



AVERTISSEMENT

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

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

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

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

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

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

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



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**

Effets du positionnement du faisceau d'électrode dans la cochlée : peut-il avoir une influence sur le réglage et le gain de l'implant cochléaire?

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
d'Audioprothésiste

REMERCIEMENTS

A Mathieu ROBIER, mon maitre de mémoire, pour son aide, ses conseils et son investissement tout au long de ce mémoire. Je vous remercie pour tout ce que vous m'avez appris sur ce sujet et sur l'audioprothèse en général.

A Sandrine BOISSELEAU, pour son aide, son investissement et sa disponibilité dans la réalisation de ce travail.

Au professeur Alain ROBIER, sans qui je n'aurai pu réaliser ce mémoire. Merci pour vos conseils, ainsi que de m'avoir permis d'accéder aux dossiers de vos patients.

A mon Papa, il y a 8 ans on s'était promis de lui montrer qu'on y arriverait tous les deux. Après beaucoup de sacrifices et quelques galères on y est arrivé. Je ne te remercierai jamais assez pour tout ce que tu as fait pour moi, mais j'espère qu'après avoir lu ce travail tu seras fier de moi.

A monsieur DUCOURNEAU, à tous les enseignants et intervenants pour le savoir qu'ils m'ont transmis au cours de ces trois années.

A Flora, pour son aide, son soutien et son réconfort pendant les moments de doute tout au long de cette année.

A Charline, Nico, Jerem, Adri, Antoine, Yanniv, Yohann et Axelle pour ces trois belles années d'études.

Table des matières

1	Introduction	1
2	Au fil des découvertes bibliographiques	2
2.1	Indications de l'implant cochléaire	2
2.1.1	Indications chez l'adulte	4
2.1.2	Indications chez l'enfant	4
2.2	Des cochlées, des chirurgiens et des régleurs différents.....	5
2.2.1	Variabilité de la cochlée humaine	5
2.2.2	Différentes techniques chirurgicales.....	8
2.2.3	Différentes techniques de réglages	10
2.3	... Pourquoi des résultats et des performances variables.....	13
2.3	Pourquoi des résultats et des performances variables	13
2.3.1	Critères individuels	13
2.3.2	Différences techniques et technologiques	16
2.3.3	La position dans la cochlée	19
3	Matériels et méthodes	22
3.1	Le panel de patients	22
3.1.1	Critères d'inclusions	22
3.1.2	Constitution des différents groupes	23
3.1.3	Composition des groupes.....	25
3.2	Le matériel d'évaluation.....	26
3.2.1	Tests audiométriques	26
3.2.2	Analyses des cartographies de réglages.....	27
3.2.3	Méthode statistique utilisée	28
4	Résultats	29
4.1	Analyse des cartographies de réglages.....	29
4.1.1	Niveaux T	30
4.1.2	Niveaux C	33
4.1.3	Dynamique	36
4.1.4	NRT	38
4.1.5	Impédances.....	40
4.2	Résultats audiométriques	42
4.2.1	Audiométrie tonale.....	42
4.2.2	Audiométrie vocale	44
4.3	Corrélation entre réglages et résultats.....	52
4.3.1	Niveaux T	52
4.3.2	Niveaux C	53
4.3.3	Dynamiques	55
5	Discussion des résultats obtenus	57
5.1	Comparaison des résultats à ceux de la littérature	57
5.2	Limites de l'étude.....	59
6	Conclusion	62
7	Bibliographie	64
8	Annexes	68

8.1	Graphiques des niveaux T, C et dynamique moyens, électrode par électrode, pour les trois groupes	68
8.1.1	Niveaux T	68
8.1.2	Niveaux C	68
8.1.3	Dynamique	69
8.2	Tableaux des valeurs recueillies pour tous les patients.....	69
8.2.1	Niveaux T	69
8.2.2	Niveaux C	70
8.2.3	NRT	71
8.2.4	Impédances	72
8.2.5	Dynamique	73
8.3	Tableaux des résultats audiométriques	75
8.3.1	Audiométries tonales	75
8.3.2	Audiométries vocales	77
8.4	Graphiques Boites à moustache.....	83
8.4.1	Niveaux T	83
8.4.2	Niveaux C	86

Tables des Figures

Figure 1 : Schéma anatomique de la cochlée (http://www.vestib.org/labyrinthe.php)	6
Figure 2 : Schéma du lieu de la cochléostomie et du trajet d'insertion du porte électrodes (http://cdn.intechopen.com/pdfs/36339/InTech- Cochlear_implant_surgery.pdf)	10
Figure 3 : Exemple de cartographie de réglage (en vert les niveaux T et en rouge les niveaux C)	13
Figure 4 : Graphique montrant l'intelligibilité en fonction de la durée de la surdité avec un implant cochléaire, d'après l'étude réalisée par Green et al (2007) sur 117 patients	14
Figure 5 : Graphique montrant l'évolution de l'intelligibilité post implantation pour des mots CNC, d'après l'étude d'Adunka et al (2008).....	15
Figure 6 : Graphique montrant l'évolution de l'intelligibilité post implantation pour le test HINT, d'après l'étude d'Adunka et al (2008)	16
Figure 7 : exemple de portes01 électrodes (http://cdn.intechopen.com/pdfs/36339/InTech-Cochlear_implant_surgery.pdf)	17
Figure 8 : Exemple de codage pour la stratégie ACE	18
Figure 9 : Exemple de codage pour la stratégie CIS.....	18
Figure 10 : Exemple de codage pour la stratégie SPEAK.....	18
Figure 11 : Image montrant la position dans la cochlée des électrodes dans l'étude de Finley et Skinner (2008)	21
Figure 12 : Coupes histologiques avec représentations schématiques de la rampe tympanique (en bleu), de la rampe vestibulaire (en vert) ainsi que du trajet du porte-électrodes. (Schémas extraits de la thèse de Jean-Paul Trijolet (41)	23
Figure 13 : Niveaux T et C moyens par patients pour le groupe ayant les électrodes en rampe Tympanique.....	29
Figure 14 : Niveaux T et C moyens par patients pour le groupe ayant les électrodes insérées de manière traumatiques	29
Figure 15 : Niveaux T moyens électrode par électrode pour les deux groupes	30
Figure 16 : Boite à moustache électrode 8	31
Figure 17 : Boite à moustache électrode 14	31
Figure 18 : boite à moustache électrode 18.....	31
Figure 19 : Niveaux C moyens électrode par électrode pour les deux groupes	33
Figure 20 : Boite à moustache électrode 8	34
Figure 21 : Boite à moustache électrode 14	34
Figure 22 : Boite à moustache électrode 18	34
Figure 23 : Dynamiques moyennes électrode par électrode pour les deux groupes.....	36
Figure 24 : NRT moyennes électrode par électrode pour les deux groupes	38
Figure 25 : Impédances moyennes électrode par électrodes pour les deux groupes.....	40
Figure 26 : Seuils tonaux pour les trois groupes	42
Figure 27 : Seuils tonaux pour les deux groupes.....	43
Figure 28 : Intelligibilité des trois groupes avec des listes dissyllabique Homme	44

Figure 29 : Intelligibilité des trois groupes avec des listes dissyllabiques Femme	44
Figure 30 : Intelligibilité pour les trois groupes avec des listes monosyllabiques Homme	45
Figure 31 : Intelligibilité pour les trois groupes avec des listes monosyllabiques Femme	45
Figure 32 : Intelligibilité pour les deux groupes avec des listes dissyllabiques Homme	49
Figure 33 : Intelligibilité pour les deux groupes avec des listes dissyllabiques Femme	49
Figure 34 : Intelligibilité pour les deux groupes avec des listes monosyllabiques Homme	50
Figure 35 : Intelligibilité pour les deux groupes avec des listes monosyllabiques Femme	50
Figure 36 : Intelligibilité maximum en fonction du niveau T moyen pour chaque patient du groupe rampe Tympanique (RT)	52
Figure 37 : Intelligibilité maximum en fonction du niveau T moyen pour les insertions traumatiques	53
Figure 38 : Intelligibilité maximum en fonction du niveau C moyen pour le groupe rampe tympanique (RT)	54
Figure 39 : Intelligibilité maximum en fonction du niveau C moyen pour les insertions traumatiques	54
Figure 40 : Intelligibilité maximum en fonction de la dynamique moyenne pour le groupe rampe tympanique (RT)	55
Figure 41 : Intelligibilité maximum en fonction de la dynamique moyenne pour les insertions traumatiques	56
Figure 42 : Intelligibilité post implantation avec des phrases d'après l'étude de Wilson et Dorman (2008)	60
Figure 43 : Intelligibilité post implantation avec des mots monosyllabiques d'après l'étude de Wilson et Dorman (2008)	60

Tables des tableaux

Tableau 1 : Tableau représentant les p-value du test de Student entre les insertions en rampe vestibulaire et en dislocation pour les différents paramètres de réglage électrode par électrode	24
Tableau 2 : Répartition des différentes étiologies dans l'étude	26
Tableau 3 : Résultats du test de Student entre les deux groupes électrode par électrode pour les niveaux T	32
Tableau 4 : Résultats du test de Student entre les deux groupes électrode par électrode pour les niveaux C	35
Tableau 5 : Résultats du test de Student entre les deux groupes électrode par électrode pour les dynamiques	37
Tableau 6 : Résultats du test de Student entre les deux groupes électrode par électrode pour les NRT	39

Tableau 7 : Résultats du test de Student entre les deux groupes électrode par électrode pour les impédances	41
Tableau 8 : Résultats du test de Student réalisé sur les différents groupes	47
Tableau 9 : Tableau récapitulatif des différents résultats trouvés dans l'analyse des audiométries vocales	48

1 Introduction

Les personnes atteintes de surdités sévères à profondes, dont le gain d'une prothèse conventionnelle ne permet pas une réhabilitation satisfaisante peuvent bénéficier, depuis les années 60, d'un implant cochléaire (1).

Cette implantation permet de stimuler directement le nerf auditif, sans faire appel aux cellules ciliées trop déficientes. Ce système comporte deux parties, une externe et l'autre interne qui est placée chirurgicalement dans la cochlée. Le porte électrode doit être introduit dans la rampe tympanique pour être au plus près du modiolum (2).

Cependant, au vu des variations anatomiques et contraintes chirurgicales, il se peut que l'introduction se fasse dans la rampe vestibulaire ou qu'elle commence dans la rampe tympanique et se termine dans la rampe vestibulaire (ce qui s'appelle une dislocation de la membrane basilaire).

C'est pourquoi il nous a paru intéressant d'étudier si le positionnement du porte électrode dans la cochlée peut avoir une influence sur les réglages et sur les résultats audiométriques. A l'heure actuelle, les recherches bibliographiques n'ont pas permis de trouver des études mettant en évidence une corrélation entre le lieu d'implantation, les réglages de l'implant et les résultats audiométriques.

Le but de ce mémoire sera donc, d'étudier si le positionnement du porte électrode dans la cochlée peut influencer sur des paramètres de réglages de l'implant cochléaire. Pour cela quelques rappels bibliographiques seront présentés, puis nous décrirons le protocole de l'étude et nous finirons par présenter et discuter les résultats obtenus.

2 Au fil des découvertes bibliographiques

2.1 Indications de l'implant cochléaire

L'implantation cochléaire est un acte médical nécessitant l'évaluation préalable par une équipe pluridisciplinaire. La prise en charge se déroule en trois étapes avec dans un premier temps, le bilan pré-implantation puis l'intervention chirurgicale et enfin le suivi post-implantation.

Lors du bilan pré-implantation, le patient est reçu par les différents professionnels de santé, faisant partie de l'équipe pluridisciplinaire (médecin ORL chirurgien, audioprothésiste, orthophoniste, psychologue). Ces derniers se réuniront ensuite afin d'échanger et de confirmer si le patient est un bon candidat pour l'implantation cochléaire (3).

Lors de ce bilan, on réalise :

- **Un bilan médical** : la consultation ORL permet de poser ou de confirmer le diagnostic de surdité. Pour cela, est réalisé un bilan audiométrique complet, des Potentiels Evoqués Auditifs (PEA) afin d'écartier toutes pathologies rétrocochléaires. L'imagerie (IRM et TDM) permet au médecin de vérifier l'anatomie de cochlée évitant ainsi les contraintes anatomiques lors de l'opération. Un examen vidéonystagmographique (VNG) est réalisé pour évaluer la fonction vestibulaire. Suite à ces tests le médecin statuera sur l'indication médicale et choisira aussi le côté à planter.

- **Un bilan audioprothétique**: l'audioprothésiste est chargé de réaliser l'appareillage du patient afin de montrer les limites de l'appareillage conventionnel. Si le malentendant est déjà réhabilité, son évaluation doit montrer que le choix de l'appareil est cohérent avec son déficit mais également que le réglage apporte suffisamment de gain pour une bonne perception. Si le patient n'est pas réhabilité, l'audioprothésiste devra lui proposer un appareillage auditif afin d'évaluer les performances de son patient.

- Chez l'adulte, le patient doit tester l'appareil pendant une durée minimum de 1 mois.
- Chez l'enfant, cette durée est variable en fonction de l'âge de l'enfant : pour un enfant de moins d'un an la durée recommandée pour l'essai est d'un an contre 6 mois pour les enfants de 1 à 3 ans et 3 mois au delà de 3 ans.

Au cours de l'essai, l'audioprothésiste réalise des gains prothétiques tonaux et vocaux, avec et sans les appareils afin de juger l'efficacité de l'appareillage mais également du ressenti du patient.

La Haute Autorité de Santé (HAS) dans son rapport « traitement de la surdité par l'implant cochléaire et du tronc cérébrale » (4) a clairement défini les indications chez l'adulte en prenant comme critère principal l'audiométrie vocale : tout patient dont l'audiométrie vocale avec les appareils ne permet pas une intelligibilité supérieure à 50% à 60 dB en liste cochléaire de Lafon, entre dans les critères d'une implantation.

- **Un bilan orthophonique** : Le patient est aussi reçu par un orthophoniste qui va estimer ses capacités de communication, son niveau de lecture labiale, le niveau de réception du message oral. Ce rendez vous permet aussi d'apprécier la motivation du patient, ses attentes, mais aussi de se faire une idée quand au travail qu'il y aura à fournir en rééducation s'il y a implantation.

- **Un bilan psychiatrique** : Ce bilan permet d'évaluer la motivation du patient quand à l'implantation et au programme de rééducation qu'il en découle. Il permet aussi de vérifier les attentes du patient et d'éliminer les pathologies neurologiques ou psychiatriques associées. La motivation et la stabilité sont des critères clefs pour la réussite de l'implantation.

2.1.1 Indications chez l'adulte

Tous les malentendants ne peuvent pas bénéficier de l'implantation cochléaire. Afin de pouvoir en bénéficier ils doivent remplir certains critères qui sont les suivants (4) :

- Pour l'HAS, l'âge n'est pas un critère de contre-indication sauf s'il y a mise en évidence d'un trouble neurocognitif ce qui a été confirmé dans l'étude publiée par le Professeur Sterkers en 2012, (6)
- Un maximum d'intelligibilité de 50% à 60 dB avec une prothèse bien réglée et sans lecture labiale,
- Des fluctuations d'audition ayant un retentissement majeur sur la communication du patient,
- Pas de présence de pathologies neurologiques ou psychiatriques,
- Un nerf auditif intact,
- Une cochlée intacte ne présentant pas d'ossification ni de fibrose,
- La présence de langage oral et d'une grande motivation.

Des implantations bilatérales peuvent être réalisées dans les cas suivant (4) :

- Une surdité risquant d'entraîner une ossification bilatérale,
- Une diminution du bénéfice audioprothétique controlatéral entraînant une perte d'autonomie ou une contrainte socioprofessionnelle.

2.1.2 Indications chez l'enfant

Tout comme chez les adultes, tous les enfants sourds ne peuvent pas bénéficier de l'implant cochléaire. En plus de critères communs à ceux des adultes comme (4) :

- Un maximum d'intelligibilité de 50% à 60 dB avec un bon appareil, ou un gain audioprothétique ne permettant pas l'acquisition du langage,
- Une cochlée saine,

- Un nerf auditif intact,
- L'absence de troubles neurologiques ou psychiatriques associés.

Ils doivent également remplir certains critères supplémentaires :

- Une grande motivation de la famille,
- Il faut le faire le plus tôt possible, mais toujours après l'essai d'une prothèse conventionnelle et toujours avant 5 ans,
- En cas de surdité congénitale avec aucune appétence à la communication orale.

L'implantation bilatérale peut quand à elle être effectuée dans les cas suivants (4) :

- A la suite d'une méningite ou d'un traumatisme,
- Dans le cas d'un syndrome d'Usher.

Suite à ce bilan, l'équipe pluridisciplinaire décidera d'une date opératoire afin de mettre en place l'implant. L'intervention chirurgicale (que nous décrirons dans une partie suivante) se déroule sous anesthésie générale et dure environ 2h30 (3).

2.2 Des cochlées, des chirurgiens et des régleurs différents

2.2.1 Variabilité de la cochlée humaine

Malgré une anatomie commune à chaque individu (décrite par Bartholomeus Eustache en 1954) (5), la cochlée présente cependant quelques variations anatomiques interindividuelles. Ce sont ces dernières qui sont importantes à connaître lors de la conception des portes électrodes mais aussi lors de l'acte chirurgical, afin de réduire le risque de traumatisme des structures internes de la cochlée.

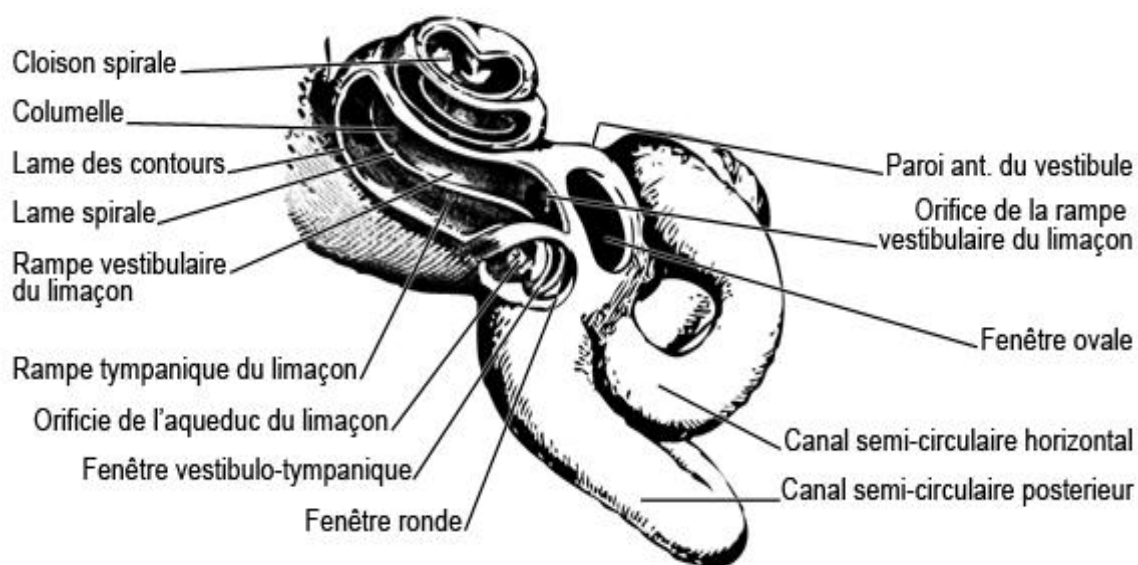


Figure 1 : Schéma anatomique de la cochlée (<http://www.vestib.org/labyrinthe.php>)

Ces variations ont été mises en évidence et utilisées dans un certain nombre d'études réalisées par différents auteurs.

En 2008, Erixon et al (7) ont réalisé une étude sur 73 archives de moulage d'oreille interne afin de mettre en évidence les variations de la taille de la cochlée. L'auteur a mis en évidence les résultats suivants :

- Un nombre de spire de 2.2 à 2.9,
- Une longueur de la paroi extérieure allant de 38.6mm à 45.6 mm,
- Un rayon de la fenêtre ronde variant de 0.3 à 1.6 mm,
- Une longueur du premier tour s'étalant de 20.3 à 24.3mm ce qui représente 53% de la longueur total,
- Une variation du deuxième tour de 10.7 à 13.3 mm, pour 30% de la longueur,
- Du troisième tour évoluant de 1.5 à 8.2 mm, représentant 17% de la longueur totale,
- Le diamètre de la cochlée allant de 3.3 à 4.8 mm.

Ces valeurs ont été confirmées par d'autres auteurs tels que Xu et al (8), Hardy (6), Dimopoulos et al (9). Elles montrent bien la variation de la cochlée humaine.

Une étude réalisée en 1991 par Sato et al (10) a mis en évidence des différences de taille en fonction du sexe. Après avoir étudié informatiquement par recombinaison en trois dimensions, neuf paires d'os temporaux de patients féminins âgés de 1 à 79 ans, ils ont montré que la longueur de la cochlée était plus longue d'environ 4mm chez l'homme que chez la femme. Aucune modification de la longueur de la cochlée avec le temps n'a été mise en évidence dans cette étude. Une autre étude réalisée en 2007 par Miller JD (11), remet en cause ces résultats puisque l'étude composée de cent quatre-vingt quatorze cochlées n'a montré qu'une différence de 1.1 mm entre les deux sexes. Malgré l'absence de résultats concordants, nous ne pouvons tout de même pas dire que la cochlée possède une anatomie différente en fonction du sexe ou si elles existent, elles sont peu sensibles.

Afin de prendre en compte ces variations lors de l'implantation, Escudé, Fraysse et al en 2006 (12) se sont intéressés à l'impact que pouvait avoir ces dernières, sur l'angle d'insertion et la profondeur d'insertion du fuseau. Ils ont ainsi pu mettre en avant que pour un certain type de portes électrodes notamment le *Nucleus 24 Contour Advance perimodiolar electrode*), la taille de la cochlée avait un impact sur les angles et la profondeur d'insertion des électrodes.

Ces différentes études montrent qu'il est important pour le chirurgien de bien connaître l'anatomie de la cochlée afin de pouvoir faire le meilleur choix possible de faisceau d'électrodes et ainsi avoir une insertion la plus proche possible du modiolus afin d'optimiser le résultat futur. Ces études nous permettent également d'imaginer facilement que l'intelligibilité et donc les résultats post implantation seront variables d'un patient à un autre.

2.2.2 Différentes techniques chirurgicales

A travers le monde ou tout simplement en France, il existe un grand nombre de centres implantateurs entraînant également un grand nombre de chirurgien et donc des visions différentes de l'implantation cochléaire et de l'acte chirurgical à réaliser. Cependant, nous ne pouvons pas dire qu'il n'existe pas de consensus sur la technique opératoire. Les différentes méthodes existantes tendent à se ressembler.

Quelques auteurs, comme Aschendorff et al (2007) (13), Finley et al (2009) (14) ont mis en évidence de meilleurs résultats post implantation pour les patients implantés dans la rampe tympanique. Dans une étude réalisée en 2007 sur quarante trois patients implantés avec un implant Cochlear de type Nucleus, Aschendorff (13) a testé l'intelligibilité des patients un an après l'implantation, en fonction du lieu d'insertion des électrodes et avec différentes listes de mots différentes (test de nombre de Freiburg, listes de mots monosyllabiques de Freiburg et les listes de phrases d'Oldenburg). Il a ainsi pu mettre en évidence que les résultats étaient significativement meilleurs quand les électrodes étaient dans la rampe tympanique. L'étude de Finley (14) réalisée en 2009 a également trouvée des résultats allant dans ce sens. L'autre partie de son étude met en évidence que ce lieu d'insertion permet une meilleure conservation des restes auditifs comme l'ont également montré Briggs et al (2005) (15) et Gstoettner et al (2004) (16) par exemple. Dans leur étude réalisée en 2004, Gstoettner (16) et al ont étudié la préservation de l'audition chez des patients implantés avec un implant Medel EL C 40+, en réalisant des audiométries tonales et vocales dans le silence et dans le bruit. La conclusion a été que l'audition était préservée dans 62% des cas quand les électrodes étaient mises en place via une méthode d'insertion atraumatique. Briggs et al ont montré, après avoir étudié un certain nombre d'os temporaux, qu'il y avait un risque accru de dommages intra cochléaire et d'insertions dans la rampe tympanique quand la cochléostomie était réalisée plus en avant. Ces données ont également été confirmées par des études étudiant plus particulièrement la région du crochet située dans la partie basale de la cochlée.

