). The ventriloquist effect results from near-optimal bimodal integration. *Current Biology*, *14*(3), 257-262.

[2] Altieri N.A., Pisoni D.B., Townsend J.T. (2011). Some normative data on lip-reading skills. *Journal of the Acoustical Society of America, 130*(1), 1-4.

[3] Armstrong, B.A., Neville, H.J., Hillyard, S.A., Mitchell, T.V. (2002). Auditory deprivation affects processing of motion, but not color. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, *14*, 422-434.

[4] Arnold, P., Köpsel, A. (1996). Lipreading, reading and memory of hearing and hearing-impaired children. *Scandinavian Audiology*, *25*(1), 13-20.

[5] Arnold, P., Murray, C. (1998). Memory for faces and objects by deaf and hearing signers and hearing non signers. *Journal of Psycholinguistic, 27*, 481-497.

[6] Baddeley, A. (1992). *La mémoire humaine, théorie et pratique. Sciences et technologie de la connaissance*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble, 484p.

[7] Bajeux A. (2006). *Mesure des effets d'apprentissage de la lecture labiale chez l'adulte devenu sourd : étude comparative*. Mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophonie, Université Paris VI.

[8] Barton, J.S. (2003). Disorders of face perception and recognition. *Neurologic Clinics*, *21*, 521-548.

[9] Bavelier, D., Brozinsky, C., Tomann, A., Mitchell, T., Neville, H.J., Liu, G. (2001). Impact of early deafness and early exposure to sign language on the cerebral organization for motion processing. *The Journal of Neuroscience, 21*, 8931-8942.

[10] Bavelier, D., Neville, H.J., (2002). Cross-modal plasticity: where and how?, *Nature Reviews Neuroscience, 3,* 443-452.

[11] Bavelier D., Tomann A., Hutton C., Mitchell T., Corina D., Lui G., Neville H.J. (2002). Visual attention to the periphery is enhanced in congenitally deaf individuals. *The Journal of Neuroscience,* 20, 1-6.

[12] Bavelier, D., Dye M.W., Hauser, P.C. (2006). Do deaf individuals see better? *Trends in Cognitive Sciences, 10*, 251-518.

[13] Bavelier, D., Hirshorn, E.-A. (2010). I see where you're hearing: how cross-modal plasticity may exploit homologous brain structures. *Nature neuroscience, 13*(11), 1309-1311.

[14] Bernstein L.E., Demorest M.E., (1992). Sources of variability in speechreading sentences : a generalizability analysis, *Journal of speech and hearing research, 35*, 876-891.

[15] Bernstein, L.E., Demorest, M.E., Tucker, P.E., (2000). Speech perception without hearing. *Perception And Psychophysics*, *62,* 233-252.

[16] Bernstein L.E., Auer E.T., Tucker P.E., (2001). Enhanced speechreading in deaf adults can short-term training/practice close the gap for hearing adults ?, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*, 5-18.

[17] Bernstein, L.E., Auer, E.T., Moore, J.K., Ponton, C.W., Don, M., Singh, M. (2002). Visual speech perception without primary auditory cortex activation. Neuroreport, *13*(3), 311-315.

[18] Binnie, C.A., Montgomery, A.A., Jackson, P.L., (1974). Auditory and visual contributions to the perception of consonants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*., *17*(4), 619-630.

[19] Bonfils, P., Chevallier J.M. (2011*). Anatomie tome 3,* Paris : Flammarion Médecine-sciences publications, 451p.

[20] Bosworth, R.G., Dobkins, K.R., (2002). Visual fields asymmetries for motion processing in deaf and hearing signers. *Brain and Cognition, 49*, 170-181.

[21] Bottari, D., Nava, E., Ley, P., Pavani, F. (2010). Enhanced reactivity to visual stimuli in deaf individuals. *Restorative Neurology and Neuroscience, 28*, 167-179.

[22] Brin, F., Courrier C. Lederlé E., Masy V., Kremer J.M. (2004). *Dictionnaire d'orthophonie*, Isbergues : Ortho Edition, 1 vol., 298p.

[23] Brown, A.E., Hopkins, H.K., (1967). Interactions of the auditory and visual sensory modalities, *Journal of the Acoustical Society of Am*erica, *41*, 1-7.

[24] Bruyer, R., (2000). *Le cerveau qui voit*, Paris : Odile Jacob, 190 p.

[25] Bukiatme, L., Chausson, E. (2004). Les modèles attentionnels, *Rééducation orthophonique*, *218,* 23-45.

[26] Calvert, G.A., Bullmore, E.T., Brammer, M.J., Campbell, R., Williams, S.C., Mcguire, P.K., Woodruff, P.W., Iversen, S.D., David, A.S. (1997). Activation of auditory cortex during silent lipreading**,** *Science*, *276*(5312), 593-596.

[27] Campbell, R., Wright, H., (1990). Deafness and immediate memory for pictures: dissociations between "inner speech" and the "inner ear"? *Journal of Experimental Child Psychology, 50(*2), 259-286.

[28] Camus, J.F., (1998). Neuropsychologie de l'attention : l'apport des réseaux neuroattentionnels neurocérébraux, *Revue de Neuropsychologie*, *8*(1), 25-51.

[29] Caron J., (1989) *Précis de psycholinguistique*, Paris : P.U.F., 288p.

[30] Chalifoux, L.M., (1991). The implications of congenital deafness for working memory. *American Annals of the Deaf*, *136*(3), 292-299.

[31] Chen, Q., He, G., Chen, K., Jin, Z., Mo, L., (2010). Altered spatial distribution of visual attention in near and far space after early deafness. *Neuropsychologia, 48*(9), 2693-2698.

[32] Chokron, S., (2009). *Comment et pourquoi fait-on attention ?* Paris : Le Pommier, 80p.

[33] Collignon, O., Champoux, F., Voss, P., Lepore, F., (2011). Sensory rehabilitation in the plastic brain. *Progress in brain Research, 191*(14), 211-231.

[34] Cousin-Boschetti S., De Laubier E. (2008). *Lecture labiale et audiovision avant et après implantation cochléaire chez des adultes devenus sourds.* Mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophonie, Université Paris VI.

[35] Deggouj, N. (2009). Dépistage auditif précoce et plasticité cérébrale. *Rééducation orthophonique, 237*, 37-46.

[36] Devlin J.T., Aydelotte J. (2009). Speech perception: Motoric contributions versus the motor theory, *Current Biology, 19*(5), 198-200.

[37] Dobkins, K.R. (2009). Does visual modularity increase over the course of development? *Optometry and Vision Science, 86*(6), 583-588.

