



**HAL**  
open science

# Élaboration d'un protocole neurocognitif prédictif des résultats de l'implant cochléaire chez l'adulte

Bénédicte Huner, Élodie Le Baron

► **To cite this version:**

Bénédicte Huner, Élodie Le Baron. Élaboration d'un protocole neurocognitif prédictif des résultats de l'implant cochléaire chez l'adulte. Sciences cognitives. 2014. dumas-01076649

**HAL Id: dumas-01076649**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01076649>**

Submitted on 2 Nov 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

**ELABORATION D'UN PROTOCOLE NEUROCOGNITIF PREDICTIF DES  
RESULTATS DE L'IMPLANT COCHLEAIRE CHEZ L'ADULTE**

Sous la direction de **Madame Emilie ERNST**  
Orthophoniste, Docteur en psychologie cognitive  
HÔPITAL ROTHSCHILD – Service du Pr Bruno FRACHET

ANNEE UNIVERSITAIRE 2013-2014

**Bénédicte HUNER**

Née le 24/01/1991

**Elodie LE BARON**

Née le 05/04/1991

**ELABORATION D'UN PROTOCOLE NEUROCOGNITIF PREDICTIF DES  
RESULTATS DE L'IMPLANT COCHLEAIRE CHEZ L'ADULTE**

Auteurs : **Bénédicte HUNER** et **Elodie LE BARON**

Maître de mémoire : **Emilie ERNST**

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier chaleureusement notre maître de mémoire, Madame Emilie ERNST, orthophoniste et docteur en psychologie cognitive, pour nous avoir accompagnées et guidées tout au long de cette année ainsi que pour nous avoir accueillies en stage. Merci pour votre disponibilité et vos conseils avisés.

Nous remercions le Professeur Bruno FRACHET ainsi que toute l'équipe du service ORL de l'hôpital Rothschild qui nous ont reçues dans leurs locaux.

Un grand merci à Mathilde Lavrut, orthophoniste, pour son aide, ses conseils et ses encouragements permanents.

Merci à Céline Legros et Nella Bosselu, secrétaires, pour leur patience et leur aide précieuse.

Nous tenons à remercier le Professeur Philippe Thoumie, et Ana Gomez, sans qui cette étude n'aurait pu être possible.

Nous remercions Vincent Péan, ingénieur biomédical, pour son aide avec le monde obscur des statistiques.

Un grand merci à Martine Smadja, directrice de l'Institut Francilien des Implantés Cochléaires (IFIC), d'avoir accepté avec enthousiasme d'être le rapporteur de cette étude.

Merci à tous les sujets qui ont accepté de donner de leur temps pour participer à notre étude.

Enfin, un grand merci à nos familles et à nos proches pour leurs encouragements et leur soutien tout au long de nos recherches.

## **ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT**

Je soussignée Bénédicte Huner, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toutes formes de support, y compris 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.

Bénédicte Huner

Je soussignée Elodie Le Baron, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toutes formes de support, y compris 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.

Elodie Le Baron

# TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>PARTIE THEORIQUE</b> .....	<b>2</b>
<b>I. Réorganisation corticale chez le sujet implanté cochléaire</b> (partie rédigée par Bénédicte HUNER) .....	<b>2</b>
A. Organisation corticale chez le sujet normo-entendant.....	2
B. Organisation corticale liée à la surdité et à l'implant cochléaire .....	2
1) Recrutement du cortex visuel lors de tâches auditives chez des sujets implantés.....	2
2) Réorganisation des aires de traitement du langage après implantation cochléaire.....	3
3) Stratégies de traitement du message sonore chez les sujets sourds post-linguaux .....	5
<b>II. Réhabilitation prothétique par implantation cochléaire</b> (partie rédigée par Elodie LE BARON) .....	<b>6</b>
A. Principe et fonctionnement de l'implant cochléaire .....	6
1) Composition de l'implant cochléaire .....	6
2) Principe de l'implant cochléaire.....	7
B. Candidats à l'implant cochléaire .....	8
C. Protocole pour une implantation cochléaire .....	9
D. Facteurs prédictifs de réussite post-implantation .....	10
<b>III. Implant cochléaire et fonctions cognitives</b> (partie rédigée par Bénédicte HUNER) .....	<b>13</b>
A. Rappel sur les fonctions cognitives .....	13
1) L'attention.....	13
2) La mémoire .....	14
3) Les fonctions exécutives .....	16
B. Fonctions cognitives et compréhension de la parole chez le sujet sourd post-lingual .....	16
<b>IV. Paradigme de double tâche : tâche motrice et tâche cognitive</b> (partie rédigée par Elodie LE BARON) .....	<b>19</b>
A. Pourquoi avoir choisi une tâche motrice ? .....	19
1) Attention divisée entre tâches.....	19
2) Marche et cognition.....	20
3) Marche et Digit Symbol Substitution Test (DSST, ancien nom du sous-test CODE de la WAIS).....	21

B. La double tâche.....	22
C. Paramètres de marche et variabilité.....	23
D. The Timed Up and Go (TUG) .....	25
<b>PARTIE PRATIQUE</b> (partie rédigée en commun).....	<b>27</b>
<b>I. Problématique et hypothèses</b> .....	<b>27</b>
A. Problématique.....	27
B. Hypothèses .....	27
<b>II. Méthodologie</b> .....	<b>29</b>
A. Description de la population.....	29
1) Population sourde .....	29
2) Population contrôle .....	29
B. Matériel et méthodes .....	30
1) Description et cotation des épreuves .....	30
2) Conditions de passation.....	35
<b>III. Analyse des résultats</b> .....	<b>35</b>
A. Résultats relatifs au paradigme de double tâche.....	35
B. Résultats relatifs aux tests cognitifs : CODE de la WAIS, fluences de Cardebat (lexicales et sémantiques) et temps de comptage assis.....	42
1) Lien entre épreuves cognitives et progression des scores orthophoniques entre pré- et post-implantation.....	42
2) Lien entre épreuves cognitives et différence de scores orthophoniques dans le silence et dans le bruit .....	46
C. Résultats relatifs au Timed Up and Go.....	47
D. Résultats relatifs au questionnaire de dépression de Beck .....	48
E. Résultats relatifs au questionnaire d'autonomie AIVQ.....	52
<b>IV. Discussion</b> .....	<b>54</b>
A. Validation des hypothèses .....	54
B. Limites .....	56
1) Limites liées à l'échantillon .....	56
2) Limites liées à la méthodologie.....	57
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>59</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>65</b>

# TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Composition de l'implant cochléaire.....	7
Figure 2 : Fonctionnement de l'implant cochléaire.....	8
Figure 3 : Illustration des paramètres de marche et leur rapport temporel.....	23
Figure 4 : Illustration d'un cycle de marche.....	24
Figure 5 : Illustration d'un pas.....	24
Figure 6 : Illustration d'une foulée.....	24
Figure 7 : Tapis de marche GAITRite®.....	33
Figure 8 : Interface du logiciel du tapis de marche GAITRite®.....	34
Figure 9 : ACP des critères de marche en fonction de la différence de scores entre pré- et post-implant.....	36
Figure 10 : Tableau des corrélations entre les différents facteurs et la différence de scores entre pré- et post-implant.....	36
Figure 11 : Evolution des scores entre pré- et post-implant en fonction de la vitesse de marche en condition de double tâche (marche avec comptage de 1 en 1 à l'endroit).....	37
Figure 12 : Evolution des scores entre pré- et post-implant en fonction de la vitesse de marche en condition de double tâche (marche avec comptage de 1 en 1 à l'envers).....	37
Figure 13 : Evolution des scores entre pré- et post-implant en fonction de la vitesse de marche en condition de double tâche (marche avec comptage de 3 en 3 à l'endroit).....	37
Figure 14 : Evolution des scores entre pré- et post-implant en fonction de la vitesse de marche en condition de double tâche (marche avec comptage de 3 en 3 à l'envers).....	37
Figure 15 : Vitesse de marche (cm/s) en fonction des différentes conditions.....	38
Figure 16 : Nombre de chiffres énoncés lors du comptage à l'envers de 1 en 1 en fonction de la vitesse de marche.....	38
Figure 17 : Différence de scores orthophoniques entre pré- et post-implant en fonction de la différence de nombres énoncés en double tâche entre 1-1 et 1+1.....	39
Figure 18 : Scores orthophoniques bruts en post-IC en fonction du nombre de chiffres énoncés lors de la marche avec comptage de 1 en 1 à l'endroit.....	39
Figure 19 : Scores orthophoniques bruts en post-IC en fonction du nombre de chiffres énoncés lors de la marche avec comptage de 1 en 1 à l'envers.....	39
Figure 20 : Scores orthophoniques bruts en post-IC en fonction du nombre de chiffres énoncés lors de la marche avec comptage de 3 en 3 à l'endroit.....	40
Figure 21 : Scores orthophoniques bruts en post-IC en fonction du nombre de chiffres énoncés lors de la marche avec comptage de 3 en 3 à l'envers.....	40
Figure 22 : ACP des critères de marche en fonction des scores bruts dans le bruit post-implant.....	41
Figure 23 : Tableau des corrélations entre les différents facteurs et les scores bruts dans le bruit post-implant.....	41



Figure 24 : Evolution des scores orthophoniques en fonction des scores aux fluences sémantiques de Cardebat.....	42
Figure 25 : Evolution des scores orthophoniques en fonction des scores aux fluences lexicales de Cardebat.....	42
Figure 26 : Evolution des scores orthophoniques en fonction des scores au CODE.....	42
Figure 27 : Evolution des scores orthophoniques en fonction de la différence de temps de comptage assis de 1 en 1.....	43
Figure 28 : Evolution des scores orthophoniques en fonction de la différence de temps de comptage assis de 3 en 3.....	43
Figure 29 : Evolution des scores orthophoniques en fonction du temps de comptage assis de 1 en 1 à l'endroit.....	43
Figure 30 : Evolution des scores orthophoniques en fonction du temps de comptage assis de 1 en 1 à l'envers.....	43
Figure 31 : Evolution des scores orthophoniques en fonction du temps de comptage assis de 3 en 3 à l'endroit.....	44
Figure 32 : Evolution des scores orthophoniques en fonction du temps de comptage assis de 3 en 3 à l'envers.....	44
Figure 33 : Temps de comptage assis 1+1 en fonction du temps de comptage assis 1-1....	44
Figure 34 : Temps de comptage assis 1-1 en fonction du temps de comptage assis 3+3....	45
Figure 35 : Temps de comptage assis 1-1 en fonction du temps de comptage assis 3-3....	45
Figure 36 : Matrice de corrélation entre les différents temps de comptage en simple tâche.....	45
Figure 37 : Age en fonction du temps de comptage assis de 1 en 1 à l'endroit.....	46
Figure 38 : Age en fonction du temps de comptage assis de 1 en 1 à l'envers.....	46
Figure 39 : Evolution des scores dans le silence en fonction du temps de réalisation du TUG.....	47
Figure 40 : Différence de scores silence-bruit en fonction du temps de réalisation du TUG.....	47
Figure 41 : Temps de réalisation du TUG en fonction de l'âge.....	47
Figure 42 : Vitesse de marche seule en fonction du temps de réalisation du TUG chez les patients et chez les contrôles.....	48
Figure 43 : Répartition de l'échantillon en fonction des scores à l'échelle de Beck.....	48
Figure 44 : Evolution des scores orthophoniques en fonction des scores à l'échelle de Beck.....	49
Figure 45 : Répartition des sujets en fonction de leur évolution post-implant et de leur degré de dépression.....	49
Figure 46 : Comparaison de l'évolution des scores orthophoniques entre les différents degrés de dépression.....	49
Figure 47 : Scores bruts orthophoniques post IC dans le silence en fonction du score à l'échelle de Beck.....	50
Figure 48 : Scores à l'échelle de Beck et en fonction de l'âge.....	51

Figure 49 : Ecart effectifs (observés – théoriques).....	51
Figure 50 : Evolution des scores orthophoniques dans le silence en fonction des scores à l'AIVQ.....	52
Figure 51 : Scores orthophoniques en fonction des résultats à l'item « téléphone » de l'AIVQ.....	52

# INTRODUCTION

Les personnes atteintes de surdité acquise à l'âge adulte peuvent pallier leur trouble grâce à l'amplification du son par une prothèse auditive conventionnelle et l'apprentissage de la lecture labiale, permettant une perception audio-visuelle de la parole. Cependant, quand la perte auditive devient sévère ou profonde, ces aides ne suffisent plus à restaurer la compréhension et la réhabilitation par implant cochléaire devient alors nécessaire.

Depuis quelques années, grâce aux avancées technologiques, l'implant cochléaire a fait ses preuves. Néanmoins, on observe encore aujourd'hui une grande variabilité interindividuelle des résultats obtenus après l'implantation. Plusieurs auteurs ont démontré l'implication de différents facteurs psycho-acoustiques tels que la durée de surdité, l'âge d'implantation, ou encore l'étiologie de la surdité, dans la réussite de l'implant. Il est également fort probable que des facteurs cognitifs entrent en jeu dans la prédiction des résultats de l'implant mais seulement quelques études ont été effectuées sur le sujet.

Nous proposons donc dans ce mémoire de voir s'il existe un lien entre les capacités cognitives de la personne atteinte de surdité acquise à l'âge adulte, et ses résultats aux tests orthophoniques de compréhension de la parole, après implantation cochléaire. Nous avons, pour cela, élaboré un protocole de tests cognitifs validés évaluant les fonctions exécutives, l'accès au lexique, la flexibilité mentale et l'attention divisée grâce à un paradigme de double tâche incluant une tâche langagière et une tâche motrice. Nous comparons ensuite les résultats obtenus à ces tests avec l'évolution de la compréhension de la parole post-implantation.

Après avoir effectué un rappel sur la réorganisation corticale liée à la surdité et à l'implant, et sur la réhabilitation par implant cochléaire, nous détaillerons l'importance des fonctions cognitives pour la perception et la compréhension de la parole, puis nous décrirons plus précisément le paradigme de double tâche. Enfin, dans une partie pratique, nous présenterons la méthodologie de notre démarche ainsi que les résultats obtenus par les sujets.

# PARTIE THEORIQUE

# PARTIE THEORIQUE

## I. Réorganisation corticale chez le sujet implanté cochléaire

### A. Organisation corticale chez le sujet normo-entendant

Chez le sujet sain normo-entendant, après être passées par le système auditif périphérique (oreille externe, oreille moyenne, oreille interne, voies nerveuses périphériques), les informations sonores empruntent les voies nerveuses centrales de l'audition et se projettent sur le cortex auditif primaire des hémisphères droit et gauche. Cette région, également appelée aire A1 ou aire 41 de Brodmann, se situe au niveau du gyrus temporal transverse de Heschl (gyrus temporal supérieur), en bordure de la scissure de Sylvius. Cette partie du cortex cérébral présente une organisation tonotopique, comme dans la cochlée et les relais auditifs centraux.

Les informations sonores sont ensuite transmises au cortex auditif secondaire (A2 ou aires 42 et 52 de Brodmann) ou cortex associatif. Ce dernier entoure le cortex auditif primaire et est constitué de la moitié postérieure de la première circonvolution temporale.

D'autres aires auditives voisines (aire tertiaire A3 ou aire 22 de Brodmann, région ectosylvienne postérieure, frange suprasylvienne et insula) complètent le traitement de l'information et communiquent avec les aires frontales et pariétales [45] [51].

### B. Organisation corticale liée à la surdité et à l'implant cochléaire

#### 1) Recrutement du cortex visuel lors de tâches auditives chez des sujets implantés

En cas de perte auditive, le sujet s'appuie sur des indices visuels et développe notamment une lecture labiale plus ou moins fonctionnelle pour pallier le manque d'informations auditives. Avec l'implant cochléaire, le message sonore perçu est déformé et le signal ne correspond pas à ce que le cerveau avait l'habitude de traiter. Le sujet implanté doit donc associer ces nouveaux sons à leur source visuelle. La perte d'une modalité sensorielle va donc entraîner naturellement une plasticité cross-modale.

Une étude menée par Giraud et al. (2001) [19] montre que des sujets sourds post-linguaux porteurs d'implant cochléaire recrutaient le cortex visuel lors de tâches auditives, yeux fermés. En effet, grâce à la neuro-imagerie, une activation au niveau de la scissure calcarine et du gyrus lingual a été observée chez ces sujets mais n'a pas été retrouvée chez

des sujets contrôles normo-entendants. De plus, l'activation du cortex visuel serait « stimulus spécifique » chez ces patients. Il est activé pour tout son potentiellement signifiant (mots, syllabes et sons environnementaux) qui peut être visualisé, mais ne l'est pas pour des bruits non signifiants.

Par ailleurs, cette spécificité du stimulus est présente quelques jours après l'implantation mais de façon moins marquée que chez des sujets implantés et rééduqués depuis longtemps. Cela suggère que ces activations visuelles « stimulus spécifique » évoluent avec la durée d'implantation et ne sont pas le fruit de la plasticité cérébrale causée par la surdité.

En outre, les auteurs observent que ce processus d'activation du cortex visuel est associé à une amélioration de la lecture labiale.

Ces résultats sont en accord avec une autre étude de Lazard, Giraud et al. (2012) [28] qui montre également une activation du cortex visuel primaire chez des sujets implantés en réponse à des stimuli auditifs, témoignant d'une réorganisation cross-modale.

Cependant, les résultats obtenus montrent que cette réorganisation peut devenir une gêne pour certains sujets qui ont des mauvais résultats en compréhension de la parole avec l'implant. En effet, ils seraient plus sensibles aux distracteurs visuels qui les empêcheraient d'avoir une compréhension optimale du message sonore délivré.

## 2) Réorganisation des aires de traitement du langage après implantation cochléaire

Grâce à l'utilisation de l'imagerie fonctionnelle, Giraud, Price et al. (2001) [18] comparent l'activité cérébrale de deux groupes, un groupe de patients implantés cochléaires après une période de surdité profonde et un groupe de sujets contrôles normo-entendants, lors de tâches de dénomination de source d'un son environnemental et de répétition de mots et de syllabes.

Différents effets sont observés lors de cette étude :

- Le cortex occipital dorsal gauche n'est activé que chez les patients implantés, en l'absence d'input visuel. Cela confirme l'utilisation des aires visuelles en réponse à des stimuli auditifs, suite à l'implantation cochléaire.

De plus, cette activité du cortex occipital est corrélée avec l'activité d'aires associées au contrôle attentionnel visuel (cingula antérieure et cortex pariétal supérieur gauche).

- Une spécialisation fonctionnelle moins marquée chez les patients de l'aire de Wernicke qui répond à tout type de sons et non uniquement à des sons de parole.
- Certaines régions sont plus activées chez les patients que chez les contrôles : le precuneus gauche qui est impliqué dans la création de représentations visuelles de la source sonore et le gyrus parahippocampique qui joue un rôle dans le traitement mnémonique associé à des items correspondant à des objets connus qu'on pourrait imaginer.
- Certaines régions sont plus activées chez les contrôles que chez les patients : les régions classiquement associées au traitement du langage comme la jonction temporo-pariétale qui est impliquée dans le traitement sémantique et l'aire de Broca.

Une autre étude menée par Giraud et al. (2000) [20] compare également l'activité cérébrale de deux groupes, un groupe de patients implantés cochléaires avec un très bon niveau de compréhension post-implantation et un groupe de sujets contrôles normo-entendants, lors de tâches d'écoute d'unités linguistiques de complexité croissante (voyelles, mots, phrases, histoire). Les performances des deux groupes à ces tâches sont similaires, on observe une bonne compréhension de la parole dans les deux cas. Cependant, des activations cérébrales différentes sont observées :

- De manière générale, plus de régions cérébrales sont activées pour traiter le langage chez les patients implantés.
- Une diminution des activations dans les régions sémantiques (cortex temporal inférieur) et une augmentation des activations dans les régions phonologiques (gyrus temporal supérieur postérieur droit) sont objectivées chez les patients.
- On observe, chez les patients, une activation des régions du langage plus large que chez les contrôles, en réponse à des stimuli simples (mots).
- Des aires sémantiques sont activées pour des stimuli de parole non signifiants (voyelles) chez les patients.
- Des régions liées à la mémoire et notamment la récupération (hippocampe postérieur gauche) sont activées chez les patients.
- L'activation d'un réseau attentionnel reflétant des stratégies attentionnelles spécifiques impliquant l'attention spatiale est mise en évidence, ainsi qu'une activation plus importante que chez les contrôles au niveau de la formation réticulée et du colliculus inférieur, régions impliquées dans les mécanismes

attentionnels intervenant dans l'extraction du signal de parole du bruit de fond.

Ainsi, ces deux études montrent une réorganisation des aires de traitement du langage après implantation. Pour pouvoir traiter efficacement le signal de parole relativement rudimentaire délivré par l'implant, les patients utilisent des stratégies de compensation faisant intervenir la mémoire, la formation de représentations visuelles mentales, et des mécanismes d'attention visuelle, et allouent plus de ressources aux étapes acoustiques et phonologiques primaires au détriment des traitements sémantiques plus tardifs.

D'après Giraud, les patients porteurs d'implant cochléaire passeraient probablement par une série d'étapes concurrentes et interactives avant d'atteindre une reconnaissance stable du son, impliquant des régions qui sont hors du système de traitement langagier classique.

### 3) Stratégies de traitement du message sonore chez les sujets sourds post-linguaux

Plusieurs auteurs s'accordent sur le fait qu'il existe une détérioration progressive des représentations phonologiques stockées en mémoire à long terme chez les adultes sourds post-linguaux. Cette détérioration, due à la privation de stimulation auditive, a été mise en évidence par des tâches de jugement de rime (tâches qui nécessitent un traitement phonologique explicite) et est corrélée à la durée de perte auditive. Cela entraîne une dégradation de la correspondance visème-phonème qui avait été mise en place de manière plus ou moins fonctionnelle avec l'acquisition de la lecture labiale, et cette dernière, en l'absence d'input auditif, ne suffit plus pour lever les ambiguïtés phonétiques, ce qui empêche une bonne compréhension de la parole.

L'implant cochléaire devient alors un moyen de retrouver une stimulation auditive et permet de restaurer la complémentarité audio-visuelle. Afin de rétablir la compréhension de la parole, il est nécessaire d'apparier les nouveaux sons de parole délivrés par l'implant avec les représentations phonologiques internes. La précision résiduelle des représentations phonologiques est donc un atout pour la rééducation auditive post-implantation cochléaire. [13] [29] [31] [38]

Ainsi, Lazard et al [29] et Classon et al [13] observent deux types d'utilisateurs de l'implant : les bons utilisateurs et les moins bons. Il s'avère que chacun de ces deux groupes utilise des stratégies de traitement de l'information phonologique différentes :

- Les bons utilisateurs de l'implant utiliseraient une stratégie phonologique



impliquant des connexions postérieures et dorsales. Cette voie d'assemblage phonologique permet de traiter l'information de manière précise mais se détériore à cause de la privation auditive.

- Les moins bons utilisateurs, quant à eux, utiliseraient une stratégie sémantique plus globale, impliquant des connexions antérieures et ventrales. Cette voie d'adressage sémantique ne permet pas une analyse fine de l'information et amènerait à une segmentation erronée du message transmis par l'implant.

Les observations, vues lors des études citées précédemment, suggèrent que les personnes ayant une perte auditive évoluant depuis une longue période utilisent la voie sémantique pour pallier progressivement le déclin phonologique. Ainsi, ce qui apparaît comme étant une stratégie adaptative de compensation du déficit phonologique pendant la période de surdité devient un handicap dans le contexte de rééducation post-implantation cochléaire. En effet, une fois que cette voie de traitement global devient prédominante, il est difficile de créer de nouvelles associations entre sons transmis par l'implant et phonèmes.

## **II. Réhabilitation prothétique par implantation cochléaire**

### **A. Principe et fonctionnement de l'implant cochléaire**

#### **1) Composition de l'implant cochléaire (noté IC)**

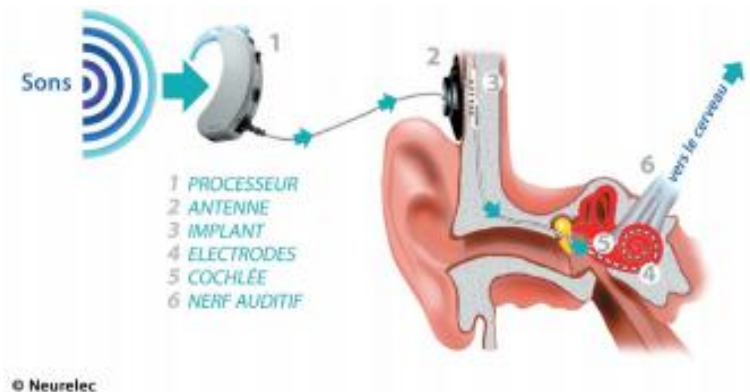
Lorsqu'une surdité s'aggrave, les aides auditives conventionnelles, qui amplifient le son à l'entrée de l'oreille, peuvent ne plus suffire. L'implant cochléaire est alors le dispositif le plus à même d'offrir des résultats lorsque la cochlée n'est plus fonctionnelle mais que le nerf auditif reste toutefois en mesure de transmettre les informations.

Un implant cochléaire est un dispositif électronique composé de plusieurs parties : une partie interne (l'implant proprement dit), placée chirurgicalement sous la peau derrière l'oreille, et une partie externe visible (le processeur).

La partie implantée se compose d'un récepteur stimulateur et d'un porte-électrodes, inséré dans la rampe tympanique de la cochlée et sur lequel sont réunies les électrodes. Le récepteur stimulateur est relié à l'os mastoïde afin d'être maintenu. Le nombre d'électrodes varie de 16 à 24 selon les modèles d'IC, mais leur nombre élevé n'est pas synonyme pour autant de supériorité dans l'efficacité du fonctionnement. Les électrodes ne recouvrent pas

entièrement les deux tours et demi de spires de la cochlée.

La partie externe comporte une antenne émettrice, en regard de l'antenne réceptrice (placée sous la peau) via un système aimanté. Elle se compose également d'un câble et d'un contour d'oreille regroupant le microphone, le logement pour les piles ainsi que le processeur externe. On y trouve aussi des prises permettant de connecter le boîtier à un microphone externe, à un système HF ou encore à un ordinateur lors des réglages.