Afin de favoriser l'insertion du porte électrode de manière atraumatique, il a été décrit un lieu et un axe d'insertion optimal, tout en gardant les conditions décrites en 1980 c'est-à-dire une cochléostomie effectuée à travers la membrane de la fenêtre ronde ou au niveau du promontoire ainsi qu'un axe d'insertion identique à celui de la rampe tympanique permet d'éviter de transpercer la membrane basilaire ou la lame spirale. Les lieux restant cependant variables, certains auteurs comme Roland et al (2007) (17) et Li (2007) (18), dans des études similaires à celles réalisées par Briggs ou Gstoettner (15,16), ont également mis en évidence qu'une cochléostomie réalisée dans le cadre inférieur ou antéro inférieur de la fenêtre ronde permet une insertion dans la rampe tympanique plus régulière. Ces auteurs ont aussi démontrés qu'une cochléostomie réalisée dans la partie antérieure ou supérieure de la fenêtre ronde pouvait entraîner également une insertion dans la rampe vestibulaire voire des dislocations (insertion commençant dans la rampe tympanique et qui traverse la membrane basilaire pour finir dans la rampe vestibulaire).

En 2010, Meshik et al (19) se sont quand à eux intéressés à l'axe d'insertion nécessaire pour avoir une position des électrodes parallèle à l'axe de la rampe tympanique. Dans cette étude, 8 os temporaux de cadavre ont été étudiés en réalisant une analyse tomographique et tomodynamométrique. Au vu de leurs différentes observations, ils ont ainsi pu mettre en évidence que l'orientation de l'insertion était dépendante de l'orientation de la cochlée. Ils ont cependant pu définir un possible trajet optimal, qui tendrait à longer le bord inférieur de la fenêtre ronde en direction du nerf facial.

Ces différentes études confirment le fait que la variabilité de l'anatomie humaine doit entraîner une certaine adaptation des chirurgiens afin d'insérer au mieux le faisceau d'électrodes. Les auteurs n'ayant pas les mêmes techniques d'approches chirurgicales malgré les conseils trouvés dans la littérature ce qui permet de mieux comprendre pourquoi il existe une variabilité de la position du porte électrode dans la cochlée. Ce sont également ces différentes raisons qui font que le choix de la marque de l'implant, du type de porte électrodes sont très importants.

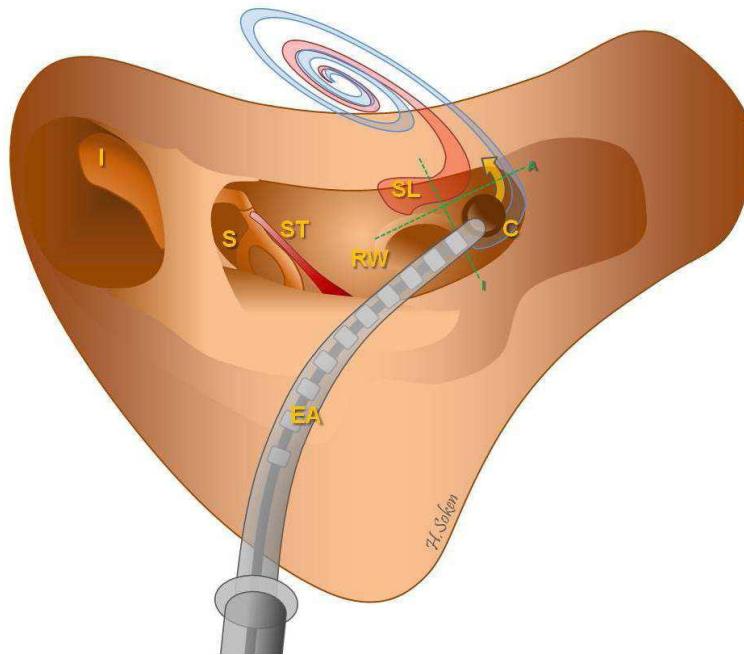


Figure 2 : Schéma du lieu de la cochléostomie et du trajet d'insertion du porte électrodes
(http://cdn.intechopen.com/pdfs/36339/InTech-Cochlear_implant_surgery.pdf)

2.2.3 Différentes techniques de réglages

La difficulté majeure lors du réglage d'un implant cochléaire est d'adapter la dynamique du normo entendant (environ 100 dB entre le seuil de perception et les sons forts) à celle de l'implanté cochléaire (La différence entre les niveaux T et C représente l'équivalent d'une dynamique de 8 dB) (20).

Pour réaliser le réglage, les différents régleurs que j'ai pu rencontrer commencent par réaliser une mesure d'impédance afin de vérifier le bon fonctionnement de chacune des électrodes et la bonne communication entre la partie externe et la partie interne du dispositif.

Le réglage se déroule en deux étapes :

- Tout d'abord, on réalise une recherche des niveaux « T » qui correspondent aux niveaux faiblement perçus par le patient. Le principe de réalisation est similaire à l'audiométrie tonale à l'exception que cette recherche se fait par une stimulation via l'appareil. Ce niveau ne correspondant pas à un seuil liminaire mais à un niveau juste au dessus du seuil ou le patient peut percevoir les deux bips de stimulation. Cette recherche est renouvelée pour toutes les électrodes. Cette méthode est recommandée par la société COCHLEAR qui recommande l'évaluation des T level compte tenu de leur stratégie de codage. D'autres firmes ne conseillent pas cette évaluation.
- La seconde partie du réglage consiste à la recherche des niveaux « C » correspondant à un niveau confortable pour le patient. Pour cela le régleur augmente progressivement l'intensité du stimulus électrique, et le patient indique si sa perception est faible, moyenne, confortable ou trop forte. Il peut être aidé par une feuille indiquant la progression d'intensité. Le but de cette mesure est que le patient détermine son niveau d'égale sonie pour toutes les électrodes.

Cependant, il est également possible de commencer par la mesure des niveaux « C » et de finir par les niveaux « T ».

Une fois que ces niveaux sont déterminés, le processeur est activé et le patient perçoit pour la première fois. L'activation est un moment attendu par tous mais à la fois redouté. Généralement le réglage est baissé pour l'activation afin que la première perception ne soit pas désagréable voire douloureuse.

L'adaptation d'un implant cochléaire nécessite plusieurs séances de réglages car il doit évoluer en fonction de l'habitude du patient et la rééducation. Les séances suivantes consistent à vérifier les niveaux T afin de s'assurer qu'ils

sont stables mais surtout à augmenter la dynamique électrique de l'implant en faisant varier les niveaux « C ». Cette augmentation permet d'améliorer le seuil différentiel en intensité du patient. Comme évoqué précédemment, l'implant cochléaire ne peut restituer la dynamique auditive du normo entendant. La dynamique d'entrée n'est que de 60 dB, il faut donc avoir une dynamique électrique permettant une bonne sélectivité fréquentielle.

Le moment de l'audiométrie est important pour le régleur car cela lui permet d'évaluer la qualité du réglage notamment la tonale et de visualiser les manques de perception à corriger. L'audiométrie vocale permet de juger de l'utilisation des informations auditives apportées au patient comme pour l'appareillage auditif conventionnel. Réalisée avec l'implant ainsi que l'expérience du patient, elles permettent d'ajuster au mieux le réglage.

Les différentes séances de réglages sont aussi couplées à de la rééducation orthophonique. Le but de ce suivi, est d'aider le patient à entendre et identifier les différentes sources sonores pour ainsi favoriser la discrimination et la compréhension de la parole. L'orthophoniste fait également travailler la lecture labiale de son patient afin de faciliter sa compréhension. Ce travail permettant de recréer une nouvelle mémoire auditive du patient implanté a pour but d'aboutir à une certaine autonomie auditive.

Le patient dispose aussi d'un soutien psychologique afin de l'encourager dans cette rééducation qui peut être fatigante et surtout très bouleversante.

Malgré un accompagnement individuel et personnalisé, il existe des résultats variables pour chaque patient. En effet, l'assiduité aux rendez-vous en fonction des patients est différente, leur réaction vis-à-vis des stimulations extérieures également. Tout ceci cumulé aux différentes manières de travailler des différents intervenants peut également être une des raisons de l'inégalité des résultats.

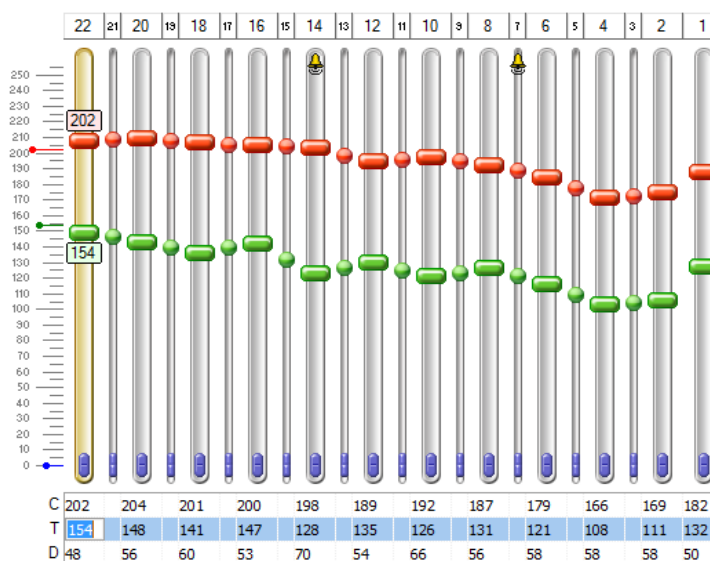


Figure 3 : Exemple de cartographie de réglage (en vert les niveaux T et en rouge les niveaux C)

2.3 Pourquoi des résultats et des performances variables

2.3.1 Critères individuels

Lors du bilan pré-implant, il est courant de prédire le résultat du patient en fonction de son éthologie, l'ancienneté de la surdité, l'âge...

Certains auteurs se sont penchés sur l'activité cérébrale des patients pour expliquer la disparité des résultats audiométriques. Ainsi, Abbas et Brown (1991) (21), Groenen et al (1996) (22), Makdhoum et al (1998) (23), ont réalisé des études en comparant les résultats audiométriques vocaux avec les mesures électrophysiologiques notamment les potentiels évoqués du tronc cérébral, les latences électriques moyennes, potentiels corticaux. Ils ont pu montrer une corrélation entre l'intégrité du système nerveux auditif et l'intelligibilité des patients.

Ces premières corrélations ont été confirmées par Gallego et al (1998) (24) qui, en étudiant l'intelligibilité des patients en listes de mots dissyllabiques et l'apparition de potentiels évoqués auditif de latence précoce sur 17 patients implantés a montré qu'il existait bien un lien entre la reconnaissance des mots et l'activité cérébrale des voix auditives (latence de l'onde V, les durées entre les ondes II et V et III et V). L'étude de Maurer (25) et al confirme également ces données en 2002. Des études corrélant par l'imagerie l'intelligibilité des patients ont également pu confirmer les résultats présentés précédemment.

On peut penser que l'ancienneté de la surdité au moment de l'implantation peut être un élément déterminant pour le résultat du patient implanté. Pour vérifier cela, Green et al (2007) (26), dans une étude réalisée sur 117 patients met en évidence que plus la surdité est ancienne moins l'intelligibilité post implantation est de bonne qualité. Cette étude permet également d'avancer que le facteur ancienneté de la surdité serait responsable de 9% des variations. Ces différentes études expliquent aussi que l'ancienneté de la surdité serait une des causes majeures de mauvais résultats post implantation mais que ce facteur serait au maximum responsable de 37 % de la variabilité des résultats.

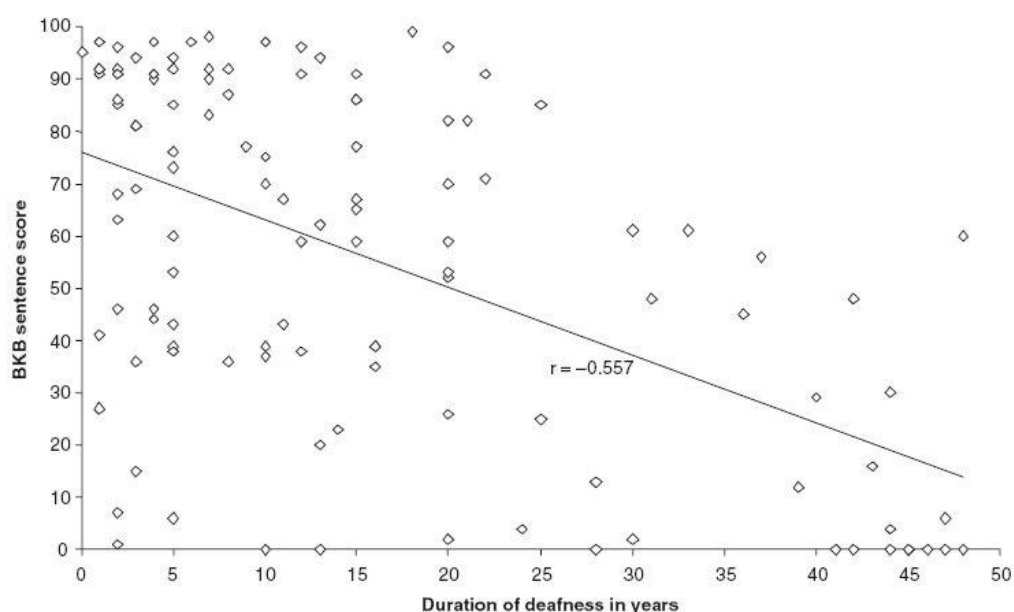


Figure 4 : Graphique montrant l'intelligibilité en fonction de la durée de la surdité avec un implant cochléaire, d'après l'étude réalisée par Green et al (2007) sur 117 patients

On peut penser que l'audition résiduelle du patient peut être un élément déterminant compte tenu des différences inter-individuelles. Différentes études tel que celle de Balkany et al (2006) (27) ou de James et al (2005) (28) ont ainsi montré de meilleurs résultats en présence d'audition résiduelle. Une étude réalisée par Rubinstein et al en 1999 (29) sur 46 patients, mesurant l'intelligibilité pré opératoire et post opératoire des patients a permis de mettre en évidence l'impact de la surdité sur la compréhension avec l'implant. Malgré la significativité des résultats, la corrélation était faible ($p=0.019$ alors que $r=0.34$). Ces résultats ont permis de créer une modélisation des performances avec implant montrant les effets de la surdité sur l'intelligibilité moyenne post implantation. Il est ainsi clairement établi que les patients ayant une audition résiduelle, auront plus de chance d'obtenir de bon résultat post-implant que les patients n'ayant pas d'audition résiduelle. En 2003, Gomaa et al (30) ont conforté les résultats trouvés précédemment. Cependant, dans une étude plus récente (2008), Adunka et al (31) remettent en question certains points en ne montrant pas de bénéfice au niveau de l'intelligibilité post-implant quand il y a présence d'une audition résiduelle.

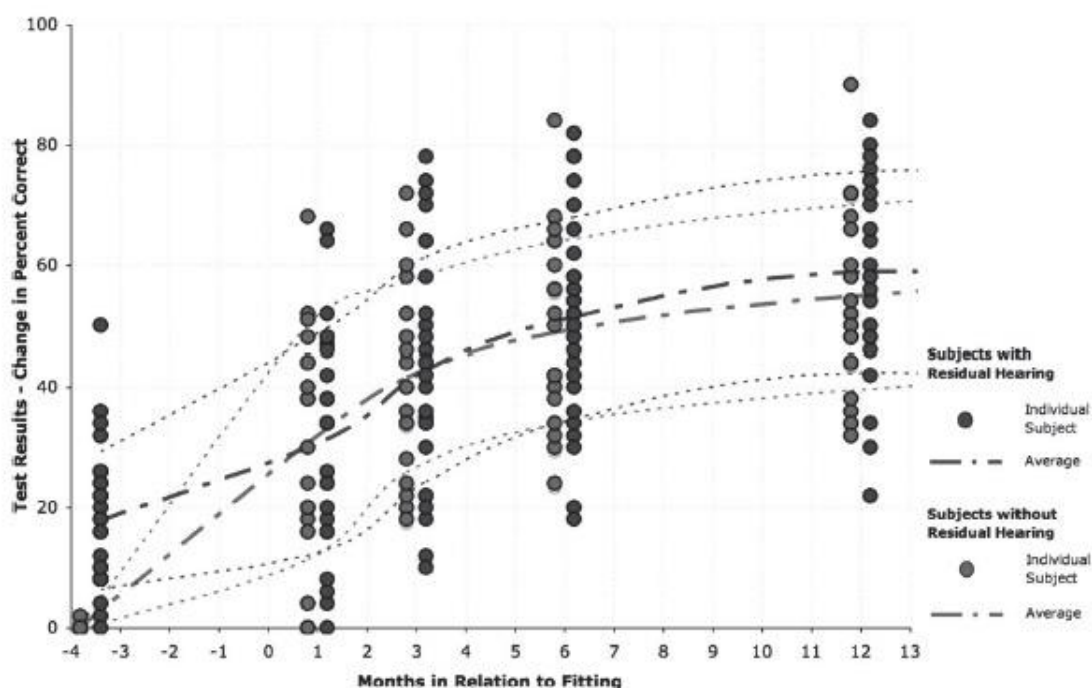


Figure 5 : Graphique montrant l'évolution de l'intelligibilité post implantation pour des mots CNC, d'après l'étude d'Adunka et al (2008)

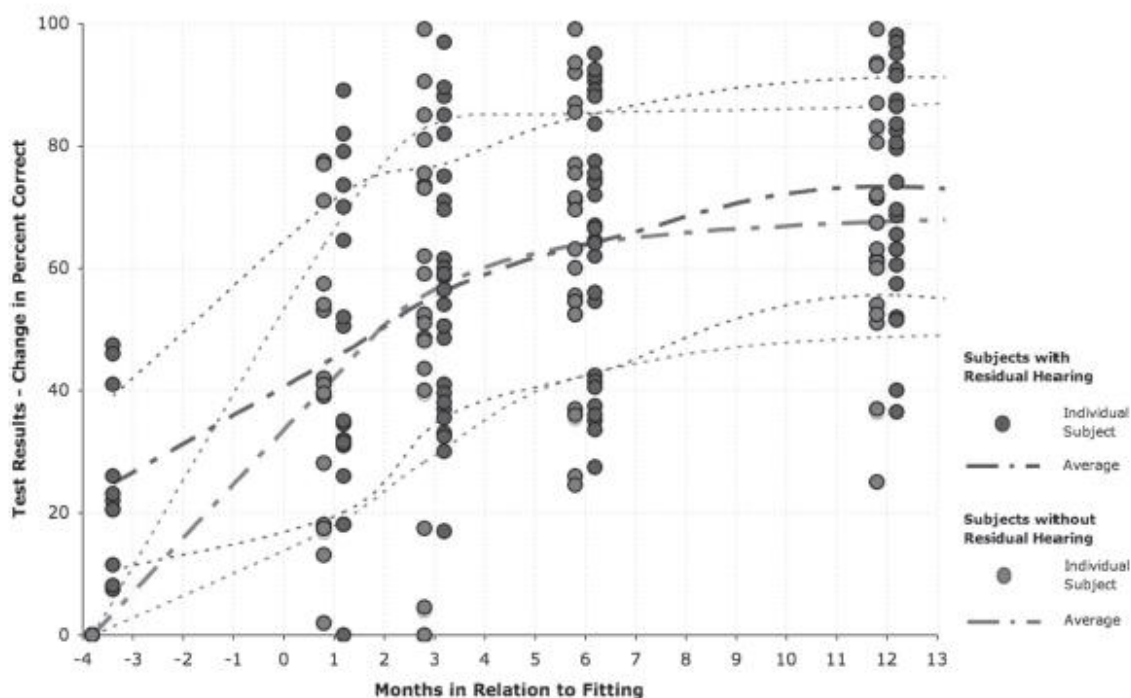


Figure 6 : Graphique montrant l'évolution de l'intelligibilité post implantation pour le test HINT, d'après l'étude d'Adunka et al (2008)

2.3.2 Différences techniques et technologiques

Les fabricants d'implants cochléaires sont au nombre de quatre : Cochlear (Australie), Mendel (Autriche), Advance Bionic (Etats-Unis) et Neurelec (France). Cette diversité entraîne donc des approches différentes dans le codage de la réhabilitation de l'audition, ce qui entraîne inévitablement des différences au niveau du traitement et du codage du signal, du nombre d'électrodes, et du design de l'implant.

Il existe deux types principaux de porte électrodes :

- Les portes électrodes dits « Droit » sont les premiers à avoir été utilisés. Lors de leurs insertions, ils vont glisser le long de la partie latérale du canal cochléaire. Compte tenu de cela, ils ne sont maintenant utilisés essentiellement dans des cas de malformation ou de cochlées obstruées.

- Les stylets d'électrodes dit «Périmodiolaire » sont apparus dans les années 2000. Ils s'insèrent plus près du modiolus que les portes électrodes décrits précédemment. Ce design permet de stimuler de manière plus précise et avec moins d'intensité électrique les fibres nerveuses tout en préservant mieux les restes auditifs et en limitant les risques d'insertion traumatique. Les chirurgiens du CHU BRETONNEAU de Tours utilisent essentiellement ce type de porte électrodes et le Dr Trijolet n'a retenu, dans sa thèse, uniquement des patients ayant bénéficié de type de faisceau. (32)

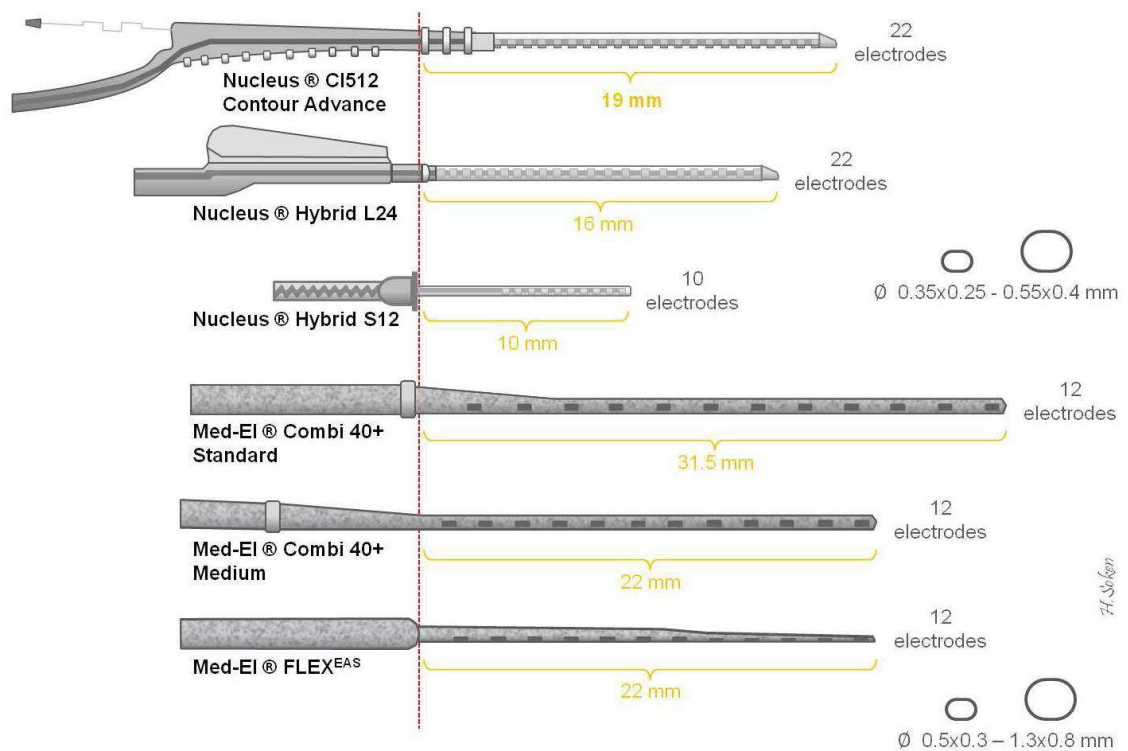


Figure 7 : exemple de portes électrodes (http://cdn.intechopen.com/pdfs/36339/InTech-Cochlear_implant_surgery.pdf)

En plus de la différence de porte électrodes, s'ajoute des différences de stratégie de codage de l'information. Deux principales sont actuellement utilisées (20) :

- La stratégie CIS : est la méthode commune aux quatre fabricants de prothèse. Elle permet d'obtenir une information spectrale complète ainsi qu'une information temporelle présente sur tous les canaux. Cette

stratégie permet ainsi de stimuler toutes les électrodes de manière simultanée.

- La stratégie n of m : est une méthode sur laquelle se base les stratégies ACE et SPEAK. Comparée à la méthode CIS, la méthode SPEAK réduit les informations spectrales mais accentue les pics spectraux. De plus, les informations temporelles ne sont pas transmises à tous les canaux. Elles sont transmises et amplifiées que sur les électrodes sélectionnées. Cette stratégie permet de diminuer l'intensité de stimulation afin d'éviter les phénomènes de recouvrement fréquentiel. Quand à elle, la méthode ACE est un compromis entre les méthodes SPEAK et CIS.

