



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -  
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>



Université Claude Bernard  Lyon 1

## INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA READAPTATION

---

Directeur Docteur Xavier PERROT

---

Comparaison entre matériel linguistique courant et matériel linguistique actualisé et équilibré selon des critères multiples.

MEMOIRE présenté pour l'obtention du

### DIPLOME D'ETAT D'AUDIOPROTHESISTE

par

Marine TEILLON

Autorisation de reproduction

LYON, le 19 Octobre 2018

Directeur de l'Enseignement  
**Stéphane GALLEGO**

N° 699



## UNIVERSITE CLAUDE BERNARD – LYON 1

### Président de l'Université

Président du Conseil Académique

Vice-président du Conseil d'Administration

Vice-président de la Commission Formation  
et Vie Universitaire

Vice-président de la Commission

Recherche

Directrice Générale des Services

**M. le Professeur Frédéric FLEURY**

M. le Professeur Hamda BEN HADID

M. le Professeur Didier REVEL

M. le Professeur Philippe CHEVALIER

M. Fabrice VALLEE

Mme Dominique MARCHAND

### COMPOSANTES – SANTE

Comité de Coordination des Etudes Médicales  
(C.C.E.M.)

Faculté de Médecine Lyon Est

Faculté de Médecine et de Maïeutique Lyon Sud  
– Charles Mérieux

Faculté d'Odontologie

Institut des Sciences Pharmaceutiques et  
Biologiques

Institut des Sciences et Techniques de la  
Réadaptation

Département de Formation et de Recherche en  
Biologie Humaine

Président : M. le Professeur P. COCHAT

Doyen : M. le Professeur G. RODE

Doyenne : Mme la Professeure C. BURILLON

Directeur : M. le Professeur D. BOURGEOIS

Directrice : Mme la Professeure C.

VINCIGUERRA

Directeur : M. le Dr X. PERROT

Directrice : Mme le Professeure A-M. SCHOTT

### COMPOSANTES ET DEPARTEMENTS – SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Faculté des Sciences et Technologies

Département Biologie

Département Chimie Biochimie

Département GEP

Département Informatique

Département Mathématiques

Département Mécanique

Département Physique

UFR Sciences et Techniques des Activités

Physiques et Sportives

Observatoire des Sciences de l'Univers de Lyon  
Polytech Lyon

Ecole Supérieure de Chimie Physique

Electronique

Institut Universitaire de Technologie de Lyon 1

Ecole Supérieure du Professorat et de  
l'Education

Institut de Science Financière et d'Assurances

Directeur : M. F. DE MARCHI

Directeur : M. le Professeur F. THEVENARD

Directeur : Mme C. FELIX

Directeur : M. Hassan HAMMOURI

Directeur : M. le Professeur S. AKKOUCHE

Directeur : M. le Professeur G. TOMANOV

Directeur : M. le Professeur H. BEN HADID

Directeur : M. le Professeur J-C. PLENET

Directeur : M. Y. VANPOULLE

Directeur : M. I. DANIEL

Directeur : M. le Professeur E. PERRIN

Directeur : M. G. PIGNAULT

Directeur : M. le Professeur C. VITON

Directeur : M. le Professeur A. MOUGNIOTTE

Directeur : M. N. LEBOISNE

## Remerciements

Je tiens à remercier mon maître de stage, Muriel Kreiss, de m'avoir accueillie dans son laboratoire et de m'avoir confiée ses patients pour mes tests.

Je remercie mon maître de mémoire Stéphane Gallego pour son aide pour l'établissement de ce mémoire.

Je remercie Mathieu Ferschneider de m'avoir aiguillée tout au long du mémoire, de m'avoir consacré de son temps et de son attention.

Je remercie les quatre étudiantes qui faisaient partie du protocole commun, avec qui j'ai appris à travailler en groupe.

Je remercie tous les patients avec qui j'ai travaillé, d'avoir accepté de participer à mon mémoire et de m'avoir donné de leur temps.

Je remercie ma famille notamment Axelle pour sa relecture, ma sœur et mes parents pour leur soutien et la patience qu'ils ont au quotidien.

Je remercie mes amis, d'être présents depuis le début, pour la force et le bonheur que vous me donnez.

Pour finir, je remercie Evelyne Veillet pour le temps qu'elle a accordé à mon mémoire ainsi que sa lecture attentive et précieuse.

## Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>I/ Partie Théorique.....</b>	<b>2</b>
<b>1. L'audiométrie vocale .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. L'histoire de l'audiométrie vocale.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Présentation du matériel vocal .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Les différentes conditions de passation du test /matériel utilisé.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. Le locuteur .....	4
1.1.2. Listes voix nues ou enregistrées .....	5
1.1.3. Champ libre ou casque.....	5
<b>1.4. Réalisation du test et consignes .....</b>	<b>5</b>
1.4.1. Consignes .....	5
1.4.2. Notation des résultats .....	6
<b>1.5. Analyse des résultats du test.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Influence du contexte et des paramètres individuels sur les scores d'intelligibilité.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. L'impact du contexte dans lequel le test est passé .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. Influence des paramètres individuels .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Elaborations de nouvelles listes dues à certains critères .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Les conditions des listes de Fournier.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Création des listes de Lafon.....</b>	<b>12</b>
3.2.1. La disponibilité du mot .....	13
3.2.2. Le phonème hautement caractéristique.....	14
<b>3.3. Conditions de Moulin .....</b>	<b>15</b>
3.3.1. Les fréquences d'occurrences.....	15
3.3.2. Les Voisins Phonologiques de Haute Fréquence (=VPHF) .....	16
3.3.3. Critères psychométriques des courbes et l'indice de suppléance mentale...	17

<b>II/ Matériel et méthodes</b> .....	<b>18</b>
1. Choix des sujets testés .....	18
2. Matériel et tests utilisés.....	20
2.1. Questionnaires .....	20
2.2. Tests Cognitifs .....	21
2.3. Audiométrie vocale .....	22
3. Procédure de passation des tests .....	23
<b>III/ Résultats</b> .....	<b>26</b>
1. Corrélation entre les deux listes puis étude des relations à J0 et J1 des listes pour chaque condition.....	26
1.1. Corrélation entre les listes d'A.Moulin et Fournier .....	27
1.2. Corrélation entre J0 et J1 pour chaque condition entre les listes de Fournier et d'A.Moulin .....	28
2. Différences entre les résultats obtenus avec les listes de Fournier et A.Moulin pour chaque condition.....	33
3. Analyse de l'effort d'écoute en fonction du type de liste utilisé et en fonction de chaque condition.....	35
<b>IV/ Discussion</b> .....	<b>38</b>
1. Relation entre les listes et évolution des scores .....	38
2. Différences des scores d'intelligibilités entre les deux listes .....	39
3. Effort d'écoute et intelligibilité .....	41
<b>V/ Conclusion</b> .....	<b>42</b>

## Glossaire

**dB** : Décibel

**DICH** : Dichotique

**DINV** : Dichotique inversé

**DIOT** : Diotique

**FO** : Fréquence d'Occurrence

**HL** : Hearing Level

**ISM** : Indice de Suppléance Mentale

**RSB** : Rapport Signal sur Bruit

**SPL** : Sound Pressure Level

**VC** : Voyelle Consonne

**VP** : Voisin Phonologique

**VPHF** : Voisin Phonologique de Haute Fréquence

# Introduction

L'audiométrie vocale est un test obligatoire dans la démarche de l'appareillage. Il permet de quantifier l'intelligibilité de l'auditeur, de corréler les résultats avec l'audiométrie tonale et de faire une mesure centrale du contrôle d'efficacité prothétique.

Ce test, réalisé par tous les audioprothésistes, est principalement utilisé avec les mots dissyllabiques des listes de Fournier créées en 1951 (Rembaud, 2017). Les travaux d'Annie Moulin ont permis de réactualiser ces listes à partir d'une nouvelle base de données lexicales et intégrant de nouveaux critères (acoustiques, psychométriques et linguistiques).

Quelles différences notables pouvons-nous observer entre ces listes ?

Nous allons détailler dans une première partie l'utilisation des listes dissyllabiques puis les différentes méthodologies utilisées pour leur construction. Dans un second temps, nous essayerons d'apporter des éléments de réponse à notre problématique en nous intéressant aux scores d'intelligibilité de ces listes.

Seuls les tests dissyllabiques seront étudiés dans ce mémoire puisque les autres tests existants sont moins utilisés.



# I/ Partie Théorique

## 1. L'audiométrie vocale

Je vais dans ce chapitre vous présenter les bases de l'audiométrie vocale. Je vais vous expliquer les différents matériaux vocaux utilisés, les différentes conditions de passation de ce test, sa réalisation ainsi que son analyse.

### 1.1. L'histoire de l'audiométrie vocale

Les tests auditifs ont commencé au 19<sup>ème</sup> siècle avec l'acoumétrie

Les premiers tests d'intelligibilité se sont déroulés en 1910 dans les laboratoires Bell et Fletcher.

Les premiers tests appliqués à l'audiologie se sont déroulés en 1946 grâce à Carhart et Miller dans le but de comparer deux appareils auditifs. En effet, après la 2<sup>nd</sup> guerre mondiale il y a eu un nombre élevé de personnes malentendantes et les spécialistes ont cherché un système pour pouvoir mesurer les « restes » auditifs des patients et comparer des aides de correction auditive pour choisir les plus adaptées. C'est ainsi que ce test s'est développé. En France, JE Fournier reprendra les travaux américains pour les adapter en français après la seconde guerre mondiale puis Lafon créera de nouvelles listes. Fournier et Lafon sont les deux bâtisseurs de l'audiométrie vocale qui continuera de se développer avec les travaux de messieurs Dodele, Combescure, Lefevre.

## 1.2. Présentation du matériel vocal

Il existe différentes sortes de listes. Chacune des listes porte un intérêt différent sur la compréhension du patient. Elles se distinguent par les différentes unités phonétiques qui les composent. Il existe trois unités phonétiques différentes : les phrases, les mots et les logatomes.

- **Les phrases**

Il existe des listes où l'unité de mesure est la phrase. C'est un test facile à utiliser, utile pour les personnes âgées car la suppléance mentale est très importante dans ce test. Plus l'unité de mesure est grande, plus la suppléance mentale jouera un rôle dans la répétition et donc moins nous mesurerons la perception auditive. Il existe les listes de phrases de Fournier ou de Combescure. Les facteurs psychologiques tels que la relation entre les mots, jouent un rôle encore plus important pour déterminer le seuil d'intelligibilité. En revanche, ce test donne la possibilité d'introduire l'intonation, les pauses et les fluctuations de niveau, ce qui permet de se rapprocher d'une vraie conversation.