**Figure 1** : Composition de l'implant cochléaire [65]

## 2) Principe de l'implant cochléaire

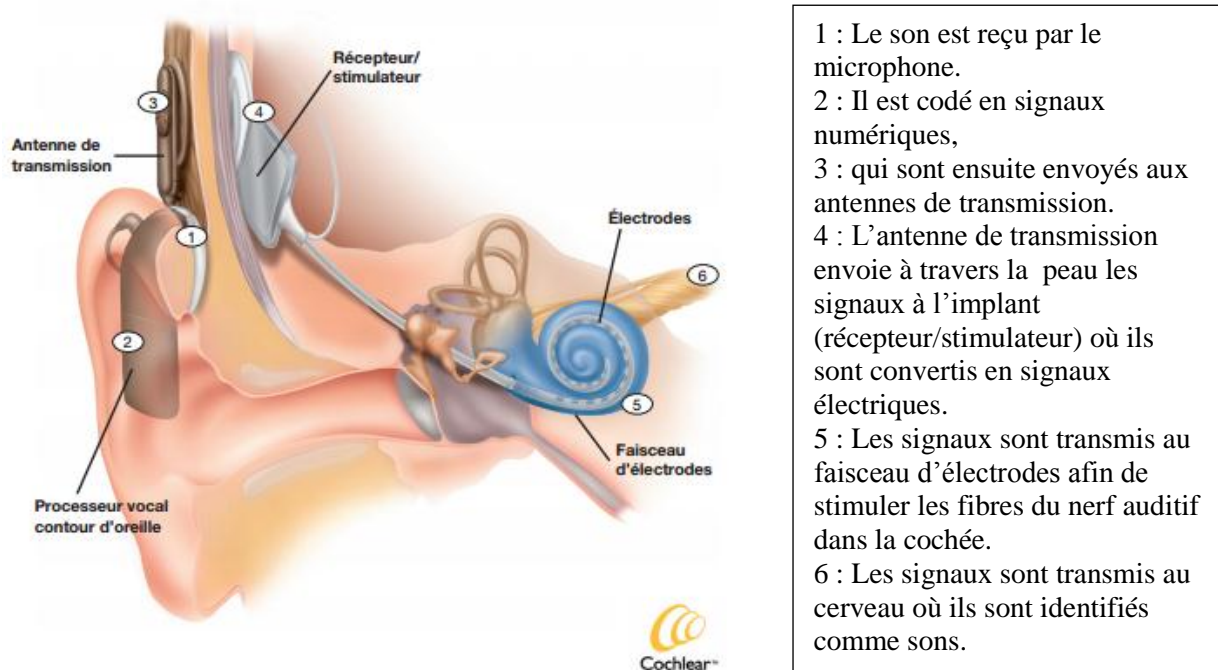
Contrairement aux prothèses auditives qui amplifient le son à l'entrée de l'oreille, l'implant cochléaire est le premier dispositif qui permet de stimuler directement le nerf auditif et plus particulièrement les neurones du ganglion spiral de la cochlée, à l'origine du nerf auditif.

L'implant transforme le signal acoustique en un signal électrique, transduction normalement effectuée par les cellules ciliées internes.

Le microphone externe capte les sons de l'environnement, puis le processeur externe va convertir ces informations acoustiques en informations électriques. Le message une fois transformé est ensuite transmis à l'antenne réceptrice interne via l'antenne émettrice. Le signal électrique va cheminer le long du faisceau d'électrodes, dans la cochlée. Puis le nerf auditif transmet ces impulsions électriques de la cochlée au cortex auditif. Le cerveau analysera ce signal comme des sons.

Au niveau de la cochlée, chaque électrode correspond à une bande de fréquence du signal sonore, utilisant la tonotopie cochléaire. Les électrodes ancrées à la base de la cochlée stimulent les fréquences aiguës, alors que les électrodes situées à l'apex de la cochlée

codent les fréquences graves. [12] [41] [46]



**Figure 2** : Fonctionnement de l'implant cochléaire [65]

## B. Candidats à l'implant cochléaire

Les candidats classiques pour une implantation cochléaire sont les personnes atteintes d'une surdité de perception totale sans atteinte rétrocochléaire, profonde ou très sévère bilatérale et à qui les prothèses conventionnelles n'apportent pas d'aide suffisante pour la communication. L'implantation est le plus souvent unilatérale mais une implantation bilatérale peut être proposée.

La HAS [70] définit les indications de l'IC chez l'adulte.

L'implant est proposé à des adultes devenus sourds présentant une mauvaise intelligibilité avec une **discrimination inférieure à 50%** lors de la réalisation de tests d'audiométrie vocale avec une liste de Fournier (ou liste de mots dissyllabiques équivalente). Les tests doivent être pratiqués à 60 dB, en champ libre, avec des prothèses bien adaptées, une prothèse d'oreille moyenne implantée ou avec une BAHA.

L'implant concerne généralement les personnes atteintes de surdité acquise post-linguale, il n'y a pas de primo-implantation chez les adultes atteints de surdité pré-linguale. En effet,

les chances de tirer profit de l'implant sont minces et il est donc rarement proposé.

En cas de surdité fluctuante, une implantation cochléaire est indiquée si le retentissement sur la communication est majeur.

L'implantation bilatérale peut être indiquée dans le cas de **surdité pouvant s'accompagner d'une ossification de la cochlée** (méningite bactérienne, fracture de rocher bilatérale, entre autres). Cela est également indiqué chez un adulte porteur d'un implant cochléaire unilatéral avec perte du bénéfice audioprothétique du côté opposé provoquant des conséquences socioprofessionnelles ou une perte d'autonomie chez une personne âgée.

Il n'existe **pas de limite d'âge supérieure pour une implantation**. Cependant, pour les personnes âgées, l'implantation devra être précédée d'une évaluation psycho-cognitive.

Avec les premiers implants, les stratégies de perception du son se focalisaient sur le codage des formants de la parole. Aujourd'hui, les implants modernes ont un processeur qui analyse et délivre des informations de tout le spectre auditif. Ces développements conduisent à un pourcentage de personnes implantées plus élevé. De plus, les implants cochléaires actuels permettent d'atteindre 100% de discrimination de la parole sans lecture labiale. [15]

Les implants sont en perpétuelle évolution : modification du nombre d'électrodes, de la taille du processeur, des stratégies de codage, de la longévité de la batterie, développement des accessoires (Bluetooth, etc.). Ils permettent d'éviter que les adultes soient touchés par l'isolement social pouvant conduire à un déclin cognitif.

Cependant, une implantation ne doit pas être précipitée et nécessite d'être précédée du port d'appareils auditifs conventionnels encadré par une prise en charge orthophonique.

Quoi qu'il en soit, la décision d'implantation est prise au terme d'un bilan complet réalisé au sein d'une équipe pluridisciplinaire. [12] [15] [41] [64] [66] [70]

### C. Protocole pour une implantation cochléaire

Avant l'implantation, plusieurs examens sont réalisés. Il faut vérifier la faisabilité de l'intervention et chercher d'éventuelles contre-indications anatomiques. L'examen audiologique et otoscopique permet d'évaluer l'état de l'audition et de constater

l'inefficacité des prothèses conventionnelles. Des PEA (Potentiels Evoqués Auditifs) sont également réalisés, ainsi qu'un examen complet de l'équilibre. Scanner et IRM permettant de visualiser l'anatomie de la cochlée, éventuellement un test électrique au promontoire (qui permet d'apprécier la fonctionnalité du nerf auditif), ainsi qu'un entretien avec un psychologue et un psychiatre sont également entrepris.

L'évaluation orthophonique pré-implantation teste la perception, la production et la compréhension de la parole (via des listes ouvertes de mots et de phrases) avec et sans la lecture labiale. Les fonctions cognitives sont également explorées, notamment chez les sujets âgés.

Les électrodes sont activées dans les 3 à 4 semaines suivant l'opération, moment où les premiers réglages de l'implant ont lieu. Un programme de rééducation orthophonique est alors mis en place, qui débute par la détection des sons de l'environnement. La discrimination, l'identification, la localisation et la compréhension dans le bruit, ainsi que le travail autour de la compréhension au téléphone seront des axes à mettre en place par la suite. Une partie de la rééducation consiste à ne pas utiliser la lecture labiale, ni l'éventuelle prothèse controlatérale : le but est en effet que le patient prenne des repères auditifs avec son IC. Prothèse controlatérale et lecture labiale pourront être intégrées, notamment dans le cas d'explications ou encore pour rendre la situation de rééducation plus écologique. Les bilans orthophoniques à 3 mois, à 6 mois puis les bilans annuels permettront de rendre compte du bénéfice apporté par l'implant au niveau de la compréhension de la parole. [12] [41] [66]

#### D. Facteurs prédictifs de réussite post-implantation

Certains facteurs seraient prédictifs dans la réussite de l'implantation, alors que d'autres facteurs le seraient relativement moins. Malgré les recherches entreprises, on observe une grande inter-variabilité des résultats orthophoniques en perception en post-implantation.

D'après l'étude de Lazard et al. (2012) [30], certains facteurs n'ont pas de valeur prédictive : le genre et le niveau d'étude n'ont aucune influence sur la réussite de l'implant chez des adultes avec surdité post-linguale.

Implanter la meilleure ou la moins bonne oreille, selon le critère de perte auditive

moyenne, n'aurait pas non plus d'effet significatif. Implanter la moins bonne oreille et préserver l'audition résiduelle de la meilleure est aujourd'hui un consensus qui permet d'utiliser une prothèse auditive classique sur l'oreille controlatérale à l'implant.

Cette étude souligne un effet très légèrement significatif de l'approche chirurgicale sur les résultats de l'implantation.

De nombreux auteurs s'accordent en ce qui concerne les facteurs prédictifs de réussite post-implantation les plus pertinents, qui sont :

#### **- L'âge d'implantation**

L'âge à l'implantation a une influence négative sur la réussite post-IC. L'influence était significative à partir de 60 ans en 1996 et à partir de 70 ans en 2011 [8]. De plus, les processus cognitifs top-down sont nécessaires pour cette réhabilitation auditive et il est connu que ce sont des mécanismes qui déclinent avec l'âge. [34]

#### **- La période de surdité sévère à profonde**

Une étude de Tyler et al. (1996) [58] souligne que plus le patient a été sourd longtemps avant l'implantation, moins ses performances aux tests de reconnaissance de la parole après 30 mois d'implantation sont correctes. C'est de fait l'élément le plus fréquemment proposé pour expliquer la variation des performances chez les adultes avec surdité post-linguale. Gomaa et al. (2003) [21] considèrent également cette variable comme étant la plus stable pour prédire les résultats post-IC. Par ailleurs, la durée de privation auditive a une influence sur le système nerveux central qui est essentiel pour la compréhension du message délivré par l'implant cochléaire. [28]

#### **- L'étiologie de la surdité**

L'étiologie est un facteur qui aurait une forte influence sur la réussite de l'implant : d'après Lazard et al. (2012), le neurinome de l'acoustique ferait partie des étiologies ayant un effet négatif sur les résultats post-IC. Les surdités ototoxiques ou encore la maladie de Ménière offriraient un meilleur pronostic de réhabilitation par l'implant [30]. La méningite, quant à elle, est considérée comme un facteur n'ayant pas ou peu d'influence sur la réussite de l'implant. Des résultats contradictoires sont retrouvés dans différentes études. [28]

### - **L'audition résiduelle**

Pour certains auteurs, l'audition résiduelle ne serait pas un facteur prédictif des résultats post-IC. Mais il est rapporté que l'audition résiduelle à 500 Hz de l'oreille implantée et l'audition résiduelle à 500 Hz de la meilleure oreille ont un effet significatif sur la réussite de l'implant [30]. L'IC chez les sujets avec une audition résiduelle est favorisé par la possibilité de préserver cette audition et par l'observation que de nombreuses personnes implantées réussissent mieux que leurs pairs qui ont un appareil conventionnel. Un appareil conventionnel d'un côté et un implant de l'autre permettent une certaine forme d'audition binaurale avec une amélioration de la compréhension de la parole dans le silence et dans le bruit, ainsi qu'une meilleure localisation sonore. [15]

En outre, les patients qui ont une audition résiduelle arrivent plus facilement à interpréter des sensations auditives et réussissent mieux les épreuves de lecture labiale en pré-IC. Leur qualité de vie serait également meilleure. [21]

### - **L'utilisation de prothèses auditives avant l'IC**

L'utilisation de prothèses auditives avant l'implantation fait partie des facteurs significativement liés à la reconnaissance de phrases en post-IC [21]. De plus, ne pas utiliser de prothèses accélère les modifications périphériques et centrales induites par la privation auditive. [30]

### - **Les scores en pré-IC [21]**

Rubinstein et al. (1999) trouvent une corrélation entre la reconnaissance de phrases en pré-IC et les performances en reconnaissance de mots monosyllabiques en post-IC. Des recherches similaires ont abouti aux mêmes conclusions.

### - **La profondeur d'insertion des électrodes [28]**

Il y a une relation entre la distance des électrodes par rapport au ganglion spiral et la quantité d'énergie qui doit être délivrée. Il est donc recommandé de placer les électrodes aussi près que possible de ces structures, en les insérant dans la scala tympani (rampe tympanique) et en évitant la scala vestibuli (rampe vestibulaire).

Une insertion trop profonde du porte-électrodes (n'étant pas prévu spécifiquement pour une longue insertion) est associée à une augmentation du risque de dommages cochléaires et donc à des performances plus pauvres.

- **Le pourcentage d'électrodes activées** [30]

Le pourcentage d'électrodes actives a un effet important. Avoir moins de 85% d'électrodes actives pose problème pour la perception de la parole.

- **Les facteurs cognitifs** [35]

Dans des conditions où la perception auditive est difficile, les plus grandes ressources cognitives sont dédiées au processus de perception auditive au détriment des autres processus cognitifs comme la mémoire de travail.

Chez la personne âgée, la surdité peut être responsable d'un déclin cognitif, ce qui peut entraîner des difficultés dans la réhabilitation auditive avec l'IC.

La **durée d'expérience avec l'IC** fait également partie des facteurs ayant une forte influence sur la réussite de l'implantation. [30]

Les dernières recherches indiquent qu'il faudrait davantage s'intéresser aux facteurs cognitifs qui influent sur les résultats après l'implantation. On accorde actuellement une plus grande importance à la plasticité cérébrale, qui est un processus significativement lié à la réussite post-IC. [8]

### **III. Implant cochléaire et fonctions cognitives**

#### **A. Rappel sur les fonctions cognitives**

##### **1) L'attention**

L'attention est un préalable à tout autre traitement cognitif. En effet, sans attention il est impossible de mémoriser, de comprendre ou de répondre à une information.

##### Le modèle attentionnel de Van Zomeren et Brouwer (1994)

D'après le modèle de Van Zomeren et Brouwer, l'attention englobe deux composantes : l'intensité et la sélectivité.

L'intensité représente l'aspect quantitatif des ressources attentionnelles. Elle comprend **l'alerte** et **l'attention soutenue** qui renvoie à la situation au cours de laquelle un sujet est confronté à un flux continu et suivi d'informations qu'il doit traiter de manière active et soutenue.



La sélectivité correspond aux stratégies utilisées dans l'exploitation des ressources. En effet, on ne peut traiter qu'un nombre limité d'informations et la sélectivité a pour rôle d'établir un choix de traitement. Elle comprend **l'attention sélective** qui est la capacité à concentrer son attention sur un stimulus prédéterminé (la cible) et à ignorer les distracteurs (qui doivent être inhibés), et **l'attention divisée** qui est la capacité à réaliser au moins deux tâches simultanément, à partager ses ressources attentionnelles entre plusieurs stimuli simultanés et pertinents.

En plus de ces deux composantes, le modèle de Van Zomerén et Brouwer comprend un système de supervision attentionnelle (SAS) qui permet de réguler et de contrôler les processus de sélectivité et d'intensité.

## 2) La mémoire

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.

Le fonctionnement de la mémoire se fait en 3 étapes : l'encodage, le stockage et la récupération. [17] [53]

Grâce à différents moyens (étude des troubles de la mémoire, imagerie cérébrale etc.), les chercheurs ont objectivé différents types de mémoires en fonction de leur durée et capacité de stockage :

- les registres de l'information sensorielle (RIS) : ce sont des systèmes qui permettent de stocker l'information sensorielle après une présentation très courte, en général inférieure à une seconde. La durée de stockage de cette information est elle aussi très courte (environ 500 ms). Ces registres concernent tous les systèmes sensoriels : visuel (mémoire iconique), auditif (mémoire échoïque), olfactif, gustatif, kinesthésique etc. [17] [53]
- la mémoire à court terme : elle permet de stocker les informations provisoirement, pendant quelques secondes à quelques minutes après lesquelles l'effacement est quasi total. Sa capacité est limitée à 7 (+/- 2) éléments.

Cependant, cette mémoire est remise en cause par certains auteurs par le développement de la mémoire de travail. [53]

- la mémoire de travail : elle permet de stocker temporairement des informations perçues et de les traiter afin de permettre la réalisation de tâches cognitives complexes. Selon Baddeley, il s'agirait d'un système modulaire comportant 3 composantes, l'administrateur central (système central), la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial (systèmes esclaves), auxquelles il ajoute une quatrième, la mémoire tampon épisodique. [3] [17] [53] [54]
  - l'administrateur central : il s'agit d'un système de gestion attentionnelle qui a pour rôle de coordonner les opérations des sous-systèmes spécialisés (boucle phonologique et calepin visuo-spatial), de gérer le passage des informations entre ces sous-systèmes et la mémoire à long terme et de procéder à la sélection stratégique des actions les plus efficaces pour réaliser la tâche demandée. Il est impliqué dans des tâches de raisonnement, de calcul mental ou de compréhension. Il intervient également dans les situations de **double tâche**.
  - la boucle phonologique : elle permet le stockage temporaire et le traitement des informations verbales. Elle est composée d'un stock phonologique permettant de stocker l'information verbale pendant quelques secondes, ainsi que d'un processus de répétition subvocale ou récapitulation articulatoire qui permet de rafraîchir l'information en la réintroduisant dans le stock phonologique. Cette composante pose donc problème chez les personnes atteintes de troubles auditifs.
  - le calepin visuo-spatial : impliqué dans la génération et la manipulation des images mentales, il permet le stockage temporaire et le traitement de l'information visuo-spatiale. Comme la boucle phonologique, il comporterait un stock des informations visuelles et spatiales et une procédure de récapitulation spatiale.
  - la mémoire tampon épisodique : il s'agit d'un système à capacité limitée permettant le stockage temporaire des informations venant de la boucle phonologique et du calepin visuo-spatial, pendant la réalisation d'une tâche. Il sert également d'interface entre la mémoire de travail et la mémoire à long terme épisodique.
- la mémoire à long terme : elle permet de stocker des informations pendant quelques heures à plusieurs années. Elle comprend des procédures aussi bien cognitives que motrices et est le siège de différents types d'informations : épisodes ou souvenirs de

notre vie (mémoire épisodique), connaissances encyclopédiques et culturelles (mémoire sémantique), savoir-faire moteurs et cognitifs (mémoire procédurale).  
[53]

### 3) Les fonctions exécutives [17]

Les fonctions exécutives correspondent aux capacités nécessaires à une personne pour **s'adapter à des situations nouvelles**, c'est-à-dire non routinières, pour lesquelles il n'y a pas de solution toute faite. Elles incluent des processus comme l'initiation de comportements nouveaux, la génération d'hypothèses, la déduction de règles, la flexibilité mentale, l'inhibition d'une réponse ou d'un comportement automatique inadapté, la prise de décision, etc. Ainsi, elles vont jouer un rôle important dans la perception de la parole chez le sujet implanté.

#### Modèle de Norman et Shallice (1980)

Ce modèle distingue les situations routinières, c'est-à-dire habituelles, des situations non routinières, c'est-à-dire nouvelles ou complexes.

Lorsque nous sommes confrontés à une situation routinière, un schéma d'action avec des procédures automatisées pilote l'action attendue. Parfois, lors de situations semi-automatiques, plusieurs schémas d'action peuvent être activés simultanément. Un gestionnaire de conflits va alors permettre de sélectionner le schéma le plus approprié.

Cependant, les situations nouvelles exigent que nous leur accordions davantage d'attention et que nous y répondions de façon plus contrôlée. Ainsi, lors de ces situations, un système attentionnel de supervision (SAS) va moduler le niveau d'activation des schémas. Ce système est à capacité limitée et ne peut gérer une multitude de conflits en même temps.

Les fonctions attentionnelles, la mémoire de travail et les fonctions exécutives entretiennent des liens très étroits.

### B. Fonctions cognitives et compréhension de la parole chez le sujet sourd post-lingual

La perception et la compréhension de la parole impliquent à la fois des traitements perceptifs et des traitements cognitifs. En effet, elles font appel à des mécanismes de suppléance mentale basés, entre autres, sur la redondance du langage. Les informations acoustiques délivrées lors d'un message sont répétées de nombreuses fois dans le signal.

Ainsi, la reconstruction du message est possible malgré une dégradation du signal ou un masquage dans le bruit. Les contextes syllabique et lexical permettent également une meilleure identification de phonèmes masqués ou dégradés. L'auditeur peut aussi s'appuyer sur le contexte conversationnel et sa connaissance du locuteur pour comprendre le message qui lui est transmis. [16]

Le décodage de l'information auditivo-linguistique passe par deux mécanismes :

- **processus descendants ou top-down** : déduction des unités de bas niveau (stimuli sonores) d'après le contexte conversationnel et les contraintes linguistiques, faisant intervenir des compétences cognitives.
- **processus ascendants ou bottom-up** : traitement des unités de bas niveau, puis successivement des unités de plus haut niveau, faisant intervenir des mécanismes de perception.

L'auditeur va sans cesse comparer les éléments attendus aux éléments perçus et va formuler de nouvelles hypothèses en cas de divergence entre ces éléments.

Les fonctions cognitives jouent un rôle majeur dans ces mécanismes de traitement :

- La mémoire à long terme permet de stocker les représentations phonologiques que l'individu doit associer aux stimuli perçus, ainsi que les règles de sa langue. Sont également stockées des informations sur le locuteur et le thème conversationnel.
- La mémoire de travail permet de stocker temporairement les stimuli perçus afin de les traiter.
- L'attention sélective permet de traiter un stimulus sonore parmi d'autres. Elle fait intervenir des processus d'inhibition des stimuli non pertinents. Cela permet à l'individu de se focaliser sur ce que dit son interlocuteur dans un milieu bruyant par exemple.

En cas de perte auditive importante ou de perte auditive réhabilitée par implant cochléaire, le message sonore perçu est dégradé. Il manque des informations ou ces dernières font l'objet de distorsions, rendant le message ambigu.

Ainsi, un traitement cognitif plus important est nécessaire afin de lever cette ambiguïté ou de retrouver l'information perdue (Zekveld et al. 2007) [63]. Une perte auditive sévère est associée à une utilisation accrue de la mémoire de travail. Ces données sont interprétées comme indiquant l'utilisation de la mémoire de travail comme moyen de compensation par

les individus avec perte auditive. Il est probable que plus la perte auditive est sévère, plus l'individu va mobiliser sa mémoire de travail pour comprendre la parole.

Les résultats observés par Lyxell et al. (2003) [38] lors d'une étude sur la capacité de la mémoire de travail et le traitement phonologique chez des adultes devenus sourds vont également dans ce sens. Ils observent que contrairement aux représentations phonologiques qui se détériorent avec la perte auditive, la mémoire de travail reste relativement préservée en cas de surdité acquise. Une plus grande capacité de mémoire de travail permettrait à l'individu malentendant de baser ses inférences (suppléance mentale) sur les informations données précédemment dans la conversation. Ainsi, les inférences deviendraient plus précises et liées au sujet de la conversation.

Dans d'autres études, ces auteurs montrent l'importance de la mémoire de travail pour la compréhension de la parole chez des sujets atteints de déficience auditive : la taille de la mémoire de travail est corrélée au succès dans l'utilisation de stratégies communicatives et au niveau d'effort subjectif expérimenté par le sujet lors d'écoute de parole en milieu bruyant.

D'autres variables cognitives, notamment l'apprentissage verbal, sont des prédicteurs significatifs de l'amélioration des performances de reconnaissance de mots dans le silence six mois après l'activation de l'implant cochléaire chez des sujets sourds post-linguaux. (Heydebrand et al. 2007). L'apprentissage verbal serait lui-même prédit par les fonctions de mémoire de travail et par la durée de perte auditive sévère. [24]

Par ailleurs, on sait, grâce à l'imagerie fonctionnelle, qu'il existe une activation de régions relatives à la mémoire (hippocampe postérieur gauche) ainsi que de certains réseaux attentionnels (sulcus intrapariétal droit, formation réticulée, colliculi inférieurs), lors de tâches de compréhension du langage chez des sujets implantés cochléaires (Giraud et al. 2000). Les patients implantés compensent les signaux de parole appauvris, par des stratégies tournées vers les mécanismes de mémoire (encodage et récupération) et d'attention pour faciliter la correspondance entre l'input phonologique et la représentation verbale stockée, ou pour extraire le signal de parole du bruit de fond.

De plus, une suractivation du cervelet latéral gauche a également été mise en évidence. Il semblerait que grâce à ses connexions avec de nombreuses aires d'association corticales, le cervelet joue un rôle dans un certain nombre de domaines cognitifs. Ces activations observées chez les sujets implantés reflètent probablement la participation du cervelet dans un effort attentionnel général pour améliorer la compréhension de la parole. [20]

En outre, bien qu'à ce jour on ne retrouve pas dans la littérature mention d'un lien éventuel entre flexibilité mentale et perception de la parole, il semble fort probable que cette habileté cognitive joue un rôle majeur dans la perception de la parole chez les sujets implantés, et ce notamment en milieu bruyant. En effet, cette capacité permettant de changer rapidement de tâche ou de stratégie mentale, de modifier ses projets face à un obstacle ou une nouvelle donnée, semble nécessaire à l'individu implanté pour comprendre la parole, en déplaçant rapidement son focus attentionnel d'un stimulus à l'autre (auditif versus visuel (lecture labiale) par exemple.

Cependant, certains auteurs (Collison et al. 2004) ne retrouvent pas de lien entre les performances à des tâches cognitives et linguistiques et les scores de compréhension de la parole chez des adultes implantés cochléaires. Néanmoins, ils font l'hypothèse que cela peut s'expliquer par l'hétérogénéité des sujets impliqués dans leur étude. [14]

#### **IV. Paradigme de double tâche : tâche motrice et tâche cognitive**

Les troubles cognitifs, sensoriels et moteurs représentent un problème de santé publique majeur en raison notamment de leur forte prévalence après 65 ans. Avec le vieillissement de la population, le but est de mieux comprendre les liens qui unissent ces trois domaines pour mettre en place des stratégies de prévention.