[38] Dulguerov, P. (2005). *Précis d'audiophonologie et de déglutition Tome I : L'oreille et les voies de l'audition.* Marseille : Solal, 374p.

[39] Dumont A., Calbour, C. (2002). *Voir la parole*. Paris : Masson, 231p.

[40] Dumont A. (2008). *Orthophonie et surdité*. Paris : Masson, 241p.

[41] Dye, M.W., Baril, D.E., Bavelier, D. (2007). Which aspects of visual attention are changed by deafness? The case of the Attentional Network test. *Neuropsychologia, 45*, 1801-1811.

[42] Emmorey, K., Allen, J.S. (2003). Morphometric analysis of auditory brain in congenitally deaf adults. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA, 100*, 10049-10054.

[43] Fine, I., Finney, E.M., Boynton, G.M., Doblins, K.R. (2005). Comparing the effects of auditory deprivation and sign language within the auditory and visual cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience, 17*, 1621-1637.

[44] Finney E.M., Dobkins K.R. (2001). Visual contrast sensitivity in deaf versus hearing populations: exploring the perceptual consequences of auditory deprivation and experience with a visual language, *Cognitive Brain Research*, *12*, 171-183.

[45] Finney, E.M., Fine, I., Dobkins, K.R. (2001). Visual stimuli activate auditory cortex in the deaf. *Nature Neuroscience, 4*(12), 1171-1173.

[46] Finney, E.M., Clementz, B.A., Hickok, G., Dobkins, K.R. (2003). Visual stimuli activate auditory cortex in deaf subjects: Evidence from MEG. *Neuroreport*, *14*, 1425-1457.

[47] Frasnelli, J., Collignon, O., Voss, P., Lepore, F. (2011). Cross-modal plasticity in sensory loss. *Progress in brain Research, 191*(15), 233-249.

[48] Garric, J. (1998). *La lecture labiale, pédagogie et méthode*, Paris : A.R.D.D.S., 223p.

[49] Gazzaniga, M., Ivry, R., Mangun, G. (2001). *Neurosciences cognitives*, Bruxelles : De Boeck université, 585p.

[50] Ghazanfar, A.L., Schroeder, C.E. (2006). Is neocortex essentially multisensory? *Trends in Cognitive Science, 10,* 278-282.

[51] Giraud, A.L., Truy, E. (2002). The contribution of visual areas to speech comprehension: a PET study in cochlear implants patients and normal-hearing subjects, *Neuropsychologia, 40*(9), 1562-1569.

[52] Gregory, R.-L. (2000). *L'œil et le cerveau*, Bruxelles : De Boeck université, 335p.

[53] Haroutunian, D. (2002). *Manuel pratique de lecture labiale*, Marseille : Solal, 186p.

[54] Hellige, J.B. (2002). Spécialisation hémisphérique : données récentes. *Revue de Neuropsychologie, 12*(1), 7-49.

[55] Hubel, D. (1994). *L'œil, le cerveau et la vision*. Paris: Belin, 240p.

[56] Hunt, D.L., Yamoah, E.N., Krubitzer L. (2006). Multisensory plasticity in congenitally deaf mice: how are cortical areas functionally specified?, *Neuroscience, 139*(4), 1507-1524.

[57] Irwin A., Pilling M., Thomas S., (2001). An analysis of British regional accent and contextual cue effects on speechreading performance, *Speech communication, 53*, 807-817.

[58] Istria, M., Nicolas-Jeantoux, C., Tamboise J. (1982). *Manuel de lecture labiale*. Paris : Masson 175p.

[59] King, A.J. (2005). Multisensory integration: strategies for synchronization. *Current Biology, 15*(9), 339-341.

[60] Kral, A., Schroder, J.H., Klinke, R., Engel, A.K. (2003). Absence of cross-modal reorganization in the primary auditory cortex of congenitally deaf cats. *Experimental Neurology, 28*, 525-528.

[61] Kral, A. (2009). Early hearing experience and sensitive developmental periods, *HNO, 95*(3), 922-929.

[62] Kröger B.J., Winkler, R., Mooshammer, C., Pompino-Marschall B., (2000). Estimation of vocal tract area function from magnetic resonance imaging: Preliminary results, *Proceedings of 5th Seminar on Speech Production: Models and Data*. Kloster Seeon, Bavaria, 333-336.

[63] Lander K., Capek C. (2012). Investigating the impact of lip visibility and talking style on speechreading performance, *Speech Communication,* (2013). http://dx.doi.org/10.1016/j.specom.2013.01.003

[64] Landercy A., Renard R. (1977) *Eléments de phonétique*. Bruxelles : Didier C.I.P.A., 270p.

[65] Larsen, A., McIlhagga, W., Baert, J., Bundesen, C. (2003). Seeing or hearing? Perceptual independence, modality confusions and cross-modal congruity effects with focused and divided attention. *Perception and Psychophysics, 65*, 568-574.

[66] Le Huche F., Allali A., (1991). *La voix Tome 1*, 3ème edition. Paris : Masson, 199p.

[67] Lee, H-J., Truy, E., Mamou, G., Sappey-Marinier, D., Giraud, A.-L. (2007). Visual speech circuits in profound acquired deafness: a possible role for latent multimodal connectivity, *Brain*, *130*(11), 2929-2941.

[68] Leon M., Leon P., (2004). *La prononciation du français*, Paris : Armand Colin, 127p.

[69] Levanen, S., Hamdorf, D. (2001). Feeling vibrations: enhanced tactile sensitivity in congenitally deaf humans. *Neuroscience Letter,* 301, 75-77.

[70] Liberman, A. M., Cooper, F. S., Delattre, P. C., Borst, J. M., Gerstman L. J. (1952). Some experiments on the perception of synthetic speech sounds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 24, 597-606.

[71] Liberman, A.M., Cooper, F.S., Shankweiler, D.P., Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review, 74*(6), 431-461.

[72] Liberman, A., Mattingly, I. (1985). The motor theory of speech perception revised, *Cognition, 21*, 1-36

[73] Lieury, A. (1992). *La mémoire, résultats et théorie. Psychologies et sciences humaines*. Liège : Pierre Mardaga Editions, 230 p.

[74] Loke, Wh., Song, S. (1991). Central and peripheral visual processing in hearing and non hearing individuals. *Bulletin of the Psychonomic Society, 29*, 437-440.

[75] Lomber, S., Meredith M., Kral, A. (2010). Cross-modal plasticity in specific auditory cortices underlies visual compensations in the deaf, *Nature neuroscience, 13*(11), 1421-1426.