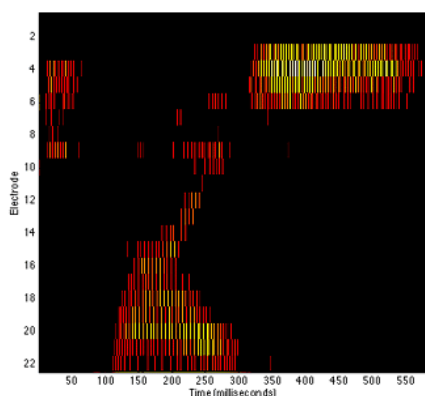


Figure 10 : Exemple de codage pour la stratégie SPEAK

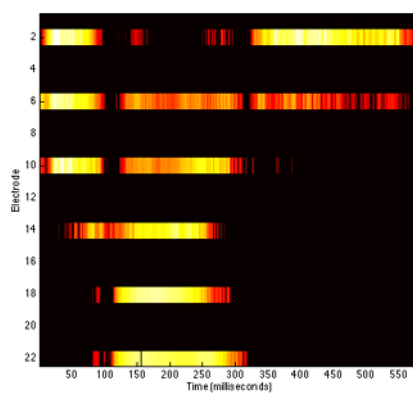


Figure 9 : Exemple de codage pour la stratégie CIS

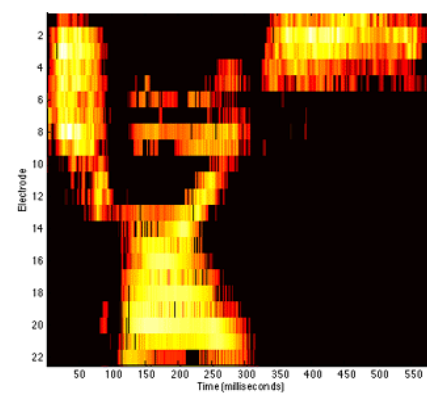


Figure 8 : Exemple de codage pour la stratégie ACE

En 2002, Skinner et (33) ont réalisé une étude sur 12 sourds postlinguaux, afin d'étudier quelles stratégies (SPEAK, ACE ou CIS) permettaient d'obtenir les meilleurs résultats en terme d'intelligibilité post implantation. Dans son étude, il a mis en place des réglages avec les trois stratégies et les patients les ont essayées pendant douze semaines en gardant

chacune d'elles pendant quatre semaines. Par la suite, ils les ont utilisées pendant six semaines en alternant toutes les deux semaines. A la fin de ces deux semaines de tests avec chaque stratégie, il a réalisé un test d'intelligibilité en gardant la stratégie en place. Enfin pendant deux semaines, les patients ont fait varier les stratégies à leur guise en fonction des situations sonores rencontrées, puis ils ont rempli un questionnaire pour savoir quelle était leur stratégie préférée. Les résultats ont ainsi mis en évidence de manière significative que la stratégie ACE procurait de meilleurs résultats. De plus, une corrélation entre la stratégie procurant les meilleurs résultats dans le bruit et la stratégie préférée des patients a également été trouvée.

Au vu de ces différentes données, on comprend encore plus la complexité que l'on peut rencontrer dans l'explication des différences de résultats entre les patients.

2.3.3 La position dans la cochlée

Comme nous l'avons vu précédemment, le lieu d'insertion du porte électrodes conseillé et procurant les meilleurs résultats est la rampe tympanique. Cependant, au vu de la variabilité de la cochlée humaine, il existe une multitude de position possible au sein de cette même rampe. Ainsi, la position même au sein de la rampe tympanique peut elle avoir une incidence sur les résultats ?

En 2008, Charles C Finley et al (14), ont réalisé une étude afin de voir si les résultats au niveau de la reconnaissance vocale variaient en fonction de la profondeur et du placement des électrodes. Pour cela, ils ont réalisé une étude sur quatorze patients implantés cochléaires avec le même type d'implant de la marque Advance Bionics. La profondeur des électrodes a été calculée grâce à des images tomographiques des cochlées. L'intelligibilité a été mesurée avec des listes monosyllabiques. Après avoir réalisé une corrélation entre les images réalisées et les résultats des tests d'intelligibilité, ils ont pu mettre en évidence

que plus l'insertion des électrodes était profonde moins les résultats étaient potentiellement bons.

En 2009, Runge Samuelson et al (34) ont, dans leur étude, comparé les effets d'un positionnement latéral par rapport à un positionnement médial dans la rampe tympanique sur les réponses neurales qui font suite aux stimulations. Pour cela, ils ont réalisé cette étude sur trente cinq sujets adultes et pédiatriques implantés avec un implant cochléaire de la marque Cochlear et de type Nucleus Contour 24. Une fois les sujets repartis en deux populations (placement latéral et placement médial), ils ont étudié les réponses électriques évoquées du tronc cérébral per-opératoire. Ainsi, ils ont pu montrer que les seuils de ces derniers diminuaient quand les électrodes étaient situées médialement. De plus, une augmentation de l'amplitude de ces réponses ont également été mise en évidence pour ce même positionnement au sein de la rampe tympanique.

Ces articles vont également dans le sens de l'article de Blake S.Wilson et al (2008) (35). En effet dans ce dernier, il relate que l'on peut trouver une raison au manque de résultats de l'implant cochléaire dans la création et le placement des électrodes dans la cochlée. Les implants cochléaires disponibles de nos jours, utilisent un porte électrodes composé de 12 à 22 électrodes qui ne stimulent que huit sites fonctionnels de la cochlée au maximum. Or, des études réalisées par Dorman et al (2002) (36), Friesen et al (2001) (37) ainsi que Shannon et al (2004) (38) ont mises en évidence que l'on obtenait une amélioration asymptotique des résultats d'intelligibilité (aussi bien dans le silence que dans le bruit) quand on augmentait le nombre de sites stimulés. De plus, le nombre de filtres présents dans la cochlée étant de 39 sur la bande fréquentielle allant de 50 Hz à 15 KHz (Glasberg et Moore) (39), il est largement supérieur au nombre de sites stimulés par l'implant cochléaire. Ainsi des auteurs tel que Garnham et al (2002) (40), ont mis en évidence que l'intelligibilité des patients augmentait également en fonction du nombre d'électrodes jusqu'à un pallier variant en fonction du type de mot ou de lettre reconnu : 3 à 4 électrodes pour la reconnaissance des consonnes dans le

silence, 4 à 5 pour les consonnes dans le bruit, 6 électrodes pour les voyelles ou phrases émises avec un rapport signal sur bruit variant entre +10 et – 10 dB.

Au vu de ces différentes études, il est ainsi facile d’imaginer que la performance des implants cochléaire peut encore être améliorée.

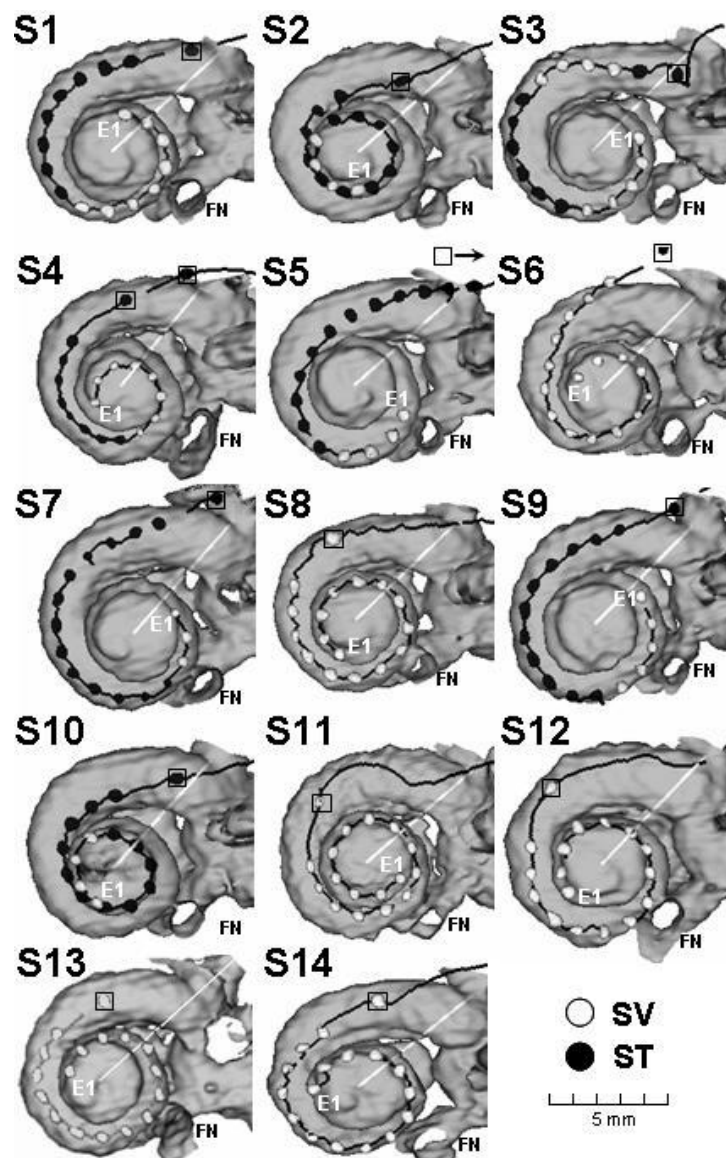


Figure 11 : Image montrant la position dans la cochlée des électrodes dans l'étude de Finley et Skinner (2008)

3 Matériels et méthodes

Il s'agit étude rétrospective qui a été faite en collaboration avec le service ORL du CHU BRETONNEAU de Tours et avec Mathieu ROBIER, audioprothésiste à Orléans et régleur d'implants cochléaires dans ce service.

Nous avons repris la cohorte des patients utilisés pour la thèse de médecine du Docteur TRIJOLET (41), étudiant alors « une corrélation entre la taille de la cochlée, le positionnement du porte électrode dans la cochlée et l'étude des résultats audiométriques ».

3.1 Le panel de patients

3.1.1 Critères d'inclusions

Les patients de l'étude ont été implantés entre 2005 et 2008 au CHU BRETONNEAU de TOURS avec des implants Cochlear de type *Nucleus Cochlear Softip* et les patients ont porté l'implant pendant une période d'un an au minimum.

Suite à leur implantation, les différents patients devaient avoir subi un scanner des rochers afin de visualiser le positionnement exact du porte électrodes dans la cochlée. La définition de ce lieu a été faite par un radiologue et trois ORL ou Docteur en radiologie, de la manière suivante : « *lorsque le porte électrode était placé au niveau de la face infero externe du tour de la cochlée, cela déterminait un positionnement dans la rampe tympanique. Lorsque le porte électrode était retrouvé au niveau supero externe du tour de la cochlée, les électrodes se trouvaient dans la rampe vestibulaire. Le troisième cas de figure, était le cas d'un positionnement infero externe dans un premier temps avec une migration de l'électrode vers la région supero externe au niveau du 2^{ème} tour de la cochlée traduisant une probable dislocation de la membrane basilaire.* » (41)

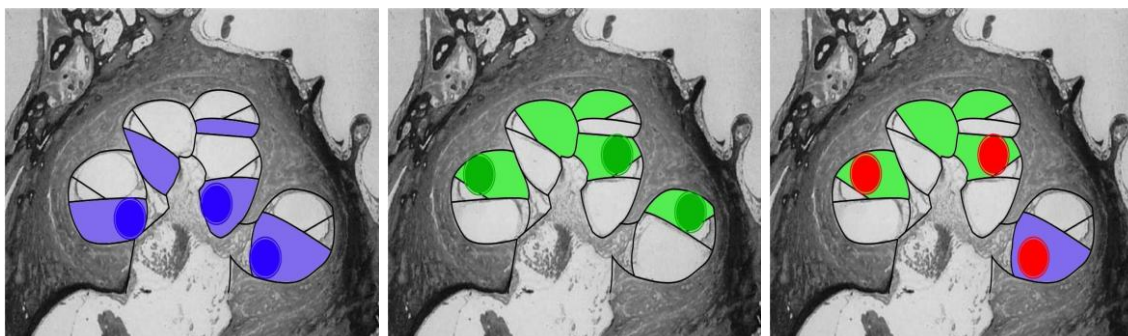


Figure 12 : Coupes histologiques avec représentations schématiques de la rampe tympanique (en bleu), de la rampe vestibulaire (en vert) ainsi que du trajet du porte-électrodes. (Schémas extraits de la thèse de Jean-Paul Trijolet (41))

Les différents patients devaient également avoir une cartographie de réglages ayant été réalisée peu de temps avant le bilan audiométrique.

Enfin aucune limite d'âge ni de sexe, ni de contre indication à l'intégration de personnes implantés bilatéralement n'ont été définies.

Ainsi, un panel de 41 personnes implantées a pu être constitué. Ce qui nous a permis d'avoir 44 cas d'études car trois personnes ont été implantées bilatéralement.

3.1.2 Constitution des différents groupes

Pour la composition de nos groupes, les recherches ont débuté en répartissant les sujets en trois groupes correspondant aux différents lieux d'insertion du porte électrode. Cependant aux vues des résultats (présentés dans les graphiques de l'annexe 1) nous avons décidé de ne faire que deux groupes qui sont : un groupe dit «standard» composé des patients ayant le porte électrode dans la rampe Tympanique et un groupe dit «traumatique» composé des patient aillant les électrodes situées soit dans la rampe Vestibulaire ou en Dislocation. Cette décision se justifie d'autant plus que le test de Student réalisé entre le groupe des implantations dans la rampe Vestibulaire et celles en Dislocation ne montre aucune différence significative pour les paramètres de réglages.

Electrodes	P- value Niveaux T	P-value Niveaux C	P-value NRT	P-value Impédance	P-value Dynamique
22	0,855	0,43		0,07	0,26
21	0,786	0,46		0,24	0,39
20	0,585	0,46	0,57	0,59	0,75
19	0,8	0,32		0,83	0,3
18	0,918	0,32		0,5	0,19
17	0,687	0,3	0,58	0,88	0,37
16	0,546	0,28	0,76	0,36	0,51
15	0,93	0,39	0,77	0,97	0,46
14	0,67	0,25			0,33
13	0,642	0,35		0,41	0,44
12	0,694	0,43	0,36	0,14	0,48
11	0,875	0,49	0,89	0,79	0,25
10	0,752	0,52	0,94	0,99	0,22
9	0,865	0,56		0,5	0,28
8	0,88	0,65	0,78	0,4	0,37
7	0,922	0,72	0,85	0,042	0,52
6	0,99	0,75	0,99	0,02	0,61
5	0,18	0,74	0,75	0,57	0,64
4	0,61	0,69	0,42	0,77	0,77
3	0,824	0,6		0,65	0,52
2	0,99	0,88		0,92	0,78
1	0,99	0,87		0,39	0,765


 Electrodes pour lesquelles il manque des valeurs pour faire le test

Tableau 1 : Tableau représentant les p-value du test de Student entre les insertions en rampe vestibulaire et en dislocation pour les différents paramètres de réglage électrode par électrode

Cependant, lors de l'étude des audiométries tonales et vocales, nous avons décidé de séparer les trois populations au vu de la différence de résultats entre les deux groupes composant la population dite traumatique (patient aillant été implantés en rampe vestibulaire ou en dislocation). Cette répartition sera également conservée lors de la corrélation entre réglages et résultats audiométriques.

3.1.3 Composition des groupes

Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre précédent, les 44 cas d'études ont été répartis en deux groupes.

Le premier, correspondant aux sujets ayant le stylet d'électrode dans la rampe Tympanique, est constitué de 27 personnes dont 14 femmes et 13 hommes, avec un âge moyen au moment du bilan audiométrique de 61 ans (âge médian = 61 ans) pour des patients âgés de 36 à 81 ans (écart-type = 13.23).

Le second groupe regroupant les patients possédant le stylet dans la rampe Vestibulaire ou alors en dislocation, est composé de 15 personnes : 8 femmes et 7 hommes, aillant un âge moyen de 59 ans (âge médian = 63 ans) avec des extrémums de 27 et 84 ans (écart-type = 17.8).

Au vu de la diversité du panel, les étiologies étaient également différentes. (41)

Etiologie de la surdité	
Surdité iatrogène	2.6%
Otospongiose	5.1%
Syndrome d'Usher	5.1%
Traumatisme du rocher	7.7%
Infections dégénératives	7,70%
Surdité brusque	12.8%
Méningite	12.8%
Iconnue	46.1%

Tableau 2 : Répartition des différentes étiologies dans l'étude

En plus des différentes étiologies, l'ancienneté de la surdité n'est pas homogène en fonction des patients avec, pour une quinzaine de cas, la surdité acquise depuis l'enfance alors qu'une vingtaine de patients présentaient des surdités évolutives. Enfin, les durées de prise en charge entre la surdité profonde et l'implantation sont également très variables puisque l'absence de stimulation acoustique avant l'implantation varie de 0 à 40 ans. (41)

3.2 Le matériel d'évaluation

3.2.1 Tests audiométriques

Un bilan audiométrique complet a été réalisé chez chaque patient au minimum un an après l'implantation.

Le bilan comprenait, un gain tonal en champ libre avec l'implant par bande d'octave de 250 Hz   4000 Hz. Nous avons déterminé le seuil moyen tonal de chaque groupe en réalisant la moyenne des seuils de tous les patients, pour chaque octave avant d'additionner ces moyennes et de les diviser par le nombre d'octave (5 dans notre étude). La formule utilisée est donc la suivante : (moyenne sur 250 Hz + moyenne sur 500 Hz + moyenne sur 1000 Hz + moyenne sur 2000 Hz + moyenne sur 4000 Hz)/5).

Un bilan vocal complet a également été réalisé en utilisant différentes listes de mots : des listes monosyllabiques de type consonne-voyelle-consonne ainsi que des listes de Fournier à voix d'homme et également à voix de femme. A partir des résultats trouvés, nous avons pu définir pour chaque groupe l'intelligibilité moyenne en fonction des intensités ainsi que le maximum moyen d'intelligibilité, le seuil moyen d'intelligibilité et l'intelligibilité moyenne à 60 dB pour toutes les listes utilisées.

3.2.2 Analyses des cartographies de réglages

Après avoir cherché dans le dossier de chaque patient les données audiométriques réalisées par le docteur Trijolet lors de sa thèse de 2010 (41), nous avons recherché pour chaque patient les différentes cartographies de réglage ou MAP utilisées le jour de ces audiométries.

Une fois ces données trouvées, nous avons relevé les valeurs de différents critères de réglages : les niveaux T, les niveaux C, la dynamique (écart entre niveau C et niveau T), ainsi que les niveaux NRT et les impédances quand celle-ci étaient mesurées, et ceci, électrodes par électrode, et pour chaque patient.

Afin de regrouper, de classer et d'analyser les différentes données de réglages et de résultats en fonction des lieux d'insertions, nous avons utilisé le logiciel Microsoft® Excel. Ce dernier nous a permis de créer nos tableaux regroupant les différents niveaux (T, C, NRT, impédance et dynamique) électrodes par électrodes et ce pour tous les patients. Nous avons également pu calculer les moyennes et les écarts-type de ces niveaux électrodes par électrodes en fonction des deux groupes. Enfin, ce logiciel nous a également permis de mettre en forme les différents graphiques que nous présenterons dans les parties suivantes.

3.2.3 Méthode statistique utilisée

L'étude des moyennes permet de visualiser les différences entre les groupes mais cette analyse n'étant que partielle, nous avons souhaité réaliser des graphiques en boîte à moustache mettant en évidence le 1^{er} et 3 quartile ainsi que la médiane grâce au logiciel Microsoft® Excel.

Dans ce même but de comparaison et afin de réaliser l'étude statistique de nos résultats, nous avons utilisé le site BioStaTGV (<http://marne.u707.jussieu.fr/biostatgv/>) (42). Notre étude étant basée sur la comparaison de deux populations indépendantes, nous avons choisi d'utiliser le test de Student car c'est ce dernier qui répondait au mieux à nos critères.

Enfin, afin d'essayer de trouver une corrélation entre les niveaux (T et C) et les résultats audiométriques trouvés, nous avons également utilisé le logiciel Microsoft® Excel afin de tracer nos droites de régressions.

4 Résultats

4.1 Analyse des cartographies de réglages

L'étude de la variation des niveaux T et C moyens par patient a permis d'obtenir les graphiques suivant :

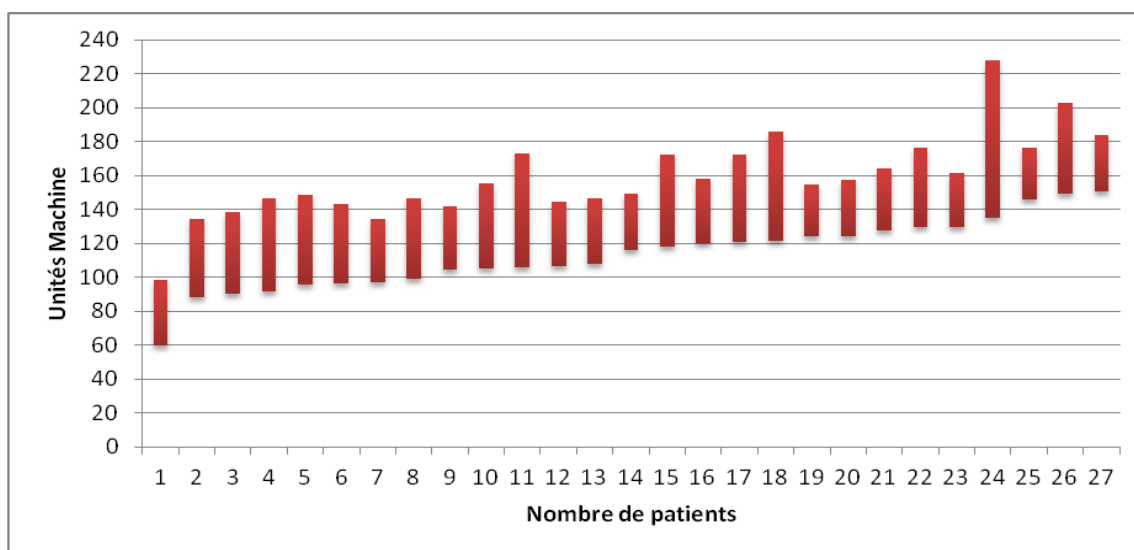


Figure 13 : Niveaux T et C moyens par patients pour le groupe ayant les électrodes en rampe Tympanique

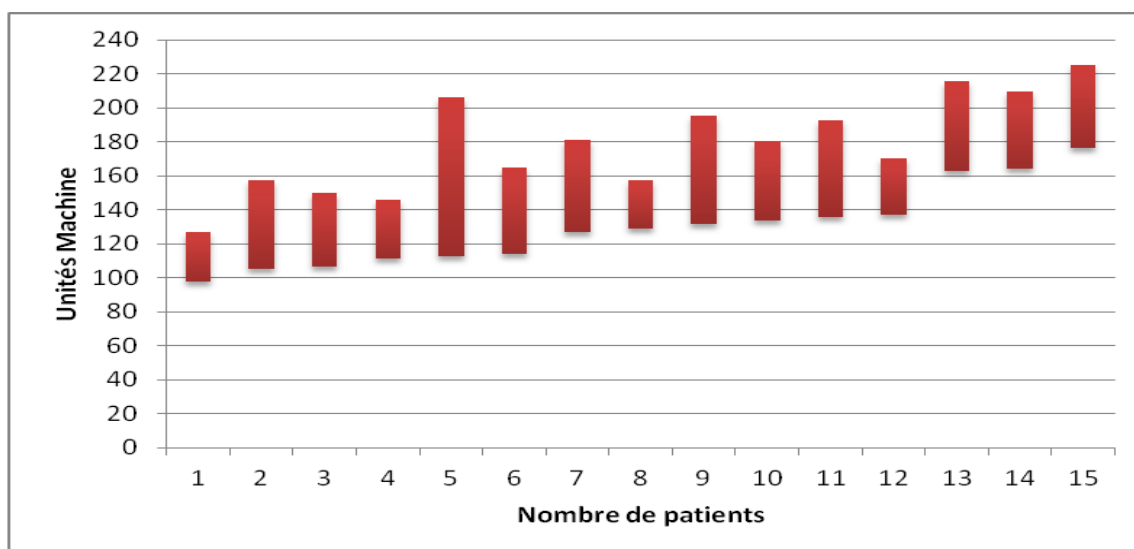


Figure 14 : Niveaux T et C moyens par patients pour le groupe ayant les électrodes insérées de manière traumatiques

Nous pouvons ainsi voir une légère différence entre les deux types d'insertions ce qui nous a amené à étudier chaque paramètre de réglages de manière plus approfondie.