Dans notre étude, nous tentons d'expliquer les différences de réhabilitation par l'implant grâce à des éléments moteurs et cognitifs. Le paradigme de double tâche, en plus d'allier ces deux aspects, s'ancre dans une interdisciplinarité, qui est le fondement du processus d'implantation cochléaire.

##### **A. Pourquoi avoir choisi une tâche motrice ?**

###### **1) Attention divisée entre tâches**

« Peut-on faire plusieurs choses à la fois ? ». Cette question a besoin d'être précisée : en effet, de nombreuses activités peuvent être réalisées en même temps (conduire en tenant une conversation, marcher et réfléchir en même temps, par exemple). Dans ce cas, une des activités est automatisée et réalisée pratiquement sans contrôle conscient : elle ne nécessite pas d'attention. Cependant, certaines tâches requièrent toutes les deux de l'attention

(écouter le professeur et noter le cours en même temps, par exemple) : elles ne peuvent pas se dérouler de façon automatique et sans contrôle conscient. Il est néanmoins possible de les exercer simultanément, pourvu que le niveau d'exigence des deux tâches réunies n'excède pas la capacité limite du sujet. [49]

Les difficultés rencontrées lors d'une tâche multiple mettent en évidence des ressources cognitives indisponibles et réaliser des tâches simultanément n'est faisable que si les capacités limites ne sont pas atteintes. La psychologie cognitive a mis en évidence que la perte auditive est associée avec de faibles performances cognitives auditives et non auditives en mémoire de travail. Les difficultés cognitives dues à la surdité conduisent à une diminution générale des ressources. [34]

## 2) Marche et cognition

Au vu de la variabilité interindividuelle des résultats post-implantation, la flexibilité mentale et les ressources attentionnelles seraient sans doute des éléments intéressants à considérer dans la réhabilitation par l'implant cochléaire.

La marche n'est pas seulement considérée comme une activité motrice automatique, sous l'influence d'informations afférentes via les systèmes proprioceptif, vestibulaire et visuel : il s'agit aussi d'une activité qui requiert fonctions exécutives et attention. [1]

Ces dernières années, le paradigme de double tâche a été largement utilisé pour explorer l'interaction entre marche et cognition. Plusieurs études neuropsychologiques ont démontré que la marche compte sur l'utilisation de plusieurs domaines cognitifs, y compris les fonctions attentionnelles et exécutives, les capacités visuo-spatiales et même la mémoire. De plus, les troubles de la marche et les chutes sont davantage retrouvées chez les patients déments : il y a un lien direct entre le déclin cognitif et les difficultés à marcher [2]. Maquet et al. (2010) [39], pour appuyer cette théorie, ont mis en évidence une corrélation positive entre les fonctions cognitives (testées par le Mini Mental State) et la vitesse de marche. Pour Waite et son équipe, les personnes qui allient ralentissement de la marche avec déficit cognitif sont les plus susceptibles de développer une démence. [60]

Dans l'étude de Hollman et al. (2006) [25], on observe un ralentissement de la marche en condition de double tâche (épeler des mots à l'envers) et ce même chez des sujets jeunes, ce qui prouve bien l'interférence des deux tâches. Pour ces auteurs, la vitesse de la marche diminue avec la double tâche, tandis que la variation des pas augmente. Ces changements confirment que l'attention nécessaire à la réalisation de la tâche cognitive a un effet déstabilisant sur la marche : les processus attentionnels sont impliqués dans la marche.

Dans cette étude, les sujets âgés qui ont eu des difficultés avec la tâche cognitive ont marché plus doucement que ceux qui n'ont pas rencontré de difficulté. Ces résultats laissent penser que les limites de répartition de l'attention sont plus vite atteintes chez les personnes âgées que chez les sujets plus jeunes.

Le paradigme de double tâche nous permet ainsi de vérifier les processus attentionnels des patients, processus requis pour une compréhension optimale avec un IC.

### 3) Marche et Digit Symbol Substitution Test (DSST, ancien nom du sous-test CODE de la WAIS)

L'attention et les fonctions exécutives ont un lien important avec la marche, comme nous l'avons vu précédemment. Le DSST (Digit Symbol Substitution Test) est un test non verbal qui mesure à la fois les fonctions exécutives et la vitesse psychomotrice [33]. Il s'agit d'une correspondance entre chiffres et symboles : à chaque chiffre correspond un symbole précis qu'il faut reporter dans la grille de passation. Plus il y a de blocs complétés pendant les deux minutes imparties, plus le score est haut. Ce test inclut la notion de vitesse, ce qui peut expliquer sa sensibilité aux changements de haut niveau de cognition. En effet, la vitesse joue un rôle clé dans le vieillissement cognitif et il est montré, par exemple, que les différences de cognition liées à l'âge sont souvent dues à une diminution de la vitesse de traitement. [48]

Marcher lentement sur un chemin droit a été associé à la fois à une lenteur psychomotrice mais aussi à de faibles capacités exécutives. L'étude de Lowry et al. (2012) utilise le DSST et une épreuve de marche pour vérifier cette hypothèse. Ils concluent effectivement qu'un faible résultat obtenu au DSST est associé avec une vitesse de marche lente. [37]

Dans leur étude, Rosano et son équipe (2012) [52] évoquent le consensus suivant : la mobilité est régulée par un système multiple, incluant les systèmes nerveux central et périphérique, ainsi que les systèmes musculaire et cardio-respiratoire. Les maladies qui affectent chacun de ces systèmes peuvent engendrer des troubles de la marche et une démarche plus lente. Cependant, les personnes âgées (ici, 65 ans et plus) commencent souvent à marcher plus lentement sans cause apparente ou maladie connue. Les recherches récentes indiquent qu'une atrophie de la zone préfrontale serait associée avec cette démarche plus lente chez les personnes sans démence ou AVC, ce qui suggère une base anatomique partagée entre le moteur et le cognitif [2]. L'aire préfrontale régule la vitesse de traitement de l'information, indispensable pour réussir une tâche rapidement et de manière efficace. Les auteurs réunissent 214 personnes capables de marcher à vitesse normale. Le DSST est choisi pour évaluer la vitesse de traitement de l'information. Les



résultats indiquent que le score obtenu au DSST est fortement corrélé avec le volume du cortex préfrontal, mais aussi avec le temps de marche. Un écart-type au DSST est associé avec une différence de  $0,28 \text{ mm}^3$  au niveau préfrontal. Réaliser le DSST requiert des compétences qui chevauchent les compétences nécessaires à la marche. Dans cette étude, l'association entre volume préfrontal et marche ralentie est expliquée par de faibles performances dans un domaine cognitif précis : la vitesse de traitement de l'information. Les changements au niveau préfrontal peuvent donc créer des troubles cognitifs (avec une vitesse de traitement plus lente) et simultanément une démarche plus lente.

## B. La double tâche

La double tâche se définit comme étant la réalisation simultanée de deux tâches, l'une dite « primaire », l'autre dite « secondaire ». Nous comparons les différences de performances de ces deux activités, réalisées en condition de simple et double tâche [5]. Le paradigme de double tâche repose sur l'hypothèse que deux tâches exécutées simultanément interfèrent si elles utilisent des sous-systèmes attentionnels et/ou cérébraux identiques [44]. Dans notre étude, le paradigme met en jeu la marche et une tâche cognitive : l'interférence repose sur la mise en place conjointe de l'attention. Cela se traduit par la modification des paramètres spatio-temporels de la marche et par la qualité de la réalisation de la tâche cognitive. Nous demandons au sujet de réaliser au mieux les deux tâches, sans donner de priorité de réussite à l'une d'entre elle, ce qui permet de rester dans une situation particulièrement écologique, les conditions de marche au quotidien étant fréquemment réalisées en double tâche. [5]

Le choix de la tâche cognitive est important dans l'étude de la marche. Il existe deux types de tâches :

- les tâches dites hétérogénérées, non contrôlées par le sujet (l'émission de bips sonores que le sujet doit compter, par exemple)
- et les tâches dites autogénérées, qui sont produites par le sujet (comme une tâche de comptage, par exemple). [1]

Notre choix s'est porté vers des tâches autogénérées. En effet, cela permet d'éviter les problèmes de perception, fréquemment rencontrés au sein de notre population d'étude.

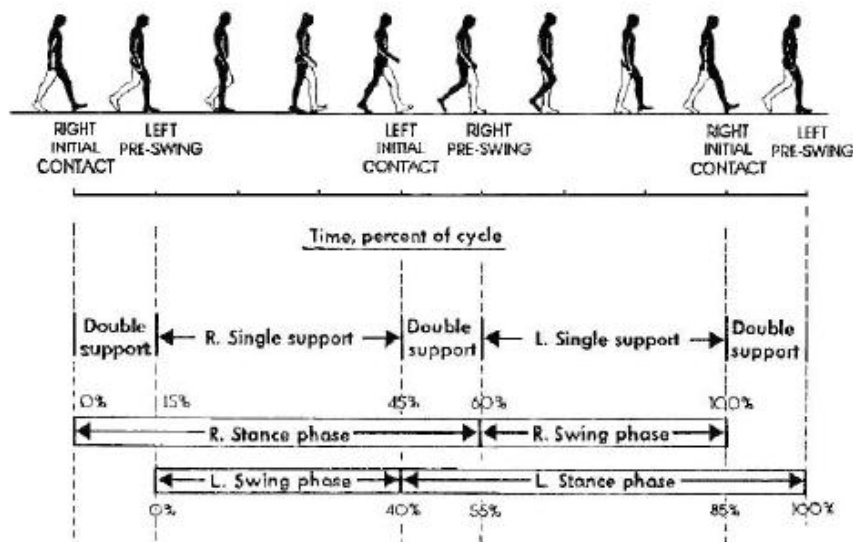
La condition de double tâche permet de mettre l'accent sur le lien étroit qui unit motricité et cognition. En effet, les fonctions exécutives sont difficilement dissociables des tâches

qu'elles contrôlent. Elles ont entre autre comme rôle de répartir les ressources attentionnelles entre deux tâches [57]. Des études de neuro-imagerie soutiennent également ce lien. [2]

### C. Paramètres de marche et variabilité

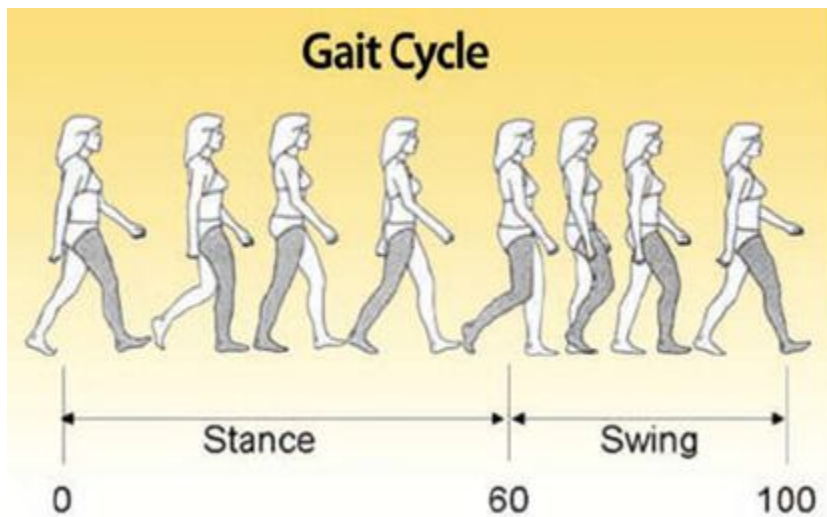
La marche résulte de la combinaison dans le temps et dans l'espace de mouvements plus ou moins complexes de différents segments du corps aboutissant à un déplacement. Les paramètres spatio-temporels permettent de décrire le déroulement de la marche en la décomposant en cycles unitaires. Un cycle est constitué de l'alternance d'une phase d'appui et d'oscillation. Les paramètres recueillis sont :

- spatiaux avec la longueur, la largeur du pas et son écartement ;
- et temporels avec le temps d'appui et de balancement et la durée du cycle de marche.



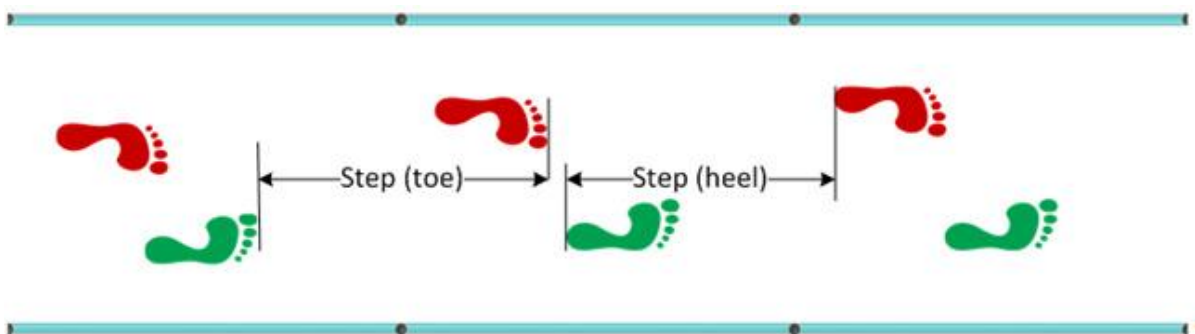
**Figure 3** : Illustration des paramètres de marche et leur rapport temporel [1]

La variabilité du pas est mesurée par la valeur moyenne et le coefficient de variation du temps de **cycle de marche**. Le temps du cycle de marche se définit comme le temps nécessaire pour réaliser deux pas consécutifs [1]. Il démarre lorsque le talon d'un pied entre en contact avec le sol et s'achève lorsque le même pied prend appui au terme du pas. Le cycle commence par une phase de Stance (appui du pied du talon à la pointe) et passe par une phase de Swing au cours de laquelle le pied est levé et évolue en l'air : en moyenne, la phase de Stance représente 60% du temps alors que le Swing représente les 40% restants. [67]



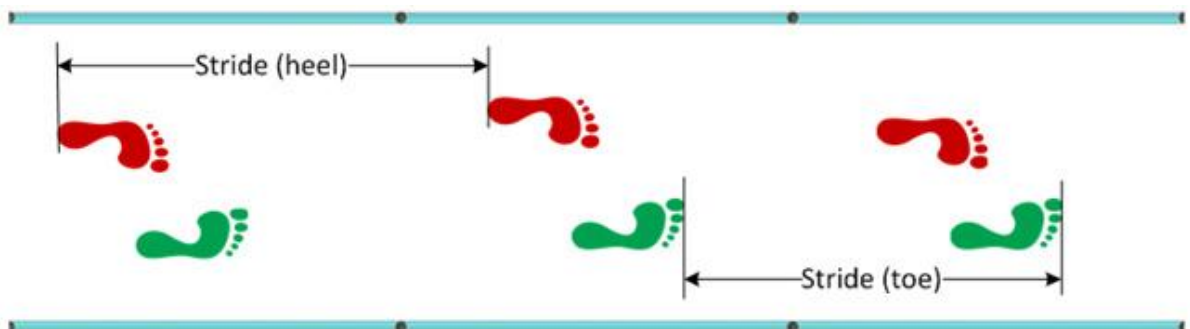
**Figure 4** : Illustration d'un cycle de marche [67]

Le **pas** (step) représente la distance entre les pointes de pied ou la distance entre les talons.



**Figure 5** : Illustration d'un pas [67]

La **foulée** (stride) représente quant à elle la distance entre les pointes des empreintes du même pied ou distance entre les talons des empreintes du même pied



**Figure 6** : Illustration d'une foulée [67]

Ces paramètres sont soumis à des fluctuations et ce indépendamment des influences extérieures. Chez le sujet sain, ces fluctuations restent cependant relativement modestes. Les facteurs physiologiques affectant la variabilité de la marche incluent le système nerveux, la fonction musculaire et le contrôle postural ainsi que le système cardiovasculaire mais aussi l'intégrité cognitive. [23]

#### D. The Timed Up and Go (TUG)

Le TUG est à la base utilisé pour évaluer la mobilité dans des mouvements de la vie quotidienne (se lever, marcher, s'asseoir). L'étude référente de Podsiadlo et al. (1991) montre l'utilité du TUG dans l'évaluation rapide des compétences motrices chez la personne âgée (plus de 70 ans) [47]. Dans le cadre de notre mémoire, ce test a pour but d'une part d'exclure les sujets ayant des troubles de la marche importants et pour qui le paradigme de double tâche ne serait donc pas envisageable. D'autre part, à terme, une généralisation de notre étude pourrait être envisagée : le tapis de marche est en effet un dispositif peu répandu et le TUG permettrait d'accéder à un dispositif plus écologique pour la prédiction de la réhabilitation post-implant.

Plusieurs études ont tenté de prédire le risque de chute chez la personne âgée grâce au TUG [7] [10] [42] [43]. Pour cela, elles cherchent à établir une valeur limite pour le TUG qui distinguerait un score normal d'un score pathologique. Pour Okumiya et al. (1998) [43], le TUG est prédictif des chutes quand il excède les 16 secondes. Deux autres études [42] [47] évoquent une « zone grise » comprise entre 20 et 29 secondes, qui serait en réalité une zone intermédiaire où les patients auraient besoin d'une assistance pour les tâches motrices. Bischoff (2003) [7] choisit la valeur de 12 secondes pour les femmes âgées de 65 à 85 ans comme limite de la normalité dans la réalisation du TUG. Ils notent également que le lieu de vie et l'activité physique sont souvent des facteurs prédictifs pour ce test. Lindsay et al. (2004) [36] ne trouvent cependant pas de valeur au TUG qui serait prédictive du risque de chute chez les personnes âgées.

D'autre part, le TUG est-il plus intéressant et plus prédictif en simple qu'en double tâche ? Dans l'étude de Shumway-Cook et al. (2000) [56], ce test est réalisé en même temps qu'une tâche cognitive, puis en même temps qu'une tâche manuelle. La tâche cognitive consiste à compter de 3 en 3 en partant de 20 jusqu'à 100 et la tâche manuelle à tenir un verre rempli dans sa main. Trente personnes âgées vivant encore à domicile, avec aide à la

marche ou pas, participent à cette étude (15 avec antécédents de chute et 15 sans). Les résultats confirment que la double tâche a un effet déstabilisant sur l'équilibre et que cela allonge le temps d'exécution du TUG (indépendamment de la nature de la seconde tâche, cognitive ou manuelle). Ces auteurs concluent qu'il n'est pas plus pertinent de réaliser le TUG en double tâche par rapport à la condition de simple tâche.

L'étude de Rockwood et al. (2000) [50] met également en évidence que la plupart des personnes ne réussissant pas le test ont un déficit cognitif. De plus, dans cette étude, le TUG est corrélé avec les résultats obtenus à l'AIVQ (Activités Instrumentales de la Vie Quotidienne), auto-questionnaire évaluant l'autonomie du sujet.

# PARTIE PRATIQUE

# PARTIE PRATIQUE

## I. Problématique et hypothèses

### A. Problématique

Actuellement, l'implantation cochléaire apporte un bénéfice considérable au niveau de la perception et de la compréhension de la parole chez le sujet atteint de surdité sévère à profonde. Cependant, il subsiste une importante variabilité inter-individuelle des performances auditives après l'implantation. Comment expliquer cette variabilité ? Certains facteurs psycho-acoustiques auraient une valeur prédictive, mais pour autant, n'expliquent pas tout.

Existe-t-il d'autres facteurs pouvant influencer les résultats post-implantation ? La cognition jouant un rôle majeur dans la perception et la compréhension de la parole, est-il possible de prédire la qualité de la réhabilitation future par l'implant cochléaire grâce à des facteurs cognitifs ? Et si oui, lesquels ?

L'objet de cette partie pratique consiste à essayer de lier les scores obtenus à des épreuves cognitives avec l'évolution des scores orthophoniques pré- et post-implant, puis avec la différence des scores orthophoniques post-implant dans le silence et dans le bruit. Nous avons ainsi choisi des épreuves testant différents aspects de la cognition : flexibilité mentale, fonctions exécutives ainsi que des épreuves motrices, du fait des liens mis à jour entre modalités sensorielles et motrices.

### B. Hypothèses

Hypothèse 1 : Hypothèse relative au paradigme de double tâche

1a) Certains paramètres spatio-temporels de la marche en simple et double tâche sont corrélés à l'évolution des scores orthophoniques entre pré- et post-IC.

1b) Ces mêmes paramètres spatio-temporels de la marche (simple et double tâche) sont corrélés à la différence entre scores dans le silence et score dans le bruit.

1c) Nous posons l'hypothèse qu'il existe un ralentissement de la marche en double tâche par rapport à la marche seule chez tous les sujets : plus la tâche cognitive est difficile et plus le ralentissement est important. Les sujets jeunes sont globalement plus rapides que les sujets âgés.

Hypothèse 2 : Hypothèse relative aux tests cognitifs : CODE de la WAIS, fluences de Cardebat (lexicales et sémantiques) et temps de comptage assis

2a) Nous faisons l'hypothèse que, meilleurs sont les résultats à ces épreuves, meilleure est la progression des scores orthophoniques entre pré- et post-IC.

2b) Plus les scores aux épreuves cognitives sont faibles, plus la différence de scores entre silence et bruit est importante.

2c) Les patients jeunes ont de meilleures performances que les sujets âgés à ces tests cognitifs, et ont donc une meilleure progression de leurs scores orthophoniques.

Hypothèse 3 : Hypothèse relative au Timed Up and Go (TUG)

3a) Nous émettons l'hypothèse que le temps de réalisation du TUG est corrélé à l'évolution des scores orthophoniques entre pré- et post-IC, des temps longs au TUG sont associés à une progression faible avec l'IC.

3b) Plus le temps de réalisation du TUG est long et plus le sujet est âgé, plus la différence de scores entre silence et bruit est importante.

3c) Le temps de réalisation du TUG est ralenti chez les personnes âgées, qu'il s'agisse de sujets contrôles ou de patients.

3d) Il existe un lien entre la vitesse de réalisation du TUG et la vitesse en marche seule sur le tapis GAITRite®.

Hypothèse 4 : Hypothèse relative au questionnaire de la dépression de Beck

4a) Plus le score obtenu à l'échelle de Beck est important, plus l'évolution des scores orthophoniques entre pré- et post-IC est faible.

4b) Nous posons l'hypothèse que l'effort supplémentaire à fournir pour comprendre la parole dans le bruit est impossible pour un patient déprimé : plus il est déprimé, plus la différence des scores silence/bruit est importante.

4c) Nous supposons qu'il existe un lien entre dépression et âge : plus le sujet est âgé, plus il est déprimé, ce qui pourrait avoir des répercussions sur les scores orthophoniques.

Hypothèse 5 : Hypothèse relative au questionnaire d'autonomie AIVQ

5a) Plus le score à l'AIVQ est élevé et donc plus la personne est autonome, plus l'évolution des scores orthophoniques entre pré- et post-IC est importante.

5b) Nous formulons l'hypothèse que le score à l'AIVQ est lié à l'âge : plus la personne est âgée, moins elle est autonome et a donc un score faible à l'AIVQ.



## II. Méthodologie

### A. Description de la population

Notre étude concerne des sujets adultes implantés cochléaires bons utilisateurs de leur dispositif, c'est-à-dire implantés depuis au moins 3 mois. Les patients déficients intellectuels ou ayant des séquelles d'accident vasculaire cérébral sont exclus de l'étude. Tous les sujets sont de langue maternelle française.

#### 1) Population sourde

51 patients (32 femmes et 19 hommes), âgés de 31 à 87 ans (moyenne : 64 ans), recrutés dans le service du Pr Frachet à l'hôpital Rothschild (Paris 12<sup>ème</sup>), sont testés dans cette étude.

Parmi ces patients, 15 ont un implant cochléaire, 11 en ont 2, enfin 25 ont un implant cochléaire et un appareil de correction auditive (ACA) controlatéral.

Le temps depuis la première implantation va de 3 mois à 16 ans (moyenne : 3 ans 6 mois). On considère que 3 mois est la durée minimale nécessaire pour que le patient s'habitue à la réhabilitation par implant cochléaire. Ainsi, on devrait observer une amélioration des scores de compréhension post-IC, que ce soit à 3 mois ou à plusieurs années de l'activation de l'implant.

Les étiologies des surdités sont diverses : otite chronique (2), otospongiose (3), surdité ototoxique (3), maladie de Ménière (2), syndrome de Mondini (1), surdité brusque (2), traumatisme sonore (1), traumatisme crânien (1), surdité génétique (6), surdité familiale (8), anoxie cérébrale néonatale (1), méningite (1), rougeole (1), radiothérapie (1), neurinome (1), oreillons (1), inconnue (16).

Certains patients sont exclus de l'analyse pour différentes raisons :

- 3 patients sont exclus car les données de leurs scores pré- et post-IC manquaient.
- 1 patient est exclu car il a obtenu un score supérieur à 16/39 (dépression sévère) à l'échelle de dépression de Beck.

Ainsi, 4 patients sont retirés de l'analyse.

#### 2) Population contrôle

Une population contrôle de sujets normo-entendants a également participé à la partie des épreuves du protocole non étalonnées sur une population normale : Timed Up and Go,

paradigme de double tâche.

34 personnes (27 femmes et 7 hommes), âgées de 22 à 74 ans (moyenne : 41 ans), de langue maternelle française et sans troubles de marche, recrutées parmi le personnel hospitalier, notre entourage ou celui des patients, participent à l'étude en tant que sujets contrôles.

## B. Matériel et méthodes

Après une brève anamnèse destinée à confirmer des données personnelles et l'histoire de la surdité des patients, colligées dans leur dossier médical, les patients sont soumis à différentes épreuves.

### 1) Description et cotation des épreuves

#### a. Échelle de dépression de Beck [6]

Il est demandé aux patients de remplir un questionnaire comportant 13 questions contenant chacune 4 items, évaluant leur humeur. L'échelle de dépression de Beck est utilisée afin d'exclure des patients atteints de dépression sévère de l'étude. En effet, l'étude de Hoffman et al. (2014) s'intéresse au lien entre surdité et dépression : la dépression concernerait plus de 11% des patients rapportant des difficultés auditives contre seulement 5% des personnes déclarant avoir une « audition excellente » ou 7% des personnes disant « bien entendre » [32]. De plus, la dépression peut avoir une influence sur les résultats des tests cognitifs.