[76] Lopez Krahe, J. (2007). *Surdité et langage, prothèses, LPC et implants cochléaires*. Paris : Presses Universitaires de Vincennes, 197p.

[77] Luck, S.J., Vogel, E.K. (1997). The capacity of visual working-memory for features and conjonctions, *Nature, 390*, 279-281.

[78] MacDonald, J., McGurk, H. (1978). Visual influences on speech perception processes. *Perception and Psychophysics, 24*(3), 253-257.

[79] Maclay, H., Osgood C. (1959). Hesitation Phenomena in Spontaneous English Speech. *Word, 15*, 19-44.

[80] McSweeney, M., Amaro, E., Calvert, G.A., Campbell, R., David, A.S., Mcguire, P.K., Williams S.C., Woll, B., Brammer, M.J. (2000). Silent speechreading in the absence of scanner noise: an event-related fMRI study. *Neuroreport. 5, 11*(8), 1729-33.

[81] McSweeney M., Campbell R., Calvert G.A., McGuire P.K., David, A.S., Suckling J., Andrew C., Woll B., Brammer M.J. (2001). Dispersed activation in the left temporal cortex for speech-reading in congenitally deaf people. *Proceedings Biological Science/Royal Society, 7, 268,* (1466), 451-547.

[82] Massaro D.W., Cohen M.M., Gesi A.T. (1993) Long-term trainning, transfert and retention in learning to lipread. *Perception and Psychophysics, 53*, 549-562.

[83] McFarland David, H. (2009). *L'anatomie en orthophonie : parole, déglutition et audition*, Paris : Masson, 268p.

[84] McGurk, H., MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. *Nature, 264*(5588), 746-748.

[85] 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*, 205-216.

[86] Molina, M. (1993). *Des modalités sensorielles à l'amodalité perceptive.* Thèse de Doctorat de Psychologie de l'Université Paris V, 215p.

[87] Morat, E., Gouache, A. (2004). *Comparaison des performances verbales et visuelles de sujets sourds et entendants de 20-35 ans.* Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste de l'Université de Paris.

[88] Nava, E., Roder, B. (2011). Adaptation and maladaptation: insights from brain plasticity. *Progress in brain Research, 191*(12), 177-194.

[89] Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F., Merabet, L.B. (2005). The plastic human brain cortex. *Annual review of neuroscience, 28*, 377-401.

[90] Proksche, J., Bavelier, D. (2002). Changes in the spatial distribution of visual attention after early deafness. *Journal of Cognitive Neuroscience, 14*(5), 687-701.

[91] Rauschecker, J.P. (1995). Compensatory plasticity and sensory substitution in the cerebral cortex. *Trend in Neurosciences, 18,* 36-43.

[92] Rettenbach R., Diller, G., Siretenau, L. (1999). Do deaf see better? *Journal of Cognitive neurosciences, 11*, 560-583.

[93] Roder, B., Teder-Salejarvi, W., Sterr, A., Rosler, F., Hillyard, S.A., Neville, H.J. (1999). Improved auditory spatial tuning in blind humans. *Nature, 400*, 162-166.

[94] Rönnberg, J., Ohngren, G., Nilsson, L.G. (1982). Hearing deficiency, speechreading and memory functions. *Scandinavian Audiology, 11*(4), 261-268.

[95] Rousselet, G.A. (2003). Les mécanismes de l'attention visuelle. *Psychologie Française, 48*(1), 29-44.

[96] Samuelsson S., Rönnberg J. (1991). Script activation in lipreading. *Scandinavian Journal of Psychology, 32*(2), 124-143.

[97] Sladen, D.P., Tharpe, A.M., Ashmead, D.H., Wesley Grantham, D., Chun, M.M. (2005). Visual attention in deaf and normal hearing adults: effects of stimulus compatibility. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 48*(6), 1529-1537.

[98] Smith, L.B., Quittner, A.L., Osberger, M.J., Miyamoto, R. (1998). Audition and visual attention: the developmental trajectory in deaf and hearing populations. *Developmental Psychology, 34*(5), 840-850.

[99] Sommers M., Tye-Murray N., Spehar B. (2005) Auditory-visual speech perception and auditory-visual enhancement in normal hearing younger and older adults, *Ear hear, 26*, 263-274.

[100] Soto-Faraco S., Navarra J., Weikum W.M., Vouloumanos A., Sebastian-Galles N., Werker J.F. (2007) Discriminating languages by speechreading, *Perception and Psychophysics, 69*(2), 218-231.

[101] Soto-Faraco, S., Väljamäe, A. (2012). Multisensory Interactions during Motion Perception: From basic principles to media applications. In Murray M.M., Wallace M.T. (eds.), *The neural bases of multisensory processes* (chapitre 29). Boca Raton : CRC Press.

[102] Stevens, C., Neville, H.J. (2006). Neuroplasticity as a double-edged sword : Deaf enhancements and dyslexic deficits in motion processing. *Journal of Cognitive Neuroscience, 18*, 701-714.

[103] Stivalet, P., Moreno, Y. (1998). Differences in visual search tasks between congenitally deaf and normally hearing adults. *Brain Research. Cognitive Brain Research, 6*(3), 227-232.

[104] Strelnikov, K., Rouger J., Barone, P., Deguine, O. (2009). Role of speechreading in audiovisual interactions during the recovery of speech comprehension in deaf adults with cochlear implants, *Scandinavian Journal of Psychology, 50*, 437-444.

[105] Strelnikov, K., Rouger, J., Lagleyre, S., Fraysse, B., Deguine, O., Barone, P. (2009). Improvement in speech-reading ability by auditory training : Evidence from gender differences in normally hearing, deaf and cochlear implanted subjects. *Neuropsychologia, 47*, 972-979.

[106] Summerfield, Q., McGrath, M. (1984). Detection and resolution of audio-visual incompatibility in the perception of vowels. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A., 36* (1), 51-74.

[107] Tharpe, A.M., Ashmead, D., Sladen, D.P., Ryan, H.A., Rothpletz, A.M. (2008). Visual attention and hearing loss: past and current perspectives. *Journal of the American Academy of Audiology. 19*(10), 741-747.

[108] Tye-Murray N., Sommers M. S., Spehar B. (2007). Audiovisual Integration and Lipreading Abilities of Older Adults with Normal and Impaired Hearing, *Ear and Hearing, 28*(5), 656-668.

[109] Vaissiere J. (2011). *La phonétique*, Paris : P.U.F., 127p.