- **Les mots**

Les listes de mots sont une deuxième catégorie. Il existe les listes de mots monosyllabiques (de Fournier ou de Lafon) et dissyllabiques. Cette catégorie regroupe les listes que nous étudions (celle de Moulin et Fournier). Plus le mot est long, plus il est facile de l'identifier donc en variant sa longueur, on modifiera sa difficulté (Egan,1948).

- **Les logatomes**

La troisième catégorie regroupe les listes de logatomes, éléments phonétiques sans signification, qui permettent une meilleure quantification de la compréhension puisque la suppléance mentale n'est pas ou peu utilisée. Le message n'est pas prévisible, n'a pas de sens et n'a donc pas de figure acoustique connue. Le locuteur ne pourra pas mettre d'images sur le mot, il ne fera donc participer que l'écoute. C'est avec ce type de listes qu'on pourra retenir le plus d'éléments pour analyser le test de compréhension du patient. Ce test permet de connaître précisément les phonèmes bien entendus et donc d'avoir une information plus claire sur la discrimination du patient.

### **1.3. Les différentes conditions de passation du test /matériel utilisé**

#### **1.1.1. Le locuteur**

Les listes existent avec des voix féminines et des voix masculines. « Les voix féminines sont moins intelligibles » selon Fournier (1951) ; d'après lui en augmentant d'une octave pour une consonne on note une diminution de l'énergie.

Le timbre de la voix joue aussi sur la compréhension. Les voix timbrées sont plus intelligibles que les voix sourdes.

Le débit vocal est aussi un facteur qui influence la compréhension. Plus le débit est rapide plus la compréhension diminue (Dodele, 2004 ; Miller, 1981). Le fait d'avoir un débit rapide entraîne une compression temporelle du signal. D'après la thèse de C. Jacquier (2008), cette compression provoque une dégradation du temps d'attaque vocal et des transitions phonétiques. Elle montre que les occlusives non voisées sont les plus touchées par cette compression.

### 1.1.2. Listes voix nues ou enregistrées

Les listes peuvent être émises à voix nue ou par voix enregistrées sur CD. En utilisant des voix enregistrées on ne met pas en place l'utilisation de la lecture labiale, la voix sera à la même intensité pour chaque mot d'une même liste donc très régulière. En contrepartie en utilisant la voix nue, on peut ajuster la cadence (pour les enfants ou personnes âgées), et adapter le vocabulaire pour les plus jeunes. Toutefois, le locuteur doit au préalable s'entraîner à la diction et au rythme pour essayer d'être le plus stable possible et utiliser un sonomètre pour mesurer l'intensité de sa voix (Lafon 1964 et Fournier 1951).

### 1.1.3. Champ libre ou casque

L'audiométrie vocale se fait à l'aide d'un casque dans une cabine insonorisée ou en double cabine (notamment pour les examens cliniques). Le gain prothétique vocal s'effectue quant à lui en champ libre avec des enceintes.

## **1.4. Réalisation du test et consignes**

### 1.4.1. Consignes

Ce test consiste à répéter des mots, entendus et compris. Lorsque le test commence, il faut que les consignes soient comprises et répétées : « répétez le mot, même si vous n'avez pas entendu clairement ou si vous ne répétez que la moitié du mot ».

Lorsque nous utilisons les listes dissyllabiques de Fournier, nous présentons des listes de 10 mots à des intensités différentes. Nous commençons avec une forte intensité 90dB SPL et nous comptons le nombre de réponses justes que l'on multiplie par 10, puis on reporte ce pourcentage dans le graphique. Ensuite, nous changeons de listes,

tout en conservant bien le même type de liste, et nous baissons de 10 dB. A chaque changement d'intensité, il faut changer de listes. Ce test se poursuit, toujours par pas de 10dB jusqu'à ce que les listes ne soient plus comprises.

L'unité de ce test est le mot. Ainsi, si le patient répond un mot faux nous le barrons. Nous comptabilisons le nombre de mots justes répétés dans une liste émise à une certaine intensité et nous reportons ce résultat sous forme de pourcentage dans un graphique.

Nous notons le résultat et l'illustrons sous forme d'une courbe dans un graphique, en abscisses nous avons l'intensité en décibel SPL et en ordonnées le pourcentage d'intelligibilité, voir figure 2.

Selon Fournier plusieurs listes sont nécessaires pour chaque intensité afin de faire une moyenne des résultats obtenus.

#### 1.4.2. Notation des résultats

Il y a une certaine notation pour l'écriture de la courbe. Lorsque nous travaillons en conduction aérienne, l'oreille rouge est marquée avec des ronds rouges et lorsque nous travaillons sur l'oreille gauche elle est marquée par des croix bleues.

La **notation au casque** :



Oreille droite



Oreille gauche



Oreille droite + gauche

Figure 1 : Représentation de la notation des résultats.

## 1.5. Analyse des résultats du test

Nous observons sur le graphique ci-dessous un axe intermédiaire qui correspond aux décibels HL.

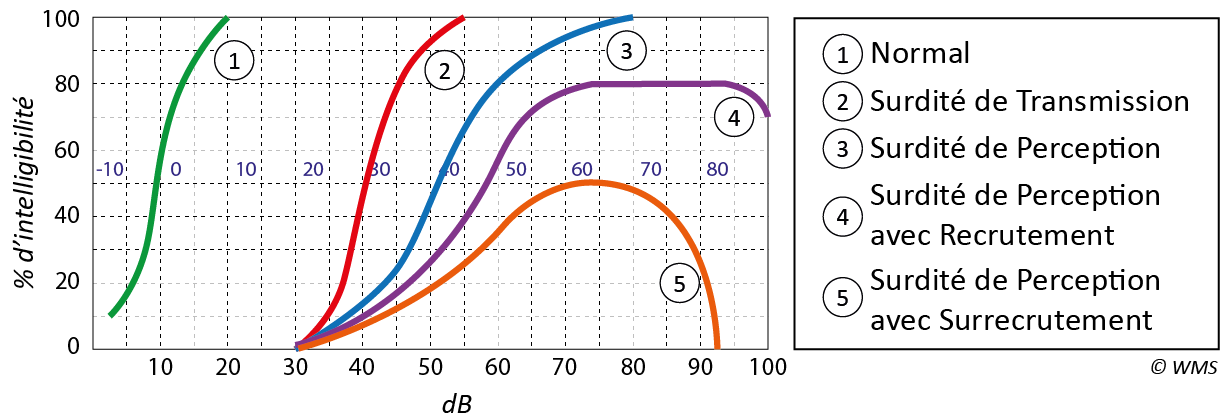


Figure 2 : Graphique représentant les différentes courbes de l'audiométrie vocale (Babin, E. et al., 2014).

Sur le graphique nous repérons la **courbe d'une audition normale (courbe 1)**, c'est-à-dire que le plateau se trouve à 100% d'intelligibilité et nous retrouvons le seuil d'intelligibilité   50% à 0dB HL.

Pour la **courbe numéro 2**, c'est une surdité de transmission, nous l'identifions grâce à la forme de la courbe qui reste la même mais qui est décalée en intensité.

La **courbe numéro 3** correspond à une surdité de perception, la pente de la courbe est différente, mais atteint un plateau de 100%.

Les **courbes numéro 4 et 5** correspondent à une surdité de perception avec du recrutement. Il est plus marqué sur la courbe 5, c'est une courbe en cloche et on peut suspecter des distorsions surpraliminaires (en intensité et en fréquences).

## **2. Influence du contexte et des paramètres individuels sur les scores d'intelligibilité**

Le score d'intelligibilité dépend bien évidemment du degré de surdité mais peut être influencé par d'autres facteurs tel que le contexte du test et les paramètres individuels.

### **2.1. L'impact du contexte dans lequel le test est passé**

Comme le dit Miller (1951), l'intelligibilité implique une discrimination et une identification complexe alors que l'audibilité est simplement une discrimination de présence ou non du signal. On rappelle que la discrimination est la capacité à discerner les phonèmes.

Son étude s'intéresse à quatre contextes d'utilisation du matériel vocal :

- L'influence du choix du matériel vocal utilisé
- L'influence du nombre d'items utilisés
- L'influence du contexte de la phrase
- L'influence de la répétition

Le **choix du matériel vocal utilisé** détermine les résultats du test, Miller observe le Rapport Signal sur Bruit (RSB) pour un score d'intelligibilité égal à 50% et il obtient un score de -14dB pour le discours, -4dB pour les mots et +3 dB pour les mots sans sens. Il en conclut que le score est meilleur avec des phrases qu'avec des mots sans sens. Cette différence entre matériaux est due au fait que certains d'entre eux nécessitent plus d'informations que d'autres.

Le choix du matériel vocal n'est pas le seul facteur qui intervient. La taille du test de vocabulaire influence aussi le résultat c'est-à-dire **le nombre d'items proposés**. Miller fait un test d'intelligibilité avec deux mots et obtient un score de de-18 dB alors qu'avec un test avec 256 mots le RSB sera de -4dB. Nous pouvons en déduire que plus il y a de mots, plus le RSB augmente. Ce n'est donc pas l'élément particulier qui influence le résultat mais plutôt le nombre d'éléments testés. Plus le nombre d'items augmente, plus la quantité d'information augmente, et plus la difficulté de discrimination sera élevée.

Le troisième facteur qui influence le score est **la place du mot dans le test** : si le mot est isolé, il sera plus difficile à comprendre que s'il est entendu dans une phrase. En effet en faisant le test avec des mots isolés, Miller obtient un RSB de +3 dB et pour des mots incorporés dans une phrase, il obtient un score de -3 dB. On en déduit que la suppression du contexte de la phrase modifie le seuil d'intelligibilité.

**L'effet de la répétition** permet d'améliorer le score d'intelligibilité. En effet, en répétant trois fois un mot monosyllabique on a un score amélioré de 2.5dB.

On peut en conclure qu'en fonction du contexte utilisé un mot peut être compris plus ou moins facilement.



## 2.2. Influence des paramètres individuels

L'âge, les fonctions cognitives, l'expérience de vie, le niveau culturel et intellectuel influencent le score d'intelligibilité.

- L'âge

Différentes études, notamment celle de Gordon-Salant (2001), ont montré que l'âge a une incidence sur la compréhension des mots compressés temporellement. En effet les personnes âgées ont plus de mal à traiter les indices acoustiques très brefs et appauvris qui transmettent l'information de la consonne.

- Les fonctions cognitives

Benichov et al (2012) observe que le score d'âge et que le score aux tests cognitifs entraînent un écart significatif sur le seuil de reconnaissance des mots. Il montre que la perte auditive a un rôle sur la reconnaissance des mots mais que son importance varie en fonction du contexte. Plus le contexte est neutre, plus la perte auditive a de l'importance. A l'inverse, dans un contexte plus important l'information sensorielle sera moins essentielle mais les fonctions cognitives et l'âge seront nécessaires pour l'identification du mot.

Les fonctions cognitives (la mémoire et l'attention) aident à déterminer comment une personne comprend dans le bruit.