25 patients ont obtenu un score entre 0 et 3 (pas de dépression), 17 patients ont un score entre 4 et 7 (dépression légère), 7 patients ont un score situé entre 8 et 15 (dépression modérée) et un patient a un score égal ou supérieur à 16 (dépression sévère). Un patient n'a pas répondu au questionnaire. (Cf. Annexe B)

#### b. Questionnaire AIVQ [27]

Un second questionnaire portant sur les activités instrumentales de la vie quotidienne (AIVQ) est présenté aux patients. Ce questionnaire permet de mesurer l'autonomie dans la vie quotidienne. 4 items sur les 8 initiaux sont finalement retenus pour l'analyse statistique conformément à ce que proposent Barberger-Gateau et al. qui montrent que ces 4 items sont corrélés à l'état cognitif du sujet. Ces items concernent l'utilisation du téléphone, l'utilisation des transports, la prise de médicaments et la gestion du budget [4]. Chaque item est noté 1 (autonomie) ou 0 (dépendance), ainsi un score de 4 objective une

autonomie complète et un score de 0 une dépendance totale. (Cf. Annexe C)

c. Sous-test CODE de la WAIS-IV [61]

Chaque patient a ensuite réalisé le sous-test CODE de la WAIS-IV, ou anciennement DSST (Digit Symbol Substitution Test). Il s'agit de remplir le plus de cases possible d'une grille en deux minutes, en fonction d'une correspondance chiffres-symboles.

Le patient obtient une note brute qui est standardisée en fonction de son âge. Les notes standards vont de 1 pour la plus mauvaise à 19 pour la meilleure et la moyenne est à 10. (Cf. Annexe D)

d. Fluences de Cardebat [11]

Il est demandé aux patients de réaliser les fluences lexicales et sémantiques de Cardebat afin de tester leur vitesse d'accès au lexique et leur flexibilité mentale.

Pour les fluences lexicales, les patients doivent donner le plus de mots commençant par la lettre P en deux minutes. Pour les fluences sémantiques, il s'agit de donner le plus de noms d'animaux en deux minutes.

Si un problème empêche le bon déroulement de ces épreuves (incompréhension de la consigne, gêne extérieure venant interrompre le patient etc.), nous recommençons en administrant le reste de l'épreuve de Cardebat, à savoir donner la lettre R pour les fluences lexicales et la catégorie des fruits pour les fluences sémantiques.

Chaque patient obtient ensuite un score à partir duquel est calculée sa déviation standard par rapport à la moyenne attendue, en fonction de son sexe, sa tranche d'âge et son niveau d'étude. (Cf. Annexe E)

e. Timed Up and Go (TUG) [47]

Après avoir posé quelques questions aux patients concernant leur aptitude à marcher sans gêne (douleurs aiguës ou chroniques, prothèses, antécédents d'AVC, acuité visuelle, troubles de l'équilibre etc.), ils doivent effectuer l'épreuve du Timed Up and Go élaborée par Podsiadlo et al. (1991), qui consiste à se lever d'une chaise avec accoudoirs, marcher sur 3 mètres, faire demi-tour et revenir s'asseoir sur la chaise. Le sujet porte ses chaussures habituelles et peut utiliser une aide (cane, déambulateur) s'il en a l'habitude. Il n'y a en revanche aucune assistance physique lors de la réalisation du TUG. Un essai est d'abord réalisé avant d'effectuer le TUG chronométré. Ainsi un temps (en secondes) est relevé pour chaque patient, à partir du moment où son dos se décolle du dossier de la chaise jusqu'au

moment où il s'appuie au dossier, une fois l'aller-retour effectué.

Le but de ce test est tout d'abord d'exclure des sujets rencontrant des difficultés à la marche qui risqueraient de fausser les données recueillies lors de l'épreuve de marche en simple et double tâche. Par ailleurs, nous cherchons à voir si les résultats obtenus au TUG sont corrélés à ceux obtenus à l'épreuve de marche en double tâche. Ainsi, en pratique clinique courante, il serait plus facile, plus rapide et moins coûteux de faire passer le TUG aux patients avant leur implantation, que les différentes conditions de marche sur un tapis enregistrant les paramètres de la marche. (Cf. Annexe F)

#### f. Paradigme de double tâche : marche et tâche cognitive

Ce test permet d'évaluer la flexibilité mentale et l'attention divisée du sujet lors d'une tâche de marche et/ou d'une tâche cognitive de comptage de difficulté croissante. Il s'agit de réaliser plusieurs étapes successives :

##### Tâches simples :

- Etape 1 : comptage assis de 0 à 50, chronométré
- Etape 2 : comptage assis de 50 à 0, chronométré
- Etape 3 : comptage assis de 0 à 51 de 3 en 3, chronométré
- Etape 4 : comptage assis de 50 à -1 de 3 en 3, chronométré
- Etape 5 : marche seule à vitesse habituelle sur le tapis de marche

##### Tâches doubles :

- Etape 6 : marche avec décompte à l'endroit de 1 en 1, en partant de 0
- Etape 7 : marche avec décompte à l'envers de 1 en 1, en partant de 50
- Etape 8 : marche seule à vitesse habituelle (tâche simple)
- Etape 9 : marche avec décompte à l'endroit de 3 en 3, en partant de 0
- Etape 10 : marche avec décompte à l'envers de 3 en 3, en partant de 50

Différentes mesures sont recueillies :

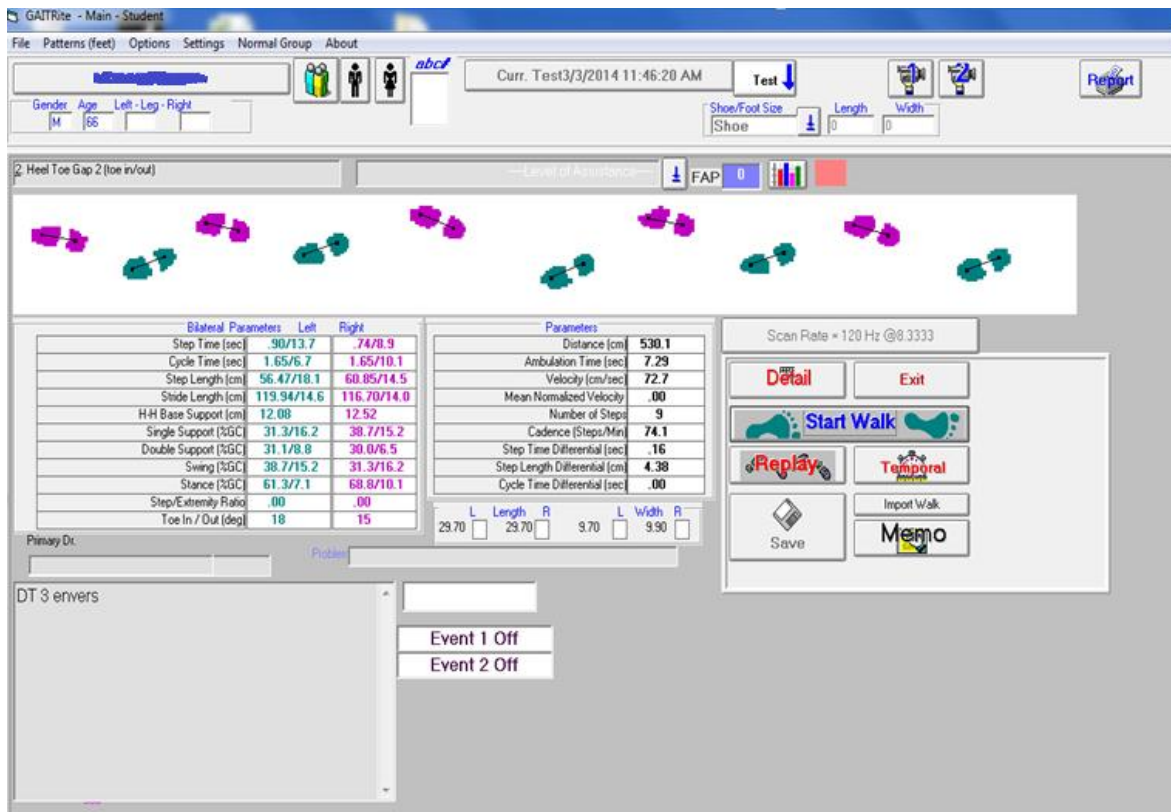
- les paramètres spatio-temporels de la marche en simple et double tâche
- le nombre de chiffres correctement énoncés lors de la marche
- le temps de comptage assis en secondes

La tâche de marche en simple et double tâche est réalisée à vitesse normale, sur un tapis d'analyse de marche GAITRite® de 7 mètres de long. Des capteurs de pression disposés régulièrement tout le long de ce tapis permettent d'enregistrer les appuis plantaires du sujet. Les données sont ensuite transférées vers un ordinateur où un logiciel permet de recueillir

les paramètres spatio-temporels de la marche du sujet, immédiatement après son passage sur le tapis. [40] (Cf. Annexe F)



**Figure 7** : Tapis de marche GAITRite®



**Figure 8** : Interface du logiciel du tapis de marche GAITRite®

Le temps de comptage assis est mesuré par un chronomètre pour chaque condition. En cas d'oubli d'un ou de plusieurs chiffres, une pénalité proportionnelle est appliquée au temps de comptage. Les erreurs de comptage n'influençant pas le nombre de chiffres énoncés ne sont pas prises en compte.

Lors du paradigme en double tâche, le nombre de chiffres énoncés **correctement** est recueilli. Si des chiffres sont inversés, ils comptent comme faux. A partir de 3 erreurs successives, on considère la suite du comptage comme erronée.

Exemples :

- comptage de 1 en 1 envers : 50 49 48 46 47 45 44 43 → 6 chiffres énoncés correctement
- comptage de 3 en 3 endroit : 0 3 6 9 12 16 18 21 24 26 → 8 chiffres énoncés correctement
- comptage de 3 en 3 envers : 50 47 44 41 39 36 33 30 27 → 4 chiffres énoncés correctement

## 2) Conditions de passation

Nous contactons au préalable les patients afin de leur expliquer notre démarche par une lettre d'information envoyée par mail ou par courrier et d'obtenir leur accord. La passation se déroule en une fois à l'hôpital Rothschild suite à l'un de leurs rendez-vous dans le service si cela est possible. Une feuille de consentement est signée en deux exemplaires avant de commencer les épreuves. (Cf. Annexes N et O)

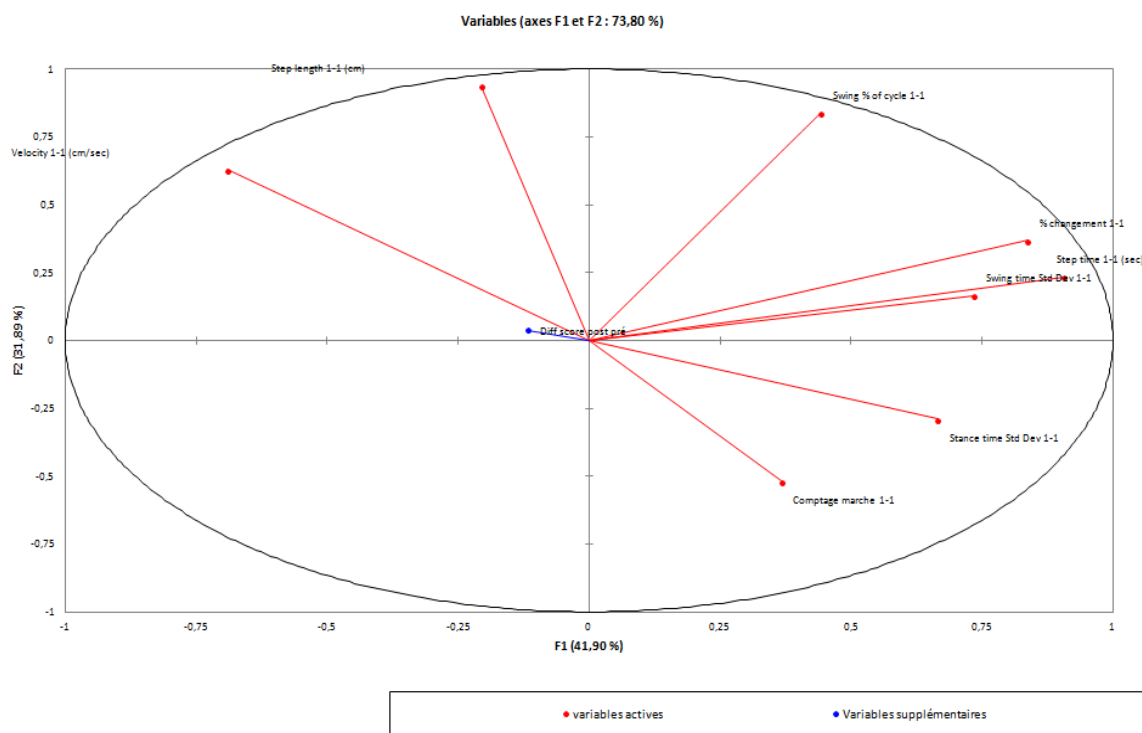
Les tests ont lieu dans le service de MPR (Médecine Physique et de Réadaptation) du Pr Thoumie à l'hôpital Rothschild, où se trouve le tapis de marche GAITRite®. Les consignes sont présentées à l'écrit pour tous les sujets (patients et contrôles) afin de limiter les défauts de compréhension et les biais. Des informations orales complémentaires sont données si le sujet en éprouve le besoin.

### **III. Analyse des résultats**

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel Xlstat. Pour l'ensemble des résultats que nous présentons, nous retenons un niveau de significativité tel que  $p < .05$ .

#### **A. Résultats relatifs au paradigme de double tâche**

Une ACP (Analyse en Composantes Principales) est réalisée afin de déterminer quels facteurs de la marche sont prédictifs des résultats de l'implant. Tous les paramètres de la marche (vitesse/velocity, temps du pas/step time, longueur du pas/step length, temps du cycle/cycle time, longueur de la foulée/stride length, % de temps d'oscillation du cycle/swing % of cycle, % de temps d'appui du cycle/stance % of cycle, % du support simple du cycle/single supp % of cycle, % du double support du cycle/double supp % of cycle, DS du temps d'oscillation/swing time Sdt dev, DS du temps d'appui/stance time Sdt Dev) sont ainsi analysés en fonction de la différence de scores entre pré- et post-IC. Des facteurs se sont révélés être corrélés à +/- 1 entre eux : en effet, certains facteurs ne sont pas dissociables et sont simultanés (exemple : longueur du pas et de la foulée). De nouvelles ACP ont donc été réalisées en supprimant les variables corrélées entre elles pour ne garder que les variables pertinentes. Les résultats de l'analyse ne s'avèrent pas concluants, les cosinus des différents scores étant trop faibles.



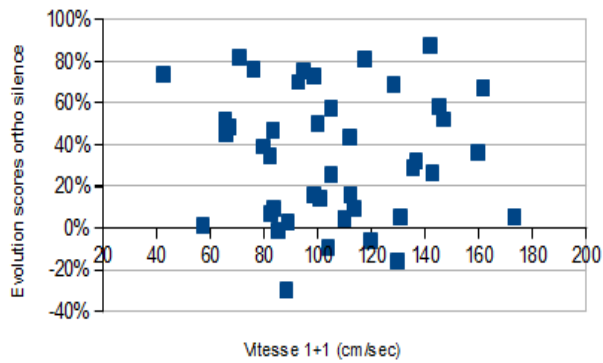
**Figure 9** : ACP des critères de marche en fonction de la différence de scores entre pré- et post-implant

Variables	Comptage marche	Velocity VN (cm)	Step time VN (sec)	Step length VN (cm)	Swing % of cycle	Swing time Std Dev	Stance time Std Dev	Velocity 1-1 (cm)	Step time 1-1 (sec)	Step length 1-1 (cm)	% changement 1-1	Stride length 1-1 (cm)	Swing % of cycle	Swing time Std Dev	Stance time Std Dev	Diff score post pré
Comptage marche	1	-0,310	-0,026	-0,402	0,001	0,044	0,058	-0,449	0,135	-0,484	0,148	-0,486	-0,129	0,144	0,240	0,136
Velocity VN (cm)	-0,310	1	-0,587	0,874	0,553	-0,280	-0,423	0,865	-0,468	0,677	-0,154	0,679	0,179	-0,248	-0,239	0,128
Step time VN (sec)	-0,026	-0,587	1	-0,136	-0,199	0,372	0,566	-0,419	0,693	0,041	0,190	0,038	0,171	0,319	0,127	0,002
Step length VN (cm)	-0,402	0,874	-0,136	1	0,523	-0,163	-0,171	0,800	-0,169	0,853	-0,075	0,855	0,303	-0,132	-0,204	0,140
Swing % of cycle	0,001	0,553	-0,199	0,523	1	0,417	0,100	0,511	-0,110	0,499	-0,045	0,498	0,391	0,296	-0,238	0,202
Swing time Std Dev	0,044	-0,280	0,372	-0,163	0,417	1	0,685	-0,183	0,400	0,059	0,167	0,052	0,345	0,724	-0,032	0,128
Stance time Std Dev	0,058	-0,423	0,566	-0,171	0,100	0,685	1	-0,360	0,547	-0,010	0,239	-0,011	0,268	0,644	0,039	-0,130
Velocity 1-1 (cm)	-0,449	0,865	-0,419	0,800	0,511	-0,183	-0,360	1	-0,561	0,781	-0,365	0,782	0,220	-0,336	-0,502	0,189
Step time 1-1 (sec)	0,135	-0,468	0,693	-0,169	-0,110	0,400	0,547	-0,561	1	0,049	0,816	0,048	0,553	0,643	0,454	-0,105
Step length 1-1 (cm)	-0,484	0,677	0,041	0,853	0,499	0,059	-0,010	0,781	0,049	1	0,141	1,000	0,662	-0,001	-0,335	0,119
% changement 1-1	0,148	-0,154	0,190	-0,075	-0,045	0,167	0,239	-0,365	0,816	0,141	1	0,141	0,718	0,479	0,429	-0,154
Stride length 1-1 (cm)	-0,486	0,679	0,038	0,855	0,498	0,052	-0,011	0,782	0,048	1,000	0,141	1	0,660	0,000	-0,332	0,115
Swing % of cycle	-0,129	0,179	0,171	0,303	0,391	0,345	0,268	0,220	0,553	0,662	0,718	0,660	1	0,405	-0,034	-0,002
Swing time Std Dev	0,144	-0,248	0,319	-0,132	0,296	0,724	0,644	-0,336	0,643	-0,001	0,479	0,000	0,405	1	0,417	-0,013
Stance time Std Dev	0,240	-0,239	0,127	-0,204	-0,238	-0,032	0,039	-0,502	0,454	-0,335	0,429	-0,332	-0,034	0,417	1	-0,075
Diff score post pré	0,136	0,128	0,002	0,140	0,202	0,128	-0,130	0,189	-0,105	0,119	-0,154	0,115	-0,002	-0,013	-0,075	1

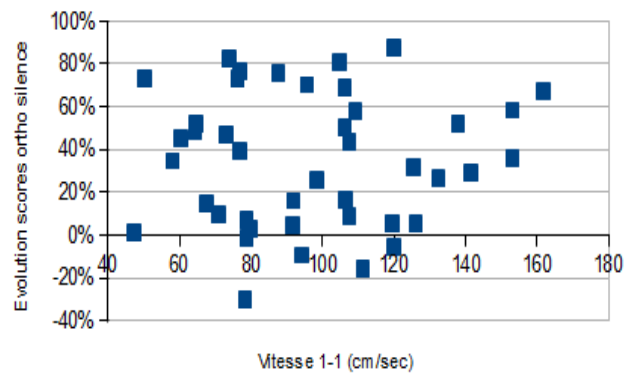
**Figure 10** : Tableau des corrélations entre les différents facteurs et la différence de scores entre pré- et post-implant



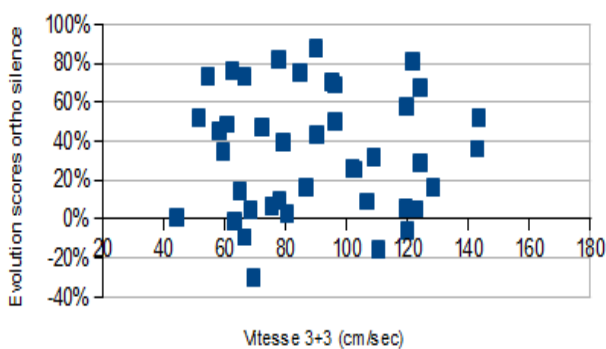
D'autres analyses concernant la différence des scores entre pré- et post-IC sont réalisées en fonction de la vitesse de marche dans toutes les conditions (marche seule, marche avec comptage de 1 en 1 endroit et envers, marche avec comptage de 3 en 3 endroit et envers) : ni la vitesse ( $p = 0.204$ ), ni les autres paramètres de la marche ne sont corrélés avec l'évolution des scores orthophoniques ( $p > 0.05$ ).



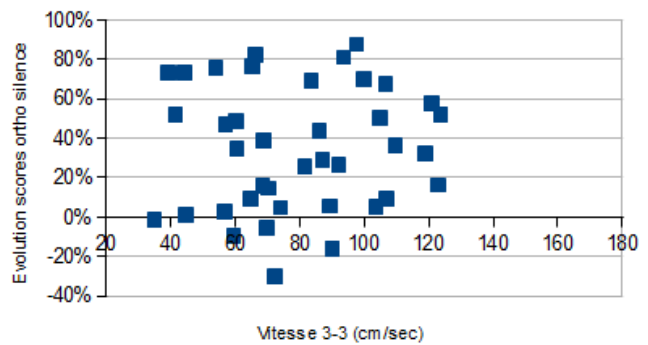
**Figure 11** : Evolution des scores entre pré- et post-implant en fonction de la vitesse de marche en condition de double tâche (marche avec comptage de 1 en 1 à l'endroit)



**Figure 12** : Evolution des scores entre pré- et post-implant en fonction de la vitesse de marche en condition de double tâche (marche avec comptage de 1 en 1 à l'envers)



**Figure 13** : Evolution des scores entre pré- et post-implant en fonction de la vitesse de marche en condition de double tâche (marche avec comptage de 3 en 3 à l'endroit)



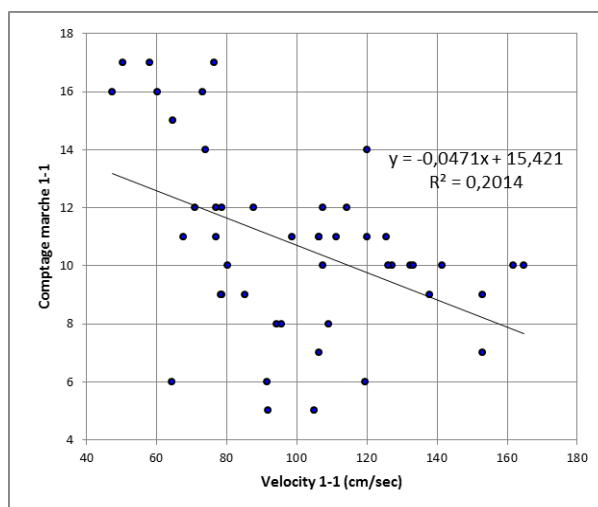
**Figure 14** : Evolution des scores entre pré- et post-implant en fonction de la vitesse de marche en condition de double tâche (marche avec comptage de 3 en 3 à l'envers)

Les données illustrées par la figure 15 montrent un ralentissement de la vitesse de marche en fonction des conditions de passation : plus la tâche cognitive est compliquée, plus les sujets ralentissent, qu'ils soient jeunes (moins de 65 ans) ou âgés (plus de 65 ans).

		Marche seule	Marche et comptage 1+1	Marche et comptage 1-1	Marche et comptage 3+3	Marche et comptage 3-3
Vitesse patients	Moyenne	114,6	108,4	94,2	94,1	82,4
	Effectif	47	47	47	46	44
Vitesse patients jeunes	Moyenne	123	117,6	110,1	102,8	88,9
	Effectif	23	23	23	22	22
Vitesse patients âgés	Moyenne	106,5	99,5	90,7	86,2	75,9
	Effectif	24	24	24	24	22

**Figure 15** : Vitesse de marche (cm/s) en fonction des différentes conditions

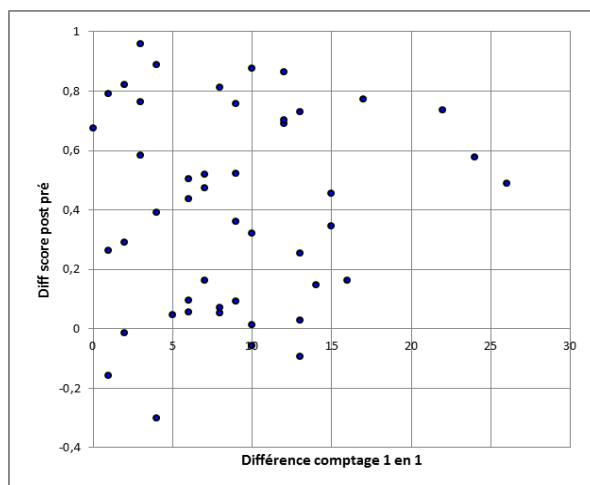
De plus, les données de la figure 16 révèlent une corrélation linéaire négative entre la vitesse de marche et le nombre de chiffres énoncés lors du décompte à l'envers de 1 en 1 (avec  $p = 0.002$ ).



**Figure 16** : Nombre de chiffres énoncés lors du comptage à l'envers de 1 en 1 en fonction de la vitesse de marche

Plus les sujets marchent lentement, plus ils énoncent de chiffres, et inversement. Ces données nous informent que nos sujets ont choisi, instinctivement, une stratégie : certains ont privilégié la marche (marche rapide mais peu de chiffres énoncés) alors que d'autres se sont concentrés sur le nombre de chiffres énoncés et ont donc marché plus lentement. Nous observons les mêmes résultats chez les sujets contrôles.