4.1.1 Niveaux T

Cette analyse des MAP a permis de réaliser le graphique des niveaux T moyen électrode par électrode pour les deux groupes :

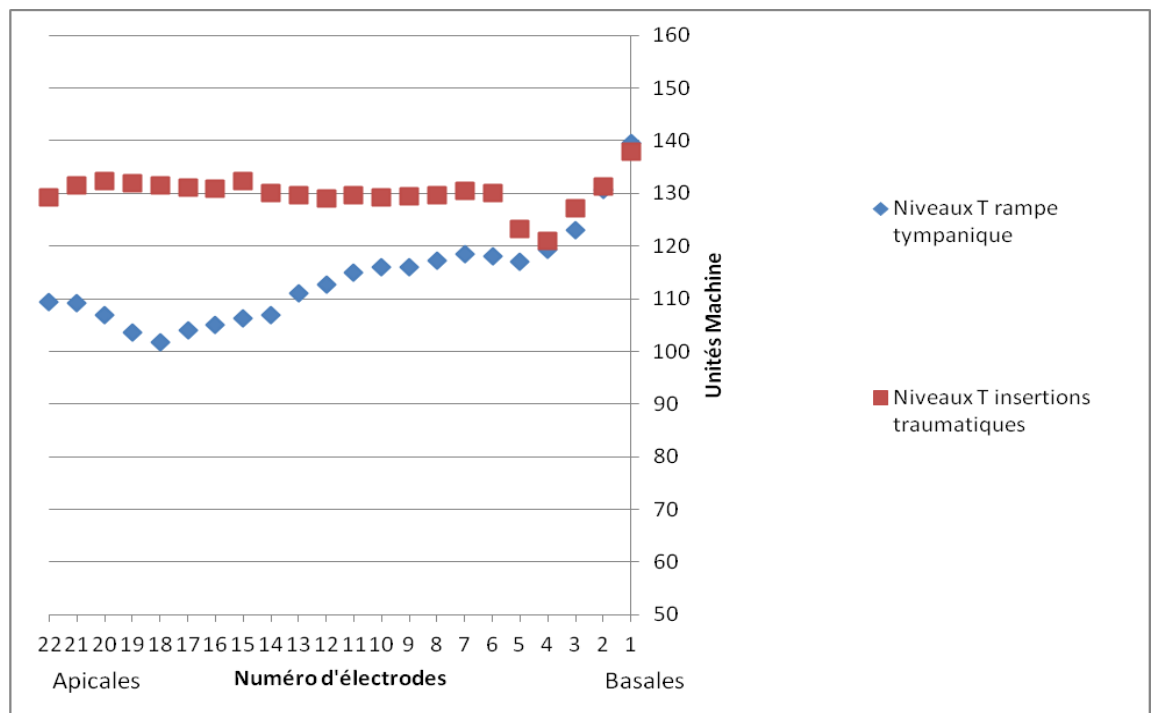


Figure 15 : Niveaux T moyens électrode par électrode pour les deux groupes

L'analyse graphique permet de mettre en évidence une différence entre les deux lieux d'insertion. En effet, on peut constater que le niveau T moyen est de 130 UA pour le groupe « rampe traumatique », avec un écart type de 22 pour des valeurs comprises entre 97 et 167 UA. Contre 113 UA pour le groupe « rampe tympanique », écart-type de 20.75 avec un maximum à 151 et un minimum à 60. Comme vous pouvez le constater, il existe des différences importantes de réglages sur les électrodes apicales alors qu'elles se réduisent lorsque l'on se rapproche de la base.

Compte tenu des différences observées au niveau des moyennes, nous avons complété l'étude des différences en intégrant les valeurs des niveaux T dans le graphique suivant. Ce graphique montre le 1^{er} et le 3^{ème} la médiane ainsi que les valeurs extrêmes (niveau minimum et maximum), pour les électrodes 18,14 et 8.

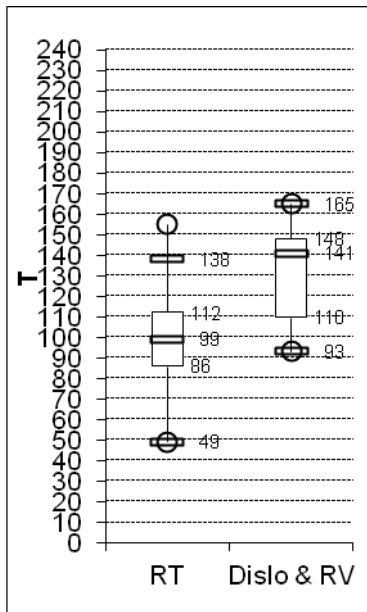


Figure 18 : boîte à moustache électrode 18

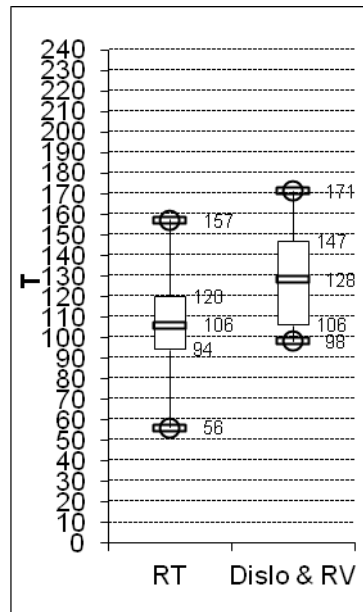


Figure 17 : Boîte à moustache électrode 14

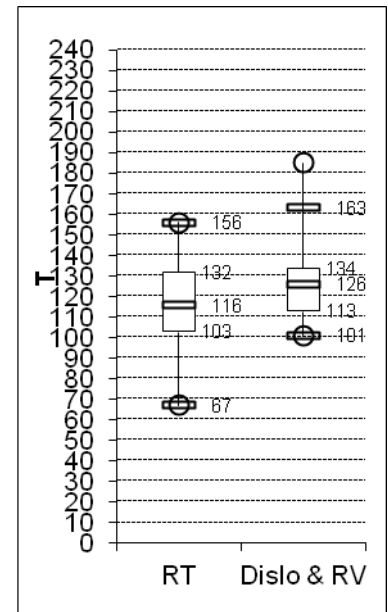


Figure 16 : Boîte à moustache électrode 8

Ces graphiques, que nous avons choisis comme exemple, permettent d'observer que la médiane pour le groupe insertion traumatique est supérieure à celle du groupe insertion normale. Ceci étant valable pour toutes les électrodes (Cf Annexes 8.4). On constate également que plus de 50% des valeurs relevées dans le groupe insertion normale sont inférieures à toutes les valeurs relevées dans le groupe insertion traumatique.

L'analyse statistique des moyennes réalisées électrode par électrode à permis de confirmer les résultats trouvés précédemment. Effectivement, les boîtes à moustaches ainsi que le test de Student réalisés sur chaque électrode mettent en évidence une réelle différence qui se montre significative ($p < 0.05$) pour les électrodes 22, 13, 12 et 11 et très significatives ($p < 0.01$) pour les électrodes 21 à 14. De plus, la différence pour les électrodes de 10 à 6 n'est pas significative mais le p-value montre une tendance allant dans le même sens que pour les électrodes précédentes.

Electrodes	P-value Niveaux T
22	0,03
21	0,012
20	0,0048
19	0,0022
18	0,001
17	0,0019
16	0,0032
15	0,0046
14	0,0074
13	0,021
12	0,034
11	0,043
10	0,073
9	0,065
8	0,1
7	0,11
6	0,11
5	0,35
4	0,29
3	0,66
2	0,95
1	0,88



électrodes pour lesquelles le test est significatif
électrodes pour lesquelles le test tend à être significatif

Tableau 3 : Résultats du test de Student entre les deux groupes électrode par électrode pour les niveaux T

4.1.2 Niveaux C

L'analyse des niveaux C moyen électrode par électrode nous a permis d'obtenir le graphique suivant :

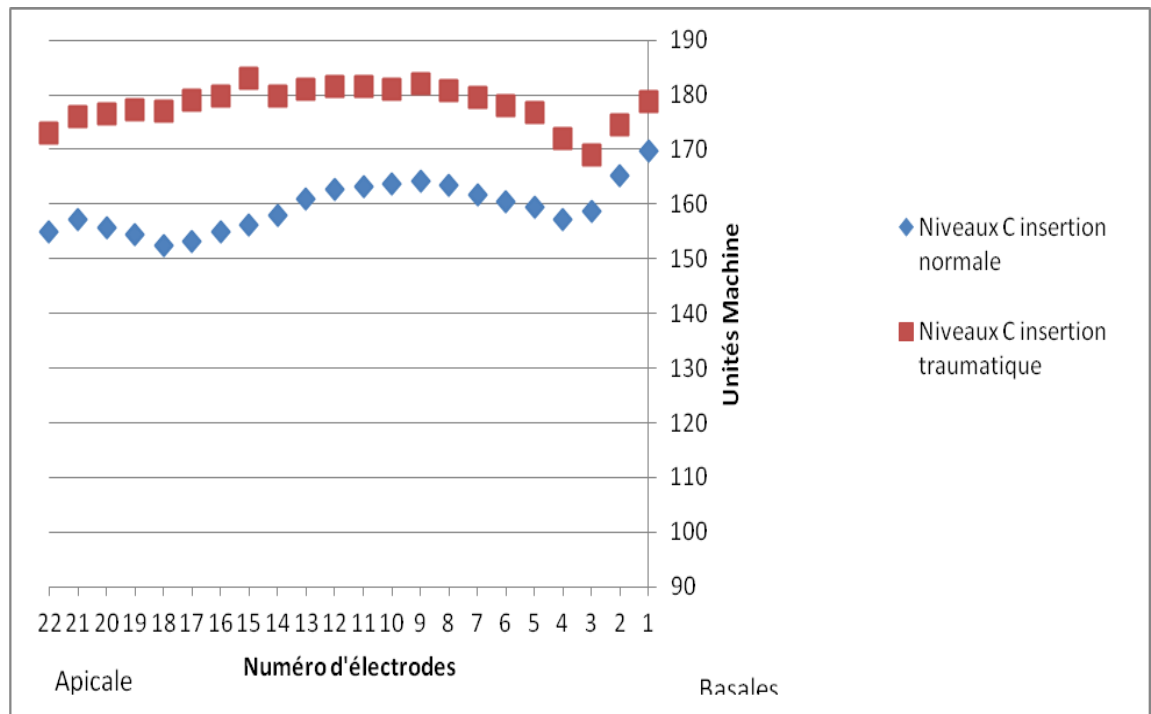


Figure 19 : Niveaux C moyens électrode par électrode pour les deux groupes

Tout comme l'analyse précédente, l'étude graphique des moyennes faite électrode par électrode permet de mettre en évidence une différence entre les deux lieux d'insertion. On peut constater que le niveau C moyen est de 178 UA pour le groupe « rampe traumatique », avec un écart type de 27.3 pour des valeurs comprises entre 128 et 216 UA. Contre 159 UA pour le groupe « rampe tympanique », écart-type de 24.8 avec un maximum à 228 et un minimum à 98. Comme vous pouvez le constater, il existe des différences importantes de réglages sur les électrodes apicales alors qu'elles se réduisent lorsque l'on se reproche de la base.

Compte tenu des différences observées au niveau des moyennes, nous avons complété l'étude des différences en intégrant les valeurs des niveaux C dans le graphique suivant. Ce graphique montre le 1^{er} et le 3^{ème} quartile, la médiane ainsi que les valeurs extrêmes.

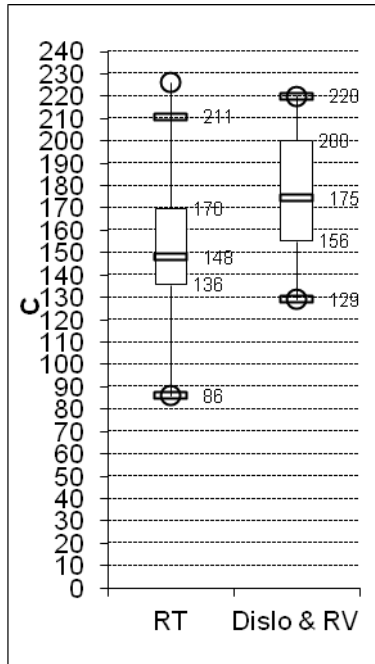


Figure 22 : Boîte à moustache électrode 18

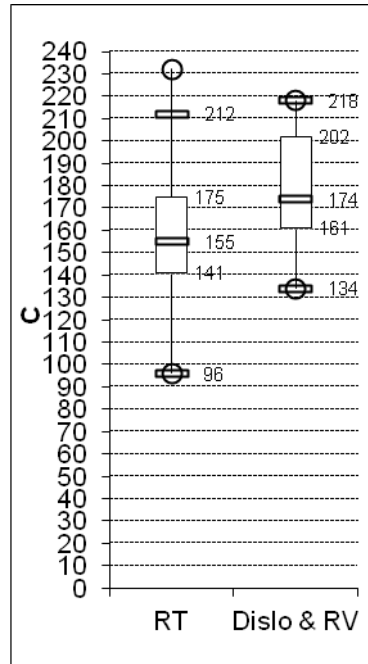


Figure 21 : Boîte à moustache électrode 14

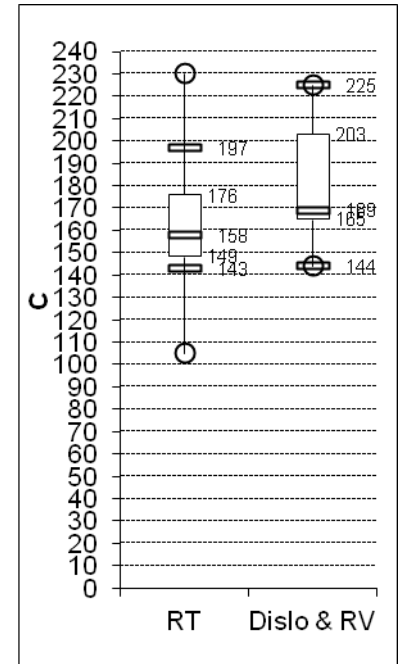


Figure 20 : Boîte à moustache électrode 8

Ces graphiques, que nous avons choisis comme exemple, permettent d'observer que la médiane pour le groupe insertion traumatique est supérieure à celle du groupe insertion normale comme pour la moyenne. L'autre paramètre intéressant est que pour les insertions atraumatiques, la médiane se trouve à un niveau inférieur au premier quartile des insertions traumatiques pour les comprises entre l'électrode 22 et la 5. Ceci étant valable pour toutes les électrodes (Cf boîtes Annexes). On constate également que plus de 50% des valeurs relevées dans le groupe insertion normale sont inférieures à toutes les valeurs relevées dans le groupe insertion traumatique.

L'analyse statistique des moyennes réalisées électrode par électrode à permis de confirmer les résultats trouvés précédemment. Effectivement, les boîtes à moustaches ainsi que le test de Student réalisés sur chaque électrode mettent en évidence une réelle différence qui se montre significative ($p < 0.05$)

pour les électrodes 21 à 18 et 14 à 6 et très significatives ($p < 0.01$) pour les électrodes 17, 16, 15. De plus, la différence pour les électrodes 22 et 5 n'est pas significative mais le p-value montre une tendance allant dans le même sens que pour les électrodes précédentes.

Electrodes	P-value Niveaux C
22	0,068
21	0,039
20	0,023
19	0,02
18	0,015
17	0,008
16	0,01
15	0,0039
14	0,019
13	0,029
12	0,035
11	0,041
10	0,053
9	0,042
8	0,043
7	0,038
6	0,045
5	0,056
4	0,13
3	0,36
2	0,42
1	0,42



électrodes pour lesquelles le test est significatif
 électrodes pour lesquelles le test tend à être significatif

Tableau 4 : Résultats du test de Student entre les deux groupes électrode par électrode pour les niveaux C

4.1.3 Dynamique

L'analyse des dynamiques moyennes électrode par électrode nous a permis d'obtenir le graphique suivant :

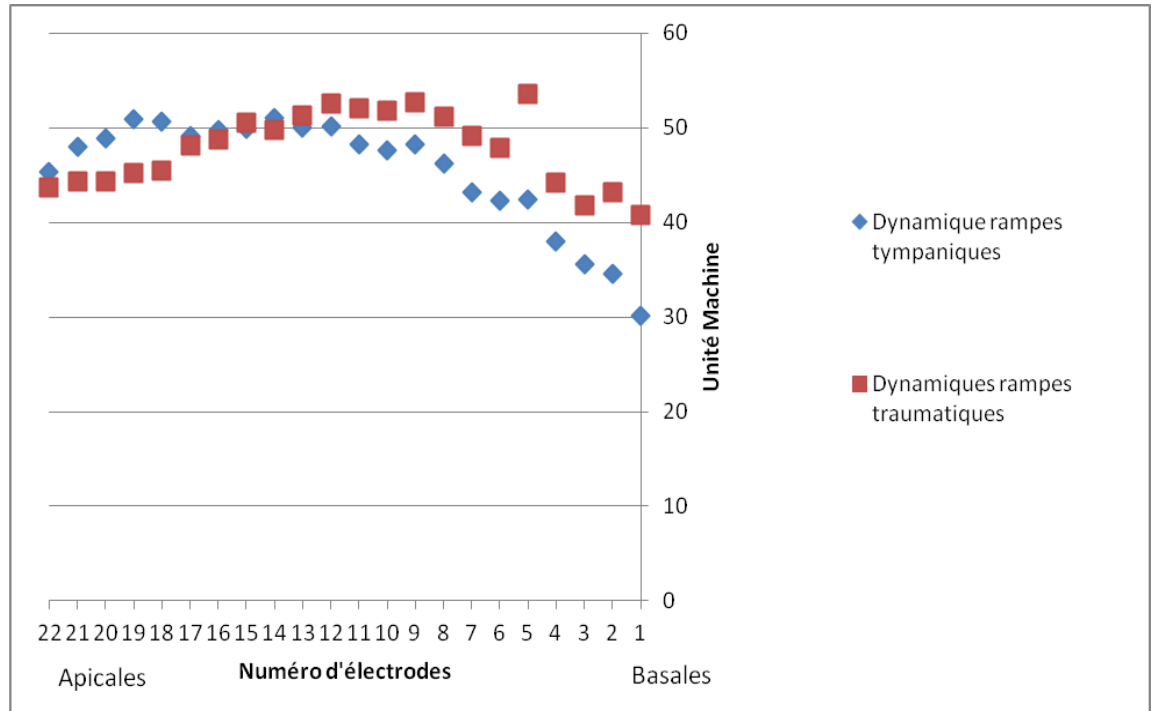


Figure 23 : Dynamiques moyennes électrode par électrode pour les deux groupes

L'analyse graphique ne permet pas de mettre en évidence une différence entre les deux lieux d'insertion. En effet, on peut constater qu'elle est de 48 UA pour le groupe « rampe traumatique », avec un écart type de 16.85 pour des valeurs comprises entre 26 et 92 UA. Et 46 UA pour le groupe « rampe tympanique », écart-type de 13.74 avec un maximum à 93 et un minimum à 30.

L'analyse statistique des moyennes réalisées électrode par électrode a permis de confirmer les tendances trouvées précédemment. En effet, le test de Student réalisé sur chaque électrode met en évidence une différence non significative ($p < 0.05$) pour l'intégralité des électrodes.

Electrodes	P-value dynamique
22	0,75
21	0,46
20	0,4
19	0,33
18	0,41
17	0,85
16	0,86
15	0,92
14	0,835
13	0,79
12	0,62
11	0,5
10	0,465
9	0,4
8	0,35
7	0,285
6	0,29
5	0,195
4	0,295
3	0,32
2	0,22
1	0,13

Tableau 5 : Résultats du test de Student entre les deux groupes électrode par électrode pour les dynamiques

La dynamique auditive n'est donc pas un élément permettant de connaître le lieu d'insertion du faisceau d'électrodes.

4.1.4 NRT

L'analyse des niveaux NRT moyens électrode par électrode nous a permis d'obtenir le graphique suivant :

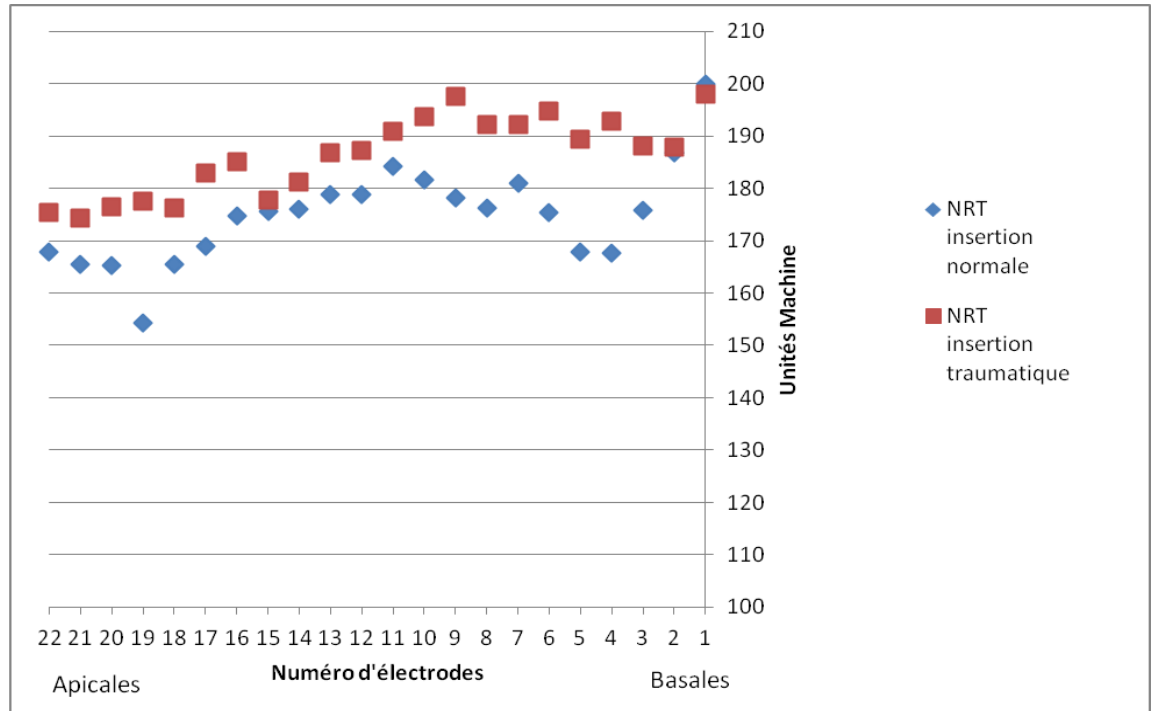


Figure 24 : NRT moyennes électrode par électrode pour les deux groupes

Comme précédemment, l'étude graphique des moyennes faites électrode par électrode ne permet pas de mettre en évidence une différence entre les deux groupes. En effet, on peut constater qu'il est de 187 UA pour le groupe « rampe traumatique », avec un écart type de 23.71 pour des valeurs comprises entre 129 et 216 UA. Et de 175 UA pour le groupe « rampe tympanique », écart-type de 19.8 avec un maximum à 135 et un minimum à 203.

L'analyse statistique des moyennes réalisées électrode par électrode à permis de confirmer les résultats trouvés précédemment. Effectivement, le test de Student réalisé sur chaque électrode ne met pas en évidence une différence significative ($p < 0.05$) pour la quasi-totalité des électrodes. Seules quelques électrodes (6, 5, 4) présentent un résultat significatif mais nous ne pouvons en conclure quelque chose du fait du petit nombre d'électrodes concernées et de

la différence entre le p-Value de ces électrodes significatives et des autres (environ 0.02 pour le significatives contre 0.5 en moyenne pour les autres).

Electrodes	P-value NRT
22	0,635
21	0,5
20	0,39
19	0,067
18	0,29
17	0,157
16	0,28
15	0,82
14	0,65
13	0,5
12	0,478
11	0,56
10	0,188
9	0,079
8	0,126
7	0,188
6	0,02
5	0,018
4	0,048
3	0,43
2	0,94
1	0,865



électrodes pour lesquelles le test est significatif
 électrodes pour lesquelles le test tend à être significatif

Tableau 6 : Résultats du test de Student entre les deux groupes électrode par électrode pour les NRT

La NRT n'est donc pas un indicateur du lieu d'insertion des électrodes.