- Le niveau d'instruction

Plus le patient est instruit, plus il connaîtra les mots et pourra les répéter aisément car il pourra mettre un sens sur ce qu'il entend. Pour une personne avec un niveau d'instruction faible, le test sera plus compliqué car elle ne pourra pas mettre de sens

sur ce qu'elle entend. Un patient avec un bon niveau d'instruction sera moins sensible aux fréquences d'occurrence du langage. De plus l'âge et le niveau d'instruction sont liés, une personne âgée sera plus instruite que lorsqu'elle était plus jeune (Moulin,2016).

### **3. Elaborations de nouvelles listes dues à certains critères**

#### **3.1. Les conditions des listes de Fournier**

Les listes de Fournier ont été créées selon certains critères. Il a d'abord présenté les critères pour que les éléments, c'est-à-dire les unités vocales choisies pour ce test, soient équilibrés et corrects puis les critères pour que la liste, elle-même, soit équilibrée.

- Les conditions pour que les éléments d'une liste soient équilibrés
- Les éléments sans signification ne doivent être composés que de phonèmes empruntés à la langue parlée par le sujet de l'expérience.
- Les éléments sans ou avec signification doivent être d'égale composition phonétique c'est-à-dire comporter le même nombre de phonèmes ou de syllabes.
- Les éléments sans ou avec signification ne doivent prêter à aucune équivoque gênante.
- Les éléments avec signification doivent être de prononciation fixe.
- Les éléments avec signification doivent être connus du sujet et faire partie de son vocabulaire habituel.

- Les conditions à remplir pour les listes

- Dans chaque liste, tous les phonèmes dont se compose le langage parlé doivent être représentés.

- Dans chaque liste, les différents phonèmes doivent se trouver dans la même proportion que dans la langue parlée.

- La difficulté moyenne des éléments de chaque liste doit être constante. De plus, la répartition des éléments à l'égard de leur caractère facile ou difficile doit être la même dans toutes les listes

Si on regarde les conditions établies par J.E. Fournier pour équilibrer les listes entre elles et les éléments de chaque liste, on remarquera que toutes ces conditions ne peuvent pas être respectées. JE Fournier dit lui-même que la proportion des phonèmes dans ses listes n'est pas la même que dans la langue parlée, et que tous les phonèmes ne sont pas dans les listes comme les [ll] ou [oin].

### **3.2. Création des listes de Lafon**

Lafon a soulevé plusieurs problèmes avec l'utilisation des listes de Fournier, notamment dus au vocabulaire appauvri de la population. Cela l'a conduit à créer en 1964 ses listes avec un vocabulaire plus accessible. Il se rend compte alors que le problème de compréhension est résolu mais que l'analyse des listes est toujours restreinte. Lafon a ensuite créé des listes en essayant de construire celles-ci pour que tous les phonèmes de la langue soient représentés dans la liste, et non pas dans un élément de la liste. Lafon a construit des listes de phrases, de mots et de logatomes.

Lafon fait ressortir deux notions : le langage et la langue. Si on veut tester le langage il faut s'appuyer sur les transitions phonétiques alors que pour la langue on s'appuie sur les phonèmes. Il construit ainsi la liste de logatomes pour se référer à la langue. C'est ainsi que les listes de logatomes, une succession de voyelles consonnes, ont été créées pour des mesures électro-acoustiques.

Pour tester le langage, Lafon a créé des listes de mots. Il choisit les mots avec une structure phonologique la plus courte possible, pour que la suppléance mentale impacte le moins possible le résultat, mais tout en ayant le plus de transition phonétique. Il opte donc pour des mots monosyllabiques, à trois phonèmes et quatre transitions phonétiques. Pour ces listes de mots, le choix des mots va se faire en fonction du phonème hautement caractéristique et de la disponibilité du mot, deux notions que l'on abordera plus tard. La quantité d'information dans ses mots s'appuie majoritairement sur les consonnes à 72% puis sur les voyelles à 25%.

Lafon et Annie Moulin vont s'appuyer sur des notions communes pour faire leurs listes. Ils s'intéresseront tous deux à deux critères importants :

### 3.2.1. La disponibilité du mot

Cette notion concerne la facilité à utiliser un certain mot dans la vie quotidienne. Il existe les mots disponibles et les mots rares. Les mots disponibles sont les mots que l'on peut reformuler plus facilement. Ce sont les mots qui représentent des choses que l'on utilise couramment donc que nous avons l'habitude d'employer. Les mots rares sont au contraire les mots que l'on utilise moins souvent, qui nous viennent moins spontanément. La connaissance joue sur la disponibilité des mots. Une personne peu

cultivée percevra les mots disponibles comme des mots rares. Il est nécessaire que les mots choisis soient situés entre ces deux groupes de mots. Lafon et Moulin utilisent notamment des dictionnaires pour enfants afin de sélectionner du vocabulaire simple.

Pour distinguer ces deux groupes, Lafon utilise un test chez les adultes et un autre chez les enfants. Les mots connus chez les enfants de 3 ans, provenant de classes sociales différentes, sont considérés comme les mots les plus connus tandis que les mots connus seulement chez les adultes sont les mots rares.

Pour construire ces listes Lafon a donc dû trouver des mots courants mais entre les mots rares et disponibles pour que la connaissance et la disponibilité du mot n'impactent pas le résultat.

### 3.2.2. Le phonème hautement caractéristique

Le phonème caractéristique est le phonème permettant de faire la différence entre les mots d'un même groupe. Le phonème hautement caractéristique est le phonème qui va permettre de faire la distinction entre plusieurs mots.

Pour rechercher les phonèmes caractéristiques des mots, Lafon utilise plusieurs groupes. Il regroupe tous les mots possédant deux phonèmes identiques situés à la même place dans le mot.

1 <sup>er</sup> Phonème	2 <sup>ème</sup> Phonème	3 <sup>ème</sup> Phonème
Variable	Identique	Identique
Identique	Variable	Identique
Identique	Identique	Variable

Il ne garde que les groupes possédant au moins cinq mots différents. A partir de cette base là il construit quatre listes différentes : cochléaire, de recrutement, de balayage et d'intégration.

### **3.3. Conditions de Moulin**

Pour construire de nouvelles listes, A.Moulin et son équipe se sont basés sur des critères acoustiques (le spectre), des critères linguistiques (FO et VPHF), et des critères psychométriques (courbes sur normo-entendant, et indice de suppléance mentale), pour construire de nouvelles listes.

#### **3.3.1. Les fréquences d'occurrence**

Annie Moulin s'est aidée de critères linguistiques impliqués dans la reconnaissance auditive des mots qui n'ont été mis en avant qu'après la création des listes de Fournier et de Lafon. Elle s'est aidée notamment de la fréquence de voisinage et de la fréquence d'occurrence pour pouvoir équilibrer ses listes.

La fréquence d'occurrence d'un mot est la fréquence d'apparition d'une unité linguistique dans un corpus. Un mot est d'autant plus facile à répéter qu'il possède une grande fréquence d'occurrence. Celle-ci varie entre 0 et 25983 occurrences par million de mots.

Elle s'est aidée des travaux sur le recensement de la langue française pour se baser sur les nouvelles fréquences d'occurrences du français parlé actuel et d'une nouvelle base de mots dissyllabiques utiles pour ses listes. Cette base lexicales 3.8 a été écrite à partir de sous titrages de films.

Annie Moulin et al ont d'abord étudié les listes de Fournier et de Lafon. Elle a observé que les mots appartenant aux listes de Lafon avaient une fréquence d'occurrence qui

variait de 0 à 7000 mots par million avec une médiane par liste qui variait elle de 4.5 à 92 mots par million et une dispersion de 140 à 7000. Les voisins phonologiques de chaque liste variaient aussi de 7 à 80. Les listes de Fournier montraient un écart encore plus important mais avait une fréquence d'occurrence moins importante que les listes de Lafon (MOULIN et al 2013).

### 3.3.2. Les Voisins Phonologiques de Haute Fréquence (VPHF)

Nous avons vu le premier critère linguistique, les fréquences d'occurrence, nous allons maintenant étudier le deuxième : les Voisins Phonologiques (VP) de Haute Fréquence (VPHF).

Les voisins phonologiques d'un mot sont tous les mots dont un phonème a été enlevé, rajouté ou encore remplacé par un autre phonème dans le mot étudié. Les voisins phonologiques de haute fréquence, sont les voisins phonologiques avec une fréquence d'occurrence plus importante que le mot étudié. Le VPHF permet de donner un degré de difficulté aux listes ; en effet plus les VP sont nombreux, plus la liste est difficile. Et ce d'autant plus que ses VPHF sont nombreux. A. Moulin et son équipe ont pu remarquer que les listes cochléaires de Lafon avaient un nombre de VP importants car Lafon voulait que le patient entende tous les phonèmes du mot. Ainsi les VP étaient nombreux et la suppléance mentale moins importante. Les listes de Fournier montraient quant à elles une dispersion du VPHF très variable selon les listes.

Sur la base de ces facteurs linguistiques, les listes de Lafon paraissent donc plus équilibrées que celles de Fournier.

### 3.3.3. Critères psychométriques des courbes et l'indice de suppléance mentale

Pour la création de ses listes A. Moulin s'est aidée de la fréquence d'occurrence, du voisinage phonologique de chaque mot ainsi que des compositions phonémiques et sémantiques. Lorsqu'elle a terminé de retenir les mots pour ses listes, elle les a enregistrés en studio. Ils ont été égalisés en niveau sonore. A. Moulin a fait une étude sur des patients normo-entendants pour construire les courbes psychométriques de chaque mot, et obtenir alors le score de suppléance mentale.

Sur ces courbes elle a observé la pente et le seuil d'intelligibilité des listes avec une première analyse en phonèmes, et une seconde en mots. La différence des résultats de ses deux analyses lui a permis de calculer un indice de suppléance mentale (ISM) variant de 0.5 à 12.1dB.

L'ISM dépend de la longueur du mot. Pour un logatome il sera très bas tandis que pour une phrase il sera beaucoup plus grand. La suppléance mentale connaît une variabilité inter-individuelle.

Ce dernier a permis de valider la sélection finale de 214 mots plus homogènes, ayant un ISM inférieur à 8 et une pente comprise entre 7 et 18 %. Les listes ont été créées à partir de 15 critères (dont la moyenne, la médiane et les quartiles) afin de permettre un équilibrage en difficulté de chacune d'elle (RICHARD, 2014).



## II/ Matériel et méthodes

### 1. Choix des sujets testés

Pour notre étude nous avons constitué deux groupes. Le premier groupe est composé des patients nouvellement appareillés (le groupe témoin) et le second regroupe les patients appareillés depuis plus d'un an.