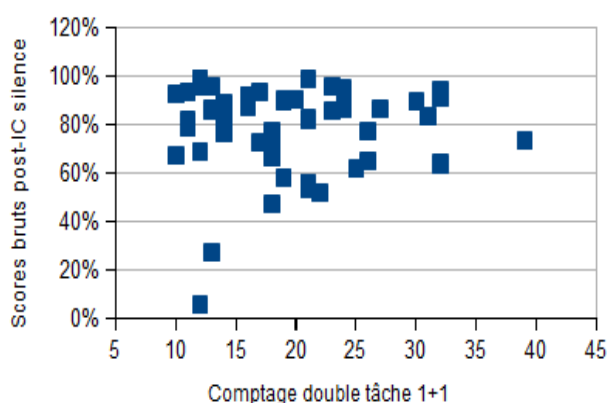
La figure 17 s'intéresse aux différences de scores orthophoniques entre pré- et post-implant en fonction de la différence de nombre énoncés en double tâche entre comptage à l'endroit et à l'envers.



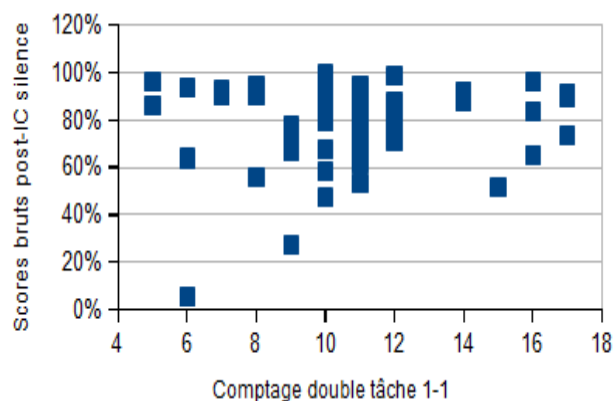
**Figure 17** : Différence de scores orthophoniques entre pré- et post-implant en fonction de la différence de nombres énoncés en double tâche entre 1-1 et 1+1

Rien de significatif ne ressort de ces données. Par exemple, on ne retrouve pas que les sujets progressent d'autant mieux avec leur implant qu'ils sont capables de conserver un bon comptage entre les situations de décompte à l'endroit et à l'envers.

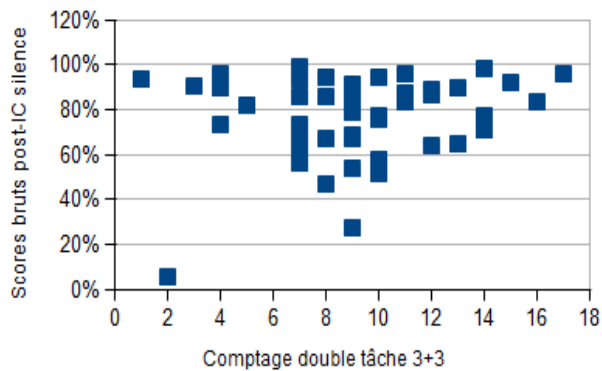
Comme les résultats ne sont pas pertinents en travaillant sur l'évolution des scores orthophoniques, les analyses se poursuivent avec les scores bruts obtenus lors des évaluations post-IC.



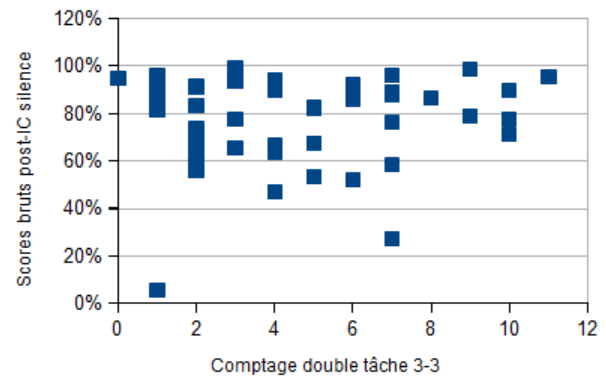
**Figure 18** : Scores orthophoniques bruts en post-IC en fonction du nombre de chiffres énoncés lors de la marche avec comptage de 1 en 1 à l'endroit



**Figure 19** : Scores orthophoniques bruts en post-IC en fonction du nombre de chiffres énoncés lors de la marche avec comptage de 1 en 1 à l'envers



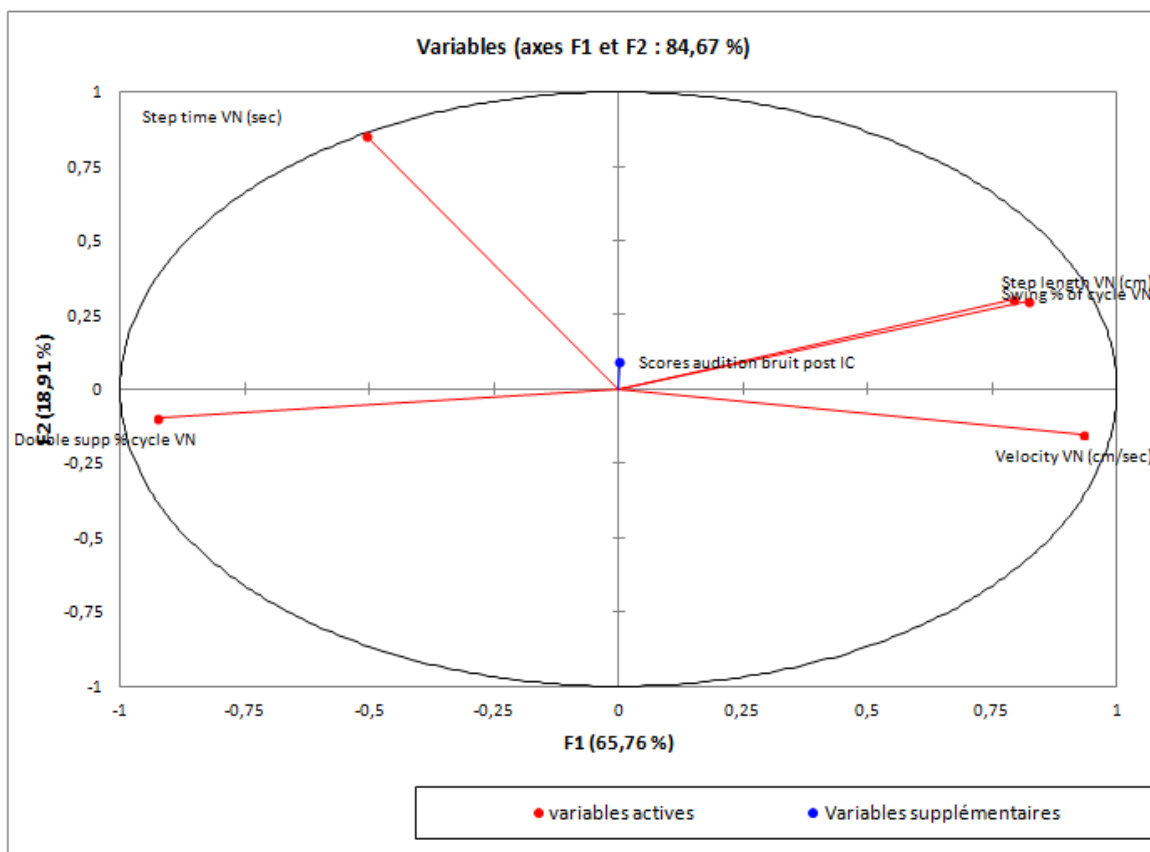
**Figure 20** : Scores orthophoniques bruts en post-IC en fonction du nombre de chiffres énoncés lors de la marche avec comptage de 3 en 3 à l'endroit



**Figure 21** : Scores orthophoniques bruts en post-IC en fonction du nombre de chiffres énoncés lors de la marche avec comptage de 3 en 3 à l'envers

L'analyse des données ne révèle rien de pertinent : il n'y a pas de lien entre les scores post-IC et le nombre de chiffres énoncés lors de la double tâche avec comptage endroit et envers de 1 en 1, comme comptage endroit et envers de 3 en 3. Cependant, cette analyse met en évidence que les sujets obtiennent tous de très bons résultats orthophoniques. En effet, quel que soit le score obtenu en pré-IC, tous les sujets ont de bons résultats en post-IC (Cf. Annexe K). Nous constatons également que certains patients obtiennent un score supérieur à 50% en pré-IC, ce qui ne correspond pas aux indications de l'implant. Cela peut s'expliquer par le fait que le score obtenu en pré-IC correspond à une moyenne de phonèmes, de mots et de phrases. Les patients avec une bonne suppléance mentale ont donc la possibilité d'avoir un score supérieur à la norme en pré-IC. De plus, certaines indications de l'implant concernent les personnes souffrant d'acouphènes, donc des sujets qui ont potentiellement des restes auditifs.

Dans la mesure où les scores obtenus dans le silence ont tendance à plafonner, voyons ce qui se passe lorsque l'on prend en compte les scores obtenus dans le bruit pour lesquels la dispersion est plus grande. Sont-ils corrélés aux paramètres spatio-temporels de la marche (simple et double tâche) ? L'analyse des données montre que là encore, on n'observe aucune corrélation entre l'évolution des scores de chaque sujet dans les conditions silence et bruit et sa capacité à mener une double tâche. De même, les scores bruts obtenus aux tests orthophoniques dans le bruit ne sont pas corrélés aux résultats des quatre conditions de la double tâche.



**Figure 22** : ACP des critères de marche en fonction des scores bruts dans le bruit post-implant

Matrice de corrélation (Pearson (n)) :

Variables	Velocity VN (cm/sec)	Step time VN (sec)	Step length VN (cm)	Swing % of cycle VN	Double supp % cycle VN	Scores audition bruit post IC
Velocity VN (cm/sec)	1	-0,573	0,874	0,548	-0,747	0,004
Step time VN (sec)	-0,573	1	-0,119	-0,196	0,402	0,078
Step length VN (cm)	0,874	-0,119	1	0,510	-0,657	0,072
Swing % of cycle VN	0,548	-0,196	0,510	1	-0,847	0,015
Double supp % cycle VN	-0,747	0,402	-0,657	-0,847	1	0,030
Scores audition bruit post IC	0,004	0,078	0,072	0,015	0,030	1

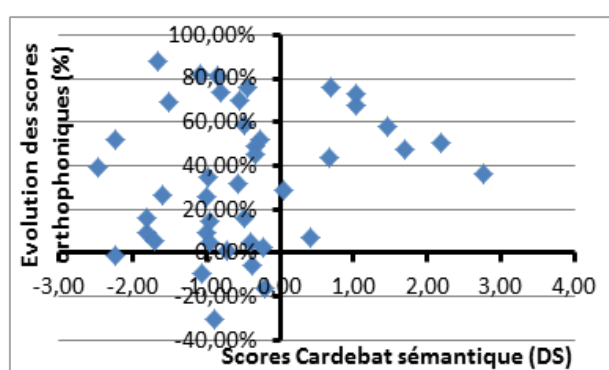
**Figure 23** : Tableau des corrélations entre les différents facteurs et les scores bruts dans le bruit post-implant

Nous avons également cherché à savoir s'il y avait un lien entre tous les paramètres de la marche (simple et double tâche) et la différence de scores post-IC entre silence et bruit. Là non plus, rien de significatif ne ressort de ces données.

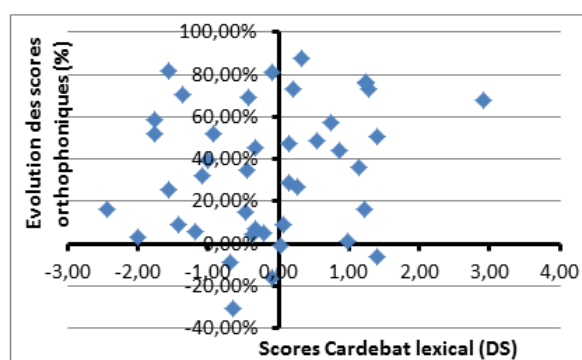
## B. Résultats relatifs aux tests cognitifs : CODE de la WAIS, fluences de Cardebat (lexicales et sémantiques) et temps de comptage assis

### 1) Lien entre épreuves cognitives et progression des scores orthophoniques entre pré- et post-implantation

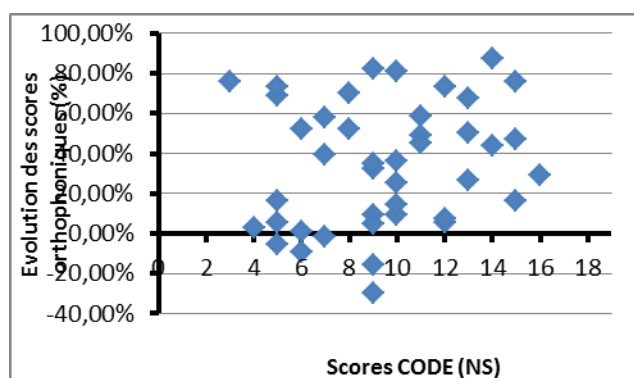
Ces épreuves font intervenir plusieurs fonctions cognitives telles que la flexibilité mentale, les fonctions exécutives ou encore la vitesse d'accès au lexique. Ces différents éléments jouent un rôle majeur dans la compréhension de la parole avec l'implant. Nous pensons donc qu'il existe un lien entre les scores obtenus à ces tests et l'évolution des scores orthophoniques entre pré- et post-IC dans le silence.



**Figure 24** : Evolution des scores orthophoniques en fonction des scores aux fluences sémantiques de Cardebat



**Figure 25** : Evolution des scores orthophoniques en fonction des scores aux fluences lexicales de Cardebat

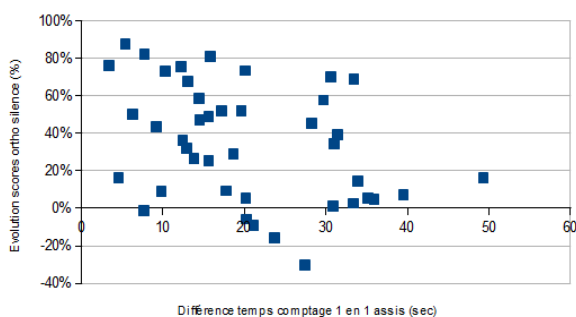


**Figure 26** : Evolution des scores orthophoniques en fonction des scores au CODE

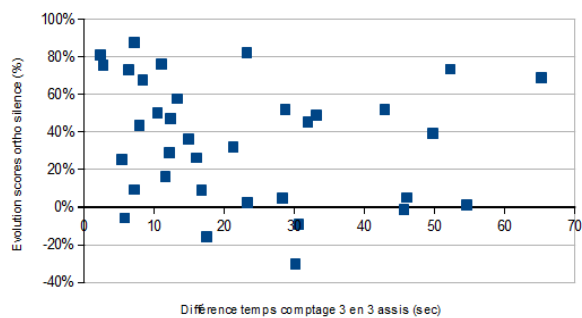
Les données illustrées par les figures 24, 25 et 26 ne mettent pas en évidence de liens entre les fonctions cognitives testées par ces épreuves et l'évolution des résultats orthophoniques dans le silence. La même absence de corrélation avec ces épreuves cognitives est retrouvée lorsque l'on ne s'intéresse qu'aux scores bruts obtenus dans le silence comme dans le bruit.

L'épreuve de comptage, quant à elle, implique entre autres la mémoire de travail et les fonctions exécutives, qui selon notre hypothèse, sont liées à la progression des résultats orthophoniques dans le silence.

Nous cherchons à savoir si la différence de temps de comptage entre décompte endroit et envers de 1 en 1 et décompte endroit et envers de 3 en 3 est liée à l'évolution des scores orthophoniques dans le silence.



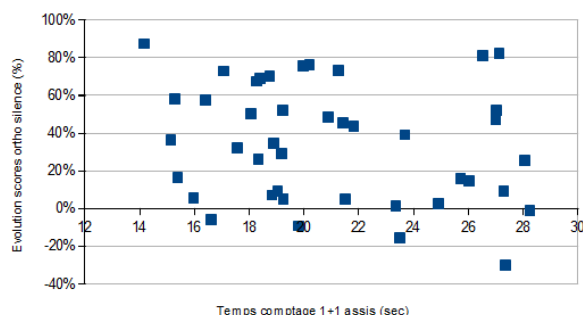
**Figure 27** : Evolution des scores orthophoniques en fonction de la différence de temps de comptage assis de 1 en 1



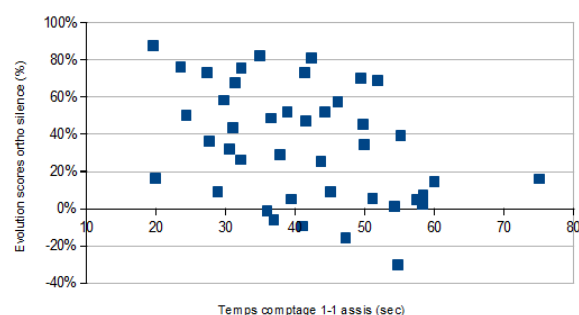
**Figure 28** : Evolution des scores orthophoniques en fonction de la différence de temps de comptage assis de 3 en 3

D'après nos données, ce n'est pas le cas : nous n'observons pas que les sujets progressent d'autant mieux avec leur implant qu'ils sont capables de conserver un bon temps de comptage, en simple tâche, entre les situations de décompte à l'endroit et à l'envers.

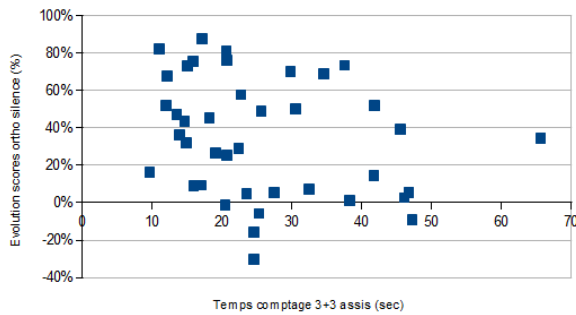
Ces données ne révélant rien de pertinent, nous continuons l'analyse avec les temps de comptage bruts pour chaque condition.



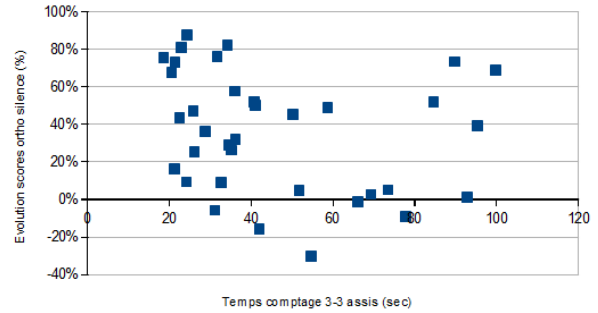
**Figure 29** : Evolution des scores orthophoniques en fonction du temps de comptage assis de 1 en 1 à l'endroit



**Figure 30** : Evolution des scores orthophoniques en fonction du temps de comptage assis de 1 en 1 à l'envers



**Figure 31** : Evolution des scores orthophoniques en fonction du temps de comptage assis de 3 en 3 à l'endroit

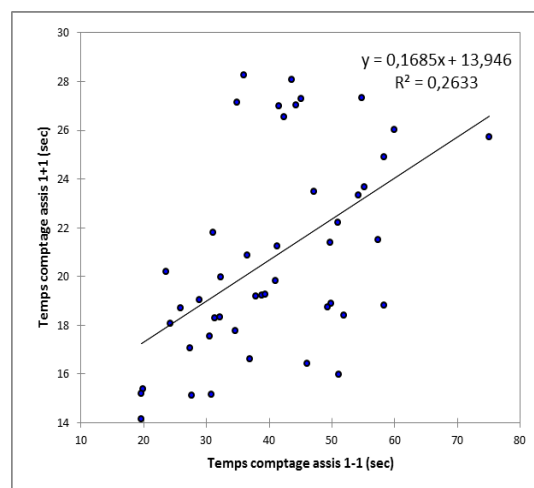


**Figure 32** : Evolution des scores orthophoniques en fonction du temps de comptage assis de 3 en 3 à l'envers

Là non plus, nous n'observons pas de lien entre les temps de comptage dans les différentes conditions et la progression des scores orthophoniques après l'implantation.

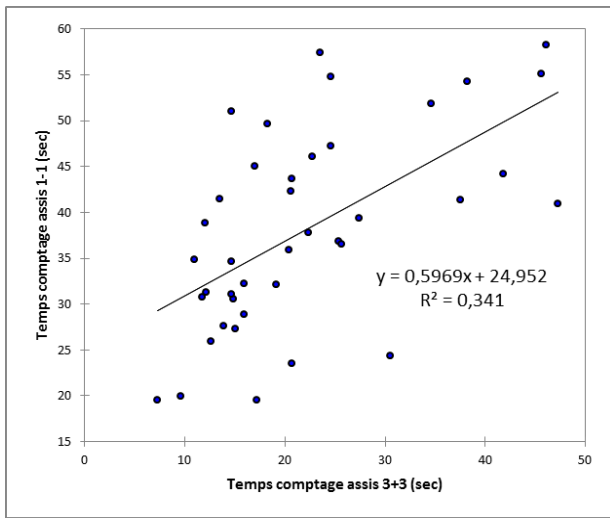
Au vu de l'ensemble de ces résultats, l'hypothèse selon laquelle l'évolution des performances avec l'IC est liée aux fonctions cognitives testées par nos épreuves ne peut être confirmée. Ainsi les sujets avec des performances médiocres en fluence, au test CODE ou en comptage n'ont donc pas pour autant de mauvais scores en intelligibilité de la parole ou une mauvaise progression entre pré- et post-IC.

Cependant, d'autres résultats concernant le temps de comptage ressortent. Nous avons cherché à savoir s'il existait un lien entre les temps de comptage dans les différentes conditions.

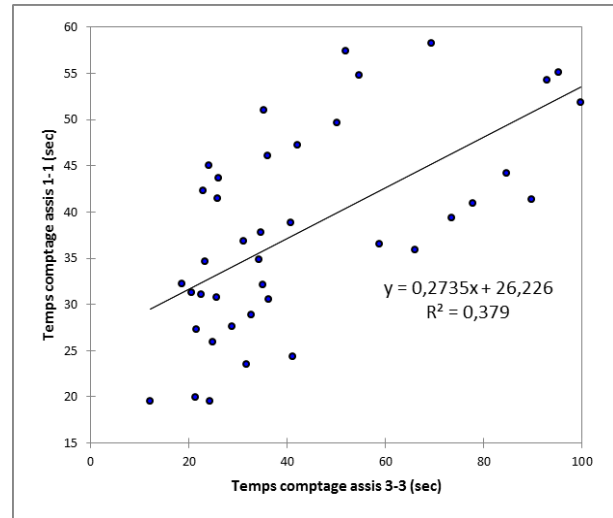


**Figure 33** : Temps de comptage assis 1+1 en fonction du temps de comptage assis 1-1





**Figure 34** : Temps de comptage assis 1-1 en fonction du temps de comptage assis 3+3



**Figure 35** : Temps de comptage assis 1-1 en fonction du temps de comptage assis 3-3

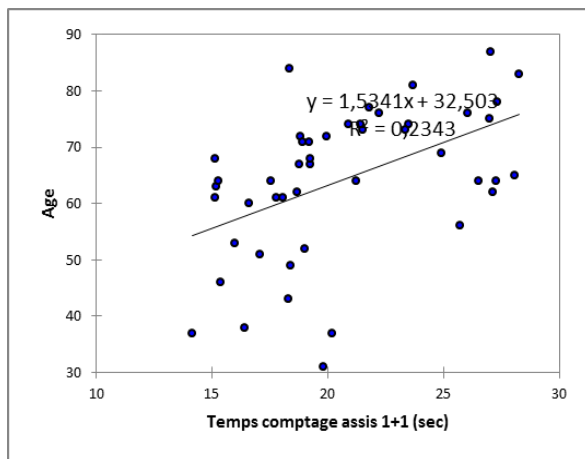
Matrice de corrélation (Pearson)				
Variables	Temps comptage assis 1+1 (sec)	Temps comptage assis 1-1 (sec)	Temps comptage assis 3+3 (sec)	Temps comptage assis 3-3 (sec)
Temps comptage assis 1+1 (sec)	<b>1</b>	<b>0,513</b>	0,233	0,102
Temps comptage assis 1-1 (sec)	<b>0,513</b>	<b>1</b>	<b>0,622</b>	<b>0,678</b>
Temps comptage assis 3+3 (sec)	0,233	<b>0,622</b>	<b>1</b>	<b>0,630</b>
Temps comptage assis 3-3 (sec)	0,102	<b>0,678</b>	<b>0,630</b>	<b>1</b>
<i>Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05</i>				

**Figure 36** : Matrice de corrélation entre les différents temps de comptage en simple tâche

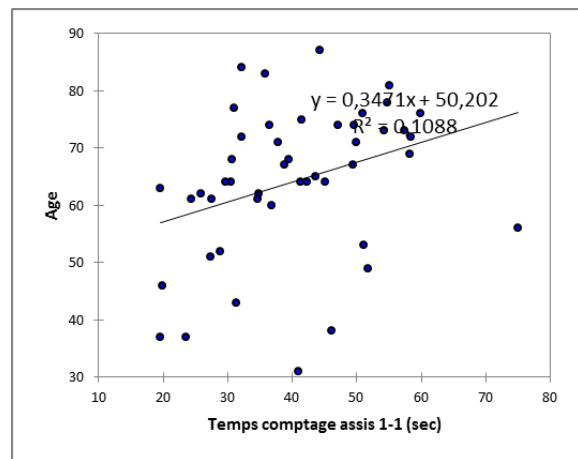
Il existe une corrélation positive entre le temps de comptage de 1 en 1 à l'endroit et à l'envers. Cette même corrélation est retrouvée entre les temps de comptage de 3 en 3 à l'endroit et à l'envers.

Ces données reflètent également que le comptage de 1 en 1 à l'endroit n'est corrélé qu'avec le comptage de 1 en 1 à l'envers, tandis que le temps du 1-1 est corrélé avec le temps du 3+3 et du 3-3. Il est possible de considérer que les comptages de 1 en 1 à l'envers et les comptages de 3 en 3 font appel à davantage de ressources cognitives que le comptage de 1 en 1 à l'endroit, ce qui peut justifier leur corrélation.

Par ailleurs, les figures 37 et 38 s'intéressent au lien qui unit âge et temps de comptage assis de 1 en 1.



**Figure 37** : Age en fonction du temps de comptage assis de 1 en 1 à l'endroit



**Figure 38** : Age en fonction du temps de comptage assis de 1 en 1 à l'envers

Les temps de comptage assis de 1 en 1 endroit et envers sont corrélés positivement à l'âge (avec  $p < 0.05$ ). Plus le sujet est jeune, plus vite il compte à l'endroit comme à l'envers.