4.1.5 Impédances

L'analyse des impédances moyennes électrode par électrode nous a permis d'obtenir le graphique suivant :

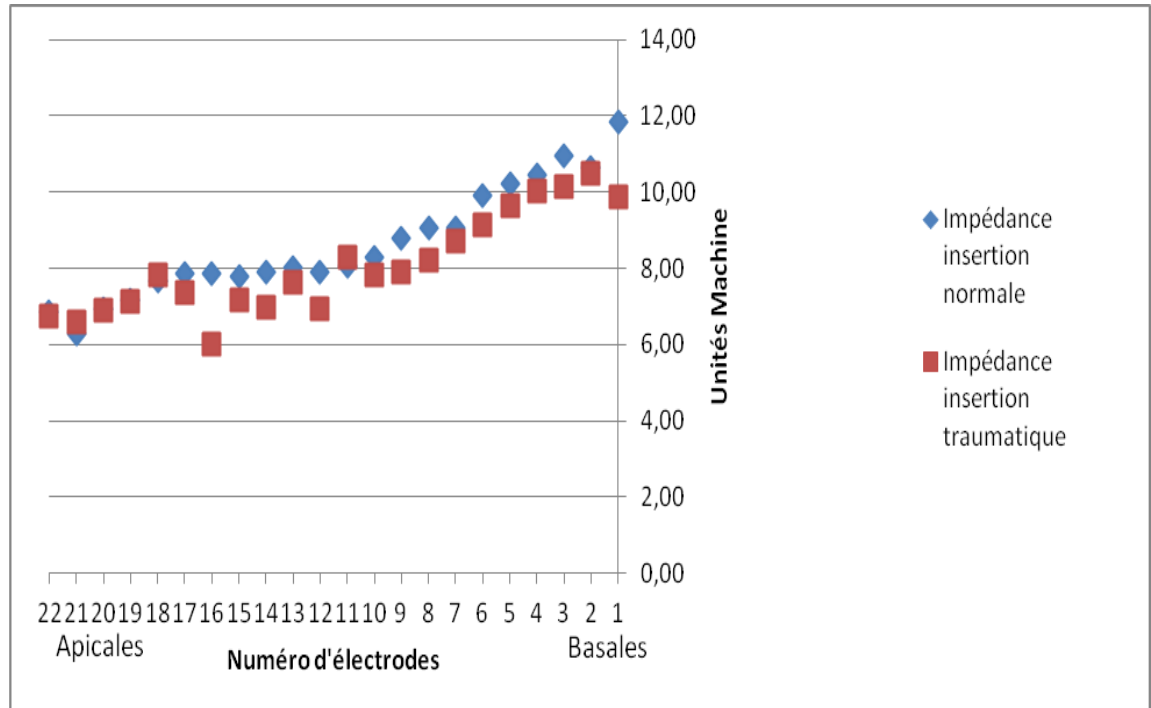


Figure 25 : Impédances moyennes électrode par électrodes pour les deux groupes

L'analyse graphique des moyennes faites électrode par électrode ne permet pas de mettre en évidence une différence entre les deux lieux d'insertion. Effectivement, on peut constater qu'elles sont de 8.1 UA pour le groupe « rampe traumatique », avec un écart type de 1.45 pour des valeurs comprises entre 6.3 et 10.5 UA. Et de 9 UA pour le groupe « rampe tympanique », écart-type de 1.63 avec un maximum à 11 et un minimum à 6.

L'analyse statistique des moyennes réalisées électrode par électrode à permis de confirmer les résultats trouvés précédemment. Effectivement, le test de Student réalisé sur chaque électrode ne met pas en évidence une réelle différence significative. Une différence significative ($p < 0.05$) n'a été trouvée que sur deux électrodes éloignées donc le résultat ne peut être pris en compte.

Electrodes	P-value Impédance
22	0,885
21	0,73
20	0,98
19	0,96
18	0,89
17	0,55
16	0,033
15	0,6
14	0,36
13	0,72
12	0,178
11	0,745
10	0,6
9	0,31
8	0,35
7	0,62
6	0,29
5	0,5
4	0,65
3	0,38
2	0,89
1	0,059



électrodes pour lesquelles le test est significatif
électrodes pour lesquelles le test tend à être significatif

Tableau 7 : Résultats du test de Student entre les deux groupes électrode par électrode pour les impédances

Cette étude des différents paramètres de réglage de l'implant cochléaire, a permis de mettre en évidence une différence significative pour :

- Les niveaux T entre les insertions dans la rampe tympanique et celles insérées de manière traumatique.
- Les niveaux C entre les insertions dans la rampe tympanique et les insertions traumatiques.

Aucune différence significative entre les deux groupes, n'a été mise en évidence sur les niveaux des NRT, les impédances ou la dynamique.

4.2 Résultats audiométriques

4.2.1 Audiométrie tonale

Nous avons regroupé les résultats de l'audiométrie dans le graphique suivant :

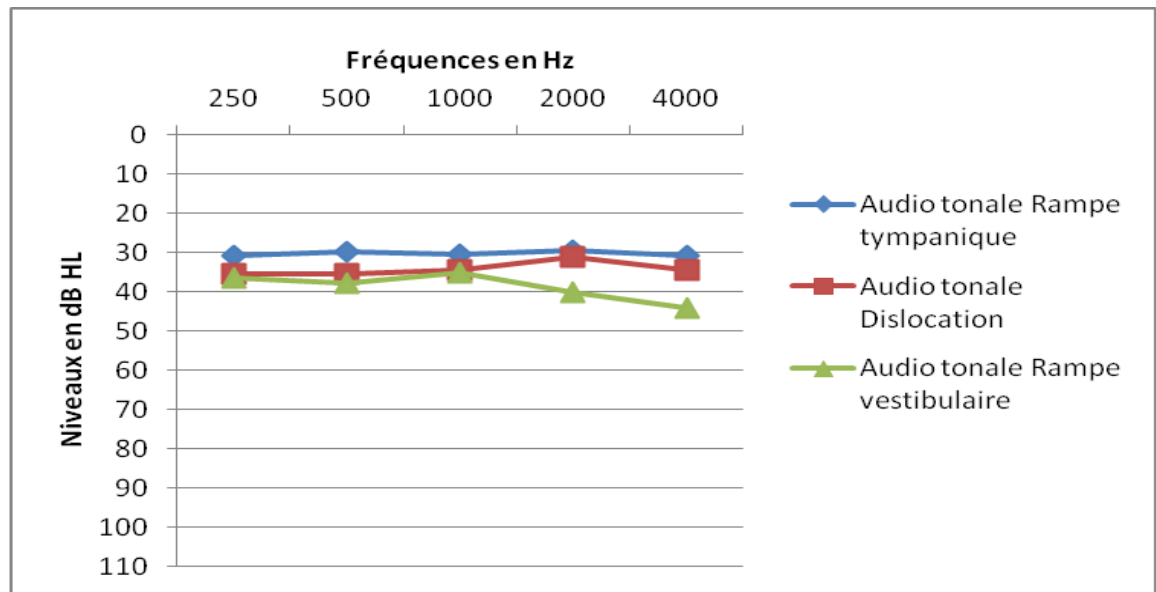


Figure 26 : Seuils tonaux pour les trois groupes

Nous pouvons ainsi voir que le groupe « rampe vestibulaire » a un seuil moyen à 39 dB avec un écart type de 17.87 ainsi qu'une répartition des moyennes comprises entre 27 et 77 dB. Les résultats trouvés pour le groupe des dislocations ont une moyenne à 34 dB, un écart type de 6.56 et des valeurs s'étendant de 26 à 45 dB. Pour le groupe « rampe tympanique », le seuil moyen est de 30 dB avec un écart type de 6.5, un seuil moyen minimum à 17 dB et un maximum à 41 dB.

Au niveau de la comparaison, l'analyse des différences statistiques des trois groupes, n'a pas permis de mettre en évidence des différences significatives ($p < 0.05$) entre le groupe rampe tympanique et le groupe rampe vestibulaire ($p = 0.26$), ni entre le groupe « rampe tympanique » et le groupe

« dislocation » ($p = 0.16$) ni entre le groupe « dislocation » et le groupe « rampe vestibulaire » ($p = 0.55$).

Afin de comparer avec les résultats avec l'étude des cartographies de réglage, et ne voyant aucune différence significative entre les résultats pour le groupe « rampe vestibulaire » et le groupe « dislocation » nous avons donc décidé de les réunir dans un même groupe pour recentrer l'étude sur deux groupes.

Cette étude nous a permis d'obtenir le graphique suivant :

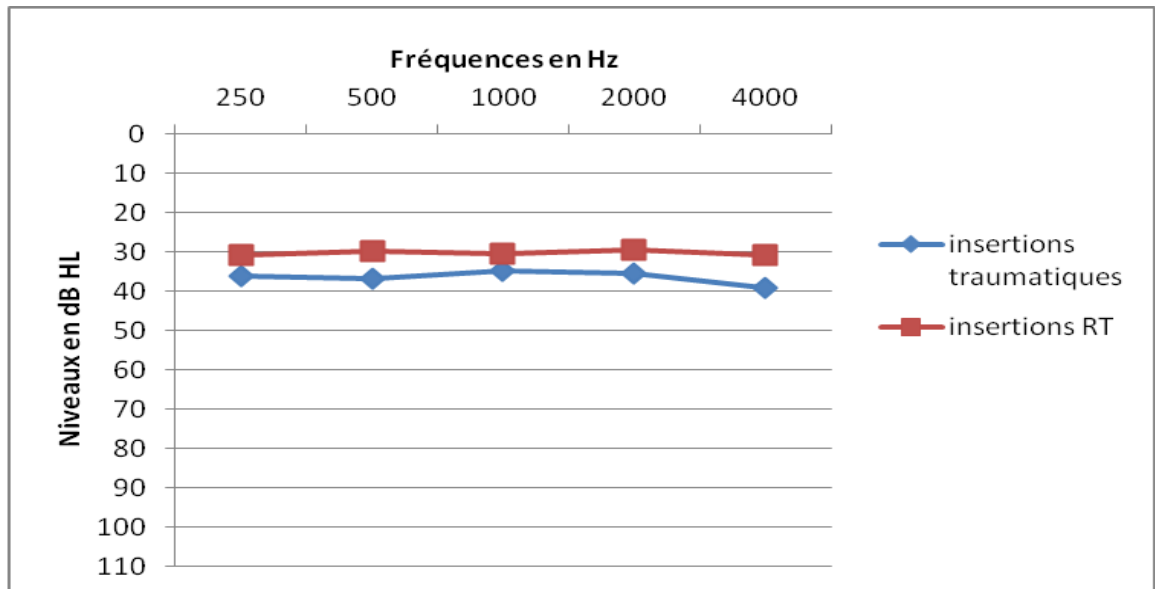


Figure 27 : Seuils tonaux pour les deux groupes

L'analyse graphique a montré que le seuil moyen tonal pour le groupe « traumatique » est de 36 dB avec des valeurs allant de 24 à 77 dB pour un écart type de 12.8. Les résultats pour le groupe rampe tympanique reste bien évidemment identique à ceux trouvés précédemment.

La comparaison statistique des valeurs des deux groupes n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative car la p-value trouvée est supérieur à 0.05 puisqu'elle est égal à 0.10.

4.2.2 Audiométrie vocale

L'étude des audiométries vocales nous a permis d'obtenir les graphiques suivants :

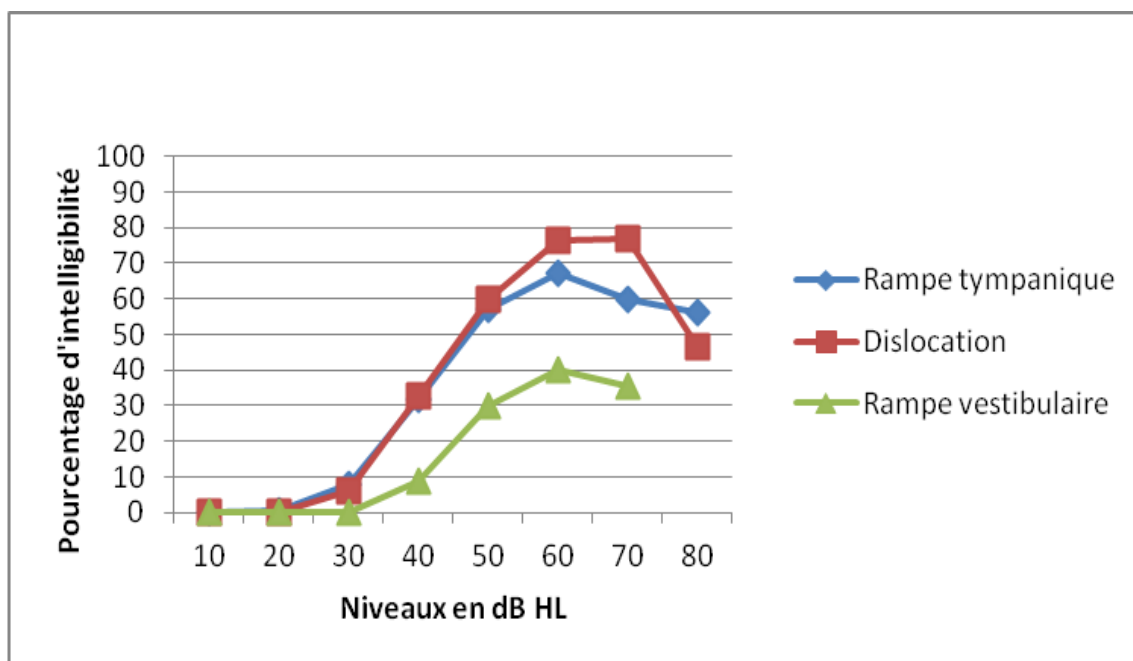


Figure 28 : Intelligibilité des trois groupes avec des listes dissyllabique Homme

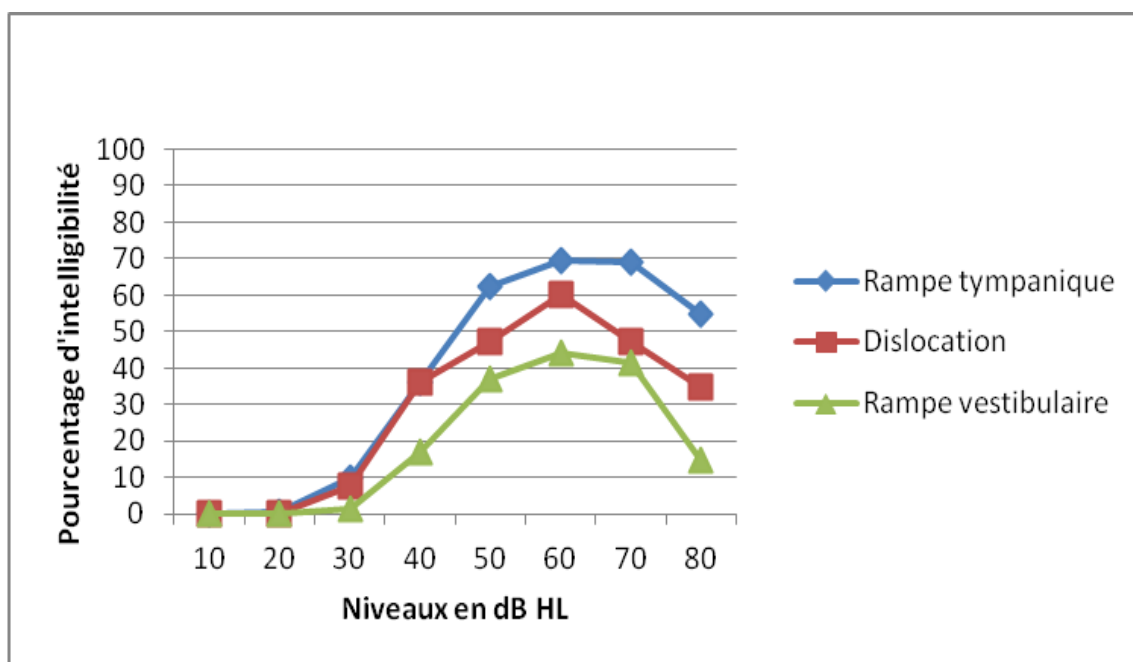


Figure 29 : Intelligibilité des trois groupes avec des listes dissyllabiques Femme

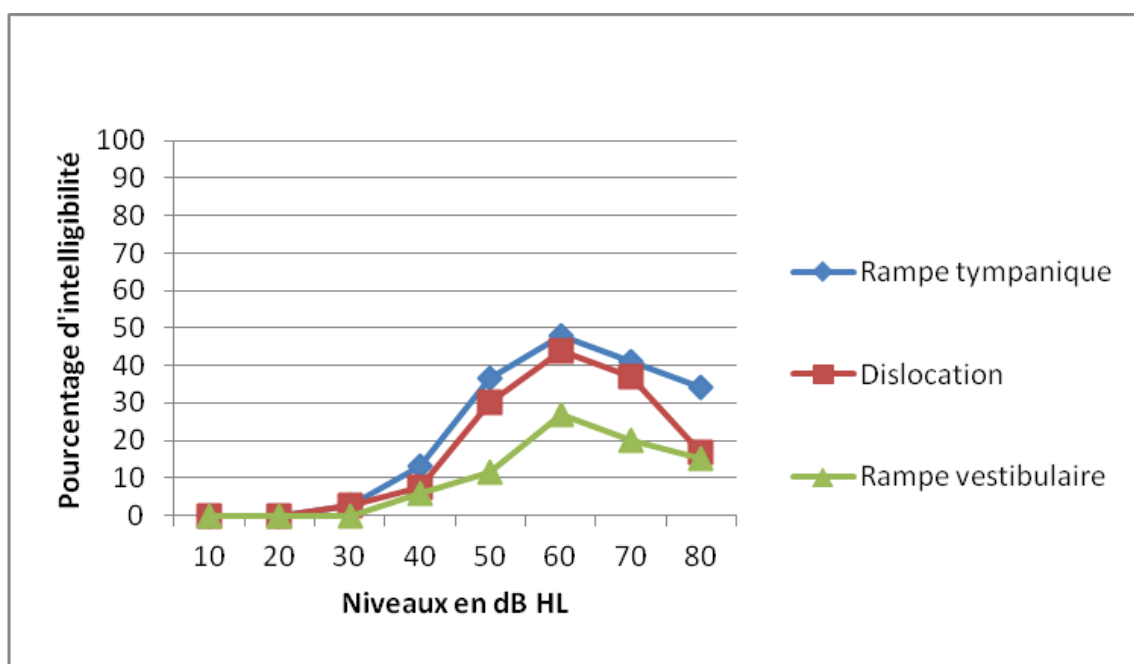


Figure 30 : Intelligibilité pour les trois groupes avec des listes monosyllabiques Homme

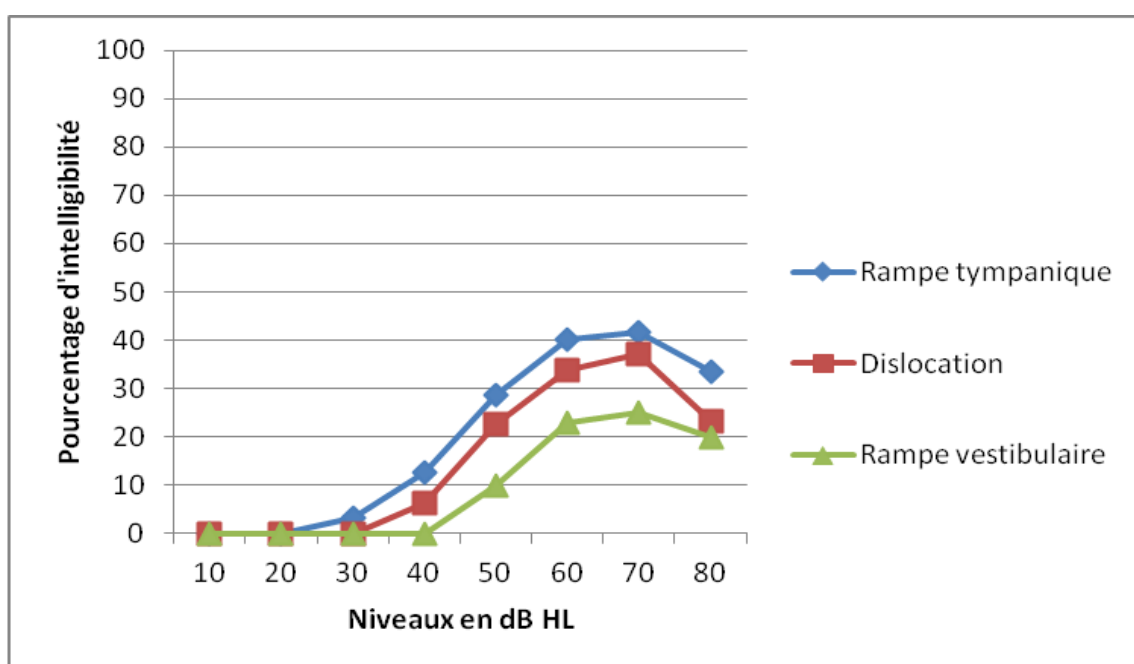


Figure 31 : Intelligibilité pour les trois groupes avec des listes monosyllabiques Femme

L'analyse graphique permet de mettre en évidence que les listes de mots dissyllabiques sont plus faciles à reconnaître que les listes monosyllabiques pour les patients implantés. Aucune différence ni entre les listes dissyllabiques voix d'homme et les listes dissyllabique voix de femme ni

entre les listes monosyllabiques voix d'homme et monosyllabique voix de femme n'ont été mises en évidence.

On peut également remarquer que l'intelligibilité est meilleure pour les personnes ayant les électrodes dans la rampe tympanique ou en dislocation. Ceci se caractérise par un pourcentage d'intelligibilité moyenne significativement supérieur pour le groupe « rampe tympanique » par rapport au groupe « rampe vestibulaire ».

Aucune différence significative entre le groupe « rampe tympanique » et le groupe « dislocation » n'a été mise en évidence, ni entre le groupe « rampe vestibulaire » et « dislocation ».

Les résultats de la comparaison statistique réalisée sur les différents groupes sont exposés dans le tableau suivant.

	Dissyllabique Homme	Dissyllabique Femme	Monosyllabique Homme	Monosyllabique Femme
Résultat test de Student Rampe tympanique VS Rampe vestibulaire	0,013	0,0015	0,017	0,0039
Résultat test de Student Dislocation VS Rampe Tympanique	0,54	0,6	0,36	0,4
Résultat test de Student Dislocation VS Rampe vestibulaire	0,025	0,19	0,33	0,21


 P-value significatives

Tableau 8 : Résultats du test de Student réalisé sur les différents groupes

L'analyse de l'intelligibilité à 60 dB des différents groupes montre des résultats allant dans le même sens que ceux trouvés précédemment. L'étude du maximum d'intelligibilité en fonction des différentes listes et du lieu d'insertion confirme également le fait que l'intelligibilité est meilleure pour les patients ayant le fuseau d'électrode dans la rampe tympanique ou en dislocation. On peut également observer que dans ces deux insertions, certains patients obtiennent 100% d'intelligibilité alors que dans le groupe rampe vestibulaire ce n'est jamais le cas. Enfin la reconnaissance vocale est nettement moins bonne en vestibulaire car en moyenne l'intelligibilité est meilleure de 27 à 36% pour les dislocations et les rampes tympaniques que pour les rampes vestibulaires. De plus, ces patients ont une intelligibilité inférieure à 50% quelque soit le matériel utilisé.

Un tableau récapitulatif de ces différents résultats est exposé ci-dessous.

	Rampe Tympanique				Rampe Vestibulaire				Dislocation			
	DH	DF	MH	MF	DH	DF	MH	MF	DH	DF	MH	MF
Pourcentage d'intelligibilité à 60 dB	67,4	69,6	47,8	40	40	44,3	27,1	22,9	76,25	60	43,8	33,8
seuil d'intelligibilité	45 dB	45 dB							45 dB	55 dB		
Intelligibilité moyenne	38	41,7	24	21,3	20,7	23,7	10,8	9,7	43	33,6	20,2	16,7
Ecart type	20	15,78	14,9	13,1	12,6	14,8	6,21	6,68	20,4	22,6	17,9	13,3
maximum d'intelligibilité	100% à 50 dB	100% à 50 dB	100% à 60 dB	80% à 60 dB	70% à 50 dB	70% à 50 dB	50% à 60 dB	40% à 60 dB	100% à 50 dB	90% à 60 dB	100% à 60 dB	70% à 60 dB

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des différents résultats trouvés dans l'analyse des audiométries vocales

Afin de comparer avec les résultats avec ceux de l'étude des cartographies de réglage et ne voyant aucune différence significative entre les résultats pour le groupe « rampe vestibulaire » et le groupe « dislocation », et ce pour les quatre types de liste, nous avons donc décidé de les réunir et de recentrer notre étude comparative sur deux groupes, comme dans l'étude des cartographies de réglage.