Les patients étaient inclus dans notre étude s'ils répondaient aux différents critères présentés ci-dessous :

- Nos patients devaient être âgés de 60 à 82ans.
- Ils ne devaient pas présenter pas de troubles cognitifs, de maladies chroniques invalidantes, de troubles praxiques.
- Ils ne devaient pas présenter de troubles visuels de types DMLA, glaucome.
- Ils devaient avoir une perte d'audition symétrique bilatérale.
- Ils devaient être natifs de France. La langue française devait être leur langue principale.

Pour nos tests, nous étions cinq stagiaires du groupe Audition Conseil a effectué nos tests dans cinq centres différents ; nous avons ainsi pu tester un plus grand nombre de patients. Nous avons au départ 72 patients qui ont effectué les premières mesures, mais certains ne sont pas venus à tous les rendez-vous. Finalement, mon étude s'appuie donc sur les résultats de tests de 63 patients.

Dans mon premier groupe, nous avons pu tester treize patients ayant une moyenne d'âge de 74(+/- 3,7) ans et une perte auditive moyenne de 42dB (44dB oreille droite et 40dB oreille gauche). Ce groupe se compose de six femmes et sept hommes.

Dans mon deuxième groupe, nous avons pu tester cinquante patients ayant une moyenne d'âge de 71(+/- 5,3) ans et une perte auditive moyenne de 45,5dB (46dB oreille droite et 45dB oreille gauche). Ce groupe est composé de vingt-trois femmes et vingt-sept hommes.

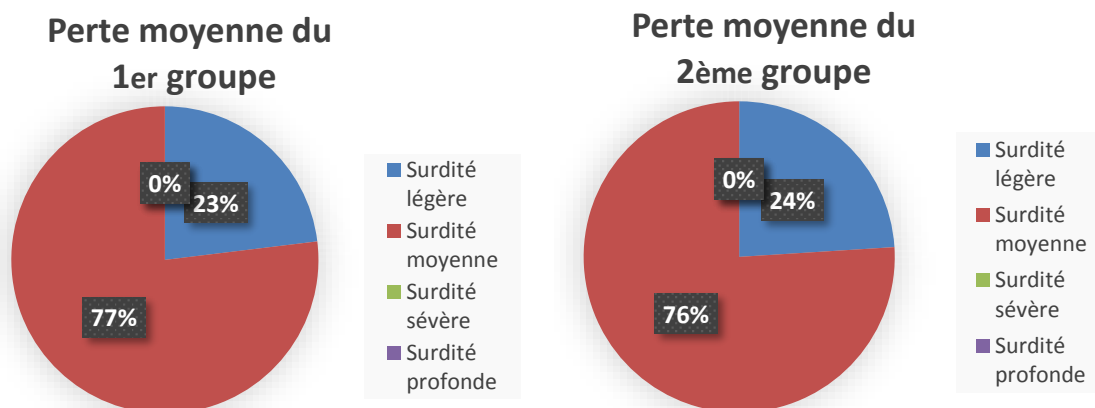


Figure 3 et 4 : Représentation de la perte auditive moyenne de notre population.

Les patients du 1<sup>er</sup> groupe ont majoritairement des appareils milieu de gamme (54%), 38% ont du haut de gamme et 8% de l'entrée de gamme. Dans le 2<sup>ème</sup> groupe les patients ont aussi majoritairement du milieu de gamme, (60% des patients), 28% ont du haut de gamme et 12% de l'entrée de gamme.

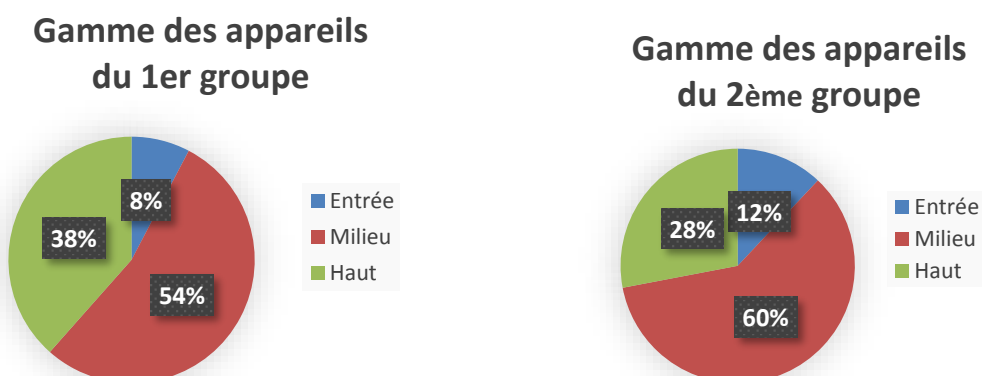


Figure 5 et 6 : Représentation de la gamme des appareils des patients de cette étude

## **2. Matériel et tests utilisés**

Dans le cadre de cette étude les patients sont venus à J0, puis un mois après, à J1. Pour les patients du 1<sup>er</sup> groupe J0 est le jour de l'adaptation des appareils, pour les patients du 2<sup>ème</sup> groupe il s'agit d'un rendez-vous de contrôle. Les tests se sont déroulés en trois étapes : les questionnaires, les tests cognitifs et les audiométries vocales. Chacun de ces tests a été réalisé à J0 puis à J1.

### **2.1. Questionnaires**

Six questionnaires différents ont été proposés : un questionnaire médical, le SF12, le SSQ15, le test d'effort d'écoute, le mini GDS et le Mill Hill.

Le questionnaire médical nous a permis de recueillir des renseignements personnels (âge, profession, sexe), médicaux (état de santé général), audiolinguistiques (traumatismes auditifs, acouphènes, équilibre, audiométrie vocale) et des renseignements concernant les appareils du patient (gamme, gain, data logging).

Le test du SF12 (Short Form 12) est une version simplifiée du SF36. Le SF36 a pour origine le test de la Medical Outcome Study. Le SF12 un test auto administré de 12 questions qui nous permet de mesurer la qualité de vie du patient (santé physique, émotionnelle et sociale) à l'aide de mesures quantitatives.

Le SSQ15 (une version courte du SSQ49), Speech Spatial Qualities of hearing scale, est un test qui a été élaboré par Noble et Gatehouse (2004). Il nous a permis de recueillir des informations sur la capacité d'écoute dans différentes situations.

Le test d'effort d'écoute c'est-à-dire l'EAS français (Effort Assessment Scale) tiré de l'étude d'ALHANBALI et al (2017) est une liste de 10 questions permettant de recueillir l'effort d'écoute dans différentes situations. Il a été ensuite simplifié et traduit par A. Moulin.

Le mini GDS (Geriatric Depression Scale) est un test à 4 questions permettant d'évaluer l'état psychologique du patient. C'est un outil de dépistage de la dépression.

Le Mill Hill est un test de vocabulaire réalisé par Raven en 1948 et adapté en français par J.J. Deltour. Le principe du test est de trouver le synonyme d'un mot clé parmi 6 mots. Il permet ainsi de mesurer l'intelligence verbale.

## **2.2. Tests Cognitifs**

Au cours de cette seconde étape, quatre tests ont été réalisés : le test de MoCA, le reading span, les cubes de Corsi et le test de symboles.

Le test de MoCA, Montreal Cognitive Assesment, créé par Nasreddine et al. en 2005 permet d'évaluer les dysfonctionnements cognitifs légers. Il évalue en particulier l'attention, la concentration, les fonctions exécutives, la mémoire à court terme, le langage, le calcul et les capacités visuospatiales.

Le reading span test, créé par Daneman et Carpenter en 1980, permet de tester la mémoire de travail. Pour cette épreuve le patient doit lire une série de phrases tout en mémorisant le dernier mot de chacune d'elles et doit reciter ces mots à la fin de la série.

L'épreuve de Corsi, développée par Corsi en 1972, s'intéresse à la mémorisation de séquences. Cette épreuve permet de tester la mémoire de travail dans ces aspects visuo-spatiaux et de déterminer l'empan visuo-spatial.

Le test de symboles fait partie du WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale) qui est un test du Quotient Intellectuel. Il évalue la vitesse de traitement de l'information, on peut analyser le repérage et l'analyse visuelle de formes graphiques complexes.

### **2.3. Audiométrie vocale**

Pour ce test, nous avons utilisé :

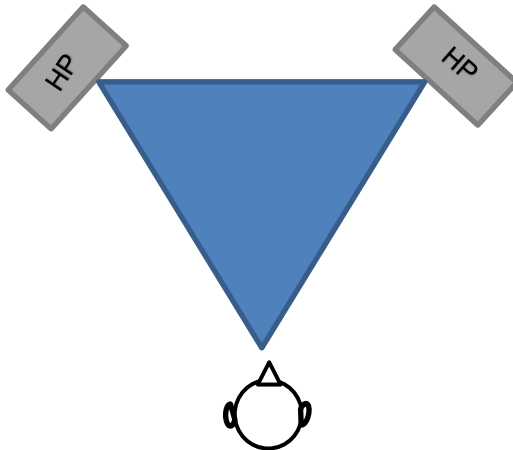
- 2 enceintes
- Le logiciel Audacity
- 12 listes dissyllabiques de Fournier et 12 listes d'Annie Moulin en vitesse normale
- 12 listes dissyllabiques de Fournier et 12 listes d'Annie Moulin en vitesse accélérée (la vitesse multipliée par racine de deux,  $v*\sqrt{2}$ )
- Un Bruit de type cocktail party
- Une échelle d'effort d'écoute sur fiche bristol

Les hauts parleurs étaient disposés de chaque côté du patient à 30 degrés et les listes étaient diffusées à un niveau constant de 60dB SPL. Cela correspond donc à 63dB SPL au niveau des oreilles du patient puisqu'il y avait 2 hauts parleurs avec un bruit de type cocktail party qui variait selon les listes.

Les listes de Fournier sont avec des voix masculines tandis que celles de Moulin sont avec des voix féminines.

Les listes dissyllabiques de Fournier sont composées de 40 listes de 10 mots. Ce sont des listes composées uniquement de substantif masculin et chaque mot est introduit par l'article « le ». Les mots se terminent tous par un son de voyelle.

Les listes d'A.Moulin sont des listes dissyllabiques, il n'y a pas d'article devant chaque nom. Ce sont des mots masculins. Les listes restent confidentielles je ne pourrai donc pas en dire plus.



*Figure 7 : Disposition du patient et du matériel pour les tests vocaux*

### **3. Procédure de passation des tests**

Dans cette partie j'aborderai seulement les tests vocaux qui sont le cœur de cette étude. Avant de commencer le test, nous avons effectué une otoscopie pour vérifier qu'il n'y avait pas de problème au niveau de l'oreille externe pouvant impacter nos résultats. Nous vérifions aussi les appareils des patients pour s'assurer de leur bon fonctionnement.