[110] Vitte, E. (2008). *Anatomie 4, neuro anatomie*. Paris : Flammarion médecine-sciences, 250p.

[111] Walden B.E., Prosek R.A., Montgomery A.A., Scherr C.K., Jones C.J. (1977) Effects of training on the visual regognition of consonants, *Journal of Speech and Hearing research, 20*, 130-145.

[112] Watts, W.J. (1977). The rehabilitation of adults with acquired hearing loss. *British Journal of Audiology, 11*(4), 103-110.

[113] Woodhead, M.M., Baddeley, A.D. (1981). Individual differences and memory for faces, pictures, and words. *Memory and Cognition, 9*(4), 368-370.

[114] Yucel, E., Derim, D. (2008). The effect of implantation age on visual attention skills. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 72*(6), 869-877.

[115] Zerling, J.P. (1984). Phénomènes de nasalité et de nasalisation vocalique : Etude cinéradiographique pour deux locuteurs. *Travaux de l'Institut de phonétique de Strasbourg*, *16,* 241-266.

Sites internet :

[116] Bureau International d'AudioPhonologie, (1997, May 1) *Recommandation 02/1 bis : Classification audiométrique des déficiences auditives*, http://www.biap.org/recom02-1.html

[117] http://www.passeportsante.net/DocumentsProteus/images/otite_moyenne_pm-2.jpg

[118] http://research.jyu.fi/phonfr/51.html

[119] http://courseweb.edteched.uottawa.ca/phonetique/pages/phonetique/tableau_articu_con.htm

[120] http://www.info.univ-angers.fr/~frantz/logicom/rapport/allao.html

[121] http://www.arell.ch/info.htm

[122] http://www.insee.fr

ANNEXES

ANNEXES

- Annexes A : cahier d'observation : lettre d'information, lettre de consentement et protocole
- Annexes B : Données de l'INSEE
- Annexes C : Scores des sujets sourds et des témoins aux épreuves de lecture labiale et des tests de mémoire visuelle et d'attention visuelle
- Annexes D et D bis: Répartition des productions des sujets selon le classement de A. Dumont et M. Istria
- Annexes E et E bis: Analyse par traits articulatoires
- Annexes F : Détail des corrélations entre les résultats en lecture labiale et en mémoire visuelle et entre les résultats en lecture labiale et en attention visuelle

ANNEXES A

Facteurs prédictifs pour l'acquisition d'une lecture labiale fonctionnelle chez l'adulte sourd

CAHIER D'OBSERVATION

Service investigateur :
Service d'ORL du Pr. G. LAMAS
Hôpital Pitié Salpétrière
47 blvd de l'Hôpital
75013 Paris

Investigateurs principaux :
Mathilde Lavrut et Amandine Noiret
Etudiantes en quatrième année au Département Universitaire d'Enseignement en Orthophonie à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris-VI)

Responsables :
Emmanuèle Ambert-Dahan et Stéphanie Borel
Orthophonistes à l'hôpital Pitié Salpétrière

Année universitaire 2012-2013

Nom : ☐ F ☐ M

Prénom :

Date de naissance :

Niveau d'étude :

Date d'apparition de la surdité :

Etiologie de la surdité :

Niveau d'audition :

Appareillage :

Rééducation orthophonique (durée, fréquence hebdomadaire, objectif principal, nom et ville de l'orthophoniste):

Utilisation et niveau de lecture labiale :

Trouvez-vous l'apprentissage/l'utilisation de la lecture labiale plutôt facile ou difficile ? :

Avez-vous un trouble visuel diagnostiqué (myopie, presbytie, DMLA, strabisme…) :

Portez-vous des lunettes, lentilles ? Si oui, depuis combien de temps ?

Avez-vous déjà fait de la rééducation orthoptique ? Si oui, quand et combien de temps ?

Numéro d'anonymat : Date :

Madame, Monsieur,

Vous êtes suivi(e) par les orthophonistes dans le service ORL du Professeur Sterkers à l'hôpital Beaujon.

Pour améliorer votre prise en charge et envisager de nouvelles pistes pour la réhabilitation auditive, des études sont régulièrement menées dans le service.

Nous menons actuellement une recherche dans le cadre de notre mémoire de fin d'études afin de mieux comprendre et d'identifier les facteurs perceptifs, sensori-moteurs et cognitifs ayant un impact sur le développement de compétences fines en lecture labiale chez les personnes atteintes de surdité.

Pour cela, nous recherchons des patients qui accepteraient de participer à un protocole d'évaluation.

Ce protocole dure environ une heure et s'adresse à tous les patients ne bénéficiant pas encore d'implants cochléaires.

Il s'agit essentiellement de répondre à des questions à partir de séquences vidéo qui sont enregistrées sur un logiciel.

Si vous l'acceptez, la participation à cette étude ne nécessitera pas de déplacement supplémentaire de votre part. Elle se déroulera en une seule fois, lors de votre hospitalisation, la veille de votre intervention.

Si vous souhaitez avoir des informations supplémentaires, vous pouvez nous contacter par mail : ...@... ou ...@...

Nous vous remercions pour l'attention que vous porterez à cette étude et votre éventuelle participation.

Cordialement,

Mathilde Lavrut et Amandine Noiret
Etudiantes en quatrième année au Département Universitaire d'Enseignement en Orthophonie à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris-VI)

LETTRE DE CONSENTEMENT

Madame, Monsieur,

Etudiantes en dernière année d'Orthophonie à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), nous réalisons notre mémoire de fin d'étude sur la distinction des sosies labiaux et son impact sur les compétences en lecture labiale chez les adultes sourds.

Ce travail de recherche est encadré par Mesdames Stéphanie Borel et Emmanuèle Ambert-Dahan, orthophonistes au sein du service ORL du Professeur O. Sterkers à l'hôpital Beaujon, AP-HP Clichy, et auprès de qui nous effectuons également un stage.

Notre étude se compose de tests de lecture labiale sur support vidéo, ainsi que de tests de mémoire et d'attention visuelle, et dure environ une heure.

L'objectif de notre étude et d'identifier les facteurs perceptifs, sensori-moteurs et cognitifs ayant une influence sur l'acquisition d'une lecture labiale fonctionnelle.

Tous les résultats obtenus seront traités de façon anonyme mais tous les participants à l'étude qui le souhaiteront pourront être informés des conclusions générales de cette recherche et de ses perspectives.

Nous vous remercions de nous aider à réaliser cette étude en signant ce formulaire de consentement et en acceptant de vous soumettre au protocole de cette recherche.