Cette étude nous a permis d'obtenir les graphiques suivant :

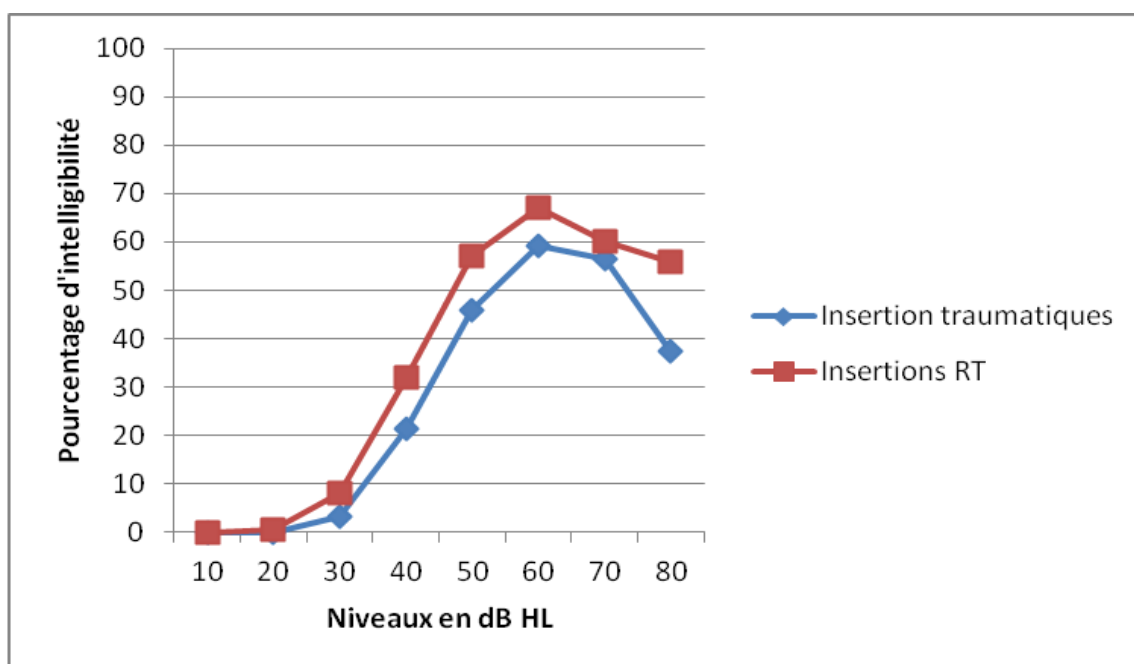


Figure 32 : Intelligibilité pour les deux groupes avec des listes dissyllabiques Homme

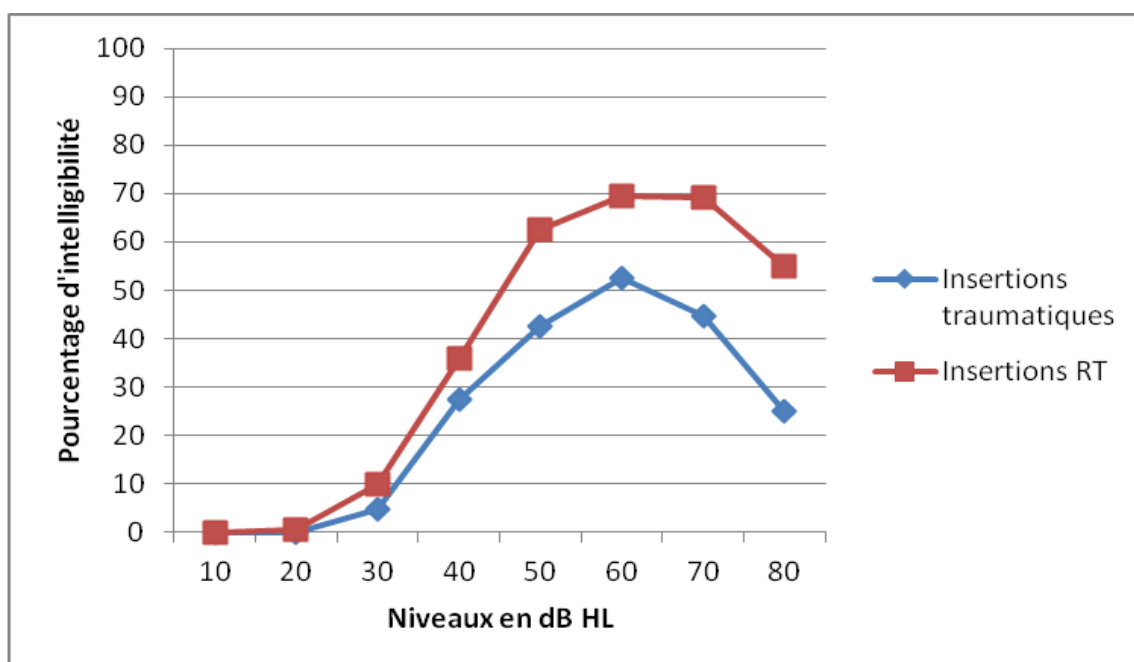


Figure 33 : Intelligibilité pour les deux groupes avec des listes dissyllabiques Femme

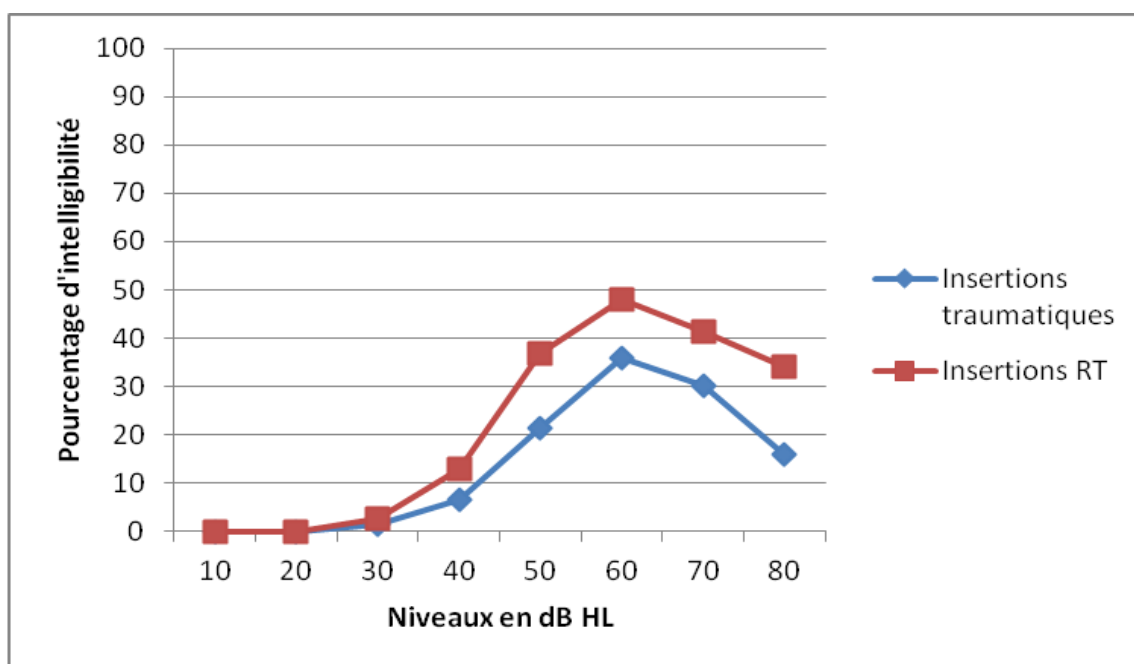


Figure 34 : Intelligibilité pour les deux groupes avec des listes monosyllabiques Homme

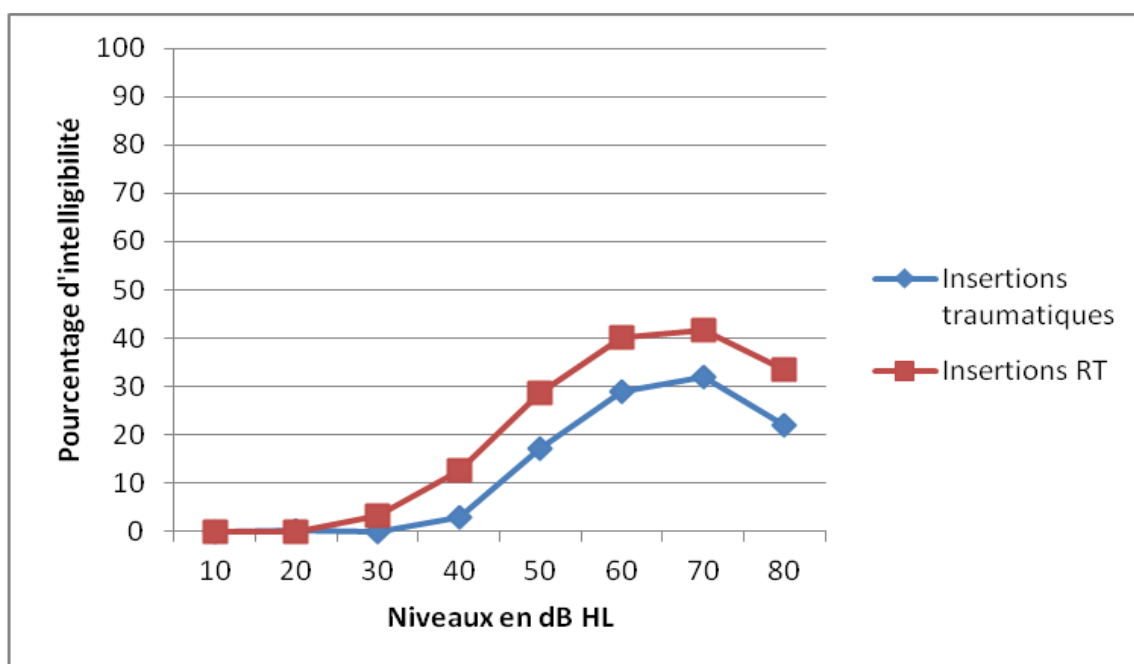


Figure 35 : Intelligibilité pour les deux groupes avec des listes monosyllabiques Femme

Cette étude a montré que l'intelligibilité moyenne pour le groupe « traumatique » était inférieure, sur chaque liste, à celle du groupe « rampe tympanique ».

Cependant la comparaison statistique entre les deux groupes n'a pas permis d'objectiver de différence significative pour les mots dissyllabiques à voix d'homme (p-value = 0.42). Elle a malgré tout permis de mettre en évidence une différence significative pour les listes de mots monosyllabique et dissyllabiques à voix de femme (p-value respectivement de 0.038 et 0.04). Le résultat trouvé pour les listes monosyllabiques à voix d'homme ne sont pas significatifs (p-value = 0.09) mais au vu de ce que l'on a mis en évidence on peut supposer que le manque de patients peut expliquer le résultat.

L'étude des audiométries tonales n'a pas permis de mettre en évidence une différence significative de seuil entre le groupe ayant les électrodes dans la rampe tympanique et celui regroupant les insertions traumatiques. La même étude réalisée en divisant en trois la population (groupe rampe tympanique, groupe rampe vestibulaire et groupe dislocation) n'a pas permis de mettre en évidence une différence significative.

L'analyse des audiométries vocales, a quand à elle permise de mettre en évidence que : les listes de mots dissyllabiques étaient plus faciles à discriminer que les listes monosyllabiques. Nous avons également pu observer que l'intelligibilité est significativement différente :

- Entre les électrodes située dans la rampe tympanique et celle située dans la rampe vestibulaire.
- Entre les insertions dans la rampe tympanique et celle traumatique (rampe vestibulaire + dislocation) sur les listes à voix de femme.

Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les insertions dans la rampe tympanique et les dislocations, ni entre les insertions dans la rampe vestibulaire et les dislocations.

4.3 Corrélation entre réglages et résultats

Suite à l'étude séparée des paramètres de réglages et des audiométries, nous avons cherché à voir s'il existait une corrélation entre le niveau de stimulation et l'intelligibilité du patient.

4.3.1 Niveaux T

L'étude des cartographies de réglages a montré des niveaux plus bas quand les électrodes étaient dans la rampe tympanique. De plus les résultats audiométriques trouvés pour ce groupe se sont montrés également meilleurs que pour les deux autres groupes.

L'étude que nous avons faite en analysant l'intelligibilité maximum en fonction du niveau T moyen pour chaque patient nous a permis d'obtenir les graphiques suivants.

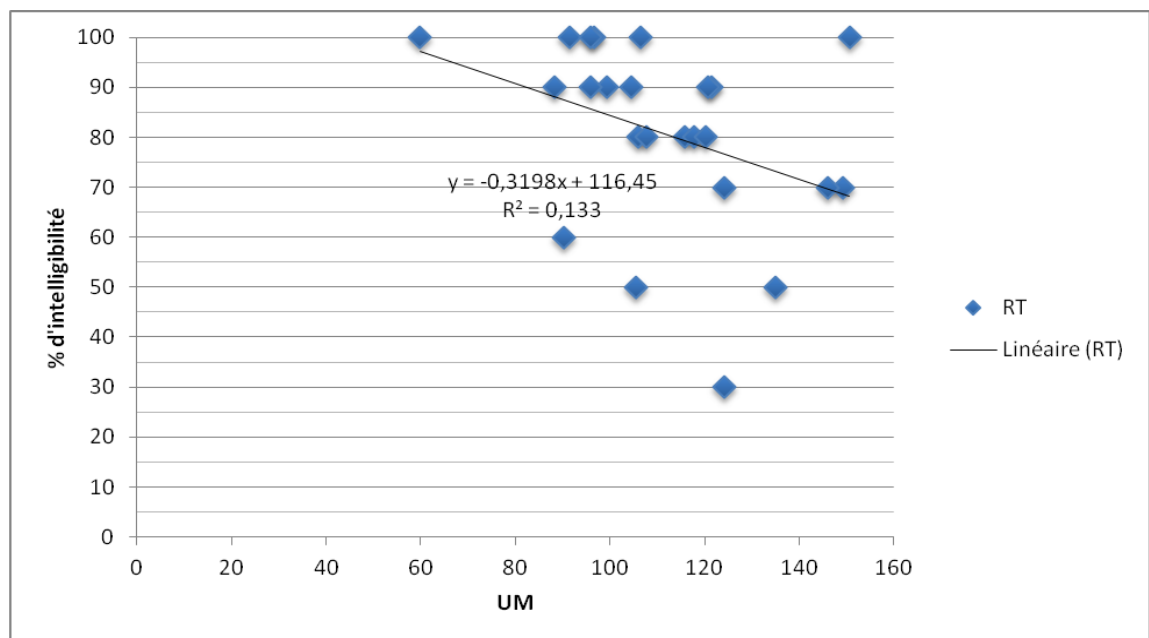


Figure 36 : Intelligibilité maximum en fonction du niveau T moyen pour chaque patient du groupe rampe Tympanique (RT)

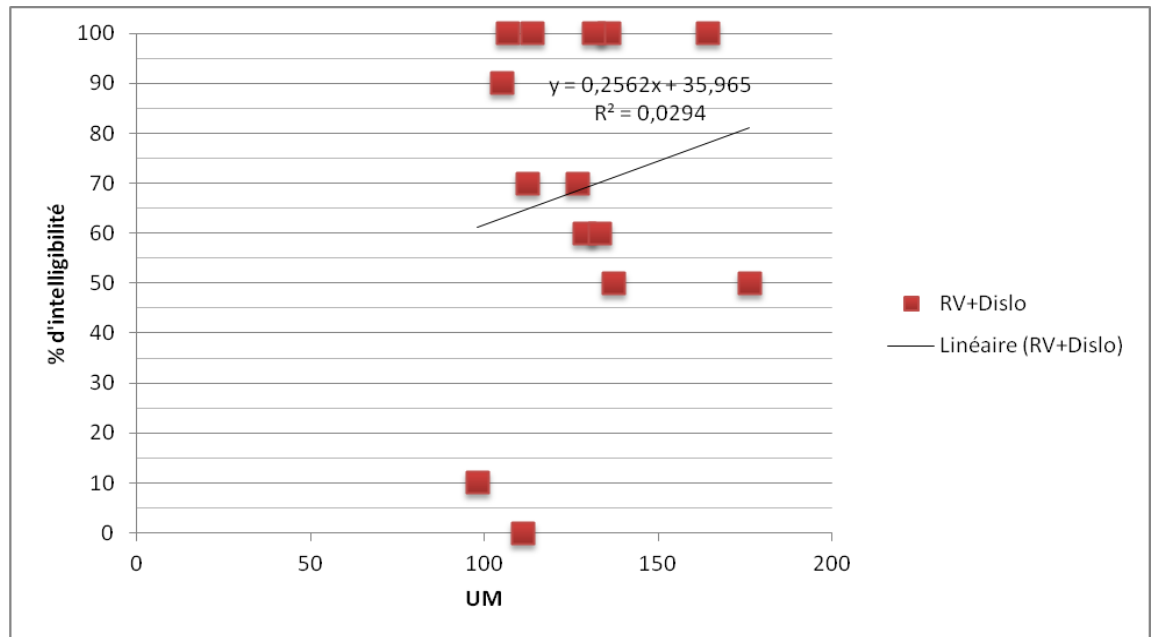


Figure 37 : Intelligibilité maximum en fonction du niveau T moyen pour les insertions traumatiques

Sur ces différents graphiques nous pouvons constater que l'on obtient de bons résultats de reconnaissance vocale avec aussi bien des niveaux T élevés ou bas. Cela montre que le niveau de stimulation seul n'est pas un indicateur d'insertion. De plus les droites de régressions n'ont pas permis de mettre en évidence une corrélation entre l'augmentation ou la diminution des paramètres de réglages et l'augmentation de l'intelligibilité.

4.3.2 Niveaux C

L'étude des cartographies de réglages a montré des niveaux plus bas quand les électrodes étaient dans la rampe tympanique. De plus les résultats audiométriques trouvés pour ce groupe se sont montrés également meilleurs que pour les deux autres groupes.

L'étude que nous avons faite en analysant l'intelligibilité maximum en fonction du niveau C moyen pour chaque patient nous a permis d'obtenir les graphiques suivants.

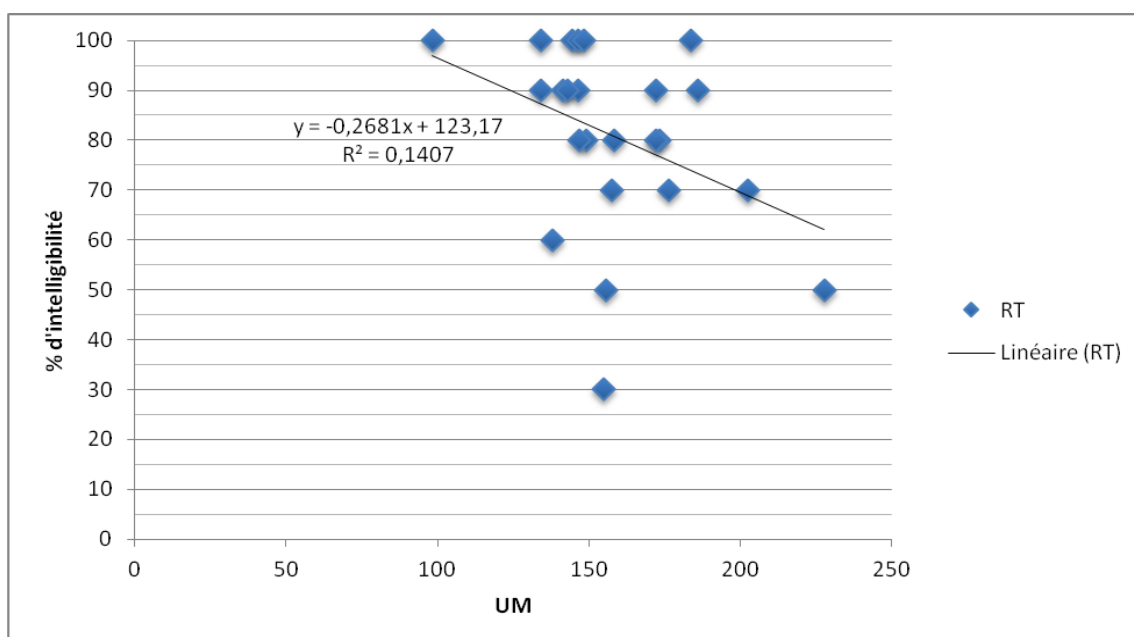


Figure 38 : Intelligibilité maximum en fonction du niveau C moyen pour le groupe rampe tympanique (RT)

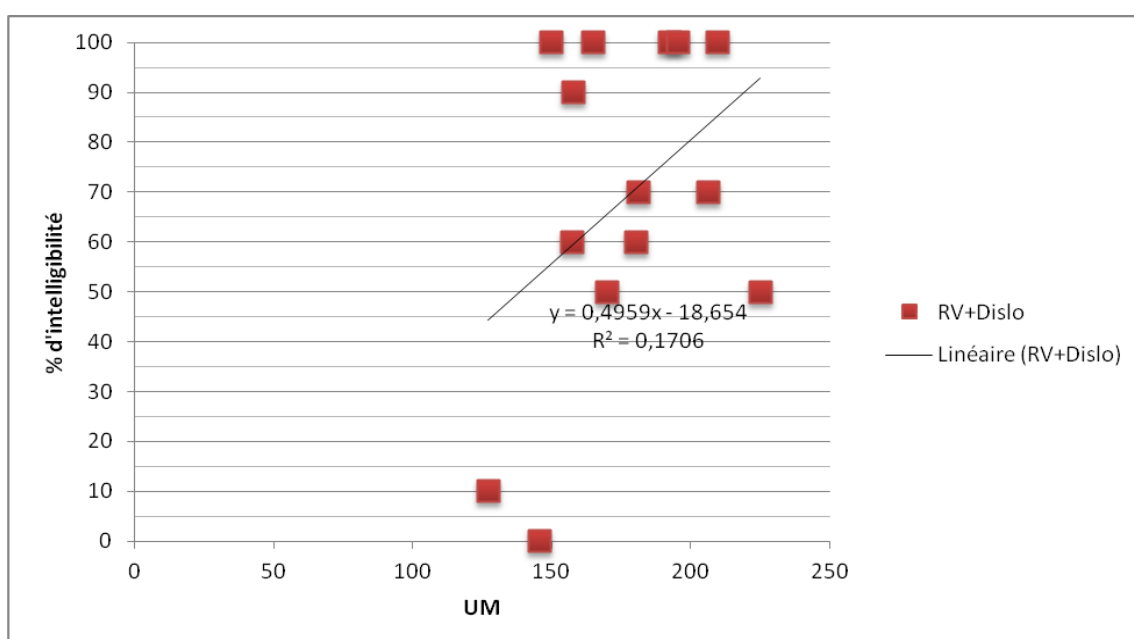


Figure 39 : Intelligibilité maximum en fonction du niveau C moyen pour les insertions traumatiques

Sur ces différents graphiques, nous pouvons constater que l'on obtient de bons résultats de reconnaissance vocale avec aussi bien des niveaux C élevés ou bas. De plus les droites de régressions n'ont pas permis de mettre en évidence une corrélation entre l'augmentation ou la diminution des paramètres de réglages et l'augmentation de l'intelligibilité (R^2 loin de 1).

4.3.3 Dynamiques

L'étude des cartographies de réglages a montré des niveaux similaires dans les deux groupes. Cependant les résultats audiométriques trouvés pour le groupe rampe tympanique se sont montrés meilleurs que pour l'autre groupe.

L'étude que nous avons faite en analysant l'intelligibilité maximum en fonction de la dynamique moyenne pour chaque patient nous a permis d'obtenir les graphiques suivants.