Les listes étaient testées dans 12 conditions différentes avec les deux types de listes ; soit un total de 24 listes testées dans trois situations différentes :

- Situation 1 : La parole et le bruit sortaient en même temps dans chaque enceinte ; on appellera cette situation « diotique ».
- Situation 2 : La parole sortait de l'enceinte gauche et le bruit de l'enceinte droite ; on appellera cette situation « dichotique ».
- Situation 3 : La parole sortait de l'enceinte droite et le bruit de l'enceinte gauche ; on appellera cette situation « dichotique inversé ».

Pour la situation 1 les listes étaient testées soit avec un Rapport Signal sur Bruit (RSB) égal à +3, soit avec un RSB égal à 0. Pour chaque RSB les listes étaient diffusées soit en vitesse normale soit en vitesse accélérée.

Pour la situation 2, les listes étaient émises avec un RSB égal à 0 ou -3, puis soit en vitesse accélérée soit en vitesse normale.

Pour la situation 3, les listes étaient diffusées dans les mêmes conditions qu'en situation 2 c'est-à-dire avec un RSB égal à 0 ou -3 en vitesse accélérée ou normale.

La figure présentée ci-après permet d'illustrer et synthétiser ces trois situations.

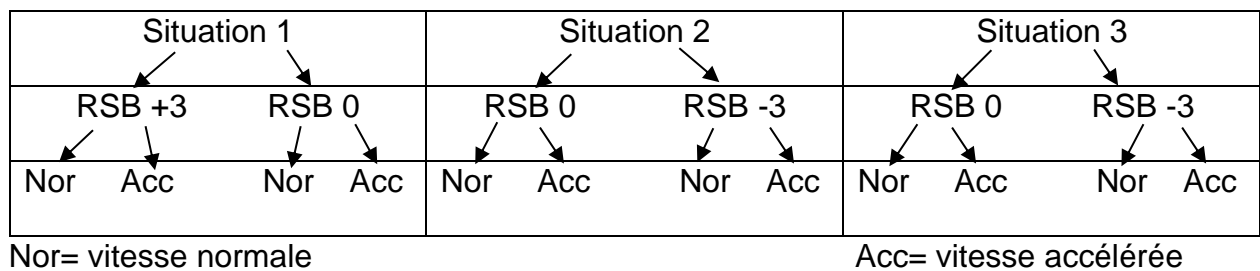


Figure 8 : Représentation des différentes situations de passation de test

Une fiche de passation de chaque liste a été établie par A. Moulin pour chaque centre afin que toutes les différentes combinaisons entre les nouvelles listes et celles de

Fournier soient représentées de manière équivalente en prenant compte les cinq centres. Nous alternions toujours une liste de Fournier et une liste d'Annie Moulin. Nous notions ce que le patient répétait à chaque fin de mot afin de pouvoir comptabiliser le résultat en phonèmes, syllabes ou mots.

A la fin de chaque condition et liste, nous demandions l'effort d'écoute réalisé par le patient sur une échelle visuelle analogique de 0 à 10. Cela nous a permis d'évaluer la difficulté éprouvée par le patient pour chaque modalité c'est-à-dire son effort d'écoute.



### III/ Résultats

#### 1. Corrélation entre les deux listes puis étude des relations à J0 et J1 des listes pour chaque condition.

Pour cette première partie nous voulons savoir si les données provenant de chacune des listes sont comparables. Pour l'étude de corrélation des listes nous allons utiliser un test paramétrique. Comme les données sont des valeurs quantitatives, nous allons utiliser la corrélacion linéaire simple de Pearson.

Pour cette étude toutes les valeurs sont indépendantes, le nombre de sujet étant important (N=63 pour la 1<sup>ère</sup> partie et N=50 pour la 2<sup>ème</sup>) nous supposons que la distribution suit la loi normale d'après le théorème central limite.

Les hypothèses sont :

H0 = Il n'y a pas de relation entre les variables X et Y, la relation est due au hasard.

H1 = La relation entre X et Y n'est pas due au hasard, il existe une relation entre ces variables.

### 1.1. Corrélation entre les listes d'A.Moulin et Fournier

Soit X = Intelligibilité des mots de Fournier et Y= Intelligibilité des mots de Moulin.

		intelligibilité mots F
intelligibilité mots M	Pearson's r	0,865
	p-value	< .001

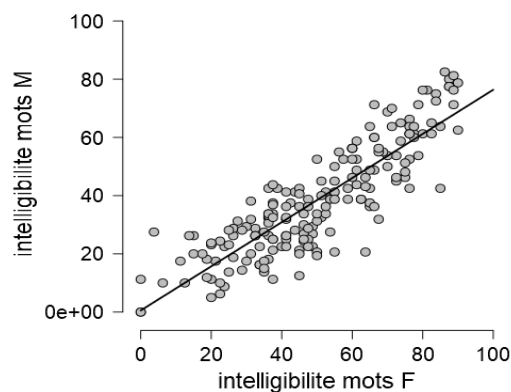


Figure 9 : Corrélation entre les moyennes d'intelligibilité de Fournier et de Moulin.

L'analyse des données montre qu'il existe une relation linéaire forte et positive entre la moyenne d'intelligibilité des listes de Fournier et de Moulin puisque H0 est rejetée (r de Pearson =0,865 ;  $p < 0,001^{***}$ ). Le fait que les résultats de chaque liste soient corrélés nous permettent de dire que les deux tests permettent d'obtenir des scores comparables.

## 1.2. Corrélation entre J0 et J1 pour chaque condition entre les listes de Fournier et d'A.Moulin

Nous allons dans un premier temps étudier la corrélation entre les résultats à J0 et J1 pour les listes de Fournier et Moulin, puis plus en détail, pour les conditions diotique, dichotique inversé et dichotique.

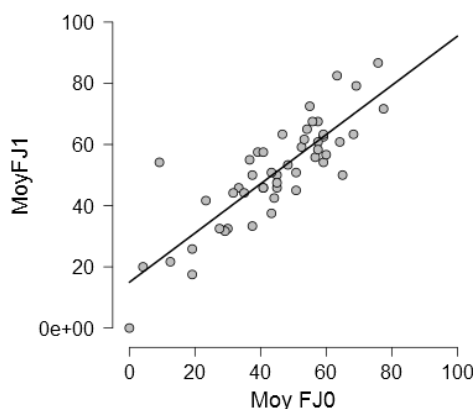
Nous allons étudier dans cette partie que les patients du 2<sup>ème</sup> groupe (déjà appareillés depuis plus d'un an). Nous aurons ainsi une population de 50 patients (N= 50).

- **Corrélation entre J0 et J1 pour chacune des listes**

Maintenant que nous avons pu vérifier que les résultats aux listes de Fournier et Moulin étaient corrélées, nous allons analyser la corrélation des résultats d'intelligibilité entre les listes de Fournier à J0 et à J1 puis nous ferons la même chose avec les listes d'A.Moulin.

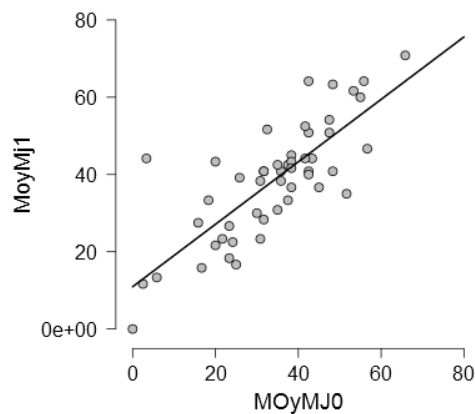
X= Intelligibilité moyenne à J0

Y= Intelligibilité moyenne à J1



		<b>Moy FJ0</b>
MoyFJ1	Pearson's r	<b>0,845</b>
	p-value	< .001

Figure 10 : Corrélation entre les moyennes d'intelligibilité de Fournier à J0 et J1.



		MoyM J0
MoyM J1	Pearson's r	0,787
	p-value	< .001

Figure 11 : Corrélation entre les moyennes d'intelligibilité de Moulin à J0 et J1.

L'analyse des données montre qu'il existe une relation très forte entre les résultats à J0 et J1 pour les listes de Fournier ( $r = 0,845$  ;  $p < 0,001$ ) et pour celles de Moulin ( $r$  de Pearson =  $0,787$  ;  $p < 0,001$ ). On peut donc en conclure que les données à J0 et à J1 sont comparables.

Les résultats montrent une corrélation plus forte pour les listes de Fournier par rapport à celle de Moulin, mais cette différence reste faible.

- **Corrélation entre chaque liste entre J0 et J1 pour chaque liste et chaque condition.**

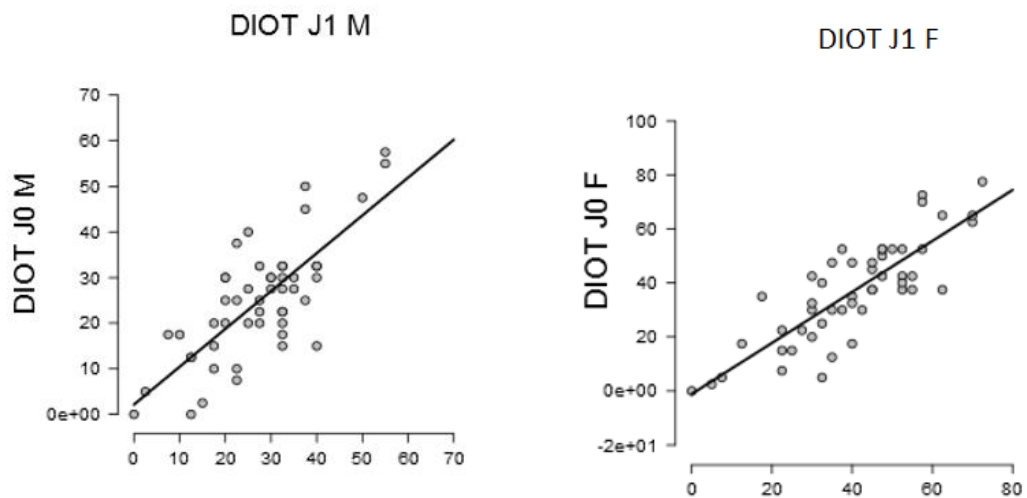
Nous allons mesurer l'association entre 2 variables quantitatives. Nous allons étudier la relation entre les moyennes des scores d'intelligibilité des listes pour chaque condition à J0 et à J1 pour les listes de Fournier puis pour les listes d'A. Moulin.