Mathilde Lavrut et Amandine Noiret

Informé(e) du contenu et des modalités du protocole de recherche, j'accepte de participer à cette étude sur la discrimination des sosies labiaux et leur impact sur l'acquisition d'une lecture labiale fonctionnelle chez l'adulte sourd.

J'accepte que mes résultats soient traités anonymement et apparaissent dans le mémoire de Capacité en Orthophonie sus-mentionné.

Fait le : …….. A : …….
Signature :

N° d'anonymat : Date :

PROTOCOLE DE PASSATION

- test d'acuité visuelle de Monoyer ☐ avec ☐ sans dispositif de correction de vision si oui, lequel :

Score: /10e

- reconnaissance différée de 24 figures (Batterie d'Efficience Mnésique 144)

(cf ci-après)

Score :

- test D2 d'attention visuelle

(cf ci-après)

Score :

- CODEX (pour les plus de 65 ans)

Score :

N° d'anonymat : Date :

CONSONNES EN CV DANS 3 CONTEXTES VOCALIQUES [a], [i] et [u]

Syllabes	Réponse donnée Locuteur 1	Réponse donnée Locuteur 2	Syllabes	Réponse donnée Locuteur 1	Réponse donnée Locuteur 2
/ta/			/di/		
/ni/			/ku/		
/pa/			/bi/		
/da/			/fi/		
/ga/			/si/		
/ʃi/			/ba/		
/fa/			/vi/		
/gi/			/ka/		
/zu/			/ʒi/		
/va/			/li/		
/za/			/ʁu/		
/ʒa/			/su/		
/la/			/ʁi/		
/ma/			/ɲi/		
/na/			/fu/		
/ʒu/			/sa/		
/ɲa/			/ʃu/		
/tu/			/vu/		
/zi/			/ʃa/		
/pu/			/ʁa/		
/du/			/lu/		
/gu/			/mu/		
/bu/			/nu/		
/ti/			/mi/		
/ki/			/ɲu/		
/pi/					

N° d'anonymat : Date :

VOYELLES EN CV DANS 3 CONTEXTES CONSONANTQUES [p], [t] et [k]

Voyelle	Réponse donnée Locuteur 1	Réponse donnée Locuteur 2	Voyelles	Réponse donnée Locuteur 1	Réponse donnée Locuteur 2
/ta/			/ti/		
/ku/			/ki/		
/pa/			/kɔ̃/		
/kɑ̃/			/pu/		
/pe/			/pɛ̃/		
/tœ/			/py/		
/pɑ̃/			/kɛ̃/		
/ke/			/kɛ/		
/to/			/ko/		
/tø/			/tɛ/		
/pɛ/			/kø/		
/po/			/pø/		
/tɛ̃/			/tɑ̃/		
/ka/			/tu/		
/ky/			/te/		
/tɔ̃/			/pœ/		
/pi/			/kɔ/		
/pɔ̃/			/ty/		
/kœ/			/pɔ/		
/tɔ/					

N° d'anonymat : Date :

LISTE DE 17 MOTS TRIPHONEMIQUES (LAFON) LISTE 1

Mots	**Transcription en API**	**Réponse donnée**	**Nombre de phonèmes répétés**	**Mot correctement répété**
Année	ane			
Cil	sil			
Ronde	ʁɔ̃d			
Oser	oze			
Natte	nat			
Crin	kʁɛ̃			
Sage	saʒ			
Fil	fil			
Peur	pœʁ			
Menthe	mɑ̃t			
Soude	sud			
Vieux	vjø			
Raide	ʁɛd			
Col	kɔl			
Rut	ʁyt			
Signe	siɲ			
Epais	epɛ			
TOTAL L1			/51	/17

N° d'anonymat : Date :

LISTE DE 17 MOTS TRIPHONEMIQUES (LAFON) LISTE 2

Mots	**Transcription en API**	**Réponse donnée**	**Nombre de phonèmes répétés**	**Mot correctement répété**
Abbé	abe			
Mille	mil			
Soupe	sup			
Tank	tɑ̃k			
Ruse	ʁyz			
Vèle	vɛl			
Code	kɔd			
Epée	epe			
Sœur	sœʁ			
Molle	mɔl			
Riche	ʁiʃ			
Pente	pɑ̃t			
Amont	amɔ̃			
Dru	dʁy			
Gaine	gɛn			
Sol	sɔl			
Avis	avi			
TOTAL L2			/51	/17
TOTAL G^{AL}			/102	/34

N° d'anonymat : Date :

LISTE DE 20 MOTS DISSYLLABIQUES (FOURNIER) LISTE 1 et 2

Mots	**Transcription en API**	**Réponse donnée**	**Nombre de phonèmes répétés**	**Mot correctement répété**
Le genou	ʒənu		/4	
Le dîner	dine		/4	
Le conflit	kɔ̃fli		/5	
Le cheveu	ʃəvø		/4	
Le turbot	tyʁbo		/5	
Le début	deby		/4	
Le radis	ʁadi		/4	
Le mandat	mɑ̃da		/4	
Le parfum	paʁfœ̃		/5	
Le nougat	nuga		/4	
Le piment	pimɑ̃		/4	
Le rentier	ʁɑ̃tje		/5	
Le lilas	lila		/4	
Le plateau	plato		/5	
Le melon	məlɔ̃		/4	
Le respect	ʁɛspɛ		/5	
Le souci	susi		/4	
Le tricot	tʁiko		/5	
Le vaisseau	veso		/4	
Le secret	səkʁɛ		/5	
TOTAL			/88	/20

N°d'anonymat : Date :

LISTE DE 15 PHRASES (13 MBAA)

Phrases	**Nombre de mots correctement répétés**	**Phrase correctement répétée**
1. Embrasse tes parents de ma part.	/6	
2. Le coiffeur est fermé.	/4	
3. Où est la poste ?	/4	
4. Il faut réparer ta voiture.	/5	
5. Vous trouverez ce que vous cherchez dans un grand magasin.	/10	
6. Il fait trop chaud pour sortir faire des courses.	/9	
7. C'est dangereux de rouler à cette vitesse.	/8	
8. Cet arbre va tomber un de ces jours.	/8	
9. Nous irons voir mes amis dans quelques jours.	/8	
10. N'oubliez pas de faire vos courses avant la fin des soldes.	/12	
11. Comment vas-tu ?	/3	
12. Il n'y a plus de place.	/7	
13. Je suis content de te voir.	/6	
14. Tu es malade.	/3	
15. Est-ce que tu fais toujours du sport ?	/8	
TOTAL	/101	/15

ANNEXES B:

Groupes d'âge et de niveaux d'études établis par l'INSEE

Groupes d'âge :

Groupe 1 : 18-39 ans

Groupe 2 : 40-54 ans

Groupe 3 : 55-69 ans

Groupe 4 : 70 ans et plus

Groupes de niveaux d'études :

Groupe 1 : Bac+5 et plus

Groupe 2 : Bac+3, Bac+4

Groupe 3 : Bac+2

Groupe 4 : Bac

Groupe 5 : Brevet des collèges

Groupe 6 : Scolarité Obligatoire

ANNEXES C :

Score des sujets sourds aux épreuves de lecture labiale

N° d'anonymat	consonnes strict	consonnes large	voyelles	Lafon mots	Lafon phonèmes	Fournier mots	Fournier phonèmes	MBAA phrases	MBAA mots
1	27%	52%	39%	15%	48%	25%	40%	7%	21%
2	28%	60%	42%	15%	62%	35%	66%	27%	39%
3	28%	59%	41%	27%	55%	10%	56%	20%	41%
4	15%	23%	15%	0%	28%	0%	10%	0%	0%
5	18%	36%	21%	0%	31%	0%	11%	0%	9%
6	5%	15%	21%	15%	34%	10%	33%	7%	19%
7	23%	54%	28%	18%	47%	15%	40%	0%	18%
8	33%	61%	40%	21%	56%	50%	60%	40%	65%
9	16%	28%	4%	3%	16%	0%	2%	0%	0%
10	16%	29%	13%	0%	18%	5%	14%	0%	0%
11	30%	51%	49%	21%	50%	40%	48%	33%	51%
12	29%	59%	44%	44%	76%	55%	80%	60%	71%
13	21%	45%	31%	12%	40%	25%	52%	0%	3%
14	23%	50%	42%	29%	49%	20%	39%	7%	34%
15	28%	58%	44%	35%	58%	45%	61%	33%	78%
16	12%	29%	30%	0%	26%	10%	27%	0%	5%
17	27%	48%	53%	12%	34%	5%	40%	13%	40%
18	28%	59%	50%	47%	73%	50%	74%	60%	79%
19	32%	59%	35%	24%	50%	15%	42%	33%	28%
20	19%	35%	23%	15%	35%	0%	14%	0%	5%
21	18%	34%	33%	29%	49%	45%	55%	27%	28%
22	28%	56%	42%	26%	62%	40%	57%	67%	79%
Moyenne	23%	45%	34%	19%	45%	23%	42%	20%	32%
Ecart-type	0,072368	0,1420505	0,130294	0,1357423	0,1631355	0,1900672	0,2175030	0,2200472	0,2770363

Score des témoins aux épreuves de lecture labiale

N° d'anonymat	consonnes strict	consonnes large	voyelles	Lafon mots	Lafon phonèmes	Fournier mots	Fournier phonèmes	MBAA phrases	MBAA mots
1 bis	19%	45%	35%	15%	44%	10%	50%	0%	9%
2 bis	24%	42%	23%	18%	63%	10%	21%	0%	15%
3bis	35%	57%	32%	24%	47%	15%	44%	27%	37%
4bis	14%	32%	21%	9%	33%	0%	25%	0%	6%
5bis	22%	40%	14%	3%	28%	0%	20%	0%	5%
6bis	15%	30%	22%	3%	29%	0%	23%	0%	0%
7 bis	13%	28%	23%	0%	28%	0%	11%	0%	1%
8 bis	28%	52%	33%	12%	43%	0%	30%	27%	46%
9bis	24%	48%	35%	6%	41%	0%	35%	0%	6%
10 bis	17%	39%	26%	3%	30%	10%	39%	13%	14%
11 bis	24%	50%	33%	3%	36%	5%	28%	0%	3%
12 bis	14%	26%	19%	0%	37%	0%	17%	0%	12%
13 bis	22%	42%	27%	0%	34%	5%	16%	0%	14%
14 bis	24%	45%	41%	3%	25%	5%	32%	0%	8%
15bis	21%	38%	28%	24%	48%	5%	32%	0%	7%
16bis	13%	29%	13%	0%	20%	0%	7%	7%	4%
17 bis	18%	45%	28%	6%	38%	15%	32%	0%	11%
18 bis	19%	39%	23%	0%	32%	5%	21%	5%	14%
19 bis	13%	27%	18%	6%	40%	0%	36%	7%	10%
20 bis	13%	27%	26%	9%	28%	5%	32%	0%	17%
21 bis	13%	35%	22%	3%	29%	0%	19%	0%	4%
22bis	23%	47%	29%	3%	37%	0%	28%	0%	4%
Moyenne	19%	39%	26%	6%	36%	4%	27%	4%	11%
Ecart-type	0,0586131	0,0902341	0,0706754	0,0736594	0,0947633	0,0503236	0,1046370	0,0820516	0,1097152

Score des sujets aux épreuves de mémoire visuelle (BEM) et d'attention visuelle (D2) :

N° d'anonymat SOURDS	BEM	GZ	F%	KL	N° d'anonymat TEMOINS	BEM	GZ	F%	KL
1	10	511	0,39	214	1bis	9,5	637	1,41	279
2	12	386	3,62	150	2bis	11,5	382	1,83	153
3	12	342	1,46	140	3bis	11	476	1,05	192
4	11	211	0,47	87	4bis	10	459	5,66	164
5	8	221	8,14	76	5bis	10,5	502	6,37	183
6	7,5	431	14,4	120	6bis	9,5	538	5,2	206
7	10,5	300	11	97	7bis	7	361	23,82	58
8	9,5	508	1,97	206	8bis	11	433	3,46	166
9	6	211	9,48	70	9bis	11	500	1,8	200
10	4,5	391	28,9	61	10bis	11,5	499	16,03	128
11	11	410	5,12	150	11bis	10,5	528	2,08	209
12	12	361	7,76	126	12bis	11,5	347	3,75	134
13	10	288	0,69	122	13bis	11,5	484	1,03	198
14	6	524	1,72	213	14bis	12	485	2,87	188
15	7,5	530	13,96	156	15bis	7	463	2,15	182
16	11,5	308	4,55	118	16bis	11,5	337	9,5	112
17	11	499	8,42	170	17bis	12	481	2,7	187
18	12	576	2,08	242	18bis	12	589	1,02	255
19	11,5	483	4,55	177	19bis	8,5	386	0,78	156
20	10,5	462	18,8	107	20bis	8,5	244	27,05	40
21	7,5	396	6,56	138	21bis	7,5	529	2,08	212
22	11,5	574	2,96	239	22bis	12	465	0,6	191
Moyenne	9,68	405,59	7,14	144,5	Moyenne	10,32	460,23	5,56	172,41
Ecart-type	2,28111	115,07540	6,98772	53,46895	Ecart-type	1,65864	89,14938	7,34955	54,99