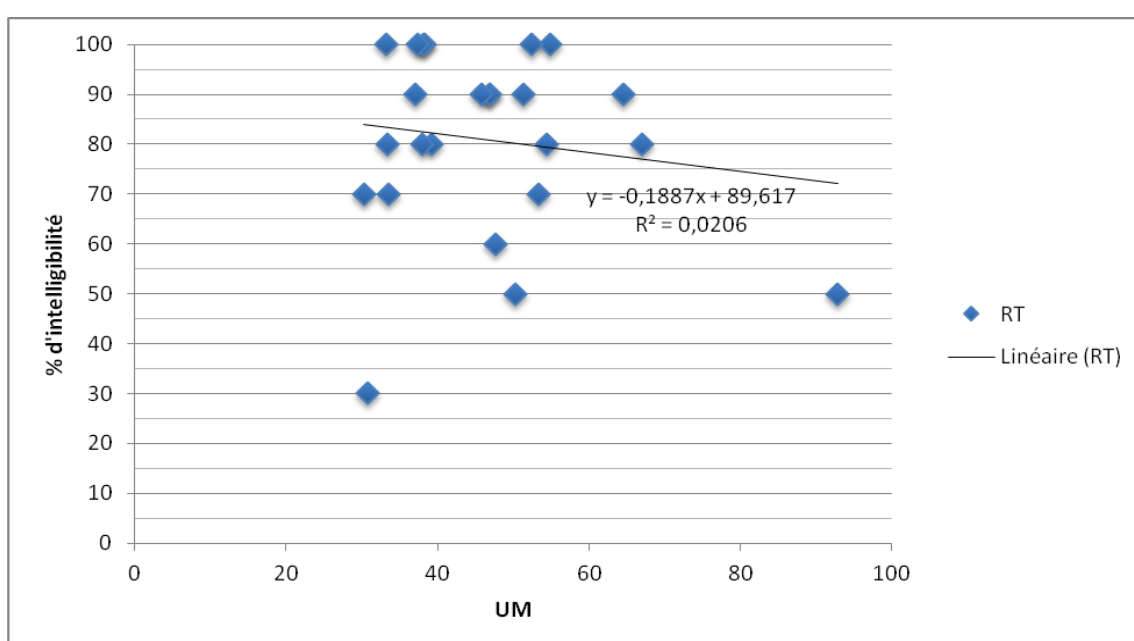


Figure 40 : Intelligibilité maximum en fonction de la dynamique moyenne pour le groupe rampe tympanique (RT)

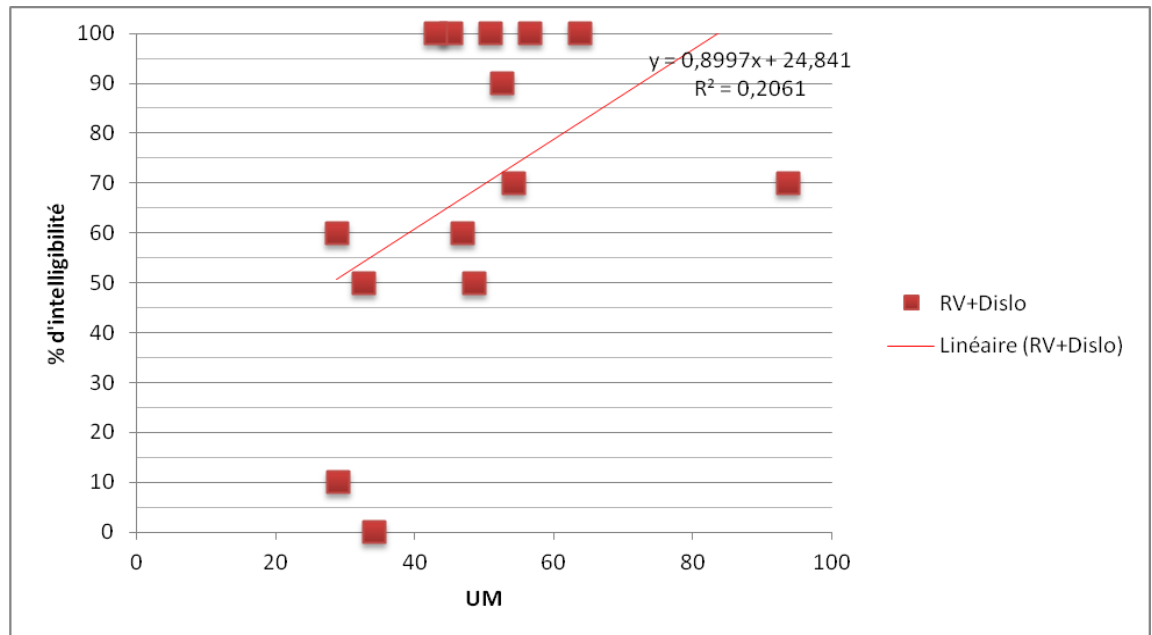


Figure 41 : Intelligibilité maximum en fonction de la dynamique moyenne pour les insertions traumatiques

Sur ces différents graphiques nous pouvons constater que l'on obtient de bons résultats de reconnaissance vocale avec aussi bien des dynamiques élevées ou basses. De plus les droites de régressions n'ont pas permis de mettre en évidence une corrélation entre l'augmentation ou la diminution des paramètres de réglages et l'augmentation de l'intelligibilité.

Les graphiques analysant les différents niveaux moyens (niveaux T, niveaux C et dynamique) pour chaque patient en fonction de leur maximum d'intelligibilité n'ont pas permis de mettre en évidence de manière significative une corrélation entre l'augmentation ou la diminution des paramètres de réglages et l'augmentation de l'intelligibilité. Cependant, les droites de régressions ayant des pentes opposées en fonction du lieu d'insertion (négatives pour les insertions normales et positives pour les insertions traumatiques) nous pouvons ainsi supposer que pour les insertions traumatiques une augmentation des niveaux entraînerait une amélioration de l'intelligibilité alors que ce serait l'inverse pour les insertions dans la rampe tympanique.

5 Discussion des résultats obtenus

5.1 Comparaison des résultats à ceux de la littérature

L'étude de ces différents paramètres a permis de mettre en évidence une différence significative des niveaux de stimulation électrique T et C en fonction du lieu d'insertion, qui peuvent s'expliquer par la distance de stimulation par rapport au modiolus. Dans les cas dans la rampe tympanique, les électrodes insérées se trouvent plus proches du départ des fibres nerveuses du nerf auditif avec un faisceau préformé. Pour une insertion en rampe vestibulaire, les électrodes seront plus éloignées du modiolus et elles risquent de stimuler les fibres du tour supérieur avec le risque de ne plus respecter la tonotopie cochléaire. Pour les électrodes en dislocation, l'insertion est bonne pour les électrodes basales, mais une pression plus importante est probablement appliquée sur le fuseau d'électrode pour qu'il traverse la membrane basilaire. Cette pression éloigne le faisceau du modiolus vers l'extérieur de la rampe. De ce fait, le niveau de stimulation électrique de l'implant est plus important pour stimuler les fibres nerveuses.

Concernant les résultats de l'audiométrie tonale, l'étude n'a pas permis de montrer des différences de résultat audiométrique en fonction des lieux d'insertions. Cela s'explique par le fonctionnement même de l'implant cochléaire. Lors de l'adaptation, le régleur augmente le niveau de stimulation jusqu'à ce que le patient ait une réaction auditive donc une stimulation du nerf auditif. Il valide ainsi son niveau T. Lorsque le patient accepte, le régleur peut également augmenter la dynamique de réglage pour améliorer le seuil tonal liminaire. Néanmoins nous savons qu'il y a un effet asymptotique de la stimulation qui ne permettra plus d'améliorer le résultat au delà d'un certain niveau. Cet effet asymptotique peut expliquer l'écart type plus important pour certaines insertions.

Pour conclure, le critère tonal n'est pas un élément de performance direct car les seuils obtenus sont toujours suffisants (30 dB) pour permettre une

bonne intelligibilité. Il reste un doute sur le lieu d'insertion dans le cas de patient dont le niveau de perception reste inférieur à 30 dB et que le réglage ne permet pas d'améliorer.

Lors de l'étude du résultat vocal, on a pu constater que l'intelligibilité était bien meilleure lorsque le fuseau d'électrode était inséré dans la rampe tympanique ou même en dislocation. L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les insertions tympaniques et vestibulaires quelque soit le matériel vocal utilisé. Nous avons également montré des différences significatives entre les insertions en rampe vestibulaire et les dislocations mais seulement pour listes monosyllabiques. Le nombre restreint de patients peut expliquer ces résultats.

Après avoir échangé avec les médecins et les cliniciens de chez Cochlear, nous sommes arrivés à l'hypothèse que la dégradation pouvait être due à la diffusion de l'information électrique. On suppose que plus le porte électrodes est loin du modiolus et plus le fuseau électrique peut diffuser son information et ainsi stimuler des fibres nerveuses voisines à celles qui devraient l'être. Cette diffusion peut entraîner des confusions phonétiques lors des audiométries vocales comme le montre une étude réalisée en 2004 par Fu et Nogaki (43). Les auteurs ont travaillé sur l'intelligibilité dans le bruit chez des patients implantés cochléaire et normoentendants écoutant la stimulation via un implant cochléaire. Ils ont ainsi mis en évidence que la difficulté de compréhension des patients implantés pourrait être due à un étalement spectral de l'information électrique sur des sites de stimulation voisins. Ce qui entraînerai une diminution de la résolution spectrale et donc une moins bonne compréhension. Pour confirmer notre hypothèse, nous avons découvert la possibilité, dans le logiciel Custom Sound EP de chez Cochlear, d'étudier les SOE (Spread of Excitation) de chaque patient (44). Cependant, cette éventualité a été découverte un peu tard et sa mise en place n'a pu être faite compte tenu des difficultés d'ajouter des rendez-vous supplémentaires dans un planning déjà comblé mais surtout il fallait se former à la technique de mesure. Malgré tout, nous poursuivrons cette étude dans un futur proche afin de pouvoir

confirmer ou non cette hypothèse et ainsi améliorer la recherche quant aux raisons des performances des implants cochléaires.

Les différents résultats trouvés au niveau de la reconnaissance vocale sont en accord avec ceux trouvés dans différentes études. Ces résultats sont également en accord avec ceux trouvés par Aschendorff et al (2007) (13) ou Finley et al (2009) (14) qui ont respectivement mis en évidence une intelligibilité significativement meilleure quand les électrodes sont situées dans la rampe tympanique par rapport à la rampe vestibulaire, ainsi que de moins bons résultats quand les électrodes sont situées plus profondément.

5.2 Limites de l'étude

Dans notre étude, nous avons axé notre recherche sur les résultats post implantation et sur les cartographies. Nous n'avons donc pas pris en compte les critères propres à chacun tel que l'étiologie des surdités, l'âge d'apparition de cette dernière, ainsi que la durée de privation avant la prise en charge. Mais lors du choix des patients par le Dr Trijolet les patients sélectionnés avaient une surdité ayant moins de 8 ans d'ancienneté et des âges homogènes. Cette prise en charge rapide ne constitue donc pas à notre avis un biais à l'étude malgré l'influence que peuvent avoir ces critères sur les résultats.

De plus, les patients ont été pris en charge par différents intervenants. Dans un premier temps tous les patients n'ont pas été opérés par le même chirurgien. Cependant, la même technique opératoire a été utilisée par les deux chirurgiens. Or connaissant l'importance de la précision que demande cet acte et la différence d'approche qu'on les chirurgiens on comprend pourquoi ceci peut être une limite à l'étude. Dans un second temps, les patients ont également eu à faire à différents régleurs. Comme nous l'avons expliqué dans un chapitre antérieur la méthode de réglage étant similaire, cette différence de régleur ne peut pas constituer une limite.

Nous avons étudié les cartographies de réglage ainsi que les audiométries après au minimum un an d'expérience post implantation.

Cependant, comme l'ont montré Wilson et Dorman dans une étude réalisée en 2008 sur 55 patients (35), les résultats ne varient que très peu après la première année post implantation. Ceci ne représente donc pas à nos yeux une limite.

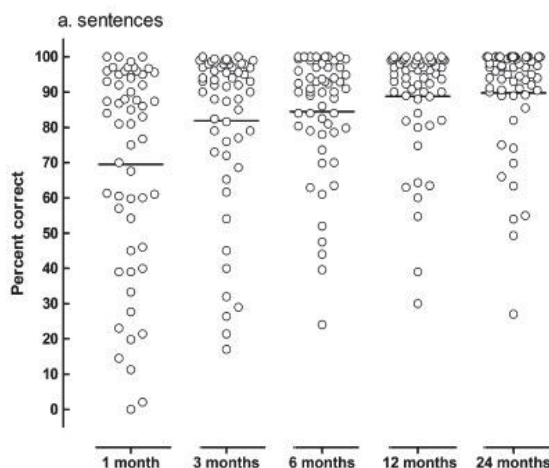


Figure 42 : Intelligibilité post implantation avec des phrases d'après l'étude de Wilson et Dorman (2008)

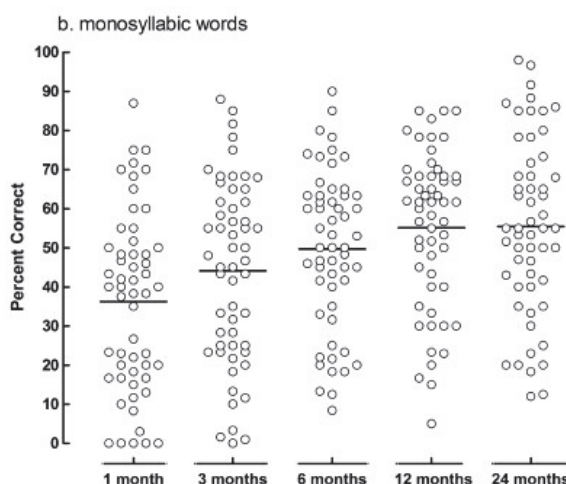


Figure 43 : Intelligibilité post implantation avec des mots monosyllabiques d'après l'étude de Wilson et Dorman (2008)

Compléter cette étude avec un panel de patient plus important et plus homogène pour les groupes rampe vestibulaire et groupe dislocation seraient nécessaires afin de confirmer ces résultats. Cependant, on sait qu'en statistique lorsque l'étude a une cohorte de 20 personnes, on a quelque chose de statistiquement fiable. Notre étude comportant 44 cas, on peut ainsi dire qu'elle est statistiquement fiable.

De plus, une étude réalisée à l'inverse c'est-à-dire en partant des résultats, avant d'analyser les maps de réglage et de réaliser une imagerie serait également intéressante à réaliser afin de voir si les différents niveaux de réglages ne pourrait pas être un indicateur quant au lieu d'insertion des électrodes et donc une explication aux résultats insatisfaisants si c'est le cas. Ce qui pourrait également être une possible indication pour une implantation bilatéral.

6 Conclusion

Au vu des résultats trouvés dans l'étude nous pouvons clairement affirmer qu'il existe une relation entre lieu d'insertion et réglage ainsi qu'entre le lieu d'insertion et le résultat de l'audiométrie vocale.

Les indications pour l'implantation cochléaire sont destinées aux personnes ayant des surdités sévères à profonde et cophotiques. Dans la majorité des cas, les patients sont satisfaits du résultat obtenu mais pour certains le bénéfice n'est pas suffisant, ni à la hauteur de ce que pouvait présager le bilan pré implant. Il paraît évident que le résultat attendu ne sera pas le même pour un patient ayant une cophose très ancienne par rapport à celui dont la surdité a été évolutive avec une prise en charge rapide.

Actuellement, pour ces derniers, il est préconisé de convoquer de nouveau les patients pour de nouveaux réglages et de poursuivre la rééducation orthophonique si le résultat est estimé insuffisant par le patient et l'équipe. Compte tenu des résultats trouvés dans notre étude, le site d'insertion semble une cause du mauvais résultat que la multiplication des séances ne peut améliorer. Le moyen le plus simple de s'en assurer est de demander une imagerie post opératoire mais elle ne peut se faire systématiquement pour des raisons de coûts et surtout de santé publique.

Avant de faire cet examen, le Professeur Robier souhaitait savoir si, par le réglage, nous avions des éléments pouvant laisser penser que le faisceau n'était pas inséré en rampe tympanique. Cette étude nous a permis de mettre en évidence qu'une mauvaise intelligibilité ainsi que l'élévation des niveaux T et C pouvait être le marqueur d'une insertion traumatique. Grâce à ces trois paramètres nous pouvons avoir un faisceau de présomption sur le positionnement des électrodes mais il serait intéressant de compléter avec un test objectif, plus précis, tel que les SOE.

Grâce à ces éléments, le chirurgien pourrait prescrire une imagerie afin de valider l'hypothèse. Le cas échéant une explantation réimplantation du même coté n'aurait d'après le chirurgien pas d'effet car le fuseau d'électrodes suivrait le même trajet mais une implantation bilatérale pourrait être proposée et discutée avec le patient pour essayer d'améliorer son résultat.

7 Bibliographie

- 1) Site internet, www.recorlsa.online.fr/implantcochleaire/historique.html. Consulté en Juin 2013.
- 2) Frijns JH, Briaire JJ, Grote JJ. The importance of human cochlear anatomy for the results of modiolus hugging multichannel cochlear implants. *Otol neurotol* 2001 ; 22 (3): 340-9
- 3) Site internet, www.cisic.fr/implant/34-c-implant-consulter/57-consulter?format.pdf. Consulté en Juin 2013.
- 4) HAS traitement de la surdité par implant cochléaire ou du tronc cérébral, rapport 2007. Consulté en Janvier 2013
- 5) Eustachius B. *Bartolomaei eustachii opusulo anatomica*. 1954
- 6) Sterkers O. Aging and Implantable Hearing solutions. *Audiology et Neurotology* 2012; 17(suppl1) 1-26
- 7) Erixon E, Högstorp H, Wadin K, Rask-Andersen H. Variational anatomy of the human cochlea : implications for cochlear implantation. *Otology & Neurotology* 2008 ; 30: 14-22
- 8) Xu J, Xu SA, Cohen LT, Clark GM. Cochlear view: postoperative radiography for cochlear implantation. *Am J Otol* 2000 ; 21: 49-56
- 9) Dimopoulos P, Muren C. Anatomic variations of the cochlea and relations to other temporal bone structures. *Acta Radiologica* 1990; 31: 439-44
- 10) Sato H, Sando I, Takahashi H. Sexual dimorphism and development of the human cochlea: computer 3-D measurement. *Acta Otolaryngologica* 1991; vol 111, N°6 pages 1037-1040
- 11) Miller JD. Sex differences in the length of the organ of corti in humans. *J Acoust Soc Am*, 2007; 121 (4) : EL 151-5
- 12) Escudé B, James C, Deguine O, Cochard N, Eter E, Fraysse B. The size of the cochlea and predictions of insertion depth angles for cochlear implant electrodes. *Audiol Neurotol* 2006; 11 (suppl1) : 27-33
- 13) Aschendorff A, Kromeier J, Klenzner T, Laszig R. Quality control after insertion of the nucleus contour and contour advance electrode in adults. *Ear Hear* 2007 Apr; 28 (suppl 2) : 755-795

- 14) Finley CC, Skinner MV. Role of electrode placement as a contributor to variability in cochlear implant outcomes. *Otol Neurotol* 2008 Oct; 29 (7) : 920-928
- 15) Briggs RJ, Tykocinski M, Stidham K, Roberson JB. Cochleostomy site: implications for electrode placement and hearing preservation. *Acta Otolaryngol* 2005 Aug; 125 (8): 870- 6
- 16) Gstoettner W, Kiefer J, Baumgartner WD, Pok S, Peter S, Adunka O. Hearing preservation in cochlear implantation for electric acoustic stimulation. *Acta Otolaryngol* 2004; 124 (4) : 348-52
- 17) Peter S, Roland MD, Charles G, Wright PhD, Brandon Isaacson MD. Cochlear implant electrode insertion: the round window revisited. *The laryngoscope* 2007 Aug; volume 17, issue 8 : 1397-1407
- 18) Li P, Wang H, Northrop C, Merchant SN, Nadol JB Jr. Anatomy of the round window and hook region of the cochlea with implications for cochlear implantation and other endocochlear surgical procedures. *Otol Neurotol*, 2007 Aug; 28 (5): 641-648
- 19) Meshik X, Holden TA, Chole RA, Hullar TE. Optimal cochlear implant insertion vectors. *Otol Neurotol*, 2010 Jan; 31 (1) : 58-63
- 20) Cours D.U implant cochléaire, prise en charge post-opératoire des patients implantés adultes. 2011
- 21) Abbas PJ, Brown CJ. Electrically evoked auditory brainstem response: growth of response with current level. *Hearing Research*, 1991 Jan, volume 51, issue 1 : 123-137
- 22) Groenen PA, Makhdom M, Van den Brink JL, Stollman MH, Snik AF, Van den Broek P. The relation between electric auditory brainstem and cognitive response and speech perception in cochlear implant users. *Acta Otolaryngol*, 1996 Nov; 116 (6): 785-60
- 23) Makhdom MJ, Groener PA, Snik Af, Van den Broek P. Intra-Interindividual correlation between auditory evoked potentials and speech perception in cochlear implant users. *Scand Audiol* 1998; 27 (1): 13-20
- 24) Gallego S, Frachet B, Micheyl C, Truy E, Collet L. Cochlear implant performance and electrically evoked auditory brainstem responses

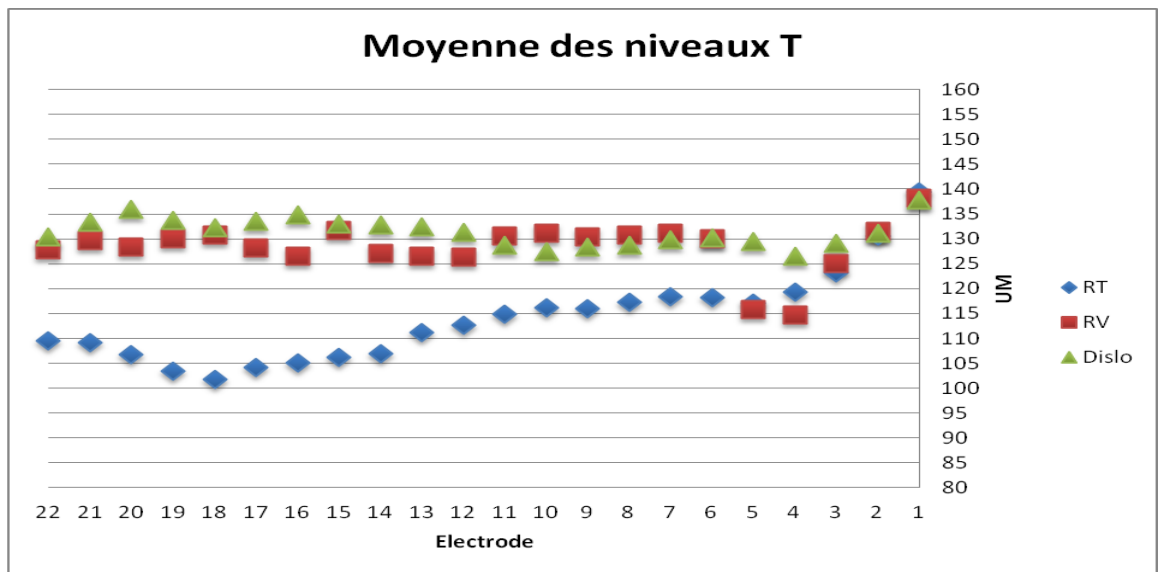
- characteristics. *Electroencephalogram Clin Neurophysiol*, 1998 Nov; 108 (6): 521-525
- 25) Maurer J, Collet L, Pelster H, Truy E, Gallégo S. Auditory late cortical response and speech recognition in Digisonic cochlear implant users. *Laryngoscope*, 2002; 112: 2220-4
- 26) Green KM, Bhatt YM, Mawman DJ, O'Driscoll MP, Saeed SR, Ramsden RT, Green MW. Predictors of audiological outcome following cochlear implantation in adults. *Cochlear Implants Int*. 2007;8:1-11
- 27) Balkany TJ, Connell SS, Hodges AV, Payne SL, Telischi FF, Eshraghi AA, Angeli SI, Germani R, Messiah S, Arheart KL. Conservation of residual acoustic hearing after cochlear implantation. *Otol Neurotol*, 2006 Dec; 27 (8): 1083-8
- 28) James C, Albegger K, Battner R, Burdo S, Deggouj N, Deguine O, Dillier N, Gersdorff M, Laszig R, Lenarz T, Rodriguez MM, Mondain M, Offeciers E, Macias AR, Ransden R, Sterkers O, Von Wallenberg E, Weber B, Fraysse B. Preservation of residual hearing with cochlear implantation how and why. *Acta Otolaryngol*, 2005 May; 125 (5): 481-91
- 29) Rubinstein JT, Parkinson WS, Tyler RS, Gantz BJ. Residual speech recognition and cochlear implant performance: effects of implantation criteria. *Am J Otol*, 1999 Jul; 20 (4): 445-52
- 30) Goma NA, Rubinstein JT, Lowder MW, Lowder MW, Tyler RS, Gantz BJ. Residual speech perception and cochlear implant performance in postlingually deafened adults. *Ear Hear*, 2003 Dec; 24 (6): 539-44
- 31) Adunka OF, Buss E, Clark MS, Pillsbury HC, Buchman CA. Effect of preoperative residual hearing on speech perception after cochlear implantation. *Laryngoscope*, 2008 Nov; 118 (11): 2044-9
- 32) Thèse du docteur Lecerf. Position du porte electrode de l'implant cochléaire: apport scanographique du plan transmodiolaire. Avril 2011.
- 33) Skinner MW, Holden LK, Whitford LA, Plant KL, Psarros C, Holden TA. Speech recognition with the nucleus 24 Speak, Ace, and CIS speech coding strategies in newly implanted adults. *Ear Hear*, 2002 Jun; 23 (3): 207-23
- 34) Runge-Samuels C, Friszt JB, Gaggl W, Wackym PA. Electrically evoked auditory brainstem responses in adults and children: effect of