Ce lien n'est pas retrouvé entre les comptages endroit et envers de 3 en 3, qui ne s'avèrent pas corrélés à l'âge. Le comptage de 1 en 1 relève davantage de séries automatiques, plus facilement manipulables. Les personnes âgées rencontrent plus de difficultés avec la rapidité que les sujets jeunes, d'où cette corrélation. Certaines personnes, dont la plupart des personnes âgées, ont été davantage entraînées au calcul mental : le comptage de 3 en 3 est peut-être plus simple pour ces personnes, pour qui le calcul mental est familier, plutôt que pour les personnes plus jeunes peu habituées à la manipulation mentale des chiffres. Cette suggestion pourrait expliquer l'absence de corrélation entre l'âge et le comptage de 3 en 3.

## 2) Lien entre épreuves cognitives et différence de scores orthophoniques dans le silence et dans le bruit

La compréhension de la parole dans le bruit avec un implant cochléaire reste un exercice difficile : le rôle joué par les fonctions cognitives est alors primordial. De ce fait, nous pensons qu'un lien existe entre les résultats à ces différentes épreuves cognitives et la différence de scores orthophoniques entre silence et bruit en post-IC.

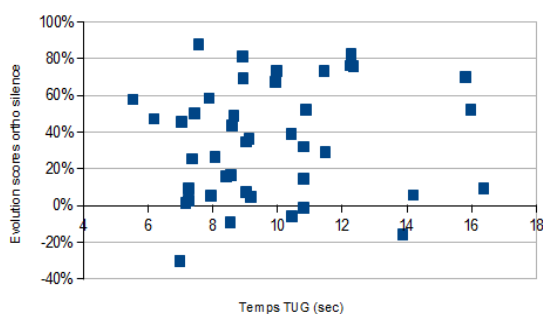
Notre analyse ne révèle aucun lien significatif.

### 3) Lien entre épreuves cognitives et progression des scores orthophoniques entre pré- et post-implantation en fonction de l'âge

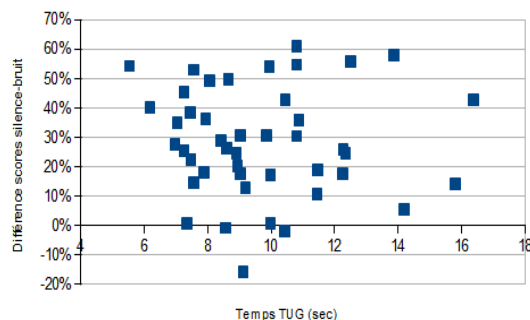
Le lien entre fonctions cognitives testées par le CODE, les fluences de Cardebat et le comptage en simple tâche et l'évolution des scores orthophoniques dans le silence a été analysé chez les patients de moins de 65 ans et chez ceux de 65 ans et plus. Là encore, aucune corrélation n'a été trouvée : l'âge n'a pas d'influence sur le lien entre fonctions cognitives et évolution des scores orthophoniques.

## C. Résultats relatifs au Timed Up and Go

Nous partons de l'hypothèse que le temps de réalisation du TUG est lié à l'évolution des scores entre pré- et post-IC, et à la différence des scores post-IC entre silence et bruit.



**Figure 39** : Evolution des scores dans le silence en fonction du temps de réalisation du TUG



**Figure 40** : Différence de scores silence-bruit en fonction du temps de réalisation du TUG

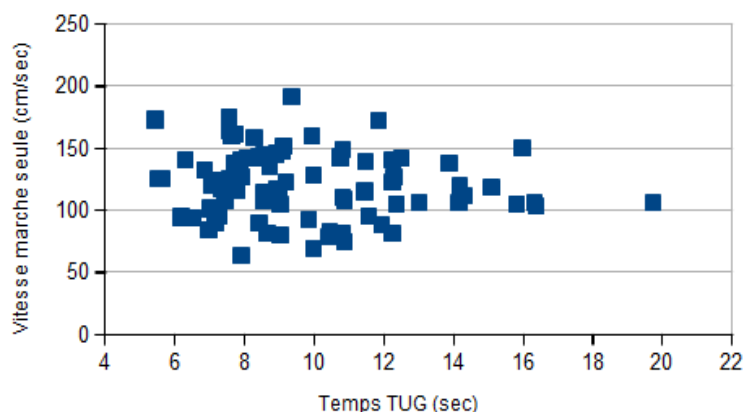
Nous n'observons pas de lien entre temps au TUG et évolution des scores orthophoniques. Cette même analyse est faite en neutralisant le critère « âge », mais les résultats restent identiques. De même, aucun lien n'est retrouvé concernant le temps au TUG et la différence de scores en post-IC entre silence et bruit.

Par ailleurs, les sujets n'ont pas ralenti en fonction de l'âge. L'allongement du temps de réalisation du TUG chez les sujets contrôles de 65 ans et plus est probablement explicable par le faible effectif.

		Global	Moins de 65 ans	65 ans et plus
Temps TUG (sec) chez les patients	Moyenne	9,74	9,82	9,67
	Effectif	47	23	24
Temps TUG (sec) chez les contrôles	Moyenne	9,88	9,67	11,46
	Effectif	34	30	4

**Figure 41** : Temps de réalisation du TUG en fonction de l'âge

D'autre part, nous n'observons pas non plus de lien entre temps de réalisation du TUG et vitesse de marche seule sur le tapis GAITRite®.



**Figure 42** : Vitesse de marche seule en fonction du temps de réalisation du TUG chez les patients et chez les contrôles

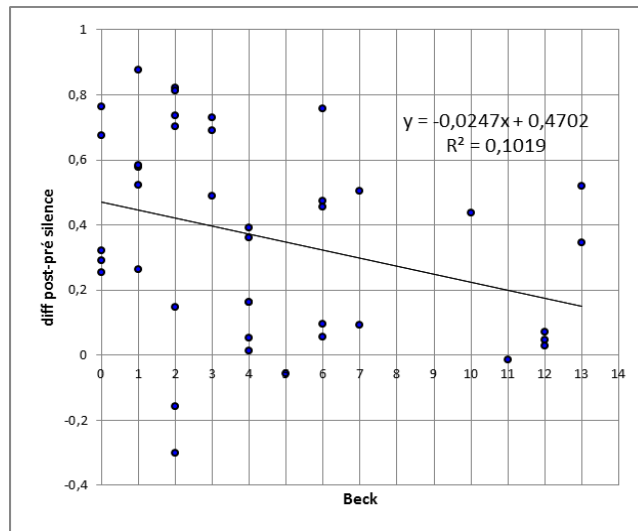
#### D. Résultats relatifs au questionnaire de dépression de Beck

Les patients de notre échantillon ont une tendance à la dépression. D'après la figure 43, 47% des sujets ont une dépression : 32% une dépression légère et 15% une dépression d'intensité moyenne à modérée.

Echantillon	Nb. d'observations	Modalité	Effectif par modalité	Fréquence par modalité (%)
Beck qual	47	DL	15	32
		DM	7	15
		noD	25	53

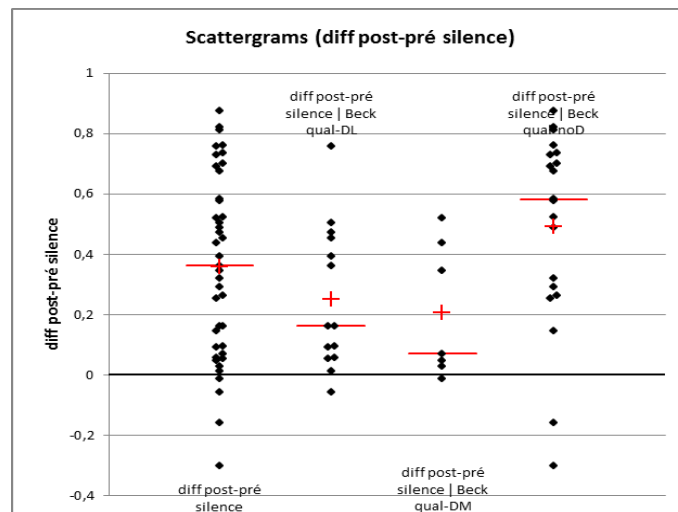
**Figure 43** : Répartition de l'échantillon en fonction des scores à l'échelle de Beck (DL = dépression légère, DM = dépression moyenne ou modérée, noD = pas de dépression)

Il est courant de penser qu'un patient déprimé aura plus de difficultés avec la réhabilitation par implant cochléaire qu'un patient qui ne l'est pas. La figure ci-dessous présente l'évolution des scores orthophoniques en fonction des scores à l'échelle de Beck.



**Figure 44** : Evolution des scores orthophoniques en fonction des scores à l'échelle de Beck

Les données, illustrées par la figure 44, semblent indiquer que, plus le score à l'échelle de Beck est faible, plus l'évolution des scores orthophoniques est importante. Moins les patients sont déprimés, meilleure est leur progression avec l'implant, ce qui va dans le sens de notre hypothèse. Ceci est confirmé par l'analyse statistique (avec  $p = 0.042$ ).



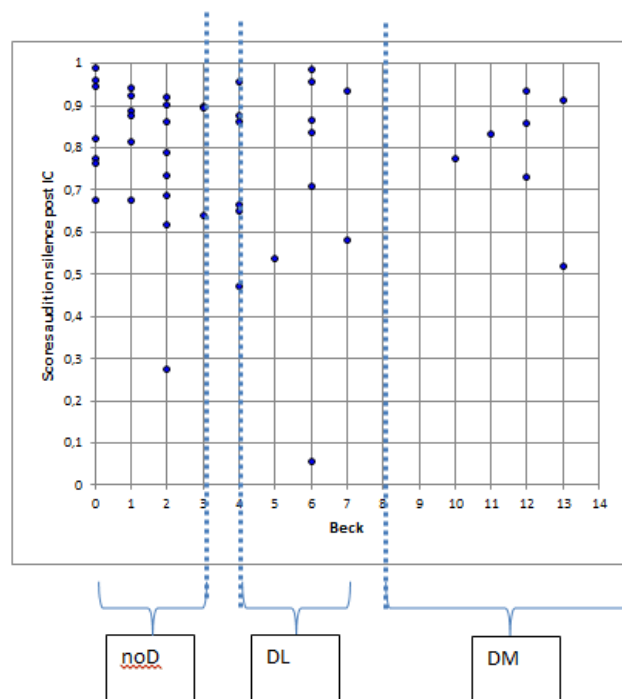
**Figure 45** : Répartition des sujets en fonction de leur évolution post-implant et de leur degré de dépression

Beck qual / Fisher (LSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :					
Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
noD vs DM	0,285	2,282	2,024	0,028	Oui
noD vs DL	0,239	2,414	2,024	0,021	Oui
DL vs DM	0,046	0,348	2,024	0,729	Non

**Figure 46** : Comparaison de l'évolution des scores orthophoniques entre les différents degrés de dépression

Les tests post-hoc (Fisher LSD) montrent une différence significative, au niveau de l'évolution des scores orthophoniques, entre l'absence de dépression et la dépression quel que soit son degré. De plus, aucune différence significative n'est repérée entre dépression légère et dépression modérée, en ce qui concerne l'évolution des scores orthophoniques. Cela sous-entend que la dépression, quelle que soit son importance, perturbe la progression orthophonique : une personne en dépression légère sera autant perturbée qu'une personne en dépression modérée.

La figure 47 illustre les scores bruts orthophoniques post-IC dans le silence en fonction du score à l'échelle de Beck.

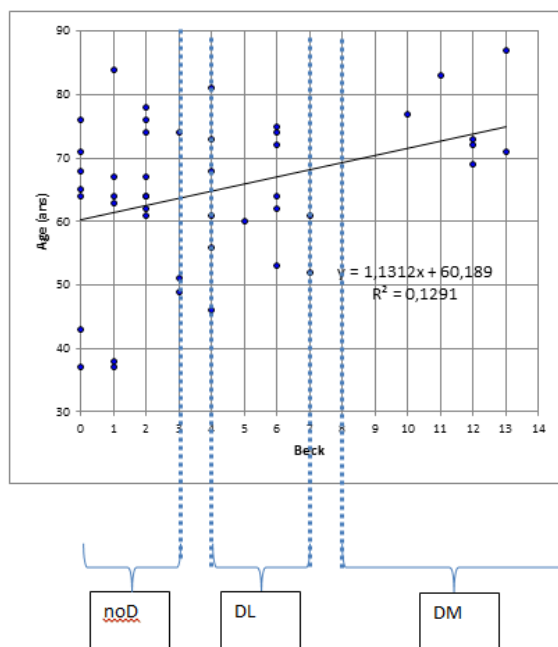


**Figure 47** : Scores bruts orthophoniques post-IC dans le silence en fonction du score à l'échelle de Beck

Aucune corrélation n'est retrouvée entre les résultats orthophoniques bruts dans le silence en post-IC et les scores à l'échelle de Beck. Cela signifie que la dépression n'influe pas sur les résultats post-IC dans le silence : un sujet déprimé n'aura pas nécessairement de mauvais résultats avec son implant et inversement, une personne ayant de mauvais résultats avec son implant ne sera pas forcément déprimée. Toutes nos analyses statistiques vont dans ce sens.

Par ailleurs, nous envisageons que l'effort supplémentaire à fournir pour comprendre la parole dans le bruit est impossible pour un patient déprimé. Notre analyse ne révèle pas ces éléments.

D'autre part, nous supposons qu'il existe un lien entre dépression et âge.



**Figure 48** : Scores à l'échelle de dépression de Beck et en fonction de l'âge

Nos données, illustrées par la figure 48, mettent en évidence une corrélation linéaire significative entre l'âge et la dépression (avec  $p = 0.014$ ). Les patients les plus âgés sont aussi les plus dépressifs. Cependant, il est difficile de déterminer la cause de la dépression : est-ce le fait d'être âgé ou d'être sourd ?

Plus précisément, les moins de 65 ans ont plus tendance que la moyenne à avoir une dépression légère ou à ne pas avoir de dépression. Les sujets de 65 ans et plus ont plus tendance que la moyenne à avoir une dépression d'intensité moyenne à modérée.

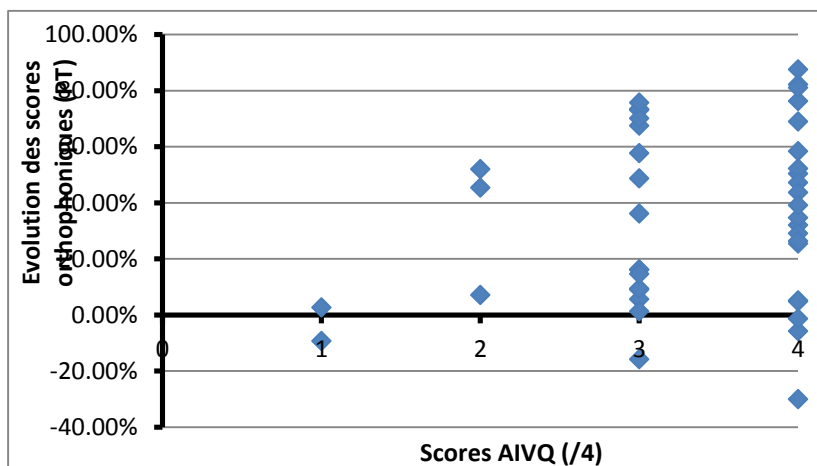
	<65	>65	Total
DL	1,826	-1,826	0,000
DM	-3,348	3,348	0,000
noD	1,522	-1,522	0,000
Total	0,000	0,000	0,000

**Figure 49** : Ecart effectifs (observés – théoriques)

D'autre part, il n'y a aucun lien entre sexe et dépression (avec  $p = 0.820$ ).

## E. Résultats relatifs au questionnaire d'autonomie AIVQ

Nous nous intéressons à l'évolution des scores orthophoniques entre pré- et post-IC dans le silence en fonction des scores obtenus à l'AIVQ.



**Figure 50** : Evolution des scores orthophoniques dans le silence en fonction des scores à l'AIVQ

Nous n'observons pas de liens entre ces données. Une majorité des patients a un score de 3 ou 4 : la plupart de notre échantillon est donc relativement autonome. De plus, tous les patients ayant une note de 3 à ce test sont des patients qui ont des difficultés à utiliser le téléphone, difficultés liées à leurs troubles auditifs. Ces patients devraient avoir de moins bons résultats avec l'implant que ceux pour qui l'utilisation du téléphone ne pose pas de problème. Ainsi, les scores orthophoniques post-IC des sujets ayant 0 à l'item « téléphone » sont comparés aux scores des sujets ayant 1 à ce même item.

Scores à l'item « téléphone » AIVQ	Moyenne des scores bruts post IC dans le silence	Moyenne des scores bruts post IC dans le bruit	Moyenne de l'évolution des scores entre pré- et post-IC dans le silence
0	70,60% (n = 20)	42,38% (n = 18)	32,03 pt (n = 20)
1	82,38% (n = 27)	55,08% (n = 26)	37,43 pt (n = 22)

**Figure 51** : Scores orthophoniques en fonction des résultats à l'item « téléphone » de l'AIVQ

Les patients avec un score de 1 à l'item « téléphone » ont effectivement des scores orthophoniques supérieurs à ceux des patients ayant 0, dans le silence comme dans le bruit.



De plus, nous n'observons pas de différence de scores à l'AIVQ en fonction de l'âge : les patients de moins de 65 ans obtiennent une moyenne de 3.43, ceux de plus de 65 ans une moyenne de 3.37.

## IV. Discussion

### A. Validation des hypothèses

En confrontant nos résultats avec les hypothèses que nous avons posées, nous obtenons les éléments suivants :

Aucun paramètre spatio-temporel de la marche en simple ou double tâche n'est corrélé à l'évolution des scores orthophoniques entre pré- et post-IC dans le silence. La vitesse, qui nous apparaissait être un facteur pertinent, n'apporte pas non plus de résultats concluants.

Aucune corrélation entre paramètres spatio-temporels de la marche (simple et double tâche) et différence entre scores dans le silence et dans le bruit n'est retrouvée.

En revanche, un ralentissement de la marche est généralement observé en double tâche par rapport à la simple tâche : plus la tâche cognitive est complexe, plus le ralentissement est important. Notre analyse révèle d'autre part que nos sujets ont choisi, spontanément, une stratégie. Certains ont privilégié la marche au détriment du comptage, et inversement, bien qu'il ne leur ait pas été demandé de donner la priorité à l'une des deux tâches. Ce choix de stratégie n'est pas lié à l'âge, il est aléatoire. Cela pourrait expliquer que nous ne retrouvions pas de lien entre les paramètres spatio-temporels de la marche et l'évolution des scores orthophoniques : il est difficile de comparer les résultats de nos patients.

En cela, **notre hypothèse 1 est partiellement validée.**

L'hypothèse concernant le lien entre les résultats aux épreuves cognitives et la progression des scores orthophoniques entre pré- et post-IC n'est pas validée par notre analyse.

De plus, les résultats à ces tests cognitifs ne sont liés ni à la différence silence/bruit, ni à l'âge. Ces données ne sont pas en accord avec la littérature, qui met en évidence le rôle des fonctions cognitives dans la réhabilitation post-IC, grâce à des tâches de jugement de rime, de mémoire verbale et d'apprentissage (CVLT de Delis et al. 2000) et des sous-tests du CANTAB expedito (Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery, 2002) [24] [38] [63]. Par ailleurs, les sujets de notre échantillon n'ont pas de troubles cognitifs avérés. Nos épreuves ne sont donc peut-être pas suffisamment fines pour déterminer un seuil prédictif des résultats post-IC. Par exemple, l'épreuve de comptage de 1 en 1 à l'endroit en simple tâche relève davantage d'une série automatique que d'un traitement cognitif particulier.

**Notre hypothèse 2 est donc infirmée.**

**Aucun élément de notre hypothèse concernant le Timed Up and Go n'est vérifié :** le TUG n'est lié ni à l'évolution des scores orthophoniques en pré- et post-IC, ni à la différence de scores entre silence et bruit, ni à l'âge.

En ce qui concerne l'âge, nos résultats vont à l'encontre de ce qui est retrouvé dans la littérature, où une corrélation positive est retrouvée entre âge et temps de réalisation du TUG. Cependant, les sujets recrutés dans ces études sont institutionnalisés et présentent, pour certains, des antécédents de chutes [7] [42] [43] [56], ce qui n'est pas le cas de notre échantillon. De plus, le temps de réalisation du TUG n'est pas corrélé à la vitesse de marche seule sur le tapis. Il avait été envisagé, à terme, d'utiliser l'épreuve du Timed Up and Go pour remplacer le tapis de marche, coûteux et peu écologique. Or, d'après cette étude, cette généralisation n'est pas possible.

Plus le score obtenu à l'échelle de Beck est important - donc plus la personne est déprimée - plus l'évolution des scores orthophoniques entre pré- et post-IC est faible. Notre analyse a révélé que les patients malentendants avaient tendance à être déprimés, cela influe sur les scores orthophoniques, quel que soit le degré de dépression.

De plus, un lien entre âge et dépression a été mis en évidence : les personnes âgées sont plus déprimées que les personnes jeunes. Cela est en accord avec la littérature [68] [69].

Ainsi, l'âge est lié à la dépression et la dépression est liée à l'évolution des scores orthophoniques entre pré- et post-IC. Cette progression des scores dans le silence est également liée à l'âge (cf. Annexe H). La question suivante s'est donc posée : l'âge n'est-il pas un facteur confondant ? Une analyse de l'évolution des scores entre pré- et post-IC en fonction des résultats à l'échelle de Beck chez les moins de 65 ans et les plus de 65 ans a donc été effectuée (cf. Annexe I). La corrélation n'a pas été retrouvée dans les deux groupes. Par contre, chez les plus de 65 ans (cf. Annexe J), les résultats tendent vers une corrélation négative ( $p = 0.065$ ). La non-significativité peut être due à notre effectif réduit. Cela sous-entend que, dans notre étude, il serait possible de prédire l'évolution des scores orthophoniques dans le silence, grâce aux scores à l'échelle de Beck, uniquement chez les personnes de plus de 65 ans. C'est pour cela qu'un suivi psychologique est proposé dans les unités d'implantés cochléaires. D'autre part, nous ne retrouvons pas de lien entre dépression et scores bruts dans le silence : les personnes déprimées peuvent aussi améliorer leurs scores.

Notre hypothèse par rapport au lien entre résultats à l'échelle de Beck et différence de scores dans le silence et dans le bruit n'est cependant pas confirmée.

**Notre hypothèse 4 est ainsi partiellement validée.**

La majorité de nos sujets plafonne au questionnaire d'AIVQ (scores entre 3 et 4/4), ce qui ne permet pas d'utiliser cette épreuve comme facteur prédictif des résultats post-IC. Seul l'item « téléphone », lié aux troubles auditifs, est corrélé à l'évolution des scores orthophoniques dans le silence : en effet, les sujets utilisant leur téléphone obtiennent globalement de meilleurs résultats orthophoniques, qu'il s'agisse des scores bruts post-IC ou de l'évolution des scores. Cependant, est-ce le fait de téléphoner qui permet d'obtenir de bons scores avec l'implant ou est-ce le fait d'avoir de bons résultats avec l'implant qui permet d'utiliser le téléphone ?

De plus, le score à l'AIVQ n'est pas corrélé à l'âge dans notre étude.

**Notre hypothèse 5 est infirmée.**

De plus, d'autres données ressortent de notre étude :

Nous avons mis en évidence que quel que soit le score en pré-IC, tous les sujets obtiennent de bons résultats en post-IC (cf. Annexe K). Il est donc possible que les effets recherchés soient difficiles à trouver du fait de résultats qui plafonnent en post-IC dans le silence. Ces résultats nous permettent de constater que les scores en pré-IC ne sont pas prédictifs de la réussite post-IC, contrairement à ce que l'on peut trouver dans la littérature.

Il existe une corrélation linéaire significative (avec  $p = 0.0001$ ) entre les scores dans le bruit en post-IC et ceux dans le silence en post-IC (cf. Annexe M). Les sujets qui obtiennent de bons résultats dans le bruit obtiennent également de bons résultats dans le silence. Le lien est même plutôt exponentiel : il faut atteindre un certain score dans le silence pour commencer à entraîner les patients dans le bruit. Cela signifie également qu'en pratique, il est tout à fait possible de commencer à entraîner les patients dans le bruit avant qu'ils n'aient atteint les 100% de compréhension dans le silence.

## B. Limites

### 1) Limites liées à l'échantillon

Notre cohorte a été sélectionnée de manière tout à fait aléatoire, en fonction de la venue des patients dans le service. Malgré cela, la majorité de nos sujets se sont avérés être de bons utilisateurs de l'implant avec des scores orthophoniques post-IC très satisfaisants. En effet, une corrélation significative (avec  $p < 0.05$ ) entre la différence de scores entre pré- et post-IC et le score brut en pré-IC est retrouvée (cf. Annexe L) : les patients ayant de bons

scores en pré-IC ont une progression moins nette après l'implantation. Inversement, les patients qui n'ont pas de bons scores avant l'implant ont une évolution plus importante entre pré- et post-IC. Cela confirme que les sujets de notre cohorte obtiennent globalement de bons résultats après l'implantation, quel que soit leur niveau de départ. Nos bilans orthophoniques sont peut-être trop simples, ce qui pourrait expliquer l'effet plafond constaté. Il est donc délicat de mettre en évidence des éléments prédictifs de la réussite de l'implantation.

En outre, il a été impossible d'évaluer le temps de surdité sévère à profonde des patients avant leur implantation, alors que cette donnée s'avèrerait être importante dans la prédiction des résultats post-IC [21] [28] [58]. En effet, cette information est souvent très délicate à recueillir, étant donné l'absence de précision dans le discours de nombreux patients.

D'autre part, par manque de temps et malgré nos sollicitations, nous n'avons pas réussi à appairer notre population contrôle à celle des patients. Les sujets contrôles sont moins nombreux et généralement plus jeunes que les patients. Il a donc été difficile de faire ressortir des éléments pertinents dans la comparaison des deux populations.

## 2) Limites liées à la méthodologie

Le but de notre étude étant de prédire les résultats orthophoniques après l'implantation, il aurait été intéressant d'entreprendre une étude longitudinale, ce que nous n'avons pu réaliser, d'une part par manque de temps et d'autre part car c'est une étude pilote. L'idéal aurait été de faire passer le protocole avant l'implantation des patients, pour pouvoir comparer les résultats à leur évolution via les bilans orthophoniques à 3 mois post-IC, à 6 mois, à 1 an, etc. Ainsi, quatre patients ont déjà passé le protocole en pré-IC lors de notre étude : leurs résultats pourront être analysés ultérieurement.