X= Intelligibilité moyenne à J1

Y= Intelligibilité moyenne à J0

En condition diotique,

		DIOT J0 F	DIOT J0 M
DIOT J1 F	Pearson's r	0,831	
	p-value	< .001	
DIOT J1 M	Pearson's r		0,76
	p-value		< .001

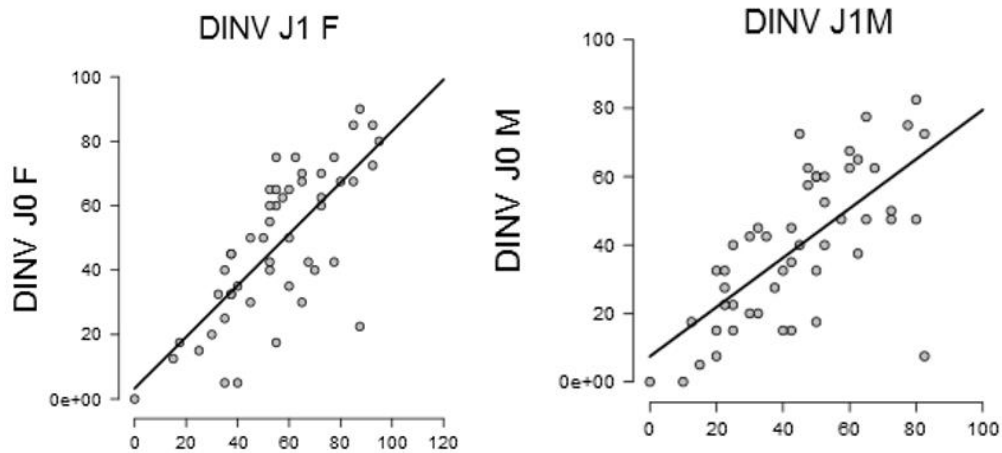


*Figure 12 et 13 : Corrélation des variables X et Y pour les listes de Fournier (à gauche) et les listes de Moulin (à droite) en condition diotique.*

En condition diotique, on observe une corrélation positive entre J0 et J1 et significative pour Fournier ( $r=0,831$  ;  $p<0,001$ ) et pour Moulin ( $r=0,76$  ;  $p<0,001$ ).

En condition dichotique inversé,

		DINV J0 F	DINV J0 M
DINV J1 F	Pearson's r	0,744	
	p-value	< .001	
DINV J1M	Pearson's r		0,688
	p-value		< .001



*Figure 14 et 15 : Corrélation des variables X et Y pour les listes de Fournier (à gauche) et les listes de Moulin (à droite) en condition dichotique inversé.*

En condition dichotique inversé, on observe une liaison linéaire forte entre J0 et J1 pour Fournier ( $r=0,744$  ;  $p<0,001$ ) et pour Moulin ( $r=0,688$  ;  $p<0,001$ ).

En condition dichotique,

		DICH J0 F	DICH J0 M
DICH J1 F	Pearson's r	0,83	
	p-value	< .001	
DICH J1 M	Pearson's		0,778
	p-value		< .001

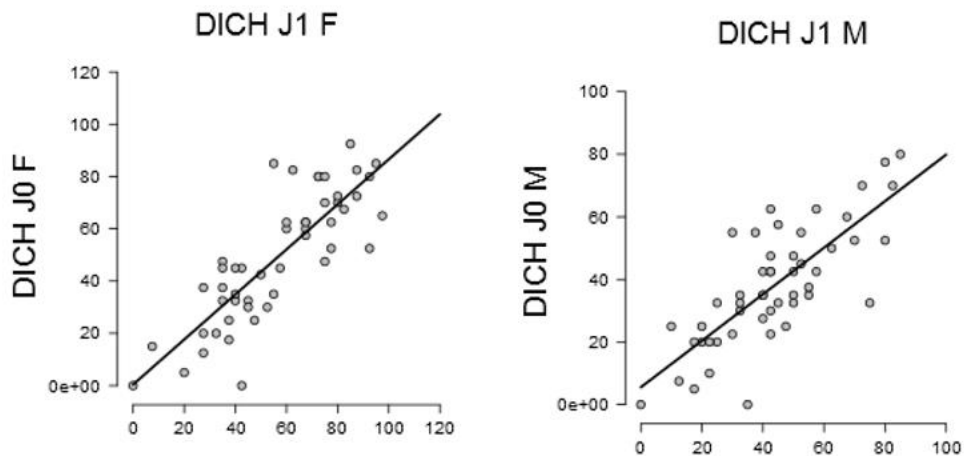


Figure 16 : Corrélation des variables X et Y pour les listes de Fournier (à gauche) et les listes de Moulin (à droite) en condition dichotique.

En condition dichotique, on observe une relation forte entre J0 et J1 pour Fournier ( $r=0,83$  ;  $p<0,001$ ) et pour Moulin ( $r=0,778$  ;  $p<0,001$ ).

Pour chaque condition, la corrélation entre J0 et J1 est plus forte avec les listes de Fournier qu'avec celles de Moulin. On observe aussi que ces relations sont plus fortes pour les conditions dichotique et diotique plutôt que pour la condition dichotique inversé.

## **2. Différences entre les résultats obtenus avec les listes de Fournier et A.Moulin pour chaque condition**

Pour l'analyse des données, des parties 2 et 3, nous avons fait une ANOVA à 1 facteur. Etant donné le nombre important d'échantillons, d'après le théorème central limite on peut considérer que la distribution de cette somme est approximativement une distribution normale. Ce sont des échantillons indépendants issus d'une même population.

On s'intéresse pour cette partie aux scores d'intelligibilité des 2 listes, nous cherchons à savoir s'il existe une différence significative entre ces scores.

H0 = Les moyennes pour chaque liste ne sont pas différentes.

H1 = Les moyennes pour chaque liste sont différentes.

Conditions	Moyenne	Ecart type	Effectif N	F	p
F	50,05	21,47	189	30,98	< .001
M	38,5	18,81	189		

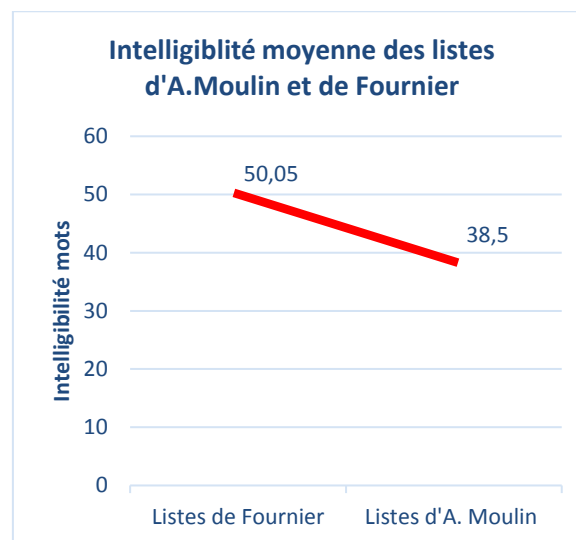


Figure 17 : Représentation de la différence des moyennes d'intelligibilité entre les listes de Fournier et d'A.Moulin.



L'analyse de variance aux groupes indépendants met en évidence que le score d'intelligibilité des mots entre les listes de Fournier et Moulin est significatif ( $F(1,376) = 30,98$  ;  $p < 0,001$ ). L'effectif (N) est de 189 car nous avons fait la moyenne des résultats des conditions diotique, dichotique et dichotique inversé.

On remarque que le pourcentage moyen d'intelligibilité des listes de Fournier est supérieur à celui des listes de Moulin. On va donc chercher maintenant si pour chaque condition cette différence est significative et les différences entre chacune d'elles.

Conditions	Moyenne	Ecart type	Effectif N	F	p
DICHMOYF	55.75	22.988	63	10,49	0,002
DICHmoyM	43.45	19.512	63		
DINVmoyF	55.00	21.205	63	7,649	0,007
DINVmoyM	44.70	20.585	63		
DIOMoy F	39.40	15.696	63	28,32	< .001
DIOmoyM	27.33	8.825	63		
NOR F	56.81	17.79	63	16,92	< .001
NOR M	43.97	17.25	63		
RAC F	43.29	16.48	63	13,66	< .001
RAC M	33.12	14.33	63		

L'analyse des variances montre que pour toutes les conditions, la différence de score d'intelligibilité entre les listes de Fournier et de Moulin est statistiquement significative, en condition diotique  $F(1,124) = 28,32$  ;  $p < 0,001$ , en condition diotique inversé  $F(1,124) = 7,64$  ;  $p = 0,007$ , en condition dichotique  $F(1,124) = 10,49$  ;  $p = 0,002$ , en condition vitesse normale  $F(1,124) = 16,92$  ;  $p < 0,001$  et en condition vitesse accélérée  $F(1,124) = 13,66$  ;  $p < 0,001$ .

On observe que le pourcentage d'intelligibilité en condition diotique et vitesse accélérée est plus bas, quels que soit le type de listes, que pour les autres conditions.

Les différences de scores sont le plus marquées en condition vitesse normale (12,84).

On constate que le score d'intelligibilité est toujours plus bas pour chaque condition avec les listes de Moulin.

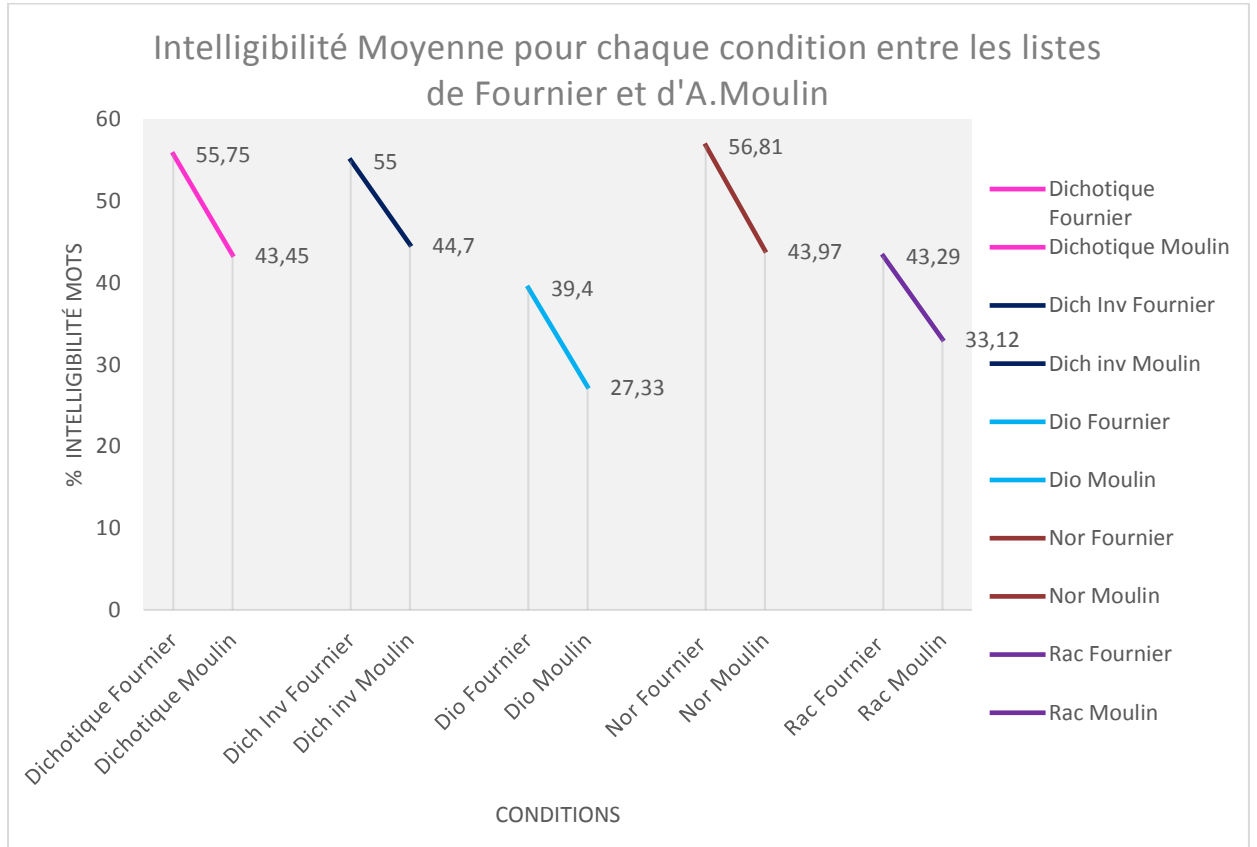


Figure 18 : Représentation des différences des moyennes d'intelligibilité dans chaque condition entre les listes d'A.Moulin et de Fournier.