ANNEXES D

Répartition des productions des sujets sourds selon le classement de A. Dumont

phonème cible	/i/	/ɔ o ɔ̃ y u/	/ø œ/	/ɛ̃ ɛ e/	/ɑ̃ a/	NR	total
i	93	1	0	16	1	21	132
ɔ	0	21	16	4	51	40	132
o	1	82	21	2	0	26	132
ɔ̃	2	91	15	0	0	24	132
y	1	95	9	1	2	24	132
u	0	107	7	3	0	15	132
ø	0	58	31	3	13	27	132
œ	2	21	36	2	47	24	132
e	19	1	4	63	9	36	132
ɛ̃	37	0	4	39	27	25	132
ɛ	3	1	2	65	32	29	132
a	0	1	0	9	103	19	132
ɑ̃	0	33	32	8	44	15	132
total	158	512	177	215	329	325	1716

Répartition des productions des témoins selon le classement de A. Dumont

phonème cible	/i/	/ɔ o ɔ̃ y u/	/ø œ/	/ɛ̃ ɛ e/	/ɑ̃ a/	NR	total
i	68	4	0	36	11	13	132
ɔ	0	34	19	9	45	25	132
o	1	101	11	1	4	14	132
ɔ̃	1	103	5	0	1	22	132
y	0	92	11	3	3	23	132
u	0	109	13	1	2	7	132
ø	0	84	17	3	13	15	132
œ	3	30	41	6	30	22	132
e	33	7	0	53	19	20	132
ɛ̃	37	10	3	33	35	14	132
ɛ	8	4	1	50	47	22	132
a	1	6	1	9	97	18	132
ɑ̃	1	66	20	1	23	21	132
total	153	650	142	205	330	236	1716

Répartition des productions des sujets sourds selon le classement de M. Istria

phonème cible	a ɛ̃ ɛ	ɑ̃ ɔ œ	o ɔ̃ u y ø	i e	NR	total
a	104	2	1	6	19	132
ɛ̃	49	1	4	53	25	132
ɛ	90	1	2	10	29	132
ɑ̃	9	60	43	5	15	132
ɔ	23	56	12	1	40	132
oe	15	68	22	3	24	132
o	0	2	101	3	26	132
ɔ̃	0	8	98	2	24	132
u	0	0	114	3	15	132
y	2	1	103	2	24	132
ø	8	8	88	1	27	132
i	4	0	1	106	21	132
e	26	3	2	65	36	132
total	330	210	591	260	325	1716

Répartition des productions des témoins selon le classement de M. Istria

phonème cible	a ɛ̃ ɛ	ɑ̃ ɔ œ	o ɔ̃ u y ø	i e	NR	total
a	99	3	7	5	18	132
ɛ̃	40	16	12	50	14	132
ɛ	75	4	4	27	22	132
ɑ̃	9	30	70	2	21	132
ɔ	27	45	31	4	25	132
oe	21	45	40	4	22	132
o	3	2	111	2	14	132
ɔ̃	1	4	104	1	22	132
u	3	1	121		7	132
y	3	3	101	2	23	132
ø	10	7	98	2	15	132
i	21	2	4	92	13	132
e	29	4	7	72	20	132
total	341	166	710	263	236	1716

Visèmes

Résultat supérieur au groupe de visèmes attendu.

NR = non réponse

ANNEXES D bis

Répartition des productions des sujets sourds selon le classement de A. Dumont

phonème cible	p b m	f v	ʃ ʒ	t d n k g ɲ s z l r	NR	total
p	113	0	0	0	19	132
b	109	1	0	0	22	132
m	113	0	0	0	19	132
f	4	97	2	10	19	132
v	4	112	0	0	16	132
ʃ	1	1	83	16	31	132
ʒ	0	0	78	34	20	132
t	1	0	6	81	44	132
d	1	0	7	85	39	132
n	1	1	8	77	45	132
k	2	0	2	83	45	132
g	2	1	0	75	54	132
ɲ	0	2	17	63	50	132
s	0	2	5	81	44	132
z	3	4	2	81	42	132
l	0	0	0	81	51	132
r	1	0	0	79	52	132
total	355	221	210	846	612	2244

Répartition des productions des témoins selon le classement de A. Dumont

phonème cible	p b m	f v	ʃ ʒ	t d n k g ɲ s z l r	NR	total
p	111	5	2	1	13	132
b	106	4	0	2	20	132
m	120	1	1	3	7	132
f	6	103	3	14	6	132
v	3	111	2	7	9	132
ʃ	7	1	73	26	25	132
ʒ	6	3	62	38	23	132
t	6	4	7	78	37	132
d	8	3	12	76	33	132
n	5	11	11	67	38	132
k	4	1	0	81	46	132
g	6	6	3	67	50	132
	5	3	18	64	42	132
s	4	6	5	82	35	132
z	8	11	10	65	38	132
l	10	0	0	74	48	132
r	12	2	2	53	63	132
total	427	275	211	798	533	2244

NR=Non Réponse

Visèmes

Résultat supérieur au groupe de visèmes attendu

ANNEXES E

Analyse des voyelles par traits articulatoires chez les sujets sourds

TOUT LOC	Aperture	Lieu	Labialité	Nasalité
a	103	110	112	108
ɛ	59	102	100	85
e	47	95	91	83
i	94	110	110	110
œ	38	87	57	72
ø	57	49	89	94
y	85	38	104	107
ɔ	29	52	37	57
o	79	81	103	98
u	84	97	114	114
ɑ̃	44	71	52	43
ɔ̃	16	87	106	8

Analyse des voyelles par traits articulatoires chez les témoins normo-entendants

TOUT LOC	Aperture	Lieu	Labialité	Nasalité
a	95	105	104	106
ɛ	33	103	104	92
e	39	101	104	97
i	70	113	113	111
œ	37	86	71	90
ø	51	41	101	110
y	81	30	101	107
ɔ	28	55	53	79
o	58	100	112	109
u	82	97	122	120
ɑ̃	23	80	25	21
ɔ̃	13	95	118	9
ɛ̃	23	108	104	16