En ce qui concerne l'échelle de dépression de Beck, il nous paraît pertinent de la faire passer avant l'implantation puis quelques temps après : cela permettrait de déterminer si l'éventuelle dépression objectivée en pré-IC est liée à la perte auditive ou à une autre cause. En effet, dans l'état actuel des choses, nous ne savons pas si nos patients sont déprimés à cause de leur surdité, à cause de l'implant qui ne fonctionne pas correctement, à cause de l'âge, ou pour une autre raison.

# CONCLUSION

Le but de cette étude était de mettre en évidence, grâce à un protocole neurocognitif évaluant plusieurs aspects de la cognition, les facteurs prédictifs des résultats de l'implant. Nous espérions démontrer l'implication de certaines fonctions cognitives, via, entre autre, un paradigme de double tâche, dans l'explication de la diversité des résultats après l'implantation.

L'analyse des résultats ne révèle aucun lien entre les paramètres spatio-temporels de la marche testés et les résultats aux épreuves orthophoniques. Cependant, un ralentissement de la marche est généralement observé en double tâche par rapport à la simple tâche. Plus la tâche cognitive est importante, plus le ralentissement est important.

Concernant les autres épreuves cognitives du protocole, seule l'échelle de dépression de Beck révèle un aspect prédictif des résultats post-IC. Nous avons mis en évidence que la dépression, quel que soit son degré, influait sur les résultats post-IC de nos sujets. De plus, l'analyse indique que l'échelle de dépression de Beck pourrait prédire l'évolution des scores orthophoniques dans le silence chez les personnes de plus de 65 ans.

Le sous-test CODE de la WAIS et les fluences de Cardebat ne sont pas des épreuves pertinentes pour prédire les résultats post-IC dans notre étude de 47 patients sans troubles cognitifs.

Ces différentes corrélations permettent d'infirmer le rôle de certaines épreuves cognitives dans la prédiction des résultats orthophoniques. Cependant, l'étude des fonctions cognitives reste un aspect majeur dans la prédiction des résultats après l'implantation. Pour les études à venir, un choix différent d'épreuves cognitives serait peut-être davantage prédictif des résultats de l'implant. Il pourrait être également intéressant de réaliser une évaluation cognitive avant le processus d'implantation : si besoin, une rééducation orthophonique pré-IC pourrait alors être instaurée afin d'entraîner le patient et d'optimiser ses chances de réussite avec l'implant cochléaire.

# BIBLIOGRAPHIE

- [1] Allali, G. (2007). Etude de la variabilité de la marche en condition de double tâche chez le sujet âgé avec dysfonctionnement frontal. Thèse présentée à la Faculté de Médecine de l'université de Genève, 35 p.
- [2] Amboni, M., Barone, P., et Hausdorff, J. M. (2013). Cognitive contributions to gait and falls: evidence and implications. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 28(11), 1520–1533.
- [3] Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology: CB*, 20(4), R136-R140.
- [4] Barberger-Gateau, P., Commenges, D., Gagnon, M., et al. (1992). Instrumental activities of daily living as a screening tool for cognitive impairment and dementia in elderly community dwellers. *Journal of the American Geriatrics Society*, 40(11), 1129-1134.
- [5] Beauchet, O., et Berrut, G. (2006b). Marche et double tâche: définition, intérêts et perspectives chez le sujet âgé. *Psychologie & NeuroPsychiatrie du vieillissement*, 4(3), 215–225.
- [6] Beck, A. T., Ward, C. H., Mendelson, M., et al. (1961). An inventory for measuring depression. *Archives of general psychiatry*, 4, 561–571.
- [7] Bischoff, H. A., Stähelin, H. B., Monsch, A. U., et al. (2003). Identifying a cut-off point for normal mobility : a comparison of the timed « up and go » test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age and ageing*, 32(3), 315–320.
- [8] Blamey, P., Artieres, F., Başkent, D., et al. (2013). Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: an update with 2251 patients. *Audiology & neuro-otology*, 18(1), 36–47.
- [9] Bodenes, A-M. (2008). Intelligibilité auditive dans le bruit chez des adultes porteurs d'un implant cochléaire: rôle des facteurs cognitifs. Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste de l'Université de Paris, 100 p.
- [10] Bohannon, R. W. (2006). Reference values for the timed up and go test: a descriptive meta-analysis. *Journal of geriatric physical therapy*, 29(2), 64–68.
- [11] Cardebat, D., Doyon, B., Puel, M., et al. (1990). [Formal and semantic lexical evocation in normal subjects. Performance and dynamics of production as a function of sex, age and educational level]. *Acta neurologica Belgica*, 90(4), 207–217.
- [12] Casenave, A. (2002). *Les surdités: de la prothèse à l'implant*. Les Monographies du

CCA Wagram, ISSN 0299-2957. Paris, France: CCA.

[13] Classon, E., Rudner, M., et Rönnerberg, J. (2013). Working memory compensates for hearing related phonological processing deficit. *Journal of communication disorders*, 46(1), 17–29.

[14] Collison, E. A., Munson, B., et Carney, A. E. (2004). Relations among linguistic and cognitive skills and spoken word recognition in adults with cochlear implants. *Journal of speech, language, and hearing research*, 47(3), 496–508.

[15] Deggouj, N., Gersdorff, M., Garin, P., et al. (2007). Today's indications for cochlear implantation. *B-ENT*, 3(1), 9–14.

[16] Delhom, F., Picard, M., et Barbarosie, C. (1992). L'écoute avec implant cochléaire multi-canal : médiation cognitive et implications relatives aux stratégies de réadaptation. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 16(1), 31–43.

[17] Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., et Mangun, G. R. (2001). *Neurosciences cognitives : la biologie de l'esprit*. De Boeck Université, 585 p.

[18] Giraud, A. L., Price, C. J., Graham, J. M., et al. (2001). Functional plasticity of language-related brain areas after cochlear implantation. *Brain: a journal of neurology*, 124(Pt 7), 1307–1316.

[19] Giraud, A. L., Price, C. J., Graham, J. M., et al. (2001). Cross-modal plasticity underpins language recovery after cochlear implantation. *Neuron*, 30(3), 657–663.

[20] Giraud, A. L., Truy, E., Frackowiak, R. S., et al. (2000). Differential recruitment of the speech processing system in healthy subjects and rehabilitated cochlear implant patients. *Brain: a journal of neurology*, 123(Pt 7), 1391–1402.

[21] Gomma, N. A., Rubinstein, J. T., Lowder, M. W., et al. (2003). Residual speech perception and cochlear implant performance in postlingually deafened adults. *Ear and hearing*, 24(6), 539–544.

[22] Guillery, E., Mouraux, A., et Thonnard, J.-L. (2013). Cognitive-motor interference while grasping, lifting and holding objects. *PLoS one*, 8(11), e80125.

[23] Herman, T., Giladi, N., Gurevich, T., et al. (2005). Gait instability and fractal dynamics of older adults with a « cautious » gait: why do certain older adults walk fearfully? *Gait & posture*, 21(2), 178–185.

[24] Heydebrand, G., Hale, S., Potts, L., et al. (2007). Cognitive predictors of improvements in adults' spoken word recognition six months after cochlear implant activation. *Audiology & neuro-otology*, 12(4), 254–264.



- [25] Hollman, J. H., Kovash, F. M., Kubik, J. J., et al. (2007). Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking. *Gait & posture*, 26(1), 113–119.
- [26] Holtzer, R., Wang, C., Lipton, R., et al. (2012). The protective effects of executive functions and episodic memory on gait speed decline in aging defined in the context of cognitive reserve. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(11), 2093–2098.
- [27] Lawton, M. P., et Brody, E. M. (1969). Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist*, 9(3), 179–186.
- [28] Lazard, D. S., Giraud, A.-L., Gnansia, D., et al. (2012). Understanding the deafened brain: implications for cochlear implant rehabilitation. *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases*, 129(2), 98–103.
- [29] Lazard, D. S., Lee, H. J., Gaebler, M., et al. (2010). Phonological processing in post-lingual deafness and cochlear implant outcome. *NeuroImage*, 49(4), 3443–3451.
- [30] Lazard, D. S., Vincent, C., Venail, F., et al. (2012). Pre-, per- and postoperative factors affecting performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: a new conceptual model over time. *PloS one*, 7(11), e48739.
- [31] Lee, H.-J., Truy, E., Mamou, G., et al. (2007). Visual speech circuits in profound acquired deafness: a possible role for latent multimodal connectivity. *Brain: a journal of neurology*, 130(Pt 11), 2929–2941.
- [32] Li, C.-M., Zhang, X., Hoffman, H. J., et al. (2014). Hearing Impairment Associated With Depression in US Adults, National Health and Nutrition Examination Survey 2005–2010. *JAMA otolaryngology-- head & neck surgery*, 140(4), 293–302.
- [33] Lin, F. R. (2011). Hearing loss and cognition among older adults in the United States. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 66(10), 1131–1136.
- [34] Lin, F. R., Chien, W. W., Li, L., et al. (2012). Cochlear implantation in older adults. *Medicine*, 91(5), 229–241.
- [35] Lin, F. R., Metter, E. J., O'Brien, R. J., et al. (2011). Hearing loss and incident dementia. *Archives of neurology*, 68(2), 214–220.
- [36] Lindsay, R., James, E. L., et Kippen, S. (2004). The Timed Up and Go Test: unable to predict falls on the acute medical ward. *The Australian journal of physiotherapy*, 50(4), 249–251.
- [37] Lowry, K. A., Brach, J. S., Nebes, R. D., et al. (2012). Contributions of cognitive function to straight- and curved-path walking in older adults. *Archives of physical medicine*

*and rehabilitation*, 93(5), 802–807.

[38] Lyxell, B., Andersson, U., Borg, E., et al. (2003). Working-memory capacity and phonological processing in deafened adults and individuals with a severe hearing impairment. *International journal of audiology*, 42 Suppl 1, 86–89.

[39] Maquet, D., Lekeu, F., Warzee, E., et al. (2010). Gait analysis in elderly adult patients with mild cognitive impairment and patients with mild Alzheimer's disease: simple versus dual task: a preliminary report. *Clinical physiology and functional imaging*, 30(1), 51–56.

[40] McDonough, A. L., Batavia, M., Chen, F. C., et al. (2001). The validity and reliability of the GAITRite system's measurements: A preliminary evaluation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82(3), 419–425.

[41] Noel, C. (2011). Variabilité des résultats de l'intelligibilité de la parole chez des adultes porteurs d'un implant cochléaire. Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste de l'Université de Paris, 100 p.

[42] Nordin, E., Lindelöf, N., Rosendahl, E., et al. (2008). Prognostic validity of the Timed Up-and-Go test, a modified Get-Up-and-Go test, staff's global judgement and fall history in evaluating fall risk in residential care facilities. *Age and ageing*, 37(4), 442–448.

[43] Okumiya, K., Matsubayashi, K., Nakamura, T., et al. (1998). The timed « up and go » test is a useful predictor of falls in community-dwelling older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, 46(7), 928–930.

[44] Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple tasks: data and theory. *Psychological bulletin*, 116(2), 220–244.

[45] Perrot, X. (2011). Anatomie et physiologie du système nerveux auditif central. *Les cahiers de l'audition*, 24(2), 7–17.

[46] Petithomme, A. (2013). Etude préliminaire utilisant l'eye-tracking pour l'évaluation orthophonique des adultes implantés cochléaires. Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste de l'Université de Paris, 88 p.

[47] Podsiadlo, D., et Richardson, S. (1991). The timed « Up and Go »: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148.

[48] Proust-Lima, C., Amieva, H., Dartigues, J.-F., et al. (2007). Sensitivity of four psychometric tests to measure cognitive changes in brain aging-population-based studies. *American journal of epidemiology*, 165(3), 344–350.

[49] Richard, J.-F. (1980). *L'attention*. Le Psychologue 0555-5736 77. Presses universitaires de France.

- [50] Rockwood, K., Awalt, E., Carver, D., et al. (2000). Feasibility and measurement properties of the functional reach and the timed up and go tests in the Canadian study of health and aging. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 55(2), M70–73.
- [51] Romand, R. (1992). *Le système auditif central: anatomie et physiologie*. INSERM, 232p.
- [52] Rosano, C., Studenski, S. A., Aizenstein, H. J., et al. (2012). Slower gait, slower information processing and smaller prefrontal area in older adults. *Age and ageing*, 41(1), 58–64.
- [53] Rossi, J-P. (2005). *Psychologie de la mémoire : de la mémoire épisodique à la mémoire sémantique*. De Boeck, 260 p.
- [54] Rousseau, T., Gatignol, P., et Topouzkhianian, S. (2013). *Les approches thérapeutiques en orthophonie : prise en charge orthophonique des pathologies d'origine neurologique* (3e édition., Vol. 4). Ortho édition.
- [55] Sheridan, P. L., Solomont, J., Kowall, N., et al. (2003). Influence of executive function on locomotor function: divided attention increases gait variability in Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(11), 1633–1637.
- [56] Shumway-Cook, A., Brauer, S., et Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up and Go Test. *Physical therapy*, 80(9), 896–903.
- [57] Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., et al. (2006). Dual-tasking effects on gait variability: the role of aging, falls, and executive function. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 21(7), 950–957.
- [58] Tyler, R. S., et Summerfield, A. Q. (1996). Cochlear implantation: relationships with research on auditory deprivation and acclimatization. *Ear and hearing*, 17(3 Suppl), 38S–50S.
- [59] Verghese, J., Wang, C., et Holtzer, R. (2011). Relationship of clinic-based gait speed measurement to limitations in community-based activities in older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 92(5), 844–846.
- [60] Waite, L. M., Grayson, D. A., Piguet, O., et al. (2005). Gait slowing as a predictor of incident dementia: 6-year longitudinal data from the Sydney Older Persons Study. *Journal of the neurological sciences*, 229-230, 89–93.
- [61] Wechsler, D. (2011). WAIS-IV Nouvelle version de l'échelle d'intelligence de Wechsler pour adultes (4ème éd). ECPA, Paris.

- [62] Yardley, L., Gardner, M., Leadbetter, A., et al. (1999). Effect of articulatory and mental tasks on postural control. *Neuroreport*, 10(2), 215–219.
- [63] Zekveld, A. A., Deijen, J. B., Goverts, S. T., et al. (2007). The relationship between nonverbal cognitive functions and hearing loss. *Journal of speech, language, and hearing research*, 50(1), 74–82.

**Sites internet :**

- [64] <http://cric.hug-ge.ch/informations/pourqui.html>
- [65] [http://www.cisic.fr/CISIC/media/doccisic/Guide\\_CISIC\\_2011.pdf](http://www.cisic.fr/CISIC/media/doccisic/Guide_CISIC_2011.pdf)
- [66] <http://www.implant-ific.org>
- [67] <http://www.optogait.com/Applicazioni/Gait-Analysis.aspx?lang=fr-FR>
- [68] <http://www.apa.org/helpcenter/aging-depression.aspx>
- [69] [http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c\\_937773/fr/depression](http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_937773/fr/depression)
- [70] [http://www.has-sante.fr/portail/jcms/r\\_1438002/fr/le-traitement-de-la-surdite-par-implants-cochleaires-ou-du-tronc-cerebral-fiche-buts-actualisation-janvier-2012](http://www.has-sante.fr/portail/jcms/r_1438002/fr/le-traitement-de-la-surdite-par-implants-cochleaires-ou-du-tronc-cerebral-fiche-buts-actualisation-janvier-2012)

# ANNEXES

**Annexe A** : Spécifications techniques du tapis de marche GAITRite®

**Annexe B** : Auto-questionnaire de la dépression de Beck

**Annexe C** : Auto-questionnaire sur l'autonomie AIVQ (Activités Instrumentales de la Vie Quotidienne)

**Annexe D** : Sous-test CODE de la WAIS (anciennement DSST Digit Symbol Substitution Test)

**Annexe E** : Fluences lexicales et sémantiques de Cardebat

**Annexe F** : Consignes concernant le Timed Up and Go (TUG), le comptage assis et les épreuves sur le tapis de marche

**Annexe G** : Listes utilisées lors des tests orthophoniques

**Annexe H** : Différence des scores orthophoniques entre pré- et post-implant dans le silence en fonction de l'âge

**Annexe I** : Différence des scores entre pré- et post-implant dans le silence en fonction des scores à l'échelle de Beck chez les moins de 65 ans

**Annexe J** : Différence des scores entre pré- et post-implant dans le silence en fonction des scores à l'échelle de Beck chez les plus de 65 ans

**Annexe K** : Scores orthophoniques dans le silence en post-implant en fonction des scores orthophoniques dans le silence en pré-implant

**Annexe L** : Différence de scores en pré- et post-implant en fonction des scores orthophoniques dans le silence en pré-IC

**Annexe M** : Scores orthophoniques bruts dans le bruit en post-implant en fonction des scores bruts dans le silence en post-implant

**Annexe N** : Lettre d'information

**Annexe O** : Recueil de consentement

# Annexe A

## Spécifications techniques du tapis de marche GAITRite®

Parameter	Walkway Specification
Walkway Overall Dimensions (for 10 pad walkway)	35.25" x 276" x .125" (.250" height of electronics box) 90cm x 700 cm x 3.2 mm (6 mm height of electronics box) Custom lengths are available.
Active Area (for 10 pad walkway)	24" (±.015) x 240" (±.15") (60.96cm x 609.6cm)
Spatial Resolution	.5" (1.27cm)
Spatial Resolution Accuracy	±.5" (±1.27cm)
Sample Rate	60, 80, 100, 120,180, 240Hz
Temporal Accuracy	±1 sample
Quality Test Method	Each Walkway is placed over existing walkway previously calibrated and compared against 3D Video System. The Ambulation Time Velocity between the two systems are compared. Expected Ambulation time within 1 sample rate Expected Ambulation Velocity within ±2%
Walkway-to-Walkway Spatial Accuracy	±.5" (±1.27cm)
Walkway-to-Walkway Temporal Accuracy	±1 sample
Walkway-to-Walkway Switching Level Accuracy	±.5 switching level
Walkway Top Cover	Flame retardant, anti-slip vinyl
Walkway Bottom Cover	Open cell neoprene rubber
Internal Materials	Uncoated polyesters

# Annexe B

## Echelle de Beck [6]

**Consigne présentée au patient :** Ce questionnaire comporte plusieurs séries de 4 propositions. Pour chaque série, lisez les 4 propositions, puis choisissez celle qui décrit le mieux votre état actuel. Entourez le numéro qui correspond à la proposition choisie. Si, dans une série, plusieurs propositions vous paraissent convenir, entourez les numéros correspondants. Si vous avez des questions, n'hésitez pas à nous solliciter.

- A.** 0 Je ne me sens pas triste.  
1 Je me sens cafardeux ou triste.  
2 Je me sens tout le temps cafardeux ou triste et je n'arrive pas à en sortir.  
3 Je suis si triste et si malheureux que je ne peux pas le supporter.
- B.** 0 Je ne suis pas particulièrement découragé ni pessimiste au sujet de l'avenir.  
1 J'ai un sentiment de découragement au sujet de l'avenir.  
2 Pour mon avenir, je n'ai aucun motif d'espérer.  
3 Je sens qu'il n'y a aucun espoir pour mon avenir et que la situation ne peut s'améliorer.
- C.** 0 Je n'ai aucun sentiment d'échec de ma vie.  
1 J'ai l'impression que j'ai échoué dans ma vie plus que la plupart des gens.  
2 Quand je regarde ma vie passée, tout ce que j'y découvre n'est qu'échecs.  
3 J'ai un sentiment d'échec complet dans toute ma vie personnelle (dans mes relations avec mes parents, mon mari, ma femme, mes enfants).
- D.** 0 Je ne me sens pas particulièrement insatisfait.  
1 Je ne sais pas profiter agréablement des circonstances.  
2 Je ne tire plus aucune satisfaction de quoi que ce soit.  
3 Je suis mécontent de tout.
- E.** 0 Je ne me sens pas coupable.  
1 Je me sens mauvais ou indigne une bonne partie du temps.  
2 Je me sens coupable.  
3 Je me juge très mauvais et j'ai l'impression que je ne vauds rien.
- F.** 0 Je ne suis pas déçu par moi-même.  
1 Je suis déçu par moi-même.  
2 Je me dégoûte moi-même.  
3 Je me hais.

- G.** 0 Je ne pense pas à me faire du mal.  
1 Je pense que la mort me libérerait.  
2 J'ai des plans précis pour me suicider.  
3 Si je le pouvais, je me tuerais.
- H.** 0 Je n'ai pas perdu l'intérêt pour les autres gens.  
1 Maintenant, je m'intéresse moins aux autres gens qu'autrefois.  
2 J'ai perdu tout l'intérêt que je portais aux autres gens et j'ai peu de sentiments pour eux.  
3 J'ai perdu tout intérêt pour les autres et ils m'indiffèrent totalement.
- I.** 0 Je suis capable de me décider aussi facilement que de coutume.  
1 J'essaie de ne pas avoir à prendre de décision.  
2 J'ai de grandes difficultés à prendre des décisions.  
3 Je ne suis plus capable de prendre la moindre décision.
- J.** 0 Je n'ai pas le sentiment d'être plus laid qu'avant.  
1 J'ai peur de paraître vieux ou disgracieux.  
2 J'ai l'impression qu'il y a un changement permanent dans mon apparence physique qui me fait paraître disgracieux.  
3 J'ai l'impression d'être laid et repoussant.
- K.** 0 Je travaille aussi facilement qu'auparavant.  
1 Il me faut faire un effort supplémentaire pour commencer à faire quelque chose.  
2 Il faut que je fasse un très grand effort pour faire quoi que ce soit.  
3 Je suis incapable de faire le moindre travail.
- L.** 0 Je ne suis pas plus fatigué que d'habitude.  
1 Je suis fatigué plus facilement que d'habitude.  
2 Faire quoi que ce soit me fatigue.  
3 Je suis incapable de faire le moindre travail.
- M.** 0 Mon appétit est toujours aussi bon.  
1 Mon appétit n'est pas aussi bon que d'habitude.  
2 Mon appétit est beaucoup moins bon maintenant.  
3 Je n'ai plus du tout d'appétit.



# Annexe C

## Activités Instrumentales de la Vie Quotidienne [27]

**Consigne présentée au patient :** Veuillez remplir ce questionnaire en fonction des réponses qui vous correspondent le plus. Si vous avez des questions, n'hésitez pas à nous solliciter.

### Question 1 : utiliser le téléphone :

- Vous utilisez le téléphone de votre propre initiative, cherchez et composez le numéro.
- Vous composez quelques numéros connus.
- Vous décrochez le téléphone mais ne pouvez appeler.
- Vous ne pouvez utiliser le téléphone.

### Question 2 : faire les courses :

- Vous faites vos courses de manière autonome.
- Vous faites partiellement quelques courses.
- Vous avez besoin d'être accompagné pour faire vos courses.
- Vous êtes incapable de faire vos courses.
- Pas concerné(e)

### Question 3 : faire la cuisine :

- Vous prévoyez, préparez et cuisinez les repas de manière autonome.
- Vous préparez les repas si les ingrédients vous sont fournis.
- Vous faites cuire des repas déjà préparés mais ne tenez pas compte du régime qui vous est imposé.
- Vous avez besoin qu'on vous prépare et qu'on vous serve des repas.
- Pas concerné(e)

### Question 4 : faire le ménage :

- Vous vous occupez de la maison de façon autonome.
- Vous exécutez des tâches ménagères simples (vaisselle, lit).
- Vous exécutez des travaux légers de façon insuffisante.
- Vous avez besoin d'aide pour tous les travaux d'entretien.
- Vous ne participez pas aux travaux quotidiens de la maison.
- Pas concerné(e)

### Question 5 : faire la lessive :

- Vous lavez tout seul votre linge.
- Vous faites seulement votre petite lessive de façon autonome.
- Tout le linge est lavé par quelqu'un d'autre.
- Pas concerné(e)

### Question 6 : utiliser les transports :

- Vous utilisez les transports en commun ou votre voiture de façon autonome.
- Vous pouvez vous déplacer seul en taxi mais pas en autobus.
- Vous utilisez les transports publics seulement si vous êtes accompagné.
- Vous ne prenez votre voiture ou un taxi que seulement si vous êtes accompagné.
- Vous ne vous déplacez pas.

### Question 7 : prendre des médicaments :

- Vous prenez vos médicaments seul et de façon responsable.
- Vous prenez vos médicaments seul mais avec quelques oublis.
- Vous prenez correctement vos médicaments s'ils sont préparés à l'avance.
- Vous êtes incapable de prendre vos médicaments correctement.
- Pas concerné(e)

### Question 8 : gérer son argent :

- Vous réglez vos affaires financières de façon autonome.
- Vous réglez vos dépenses quotidiennes, en commettant parfois quelques erreurs (par ex. vous oubliez de payer des factures, de vérifier votre solde bancaire...).
- Vous avez besoin d'aide pour gérer votre budget à long terme (e.g. effectuer des grosses dépenses).
- Vous êtes incapable de gérer seul votre argent.



# Annexe E

## Fluences phonémiques de Cardebat [11]

**Consigne présentée au patient** : Vous allez devoir me dire le plus de mots français possibles, soit des noms, soit des verbes, soit des adjectifs etc. commençant par la lettre que je vais vous donner et ceci en 2 minutes. Ne dites pas de mots de la même famille, de noms propres et ne vous répétez pas. Par exemple, avec la lettre L, vous pouvez me dire : lune, laver, laborieuse. Avez-vous bien compris ?

Lettre P (2 min) :

0 – 30 sec	30 sec – 1 min	1 – 1 min 30	1 min 30 – 2 min

Lettre R (si nécessaire) :

0 – 30 sec	30 sec – 1 min	1 – 1 min 30	1 min 30 – 2 min

## Fluences sémantiques de Cardebat

**Consigne présentée au patient :** Vous allez devoir me dire le plus de noms que vous connaissez dans la catégorie que je vais vous donner, sans noms de la même famille et sans répétitions, en 2 minutes. Par exemple, pour la catégorie des fleurs, vous pouvez me dire : rose, dahlia, violette. Avez-vous bien compris ?