### **3. Analyse de l'effort d'écoute en fonction du type de liste utilisé et en fonction de chaque condition**

On se focalise pour cette partie aux scores d'effort d'écoute de chaque liste, nous cherchons à savoir s'il existe une différence significative entre ces scores.

H0 = L'effort d'écoute ne diffère pas en fonction de la liste utilisée.

H1 = L'effort d'écoute est différent pour chaque liste.

Conditions	Moyenne	Ecart type	Effectif N	F	p
F	6.123	2.075	189	10.71	0.001
M	6.788	1.865	189		

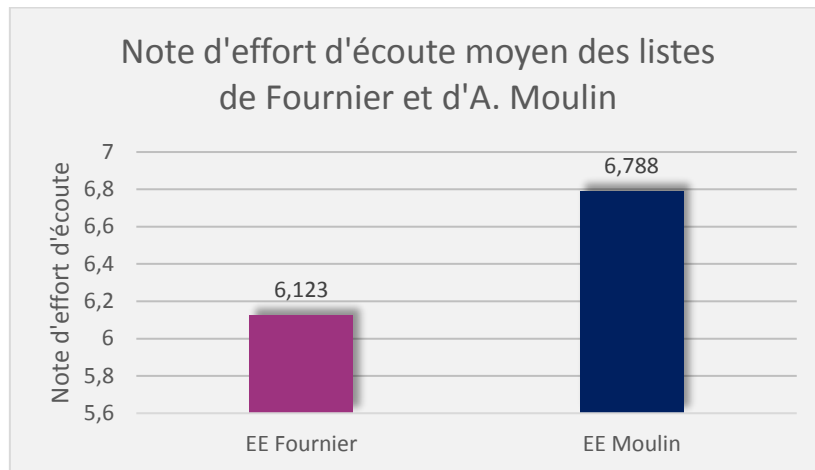


Figure 19 : Histogramme représentant la différence entre les notes d'effort d'écoute des listes de Fournier et de Moulin.

L'analyse de variance de l'effort d'écoute en fonction des listes montre que la différence est significative  $F(1,376) = 10,71$  ;  $p=0,001$ . On note que l'effort d'écoute est plus important pour les listes de Moulin avec une moyenne de 6,8 contre une moyenne de 6,1 pour les listes de Fournier.

Conditions	Moyenne	Ecart type	Effectif N	F	p
EE DICH F	5.670	2.241	63	3,263	0,073
EE DICH M	6.334	1.873	63		
EE DINV F	5.926	2.158	63	2,339	0,129
EE DINV M	6.493	2.004	63		
EE DIOT F	6.775	1.642	63	7,509	0,007
EE DIOT M	7.536	1.470	63		
EE NOR F	5,533	1,878	63	6,451	0,012
EE NOR M	6,339	1,68	63		
EE RAC F	6.714	1.742	63	3,06	0,083
EE RAC M	7.236	1.608	63		

L'analyse de variance aux groupes indépendants met en évidence que l'effort d'écoute fourni pour les listes de Fournier et de Moulin est significativement différent en condition diotique ( $F(1,124) = 7,5 ; p=0,007$ ) et en condition de vitesse normale ( $F(1,124) = 6,45 ; p=0,012$ ).

On remarque que pour les autres conditions l'effort d'écoute fourni n'est pas différent selon le type de liste (situation dichotique  $F(1,124) = 3,26 ; p= 0,073$ , situation dichotique inversé  $F(1,124) = 2,34 ; p=0,129$ , vitesse accélérée  $F(1,124) = 3,06 ; p=0,083$ ). On constate aussi que pour toutes les conditions, l'effort d'écoute est plus important avec les listes d'A.Moulin. On remarque que l'effort d'écoute le plus important est en condition diotique pour les listes de Fournier et Moulin.

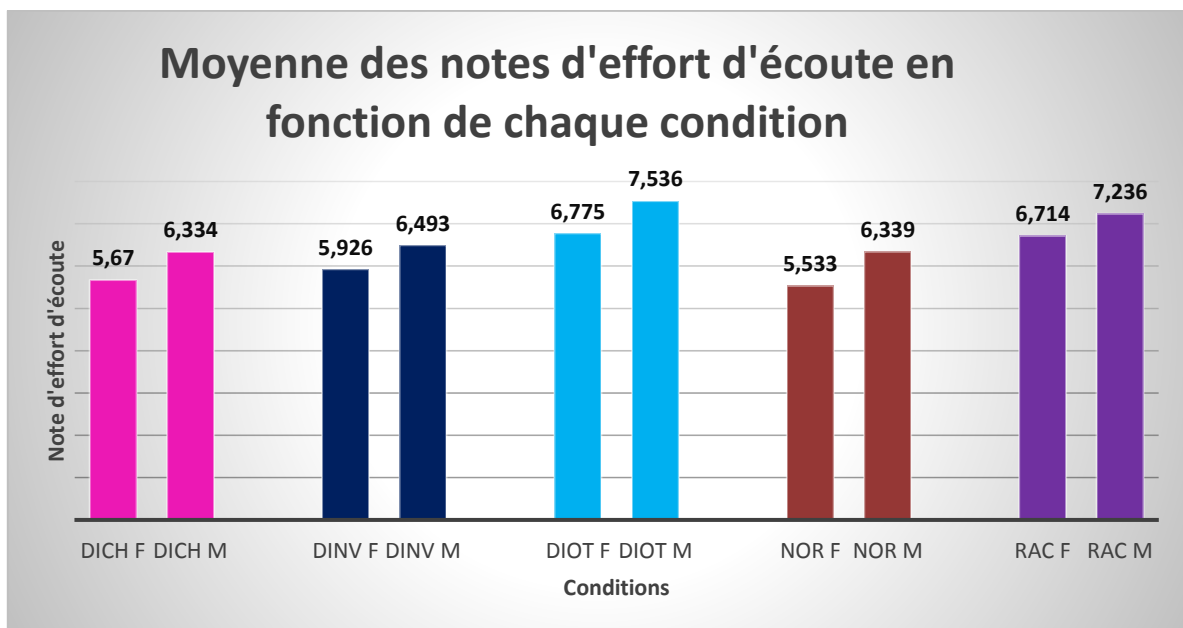


Figure 20 : Graphiques représentant les moyennes des notes d'effort d'écoute pour chaque condition

## IV/ Discussion

Nous avons dans un premier temps étudié l'évolution des scores d'intelligibilité à un intervalle de temps différent pour les listes de Fournier puis pour les listes de Moulin, dans un deuxième temps nous avons comparé les scores d'intelligibilité entre les deux listes et dans un troisième temps nous avons étudié la liaison entre l'effort d'écoute fourni par les patients et leurs scores d'intelligibilité.

### **1. Relation entre les listes et évolution des scores**

On a pu observer que les scores d'intelligibilité des listes de Fournier et des listes de Moulin avaient une relation très forte, Fournier et Moulin étudient donc bien les mêmes données et de façon semblable. Malgré la différence des voix du locuteur, voix d'homme pour Fournier et voix de femme pour Moulin les scores sont comparables.

De plus en étudiant le rapport entre les scores à J0 et J1 on observe des scores reproductibles dans le temps, on peut donc en conclure que les listes d'Annie Moulin sont homogènes permettant une fiabilité dans les scores pour les tests d'intelligibilité.

En regardant plus en détail les scores, c'est-à-dire par condition, on observe toujours des résultats corrélés entre J0 et J1. On note que la relation entre J0 et J1 est plus importante pour les conditions diotique et dichotique que pour la condition dichotique inversé. On peut penser que ce rapport moins important est dû à la fatigabilité puisque c'était la dernière condition à être testée, après 1h30 de test. On peut voir que les scores entre J0 et J1 de Fournier ont un rapport plus important que ceux de Moulin. Les listes de Moulin étant nouvelles pour les patients, ces derniers ont été surpris la première fois par ces listes et avaient plus de mal à les répéter.

## **2. Différences des scores d'intelligibilités entre les deux listes**

Les patients trouvent que les mots des listes de Moulin sont plus difficiles à répéter que ceux des listes de Fournier. On retrouve ce constat dans les scores d'intelligibilité qui sont plus bas avec les listes de Moulin ce qui est normal car ces listes sont plus complexes.

Elles sont plus compliquées du fait de l'utilisation d'une voix féminine qui est plus aiguë et comme le dit Fournier les voix féminines sont moins intelligibles. Nos patients ayant majoritairement des pertes auditives plus centrées sur les aigües, les troisièmes formants sont donc plus difficiles à entendre et la discrimination du mot plus difficile. Les listes sont aussi plus difficiles pour les patients du 3<sup>ème</sup> âge du point de vue vocabulaire car ce sont des mots actualisés qui sont utilisés et non pas des mots de leur jeunesse.

Si on regarde la moyenne globale des scores d'intelligibilité, on peut voir qu'elles sont basses ( $\leq 50$  % d'intelligibilité), les tests étant pratiqués toujours avec du bruit on peut en déduire que les patients ont du mal à comprendre dans les situations bruyantes et se fatiguent plus vite dans ces conditions. Les malentendants ont des filtres auditifs plus large à cause de la perte de la sélectivité fréquentielle, et ils ont plus de mal à faire émerger la parole du bruit.

Durant le test, les patients nous ont souvent dit que l'absence d'article devant le mot rendait la compréhension du mot plus difficile car ils n'étaient pas prévenus de la présentation du mot. En effet, d'après F.Lefèvre (2012), la présence de l'article accentue la suppléance mentale et diminue la sensibilité du test. Les patients, avec les listes de Fournier, savaient qu'ils allaient entendre un mot masculin grâce à l'article « le ».