ANNEXES E bis

Analyse des consonnes par traits articulatoires chez les sujets sourds

	mode	lieu	voisemement	nasalité
p	113	113	78	104
b	109	109	36	105
m	113	113	42	18
f	102	97	71	113
v	112	112	48	116
t	34	75	59	85
d	61	72	43	92
n	43	73	40	5
l	68	32	67	81
s	44	74	49	87
z	45	71	35	88
ʃ	94	83	71	101
ʒ	95	78	44	109
k	26	53	27	87
g	34	53	53	76
ɲ	28	18	70	1
r	66	67	69	80

Analyse des consonnes par traits articulatoires chez les témoins normo-entendants

	mode	lieu	voisemement	nasalité
p	112	111	89	103
b	105	106	41	93
m	122	120	45	26
f	108	103	91	124
v	108	111	44	122
t	44	65	57	85
d	39	54	44	91
n	37	55	50	4
l	59	49	75	75
s	33	69	50	97
z	42	57	44	87
ʃ	79	73	61	99
ʒ	77	62	48	101
k	15	29	13	81
g	20	33	62	78
ɲ	25	18	57	7
r	42	29	55	63

ANNEXES F

Détail des corrélations entre les résultats obtenus au test de mémoire visuelle et les résultats obtenus aux différentes épreuves de lecture labiale, pour les sujets sourds et pour les sujets entendants :

BEM corrélation	Personnes sourdes		Personnes entendantes	
Epreuves de lecture labiale	r	p	r	p
score consonnes strict	**0,5292**	**0,0113***	0,3186	0,1484
score consonnes larges	**0,5451**	**0,0087 ***	0,3397	0,1219
score voyelles	**0,5006**	**0,0177***	0,1968	0,38
score Lafon mots strict	0,2242	0,3158	-0,3395	0,1222
score Lafon mots large	0,2691	0,226	-0,2623	0,2384
score Lafon phonèmes strict	**0,4696**	**0,0275***	0,0937	0,6784
score Lafon phonèmes large	**0,5354**	**0,0102***	-0,0126	0,9557
score Fournier mots strict	0,2235	0,3173	0,283	0,2018
score Fournier mots large	0,2579	0,2465	0,283	0,2018
score Fournier phonèmes strict	0,3947	0,0691	-0,0386	0,8646
score Fournier phonèmes large	**0,5088**	**0,0156***	-0,058	0,7977
score phrases	**0,4487**	**0,0362***	0,1692	0,4515
score phrases mots	**0,4378**	**0,0416***	0,3127	0,1565

r = coefficient de corrélation p = probabilité

Détail des corrélations entre l'indice de **performance quantitative (GZ)** et les résultats obtenus aux différentes épreuves de lecture labiale, pour les sujets sourds et pour les sujets entendants :

GZ corrélation	Personnes sourdes		Personnes entendantes	
Epreuves de lecture labiale	r	p	r	p
score consonnes strict	**0,4984**	**0,0182***	0,3676	0,0924
score consonnes larges	**0,4351**	**0,0430***	0,4124	0,0565
score voyelles	**0,6382**	**0,0014***	0,3334	0,1294
score Lafon mots strict	**0,6674**	**0,0007***	-0,1416	0,5296
score Lafon mots large	**0,5895**	**0,0039***	-0,0849	0,707
score Lafon phonèmes strict	**0,5955**	**0,0035***	-0,0164	0,9423
score Lafon phonèmes large	**0,538**	**0,0098***	-0,0085	0,9701
score Fournier mots strict	**0,5173**	**0,0137***	0,192	0,3921
score Fournier mots large	**0,5169**	**0,0138***	0,192	0,3921
score Fournier phonèmes strict	**0,472**	**0,0266***	0,1815	0,4189
score Fournier phonèmes large	**0,4649**	**0,0292***	0,2142	0,3385
score phrases	**0,6545**	**0,0009***	-0,1354	0,5481
score phrases mots	**0,6836**	**0,0005***	-0,2369	0,2884

Détail des corrélations entre l'indice de **performance qualitative (F%)** et les résultats obtenus aux différentes épreuves de lecture labiale, pour les sujets sourds et pour les sujets entendants :

F% corrélation	Personnes sourdes		Personnes entendantes	
Epreuves de lecture labiale	r	p	r	p
score consonnes strict	-0,3505	0,1097	**-0,4691**	**0,0276***
score consonnes larges	-0,3292	0,1347	**-0,4986**	**0,0182***
score voyelles	-0,2578	0,2468	-0,3437	0,1173
score Lafon mots strict	-0,2198	0,3256	0,037	0,8701
score Lafon mots large	-0,1543	0,4929	-0,1556	0,4893
score Lafon phonèmes strict	-0,3119	0,1577	**-0,4705**	**0,0271***
score Lafon phonèmes large	-0,2981	0,1778	**-0,5835**	**0,0044***
score Fournier mots strict	-0,2629	0,2371	-0,1893	0,3989
score Fournier mots large	-0,2752	0,2151	-0,1893	0,3989
score Fournier phonèmes strict	-0,2366	0,2891	-0,1994	0,3737
score Fournier phonèmes large	-0,2647	0,2339	-0,2323	0,2981
score phrases	-0,2022	0,3668	-0,067	0,7671
score phrases mots	-0,1821	0,4174	-0,1567	0,4862

Détail des corrélations entre l'indice de performance de concentration (KL) et les résultats obtenus aux différentes épreuves de lecture labiale, pour les sujets sourds et pour les sujets entendants :

KL corrélation	Personnes sourdes		Personnes entendantes	
Epreuves de lecture labiale	r	p	r	p
score consonnes strict	**0,7172**	**0,0002***	**0,4996**	**0,0179***
score consonnes larges	**0,6635**	**0,0008***	**0,5861**	**0,0041***
score voyelles	**0,803**	**<0,0001***	**0,4425**	**0,0392***
score Lafon mots strict	**0,723**	**0,0001***	-0,1225	0,5869
score Lafon mots large	**0,6553**	**0,0009***	0,0034	0,9879
score Lafon phonèmes strict	**0,7381**	**<0,0001***	0,1271	0,5729
score Lafon phonèmes large	**0,7163**	**0,0002***	0,2075	0,3542
score Fournier mots strict	**0,6532**	**0,0010***	0,1504	0,5041
score Fournier mots large	**0,6598**	**0,0008***	0,1504	0,5041
score Fournier phonèmes strict	**0,6368**	**0,0014***	0,1267	0,5743
score Fournier phonèmes large	**0,6578**	**0,0009***	0,1616	0,4724
score phrases	**0,7717**	**<0,0001***	-0,1764	0,4322
score phrases mots	**0,7916**	**<0,0001***	-0,1877	0,4028