Animaux (2 min) :

0 – 30 sec	30 sec – 1 min	1 – 1 min 30	1 min 30 – 2 min

Fruits (si nécessaire) :

0 – 30 sec	30 sec – 1 min	1 – 1 min 30	1 min 30 – 2 min

## Annexe F

### **Timed up and go [47] :**

**Consigne :** Vous allez devoir vous lever, rester debout quelques instants, marcher jusqu'à l'obstacle sans le toucher, revenir vers votre chaise et vous rasseoir.

### **Paradigme de double tâche :**

#### **Score 0 :**

**Consigne :** Vous allez devoir compter de 0 à 50 à voix haute tout en restant assis sur votre chaise.

**Temps du patient :**

**Nombre d'erreurs :**

#### **Score 1 :**

**Consigne :** Vous allez devoir compter de 50 à 0 à voix haute tout en restant assis sur votre chaise.

**Temps du patient :**

**Nombre d'erreurs :**

#### **Score 2 :**

**Consigne :** Vous allez devoir compter de 3 en 3 à partir de 0 jusqu'à 50 à voix haute tout en restant assis sur votre chaise.

**Temps du patient :**

**Nombre d'erreurs :**

#### **Score 3 :**

**Consigne :** Vous allez devoir compter de 3 en 3 à partir de 50 jusqu'à 0 à voix haute tout en restant assis sur votre chaise.

**Temps du patient :**

**Nombre d'erreurs :**

#### **Score 4 :**

**Consigne :** Je vais vous demander de marcher sur ce tapis jusqu'à son extrémité. Vous devez marcher à un rythme le plus naturel pour vous. Vous ne devez pas vous arrêter si possible. Vous devez avoir l'esprit libre, c'est-à-dire si possible ne penser à rien. Vous ne devez pas vous concentrer sur votre marche.

**Temps du patient :**

### **Score 5 :**

**Consigne :** Je vais vous demander de marcher sur le tapis, tout en réalisant une autre tâche. Cette tâche est de compter de 1 en 1 à l'endroit à partir de 0 jusqu'à 50. Vous devez prononcer les chiffres à voix haute. Vous ne devez ni vous arrêter de compter, ni vous arrêter de marcher si possible. Vous devez réaliser ce test du mieux que vous le pouvez.

**Temps du patient :**

**Nombre de chiffres énoncés :**

**Nombre d'erreurs :**

### **Score 6 :**

**Consigne :** Je vais vous demander de marcher sur le tapis, tout en réalisant une autre tâche. Cette tâche est de compter de 1 en 1 à l'envers à partir de 50 jusqu'à 0. Vous devez prononcer les chiffres à voix haute. Vous ne devez ni vous arrêter de compter, ni vous arrêter de marcher si possible. Vous devez réaliser ce test du mieux que vous le pouvez.

**Temps du patient :**

**Nombre de chiffres énoncés :**

**Nombre d'erreurs :**

### **Score 7 :**

**Consigne :** Je vais vous demander de marcher sur le tapis, tout en réalisant une autre tâche. Cette tâche est de compter de 3 en 3 à l'endroit à partir de 0 jusqu'à 50. Vous devez prononcer les chiffres à voix haute. Vous ne devez ni vous arrêter de compter, ni vous arrêter de marcher si possible. Vous devez réaliser ce test du mieux que vous le pouvez.

**Temps du patient :**

**Nombre de chiffres énoncés :**

**Nombre d'erreurs :**

### **Score 8 :**

**Consigne :** Je vais vous demander de marcher sur le tapis, tout en réalisant une autre tâche. Cette tâche est de compter de 3 en 3 à l'envers à partir de 50 jusqu'à 0. Vous devez prononcer les chiffres à voix haute. Vous ne devez ni vous arrêter de compter, ni vous arrêter de marcher si possible. Vous devez réaliser ce test du mieux que vous le pouvez.

**Temps du patient :**

**Nombre de chiffres énoncés :**

**Nombre d'erreurs :**

# Annexe G

Nom du patient :

Délaï d'implantation :

CAP :



SCOTTISH CHILD

Date de passation :

Modalité :

- IC  IC+LL  LL  2IC  
 ACA  IC+ACA

## LISTE 1 - TEST

### Liste de 17 mots triphonémiques

Mots	API	Phonèmes	Mots
Année	ane		
Cil	sil		
Ronde	rõd		
Oser	oze		
Natte	nat		
Crin	krē		
Sage	sas		
Fill	fil		



Peur	pœr		
Menthe	mât		
Soude	sud		
Vieux	vjo		
Raide	recl		
Col	kol		
Rut	ryt		
Signe	sin		
Epais	epe		
<b>Total</b>		/51	/17

- Processeur :**  
 Cochlear ->  
 Medel ->  
 AB ->  
 Neurelec->

### Liste de 20 mots dissyllabiques

Mots	API	Phonèmes	Mots
Genou	ʒanu	/4	
Diner	dine	/4	
Confit	kɔfli	/5	
Cheveu	ʃavø	/4	
Turbot	tyrbo	/5	
Début	debɥ	/4	
Radis	radi	/4	
Mandat	māda	/4	
Parfum	parfœ	/5	
Nougat	nuga	/4	
Piment	pimā	/4	
Rentier	rūtje	/5	
Lilas	lila	/4	
Plateau	plato	/5	
Melon	malis	/4	
Respect	respe	/5	
Souci	susi	/4	
Tricot	triko	/5	
Vaisselle	veso	/4	
Secret	sakre	/5	
<b>Total</b>		/88	/20

### Liste de 15 phrases (13 MMA)

#### PHRASES

PHRASES	Mots	Phrase
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 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	
<b>TOTAL</b>	/101	/15

Nom du patient :  
 Délai d'implantation :

CAP :



**LISTE 2 - TEST**

Date de passation :

Modalité :

- IC  IC+LL  LL  2 IC  
 ACA  IC+ACA

**Liste de 17 mots triphonémiques**

Mots	API	Phonèmes	Mots
Abbé	abbe		
Mille	mil		
Soupe	sup		
Tank	tāk		
Ruse	ryz		
Vèle	vel		
Code	kod		
Epée	epe		



Sœur	sœr		
Molle	møl		
Richie	ri:f		
Pente	pāt		
Amont	amɔ̃		
Dru	dry		
Gaine	gen		
Sol	sɔl		
Avis	avi		
<b>Total</b>		/51	/17

- Processeur :  
 Cochlear ->  
 Medel ->  
 AB ->  
 Neurelec->

**Liste de 20 mots dissyllabiques**

Mots	API	Phonèmes	Mots
Garnet	karne	/5	
Ciment	simā	/4	
Débris	debrī	/5	
Mari	mari	/4	
Clocher	klɔʃe	/5	
Devis	davi	/4	
Feuille	fœje	/4	
Plastron	plastrɔ̃	/7	
Ticket	tike	/4	
Sentier	sūtje	/5	
Crapaud	krapo	/5	
Délai	dele	/4	
Repas	rapa	/4	
Salut	salj	/4	
Degré	dagre	/5	
Couvent	kuvu	/4	
Traineau	treno	/5	
Sujet	syʒe	/4	
Vallon	valɔ̃	/4	
Témoin	temwē	/5	
<b>Total</b>		/91	/20

**Liste de 15 phrases (29 MMA)**

PHRASES	Mots	Phrase
1- Quelqu'un doit garder les enfants jusqu'au retour des parents.	/10	
2- Arrête-toi là!	/3	
3- Avez-vous déjà visité le musée de l'automobile?	/9	
4- Il est nécessaire que tu sois à l'heure.	/9	
5- Je suis content d'assister à cette conférence.	/8	
6- A-t-il obtenu une augmentation?	/6	
7- On peut voir le soleil se coucher derrière la vieille ferme.	/11	
8- Est-ce qu'elle achètera un souvenir de son voyage?	/10	
9- Ecoute ce qu'il te dit!	/6	
10- Vous a-t-il parlé de son problème?	/8	
11- Nous sommes allés au cinéma.	/5	
12- Ils se sont promenés dans le parc.	/7	
13- Elle est sortie en même temps que moi.	/8	
14- Ce n'est pas possible.	/5	
15- Nous avons dîné avant.	/4	
<b>TOTAL</b>	/109	/15



Nom du patient :

Délai d'implantation :

CAP :



ROTHSCHILD

Date de passation :

Modalité :

IC  IC+LL  LL  2 IC

ACA  IC+ACA

Processeur :

Cochlear ->

Medel ->

AB ->

Neurelec->

Liste de 17 mots triphonémiques

Mots	API	Phonèmes	Mots
Ami	ami		
Suer	sye		
Coule	kul		
Beurre	boer		
Gène	ʒen		
Ride	rid		
Allait	ale		
Tempe	tūp		



Fade	fad		
Longe	lɔ̃ʒ		
Mare	mar		
Tôle	tol		
Rance	rūs		
Ville	vil		
Preux	prø		
Nier	nje		
Caisse	kes		
Total		/51	/17

Liste de 20 mots dissyllabiques

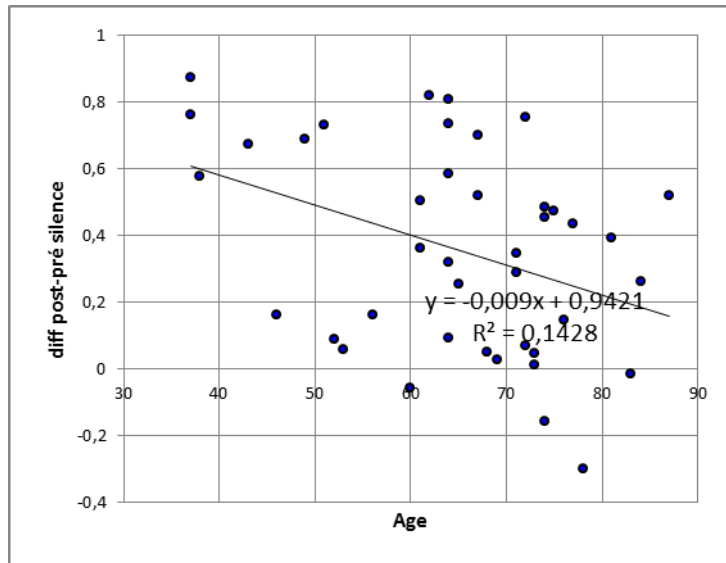
Mots	API	Phonèmes	Mots
Niveau	nivo	/4	
Lapin	lapɛ	/4	
Sifflet	siflɛ	/5	
Débat	dɛba	/4	
Cliché	kliʃɛ	/5	
Remous	ramu	/4	
Fracas	fraka	/5	
Neveu	nəvo	/4	
Diamant	djamɑ̃	/5	
Jarret	ʒare	/4	
Bilan	bilɑ̃	/4	
Réduit	redyʁi	/5	
Cousin	kuzɛ̃	/4	
Sursaut	syʁso	/5	
Tampon	tɑ̃pɑ̃	/4	
Décret	dɛkre	/5	
Tapis	tapi	/4	
Reçu	rasy	/4	
Glaçon	glasɔ̃	/5	
Traité	trɛtɛ	/5	
Total		/89	/20

Liste de 15 phrases (31 MMA)

PHRASES	Mots	Phrase
1- Il étudie une leçon difficile.	/5	
2- Je vous souhaite de réussir.	/5	
3- Prends un pull !	/3	
4- Nous avons réservé une chambre dans cet hôtel.	/8	
5- Est-ce qu'il a raconté des histoires drôles?	/9	
6- Nous lui avons fait un cadeau pour son anniversaire.	/9	
7- Il est possible qu'elle ne puisse pas l'accompagner.	/10	
8- Nous avons demandé le dossier à la secrétaire.	/8	
9- S'il avait un jour de congé, il partirait à la campagne.	/12	
10- As-tu téléphoné à ta cousine?	/6	
11- Nous prenons notre voiture malgré les embouteillages.	/7	
12- Ne te moque pas de lui!	/6	
13- Cet enfant n'est pas assez attentif.	/7	
14- As-tu acheté des fleurs pour sa fête?	/8	
15- Vous allez devoir attendre.	/4	
TOTAL	/107	/15

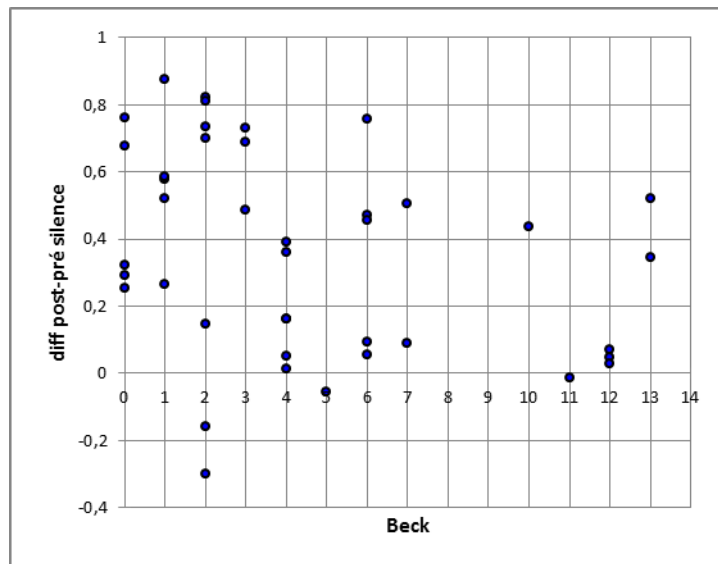
## Annexe H

Différence des scores entre pré-et post-implant dans le silence en fonction de l'âge



## Annexe I

Différence des scores entre pré- et post-implant dans le silence en fonction des scores à l'échelle de Beck chez les moins de 65 ans



Matrice de corrélation (Pearson) / Groupe Age qual-<65 :

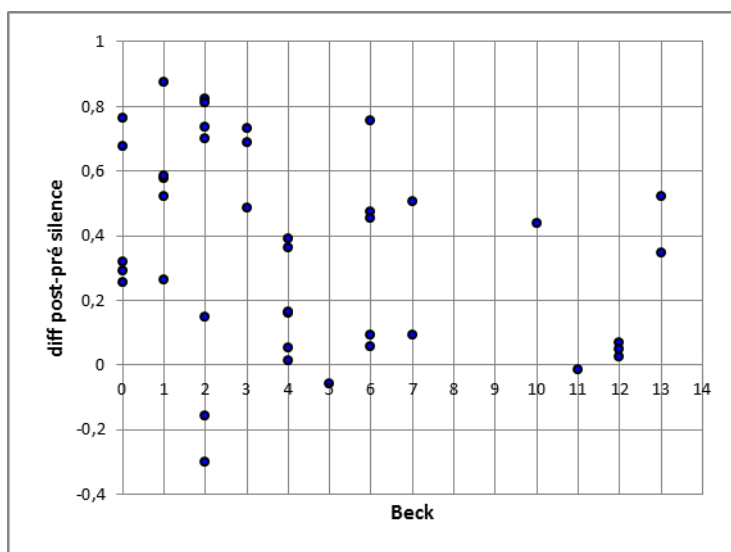
Variables	diff post-pré silence	Beck
diff post-pré silence	<b>1</b>	-0,229
Beck	-0,229	<b>1</b>

*Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05*

p-values / Groupe Age qual-<65 :		
Variables	diff post-pré silence	Beck
diff post-pré silence	<b>0</b>	0,331
Beck	0,331	<b>0</b>

## Annexe J

Différence des scores entre pré- et post-implant dans le silence en fonction des scores à l'échelle de Beck chez les plus de 65 ans

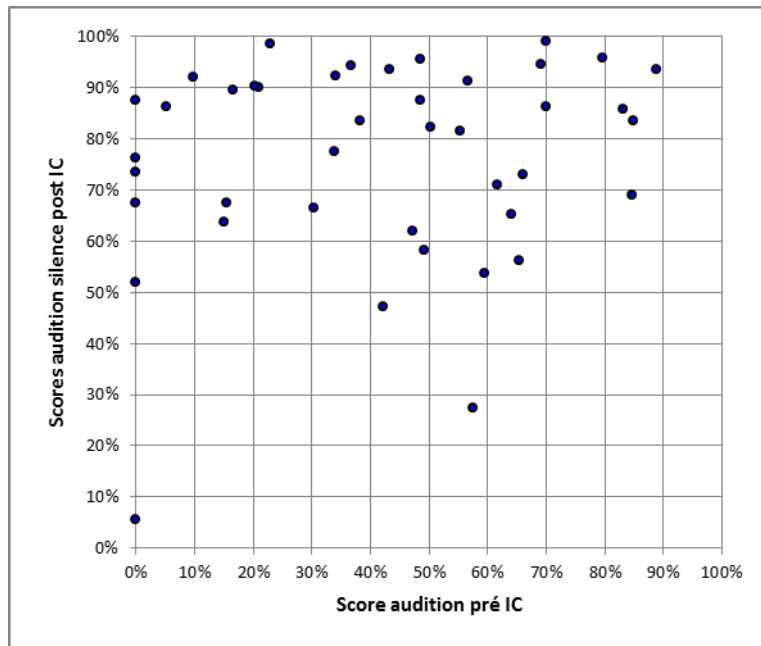


Matrice de corrélation (Pearson) / Groupe Age qual->65 :		
Variables	diff post-pré silence	Beck
diff post-pré silence	<b>1</b>	-0,409
Beck	-0,409	<b>1</b>
<i>Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05</i>		

p-values / Groupe Age qual->65 :		
Variables	diff post-pré silence	Beck
diff post-pré silence	<b>0</b>	0,065
Beck	0,065	<b>0</b>

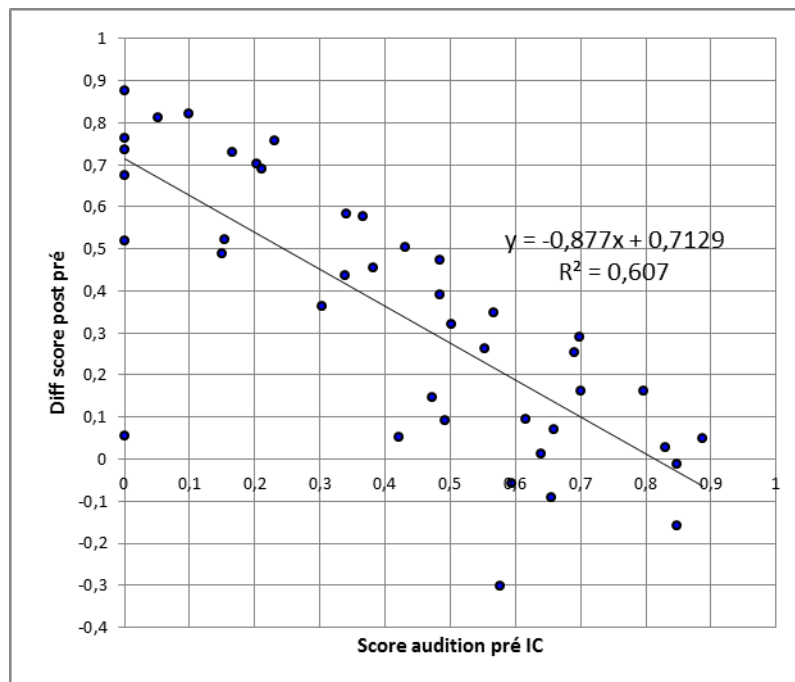
## Annexe K

Scores orthophoniques dans le silence en post-implant en fonction des scores orthophoniques dans le silence en pré-implant



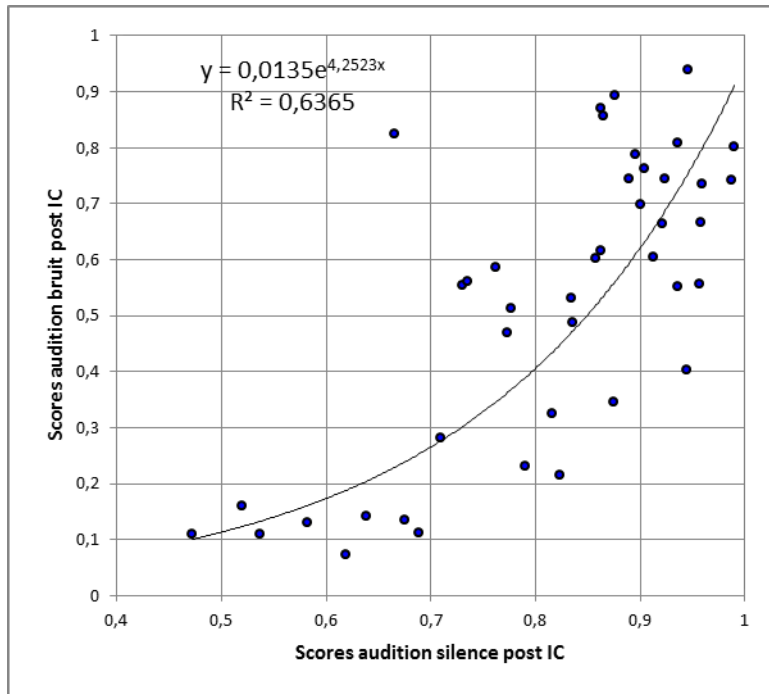
## Annexe L

Différence de scores en pré- et post-implant en fonction des scores orthophoniques dans le silence en pré-IC



# Annexe M

Scores bruts dans le bruit en post-implant en fonction des scores bruts dans le silence en post-implant



Matrice de corrélation (Pearson) :		
Variables	Scores audition silence post IC	Scores audition bruit post IC
Scores audition silence post IC	<b>1</b>	<b>0,753</b>
Scores audition bruit post IC	<b>0,753</b>	<b>1</b>
<i>Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05</i>		

p-values :		
Variables	Scores audition silence post IC	Scores audition bruit post IC
Scores audition silence post IC	<b>0</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
Scores audition bruit post IC	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0</b>

# Annexe N

## LETTRE D'INFORMATION – ETUDE HUNER & LE BARON

Madame, Monsieur,

Actuellement en dernière année d'Orthophonie à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), nous réalisons notre mémoire de fin d'études, encadré par madame Emilie ERNST, orthophoniste au sein du CRIC et par le Professeur Bruno FRACHET, chef de ce service à l'hôpital Rothschild.

Nous menons actuellement une recherche afin de mieux comprendre les variations observées lors des évaluations orthophoniques après implantation cochléaire chez les personnes atteintes de surdité et d'identifier les facteurs qui expliqueraient ces variations.

Notre étude s'intègre dans un ensemble de recherches visant à améliorer votre prise en charge et celle des futurs bénéficiaires d'un implant cochléaire.

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 des patients déjà implantés ou en demande d'implantation.

Il s'agit de participer à différentes tâches, impliquant langage, calcul simple, mémoire ou encore fonctions motrices.

La participation à cette étude pourra éventuellement se dérouler lors d'une de vos venues pour un rendez-vous dans le service. Toutes les données récoltées seront anonymes et feront l'objet d'un traitement statistique.

N'hésitez pas à nous contacter dans le service pour toute information supplémentaire.

Nous vous remercions pour l'attention que vous porterez à cette étude et pour votre très précieuse collaboration.

Respectueusement,

Elodie LE BARON

Bénédicte HUNER

Emilie ERNST

## Annexe O

### RECUEIL DE CONSENTEMENT - ETUDE HUNER & LE BARON

Je soussigné(e) Mademoiselle, Madame,  
Monsieur ..... confirme que l'équipe du Professeur  
Bruno FRACHET, exerçant en qualité de chef de service ORL à l'hôpital  
Rothschild, m'a informé(e) de la nature et des objectifs de l'étude de Milles Huner  
et Le Baron à laquelle j'accepte de participer.

J'ai lu un exemplaire de la lettre d'information du patient. J'ai bien compris  
les informations données oralement et par écrit.

Je déclare par la présente mon accord volontaire pour participer à cette  
étude relative à la prise en charge post-implantation cochléaire, réalisée dans le  
cadre d'un mémoire d'orthophonie de l'université Paris VI (Pitié-Salpêtrière).

J'ai reçu un exemplaire de cette déclaration de consentement.

Fait en 2 exemplaires à Paris, le ...../...../ 2014

Nom et prénom du patient  
Signature

# ELABORATION D'UN PROTOCOLE NEUROCOGNITIF PREDICTIF DES RESULTATS DE L'IMPLANT COCHLEAIRE CHEZ L'ADULTE

## **Résumé**

Malgré le bénéfice apporté par l'implant cochléaire, on observe encore une grande variabilité interindividuelle des résultats obtenus après l'implantation, chez l'adulte devenu sourd. Cette étude a pour but d'élaborer un protocole neurocognitif permettant de prédire les résultats post-implant chez des adultes atteints de surdité acquise. 51 patients et 34 sujets contrôles participent à notre étude. Leurs habiletés cognitives sont testées, notamment par un paradigme de double tâche incluant marche et tâche cognitive. Les données recueillies sont ensuite mises en rapport avec les résultats orthophoniques post-implantation afin de définir le rôle prédictif des différentes épreuves cognitives effectuées. Aucun des paramètres spatio-temporels de la marche n'est prédictif des résultats liés à l'implant. Seule l'échelle de dépression de Beck s'est révélée prédictive de l'évolution des scores orthophoniques après l'implantation. De telles observations peuvent être expliquées par le fait que les sujets de notre population ont globalement de bons scores post-implantation et n'ont pas de troubles cognitifs avérés. Ainsi les épreuves choisies ne sont peut-être pas suffisamment fines pour être prédictives. Il serait intéressant de poursuivre les recherches avec d'autres tâches cognitives.

**Mots-clés :** surdité – implant cochléaire – facteurs prédictifs – cognition – adultes sourds

## **Abstract**

Despite the benefits brought by cochlear implants (CI) in deafened adults, interindividual variability of the results after implantation is observed. Our purpose was to design a neurocognitive protocol for the prediction of post-CI outcomes. 51 patients and 34 control subjects participated in the study. Their cognitive skills were tested, especially with a double task paradigm including walking and cognitive tasks. The patients' results were then linked to their post-CI evolution in order to determine the predictive value of the cognitive assessment. We observed that only Beck depression inventory was able to predict an improvement in results after cochlear implantation. None of gait parameters are linked to the CI outcomes. Such results can be explained by the fact that our subjects had good post-CI scores and no cognitive disorders. Our interpretation is that our tests may be not sharp enough to be predictive. It would be interesting to pursue this research with other cognitive tasks.

**Key words:** deafness – cochlear implant – predictive factors – cognition – deafened adults

**Nombre de pages :** 58 pages et 18 pages d'annexes

**Nombre de références :** 70