En observant les résultats pour chaque condition, on remarque qu'en condition diotique et en condition vitesse accélérée les résultats sont plus bas. Ce résultat peut s'expliquer par l'action des traitements du signal de l'aide auditive. En effet, lorsque nous sommes en situation diotique, le bruit et la parole sortent du même haut-parleur. Ainsi l'action de la directionnalité des microphones et des réducteurs de bruit ne rentrent pas en jeu ou en tout cas moins que dans les situations dichotique et dichotique inversé. On sait que les débruiteurs mettent environ trente secondes à s'activer. Les listes étant dans un ordre de passation différent pour chaque patient, et du fait du nombre important de patients, on peut supposer que l'activation du débruiteur n'aura pas d'impact sur les résultats.

Pour la condition vitesse accélérée, on observe que les patients ont plus de difficulté à comprendre les mots. Nos scores sont en accord avec la littérature (Miller 1981 et Jacquier 2008). Lorsque le signal est accéléré les fluctuations d'enveloppe de la parole sont rapides et le patient aura plus du mal à les différencier ce qui entrainera une baisse de la compréhension.

### **3. Effort d'écoute et intelligibilité**

Nous avons voulu savoir si l'effort d'écoute et l'intelligibilité étaient liés, et c'est le cas. En effet, nous avons pu observer que les scores d'intelligibilité étaient les plus bas pour les conditions diotique et vitesse accéléré et si nous regardons les scores d'effort d'écoute, nous pouvons observer que pour ces deux conditions l'effort d'écoute est le plus important. A contrario, si on regarde les scores d'intelligibilité les plus hauts on les trouve pour la condition vitesse normale. Or en parallèle le score d'effort d'écoute le plus bas est aussi pour cette condition.

De plus si on regarde les différences de scores on remarque que c'est en condition vitesse normale que l'écart est le plus important (12,84) et il en est de même pour l'effort d'écoute (0,8).

On peut donc en conclure que les scores d'intelligibilité et les scores d'effort d'écoute sont reliés.



## V/ Conclusion

Notre étude se concentre sur la comparaison des résultats de score d'intelligibilité des listes de Fournier et de Moulin.

En comparant les scores des deux listes, nous avons remarqué que les scores étaient comparables bien que les listes de Moulin soient des listes avec une voix féminine et celle de Fournier avec une voix masculine. Nous avons pu voir que les scores étaient reproductibles dans le temps ce qui suppose que les listes soient homogènes.

En comparant les listes entrent-elles nous avons pu constater que les listes d'A. Moulin étaient plus difficiles que les listes de Fournier.

Pour aller plus loin je pense qu'il serait bien de comparer les deux listes en utilisant la voix d'un même locuteur afin de savoir si cette différence en difficulté est due au locuteur ou à la liste.

On pourrait aussi les comparer avec celles de Lafon qui sont aussi très utilisées et qui sont basées sur certains critères qui sont les mêmes que ceux de Moulin.

En conclusion, grâce à ces listes nous avons du matériel vocal actualisé et équilibré, permettant de tester l'intelligibilité de façon à étudier ce que l'oreille perçoit en limitant l'impact des mécanismes cognitifs sur le score.

Actuellement, un nouveau test a été élaboré : le test de perception de la parole à choix forcé. C'est un test où quatre mots sont proposés qui diffèrent par un phonème où le patient doit choisir parmi l'un d'entre eux. Il pourrait permettre une meilleure standardisation de l'évaluation des bénéficiaires des prothèses.

## BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON, S., WHITE-SCHWOCH, T., PARBERY-CLARK, A., *et al.* A dynamic auditory-cognitive system supports speech-in-noise perception in older adults. *Hearing Research*, 2013, vol. 300, p. 18-32.

Babin, E., Barry, B., de Montreuil, C. B., Bebear, J. P., Bessède, J. P., Beutter, P., & Brasnu, D. (2014). *ORL: Réussir les ECNi*. Elsevier Health Sciences, chapitre 11, item 127, p 145.

BENICHOV, J., COX, L. C., TUN, P. A., *et al.* Word recognition within a linguistic context: Effects of age, hearing acuity, verbal ability and cognitive function. *Ear and Hearing*, 2012, vol. 32, no 2, p. 250.

BOURQUIN, M.. Rééquilibrage des listes de Fournier, mémoire, audioprothèse, Université de Nancy, 2007.

CLEMENT, J. P., NASSIF, R. F., LÉGER, J. M., *et al.* Development and contribution to the validation of a brief French version of the Yesavage Geriatric Depression Scale. *L'Encephale*, 1997, vol. 23, no 2, p. 91-99.

Collège national d'Audioprothèse, Précis d'audioprothèse, *L'appareillage de l'adulte : le bilan d'orientation prothétique, Tome 1*. Editions du Collège National d'Audioprothèse, 1997.

CORSI, P. Memory and the medial temporal region of the brain. *Unpublished doctoral dissertation*, McGill University, Montreal, QB, 1972.

DANEMAN, M. et CARPENTER, P. A. Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 1980, vol. 19, no 4, p. 450-466.

DELTOUR, J. J. Echelle de vocabulaire de Mill Hill de JC Raven. *Adaptation française et normes européennes du Mill Hill et du Standard Progressive Matrices de Raven (PM38)*. Braine-le-Château: Editions l'application des techniques modernes, 1993.

DODELE, L., DODELE, D. L'Audiométrie vocale à vitesse variable. *Les cahiers de l'Audition*, P.24 N°8 vol 17, 2004.

EGAN, J. P. (1948). Articulation testing methods. *The Laryngoscope*, September 1948,58(9), 955-991

FOURNIER, J.E. *Audiométrie vocale : les épreuves d'intelligibilité et leurs applications au diagnostic, à l'expertise et à la correction prothétique des surdités*. Maloigne, 1951.

FLETCHER, H. et STEINBERG, J. C. Articulation testing methods. *Bell Labs Technical Journal*, 1929, vol. 8, no 4, p. 806-854.

GANDEK, B., WARE, J., AARONSON, N., *et al.* Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: results from the IQOLA Project. *Journal of clinical epidemiology*, 1998, vol. 51, no 11, p. 1171-1178.

GATEHOUSE, S. et NOBLE, W. The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). *International journal of audiology*, 2004, vol. 43, no 2, p. 85-99.

GORDON-SALANT, S., *et al.* Sources of age-related recognition difficulty for time-compressed speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 2001, vol. 44, no 4, p. 709-719.

JACQUIER, C. *Étude d'indices acoustiques dans le traitement temporel de la parole chez des adultes normo-lecteurs et des adultes dyslexiques*. 2008. Thèse de doctorat. Université Claude Bernard Lyon 1.

LAFON J.C., *Le test phonétique et la mesure de l'audition*. Edition centrex, 1964.

LEFÈVRE, F.. Bilan d'orientation prothétique vocal dans le silence cas particulier du 4ème âge. *Les Cahiers de l'Audition*, p. 60, N°1,2012.

MARSLEN-WILSON, W. et WARREN, P. Levels of perceptual representation and process in lexical access: Words, phonemes, and features. *Psychological review*, 1994, vol. 101, no 4, p. 653-674.

MARTIN, R., BREEDIN, S. et DAMIAN, M. The relation of phoneme discrimination, lexical access, and short-term memory: A case study and interactive activation account. *Brain and Language*, 1999, vol. 70, no 3.

MILLER, J. L. (1981). Effects of speaking rate on segmental distinctions. *Perspectives on the study of speech*, 39-74.

MILLER, G. HEISE, G. et LICHTEN, W. . The intelligibility of speech as a function of the context of the test materials. *Journal of Experimental Psychology*, 1951, vol. 41, no 5, p. 329.

MOULIN, A. et RICHARD, C.. Lexical influences on spoken spondaic word recognition in hearing-impaired patients. *Frontiers in Neuroscience*, 23 décembre 2015, vol. 9.

MOULIN, A., ROBERT, A., et RICHARD, C. Listes de mots utilisées en audiométrie vocale en France : caractéristiques linguistiques au regard du français parlé en 2013. *Annales Françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*, 2013, vol. 130, no 4, p. A130-A131.]

MOULIN, A. Suppléance mentale et perception de la parole : Conséquences sur la variabilité des scores à l'audiométrie vocale. Un exemple d'application de l'approche scientifique. *Cahier de l'Audition*, novembre décembre 2016, vol 6.

NASREDDINE, Z., PHILLIPS, N., BÉDIRIAN, V., *et al.* The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2005, vol. 53, no 4, p. 695-699.

RICHARD, C., DECKER, M., NJIMA, I. Ben, *et al.* Équilibrage de listes de mots dissyllabiques sur critères acoustiques, linguistiques et psychométriques. Application à l'audiométrie vocale. *Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*, 2014, vol. 131, no 4, p. A166.

REMBAUD, F. *Enseignement Post Universitaire*. Décembre 2017, Paris. Audiométrie vocale en France : état des lieux.

WECHSLER, D. Manual for the Wechsler adult intelligence scale. 1955.

## Table des illustrations

**Figure 1** : Représentation de la notation des résultats.

**Figure 2** : Graphique représentant les différentes courbes de l'audiométrie vocale

**Figure 3 et 4** : Représentation de la perte auditive moyenne de notre population.

**Figure 5 et 6** : Représentation de la gamme des appareils des patients de cette étude

**Figure 7** : Disposition du patient et du matériel pour les tests vocaux

**Figure 8** : Représentation des différentes situations de passation de test

**Figure 9** : Corrélation entre les moyennes d'intelligibilité de Fournier et de Moulin.

**Figure 10** : Corrélation entre les moyennes d'intelligibilité de Fournier à J0 et J1.

**Figure 11** : Corrélation entre les moyennes d'intelligibilité de Fournier à J0 et J1.

**Figure 12 et 13** : Corrélation des variables X et Y pour les listes de Fournier (à gauche) et les listes de Moulin (à droite) en condition diotique.

**Figure 14 et 15** : Corrélation des variables X et Y pour les listes de Fournier (à gauche) et les listes de Moulin (à droite) en condition dichotique inversé.

**Figure 16** : Corrélation des variables X et Y pour les listes de Fournier (à gauche) et les listes de Moulin (à droite) en condition dichotique.

**Figure 17** : Représentation de la différence des moyennes d'intelligibilité entre les listes de Fournier et d'A.Moulin.

**Figure 18** : Représentation des différences des moyennes d'intelligibilité dans chaque condition entre les listes d'A.Moulin et de Fournier.

**Figure 19** : Histogramme représentant la différence entre les notes d'effort d'écoute des listes de Fournier et de Moulin.

**Figure 20** : Graphiques représentant les moyennes des notes d'effort d'écoute pour chaque condition

Le Maître de Mémoire  
**Stéphane GALLEGO**

VU et PERMIS D'IMPRIMER  
LYON, le 19 octobre 2018

Le responsable de l'Enseignement  
Stéphane GALLEGO