- lateral to medial placement of the nucleus 24 contour electrode array. *Otol Neurotol*, 2009 Jun; 30 (4): 464-70
- 35) Wilson BS, Dorman FM. Cochlear implants: a remarkable past and a brilliant future. *Hearing Research*, 2008; 242: 3-21
- 36) Dorman MF, Loizou PC, Spahr AJ, Maloff E. A comparison of the speech understanding provided by acoustic models of fixed channel and channel-picking signal processors for cochlear implant. *J speech Lang Hear Res*, 2002; 45: 783-788
- 37) Friesen LM, Shannon RV, Baskent D, Wang X. Speech recognition in noise as a function of the number of spectral channels: comparison of acoustic hearing and cochlear implants. *J Acoust Soc Am*, 2001; 110: 1150-1163
- 38) Shannon RV, Fu QJ, Galvin III J. The number of spectral channels required for speech recognition depends on the difficulty of the listening situation. *Acta Otolaryngol suppl*, 2004; 552: 50-54
- 39) Glasberg BR, Moore BCJ. Derivation of auditory filter shapes from notched noise data. *Hear Res*, 1990; 47: 103-138
- 40) Garnham C, O'Driscoll M, Ramsden R, Saeed S. Speech understanding in noise with a Med-EL Combi 40+ cochlear implant using reduced channel sets. *Ear Hear*, 2002; 23: 540-552
- 41) Thèse du docteur Trijolet. Etude du positionnement de l'électrode: corrélation audiométrique et anatomo radiologique. 2010
- 42) Site internet : <http://marne.u707.jussieu.fr/biostatqv/>. Consulté en mars 2013
- 43) Fu QJ, Nogaki G. Noise susceptibility of cochlear implant users: the role of spectral resolution and smearing. *J Assoc Rec Otolaryngol*, 2004; 6: 19-27
- 44) Bingabr M, Espinoza-Varas B, Loizou CP. Simulating the effect of spread of excitation in cochlear implant. *Hear Res*, 2008 Jul; 24 (1-2): 73-79

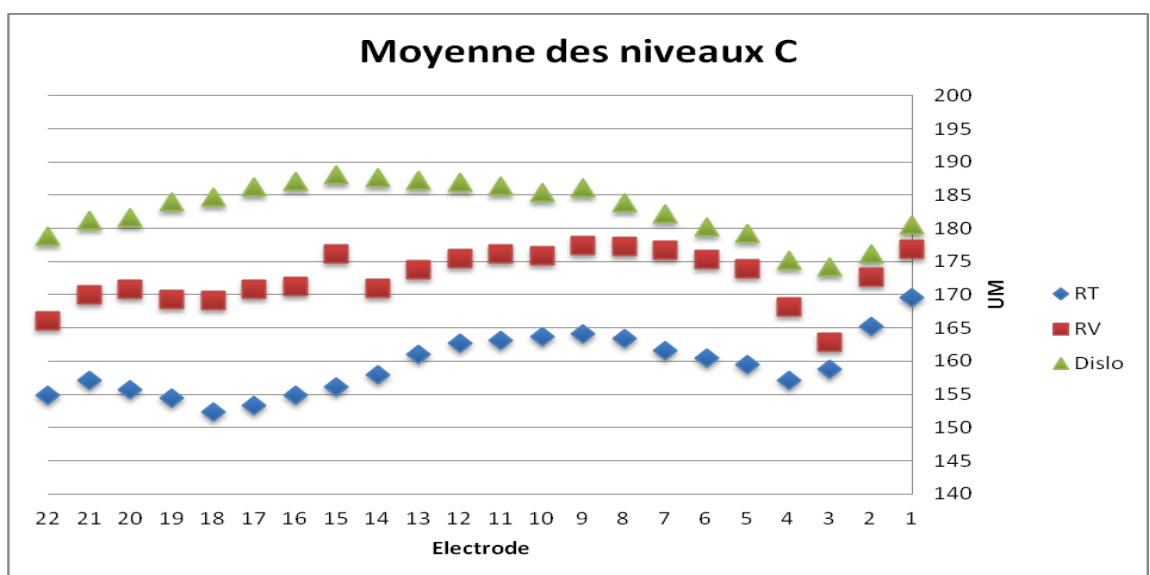
8 Annexes

8.1 Graphiques des niveaux T, C et dynamique moyens, électrode par électrode, pour les trois groupes

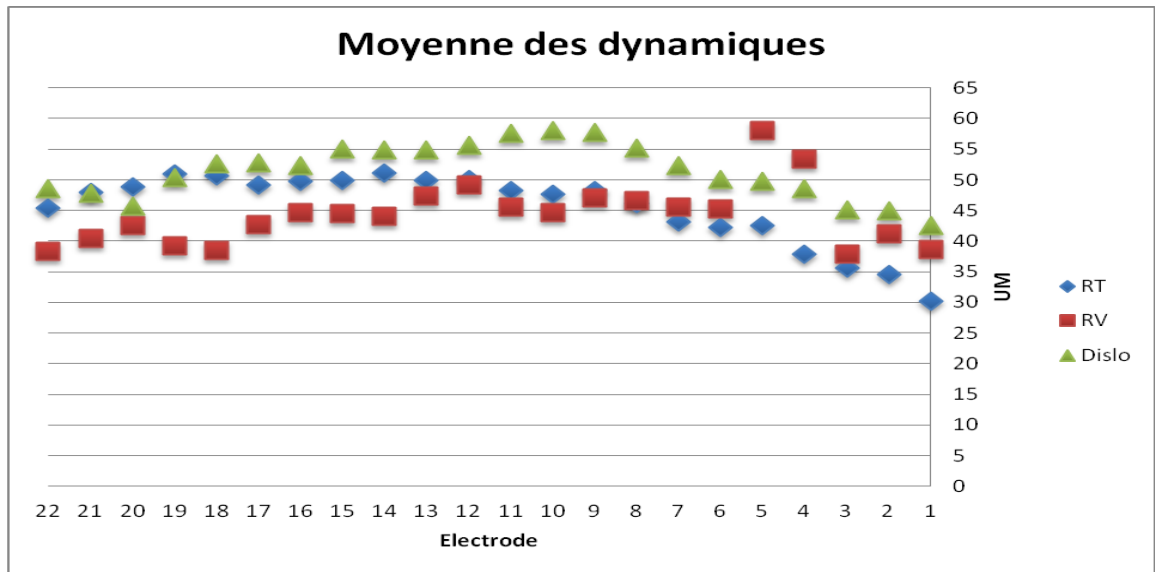
8.1.1 Niveaux T



8.1.2 Niveaux C



8.1.3 Dynamique



8.2 Tableaux des valeurs recueillies pour tous les patients

8.2.1 Niveaux T

8.2.1.1 Insertion rampe tympanique

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
1	Nom	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Moy	
2	S	69	71	81	85	85	99	109	105	119	115	119	121	115	107	111	109	113	113	115	127	125		105	
3	R	87	87	87	87	86	84	81	84	87	91	94	98	102	107	111	116	120	124	128	137	146	155	105	105
4	M	112	114	91	95	101	110	109	115	114	115	115	120	127	128	126	133	140	138	128	135	135	168	121	121
5	O	142	142	136	124	116	114	114	112	108	110	112	116	138	132	142	138	138	142	150	140	134	146	129	129
6	M	42	44	45	47	49	50	52	54	56	58	60	62	64	65	67	68	70	76	81	87			60	60
7	A	105	104	103	99	94	103	112	115	118	128	137	142	147	147	147	149	151	148	145	148	151	154	129	129
8	A	123	129	135	119	102	112	122	127	132	125	118	116	113	124	134	133	132	121	110	124	137	143	124	124
9	B	135	130	125	121	118	116	113	116	119	122	125	131	137	139	141	135	129	128	128	127	139	139	128	128
10	B	110	112	110		103	114	118	123	121	129	131	127	125	121	122	118	114	114	113	107	102	96	116	116
11	C	120	117	113	110	108	106	104	107	109	112	119	125	132	132	132	132	130	128	135	142	153	164	124	124
12	D	121	115	109	104	98	92	86	90	94	98	102	106	104	103	101	100	98	107	115	124	132	141	106	106
13	D	96	93	90	86	82	87	92	96	100	103	106	106	106	106	106	100	98	88	90	81	96	120	97	97
14	F	67	102	103	104	95	89		90	97	103	103	105	105	109	107	105	105							99
15	F	82	77	83	83	86	83	92	93	86	95	100	101	94	94	98	102	96	94	106	110	125	132	96	96
16	G	105	102	99	102	105	102	99	98	97	96	95	101	107	105			99	104	109	120	132	143	106	106
17	L	154	154	153	152	151	149	138	146	150	149	151	156	155	150	156	156	151	142	142	140	151	166	151	151
18	L	86	85	84	83	82	80	77	73	69	83	97	97	96	99	102	103	104	100	95	101	106	112	92	92
19	L	115	113	111	108	105	108	111	116	121	119	117	121	126	127	129	126	123	119	116	112	120	128	118	118
20	M	119	115	107	91	99	123	125	138	105	130	129	141	131	129	115	112	125	93	121	130	137	141	121	121
21	M	161	159	157	156	155	156	157	157	157	155	152	150	143	137	130	133	135	140	144	149	150	150	149	149
22	M	108	96	96	83	86	92	94	90	94	90	94	93	96	92	92	100	104	99	94	95	103	120	96	96
23	N	128	128	128	129	130	132	134	137	140	140	140	138	136	133	130	134	138	137	136	138	140	142	135	135
24	P	108	100	96	97	97	99	106	106	103	103	102	104	111	118	116	115	114	114	114	114	117	115	108	108
25	R	104	94	94	89	72	82	72	74	76	79	82	85	84	85	88	95	96	104	108	114	120		90	90
26	S	134	142	140	140	138	130	138	138	136	146	140	148	144	142	136	144	150	152	154	162	176	184	146	146
27	S	91	89	78	79	78	81	76	69	72	80	81	84	92	93	98	100	95	95	92	99	103	117	88	88
28	V	132	132	130	118	126	118	102	100	106	126	120	108	104	106	110	124	122	122	131	138	136	132	120	120
29																								113	113
30	Moyenne	109	109	107	104	102	104	105	106	107	111	113	115	116	116	117	118	118	117	119	123	131	139	114	114

8.2.1.2 Insertion traumatique

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	Nom	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2	B	178	175	172	169	165	165	166	170	171	169	169	159	159	159	163	166	166	161	144	142		
3	D	136	140	148	146		144	140	137	134	131	128	128	128	132	136	131	126	127	128	136	144	152
4	D	154	151	148	144	141	144	147	137	128	131	135	130	126	128	131	126	121	114	108	109	111	132
5	G	123	118	114	109	108	106	105	105	106	106	105	103	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
6	G	150	153	155	154	154	155	156	157	159	160	162	163	163	163	163	163	163	164	171	179	186	193
7	G	125	143	161	161	161	162	163	163	163	147	131	121	111	106	101	104	107	109	111	120	128	137
8	H	74	83	84	82	93	86	96	93	98	106	110	116	115	119	112	121	126	130	119	115	116	117
9	R	103	104	105	104	103	106	105	102	103	109	110	110	113	116	120	124	128	127	127	128	129	130
10	B	106	94	97	93	93	96	97		100	97	99	113	112	112	112	115	113	106	96	53	64	80
11	B	106	110	114	118	129	130	130	129	128	126	125	123	126	123	120	117	114	112	111	111		
12	F	153	153	151	154	149	145	141	139	130	136	131	137	130	132	130	132	130	138	145	147	148	157
13	G	154	154	134	145	142	127	120	132	124	118	114	126	132	124	128	126	126	131	132	126	131	138
14	L	121	134	146	144	141	139	139	132	133	129	132	129	129	124	126	130	118	118	113	131	141	150
15	M	114	116	110	110	116	108	100	94	106	108	110	110	110	116	114	112	122	116	114	114	112	110
16	M	146	146	146	146	145	152	159	164	168	171	173	176	179	182	185	186	187	90	192	193	193	194
17																							
18	moyenn	129	132	132	132	131	131	131	132	130	130	129	130	129	129	130	130	130	123	128	127	131	138

8.2.2 Niveaux C

8.2.2.1 Insertion rampe tympanique

	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AV
1	Nom	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2	S	147	152	150	148	154	158	158	154	156	156	154	152	160	154	156	160	160	158	160	158	162	
3	R	120	120	120	120	119	125	130	131	131	136	141	143	145	148	150	153	155	157	159	169	172	170
4	M	168	154	159	171	179	182	192	195	190	189	193	191	192	195	190	190	195	195	190	192	186	202
5	O	168	176	170	160	152	148	154	162	162	164	176	180	184	186	188	184	188	186	190	198	202	208
6	M	86	94	90	80	86	86	96	98	96	102	104	106	106	109	105	106	106	104	101	103		
7	A	138	137	136	134	132	138	144	153	162	168	174	179	184	184	184	181	179	170	161	165	170	174
8	A	153	157	161	154	146	149	152	158	165	163	162	157	151	160	168	165	162	151	140	154	167	173
9	B	179	180	181	174	167	160	153	154	155	161	167	171	175	172	168	164	159	156	153	149	160	160
10	B	145	155	142		131	143	143	148	150	158	161	163	163	163	160	158	156	157	146	134	129	127
11	C	154	153	153	152	153	155	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	150	144	149	154	161	168
12	D	154	151	147	144	140	137	133	136	139	142	145	148	148	147	147	146	146	146	146	146	146	146
13	D	137	131	125	119	113	122	131	137	143	145	147	147	147	146	145	140	135	127	117	126	134	137
14	F	109	159	159	155	145	142	137	143	143	148	155	155	155	158	145	137	138					
15	F	146	147	146	143	144	143	140	139	138	143	144	143	142	142	148	144	138	140	133	139	153	148
16	G	174	173	173	169	166	166	166	169	173	172	172	179	176	174		166	169	173	178	184	189	
17	L	193	193	193	191	188	185	176	178	186	186	186	187	185	179	181	182	179	172	170	172	183	197
18	L	146	142	138	139	140	137	133	128	122	136	149	151	152	154	156	159	162	161	161	159	157	138
19	L	168	166	168	170	172	171	170	176	181	182	182	183	184	181	177	174	171	166	161	156	162	167
20	M	168	170	170	171	174	178	182	185	184	183	180	182	176	178	170	161	160	154	158	158	166	176
21	M	212	212	211	212	211	212	212	211	212	210	206	202	199	198	197	197	193	194	190	189	187	189
22	M	150	158	156	153	148	146	146	150	154	156	150	151	152	154	152	160	150	143	132	127	131	146
23	N	212	215	218	222	226	228	230	231	232	236	240	241	242	236	230	228	226	225	224	223	223	222
24	P	155	147	138	136	140	145	145	151	150	148	145	147	150	153	151	149	147	149	148	147	146	143
25	R	144	144	144	135	126	128	130	132	134	135	136	138	140	140	146	147	144	142	140	137	137	
26	S	173	176	176	176	172	173	174	174	177	180	177	178	178	172	172	164	166	172	178	188	192	191
27	S	134	131	128	129	126	120	125	126	127	130	130	132	137	138	143	136	136	140	136	138	146	160
28	V	148	149	152	158	163	161	157	146	146	164	162	142	140	154	162	161	164	168	170	168	174	170
29																							
30			155	157	156	154	152	153	155	156	158	161	163	163	164	164	163	162	160	159	157	159	165

8.2.3.2 Insertion traumatique

21																							
22	Nom	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
23	B																						
24	D	209	215	217				205	213	169		225	217	225	227	235	235	223	221	209	235	225	181
25	D																						
26	G	171	161	163	169	163	177	169	167	175	167	181	171	169	167	171	173	173	171	167	167	161	167
27	G	180	171	171	174	181	186	191	195	203	206	208	211	206	208	199	199	199	199	193	215	225	232
28	G	179	174	182	185	186	197	195	196	199	197	192	193	191	190	189	185	186	187	185	181	191	208
29	H																						
30	R	183	176	179	168	169	169	169	173	174		177	160	173	173	178	188	195	197	208			214
31	B																						
32	B			191	195	206	193	207	197	175	189	183	199	203	187	191	187	191	185	185	185		
33	F	209	195	193	218	195	199	201	191	195	195	201	203	206	206	199	205	207	195	203	203	189	189
34	G	80	113	100	125	128	134	134	121	128	119	125	146	163		149	146	161	146	115	92	124	164
35	L																						
36	M	195	188	191	186	190	192	192	189	199	197	199	203	206	210	210	215	211	207	207	201	208	214
37	M	173	176	177	177	169	177	179	179	183	187	189	197	193	201	201	201	203	203	209	213	217	230
38																							
39	moyenn	175	174	176	177	176	183	185	178	181	187	187	191	194	197	192	192	195	189	193	188	188	198

8.2.4 Impédances

8.2.4.1 Insertion rampe tympanique

AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX
Nom	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
S	8,76	6,72	8,65	8,24	9,37	9,44	10,52	11,29	10,28	9,98	8,81	12,19	11,8	12,15	11,15	13,3	13,22	14,38	14,93	14,84	14,18	
R	8,56	8,2	8,81	9,82	11,68	10,94	9,71	10,97	9,96	11,29	11,06	8,59	10,53	11	11,4	8,9	11,83	11,57	11,84	10,98	10,12	9,49
L																						
M	4,28	3,97	4,92	4,48	4,48	5,02	3,97	6,25	5,86	5,89	6,36	5,3	4,55	5,58	6,25	5,96	5,96	7,48	9,55	9,44	10,6	10,96
O	4,58	4,32	4,99	5,07	6,1	5,75	5,39	5,08	5,19	5,31	5,03	5,16	5,1	6,19	5,91	6,11	6,47	7,92	7,45	7,16	6,05	6,31
M	6,78	7,09	6,6	5,23	7,87	8,16	7,78	7,6	7,77	7,74	8,59	8,31	8,2	9,34	8,97	10,52	10,25	11,04	10,02	11,77	13,12	14,86
A	6,26	6,33	6,4	6,54	6,91	6,8	6,72	5,8	6,11	6,04	5,82	5,71	5,45	6,04	6,36	6,76	6,94	8,13	7,8	8,55	8,78	10,42
A																						
B																						
B	9,17	9,73	9,32		10,29	9,82	8,6	8,54	8,2	7,83	7,73	8,7	8,69	7,96	8,02	8,09	8,73	9,14	10,47	11,43	11,67	13,14
C	7,47	8,16	7,58	8,46	9,65	9,31	8,52	8,28	8,89	9,3	9,66	8,96	9,32	10,04	9,83	9,43	10	9,69	9,77	9,54	10,68	11,93
D	8,05	8,44	11,65	9,39	10,45	11,08	11,44	8,69	11,12	9,74	9,41	9,25	9,85	9,75	9,67	10,17	10,45	10,43	10,45	11,05	11,33	13,03
D																						
F	8,93	6,67	7,19	7,54	8,6	7,99		7,63	7,94	7,56	8,11	7,56	9,05	10,55	11,03	9,93	10,42					
F	8,68	6,72	6,32	8,79	9,15	9,44	10,78	11,34	12,19	12,46	10,35	11,48	10,93	10,29	10,31	10,75	10,28	10,39	12,75	13,48	12,75	13,94
G	5,31	4,81	8,62	10,25	6,66	8,2	10,25	9,17	7,91	9,16	9,33	10,32	10,5	11,2			12,46	10,56	10,43	11,56	11,98	12,29
L	4,47	4,01	3,69	3,32	3,77	4,5	4,63	4,28	4,32	4,48	4,14	3,91	4,06	4,77	9,26	9,47	9,32	9,55	9,58	8,78	8,41	8,72
L	7,62	7,28	7,19	7,66	7,81	8,45	8,57	8,67	9,68	8,6	7,27	8,53	9,61	9,13	8,92	8,65	8,64	9,07	9,11	10,15	9,36	9,78
L	4,92	4,55	5,1	6,73	6,53	6,05	5,82	5,27	4,98	4,58	4,98	4,95	4,44	5,69	6,18	4,69	8,39	7,77	8,21	9,94	10,2	12,12
M	7,33	5,87	6,27	6,58	5,71	4,85	5,39	5,95	6,66	6,95	7,97	7,26	7,06	8,97	8,16	8,59	10,45	12,54	11,28	12,2	10,65	11,07
M	7,99	7,54	7,41	6,94	6,87	7,45	7,08	8,32	8,27	9,32	9,46	8,17	8,76	9,5	10,65	10,11	11,82	11,27	11,1	11,48	7,84	14,2
M	6,78	5,52	6,37	7	7,51	8,31	9,31	8,48	7,1	6,88	7,6	7,64	7,51	7,33	7,93	7,5	8,11	7,23	8,46	10,61	10,95	12,32
N																						
P	6,45	6,36	6,73	8,84	7,74	8,42	7,41	6,35	7,09	8,45	7,98	8,6	9,28	8,55	9,45	9,78	10,91	11,77	11,1	11,48	11,56	12,81
R	5,62	3,79	5,66	7,03	8,09	8,34	7,92	8,55	9,2	10,09	9,47	10,42	11,38	13,6	13,39	13,89	14,6	14,67	16,02	15,93	13,86	15,03
V	6,42	6,04	6,17	5,79	6,16	6,81	7,13	7,14	7,37	6,81	6,76	7,84	8,33	7,27	8,15	8,93	8,62	9,43	8,66	8,45	8,44	12,25
		6,88	6,29	6,94	7,19	7,69	7,86	7,85	7,79	7,91	8,02	7,90	8,04	8,30	8,80	9,05	9,08	9,90	10,20	10,45	10,94	10,63

8.2.4.2 Insertion traumatique

22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
B																						
D																						
D	7,3	6,95	6,41	6,37	7,05	6,98	6,95	7,78	8,17	7,95	8,32	9,86	9,89	9,71	9,22	9,71	10,46	10,73	10,84	10,62	11,25	10,86
G	9,37	9,35	10,08	10,26	10,38	10,01	4,99	4,13	4,01	9,71	9,44	8,27	10,53	10,03	9,42	9,71	10,33	10,25	11,11	11,23	12,48	14
G	5,62	5	5,22	5,51	5,39	5,68	5,3	5,47	5,88	6,09	5,47	6,97	6,13	6,06	7,15	7,85	8,43	7,13	7,96	7,01	6,57	7,37
G	6,82	5,65	5,96	7,41	7,28	6,88	4,85	4,94	4,85	5,35	6,33	6,58	4,86	5,18	5,69	9,56	11,06	11,62	10,87	11,59	10,01	8,65
H																						
R	11,81	10,22	8,84	5,28	11,8	7,81	4,78	12,39	12,1	13,15	9,35	10,69	7,7	11,09	13,03	12,03	10,98	10,47	10,62	12,1	12,64	12,21
B	4,64	5,62	8,66	10,36	7,8	6,55	5,9		8,85	9,2	6,52	9,06	8,56	6,8	7,8	7,88	9,6	9,29	11,61	13,92	12,19	10,68
B	3,67	3,69	3,79	3,76	3,56	3,39	3,6	3,04	3,05	3,19	4,08	7,43	7,24	8,74	9,29	9,18	9,43	13,27	14,19	10,23	13,11	7,03
F	5,04	5,54	6,53	6,12	8,03	8,26	6,72	7,51	6,07	4,92	4,92	5,41	4,29	4,59	4,59	6,56	7,15	9,47	10,26	10,29	10,95	12,87
G																						
L																						
M	8,43	9,12	9,02	10,24	10,27	11,7	11,02	12,88	9,66	9,47	7,34	11,63	11,5	9,66	8,63	8,5	7,08	7,65	6,74	7,71	8,41	7,92
M	4,79	4,57	4,65	6,1	6,54	6,31	6,02	6,39	7,07	7,48	7,42	7,08	7,5	7,09	7,47	6,1	6,72	6,47	6,07	6,79	7,48	7,04
moyenn																						
	6,75	6,57	6,92	7,14	7,81	7,36	6,01	7,17	6,97	7,65	6,92	8,30	7,82	7,90	8,23	8,71	9,12	9,64	10,03	10,15	10,51	9,86

8.2.5 Dynamique

8.2.5.1 Insertion rampe tympanique

BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	
S	78	81	69	63	69	59	49	49	37	41	35	31	45	47	45	51	47	45	45	31	37		
R	33	33	33	33	33	41	49	47	44	45	47	45	43	41	39	37	35	33	31	32	26	15	
M	56	40	68	76	78	72	83	80	76	74	78	71	65	67	64	57	55	57	62	57	51	34	
O	26	34	34	36	36	34	40	50	54	54	64	64	46	54	46	46	50	44	40	58	68	62	
M	44	50	45	33	37	36	44	44	40	44	44	44	42	44	38	38	36	28	20	16			
A	33	33	33	35	38	35	32	38	44	40	37	37	37	37	32	28	22	16	17	19	20		
A	30	28	26	35	44	37	30	31	33	38	44	41	38	36	34	32	30	30	30	30	30		
B	44	50	56	53	49	44	40	38	36	39	42	40	38	33	27	29	30	28	25	22	21	21	
B	35	43	32		28	29	25	25	29	29	30	36	38	42	38	40	42	43	33	27	27	31	
C	34	36	40	42	45	49	52	49	47	44	37	31	24	24	24	24	20	16	14	12	8	4	
D	33	36	38	40	42	45	47	46	45	44	43	42	44	44	46	46	48	39	31	22	14	5	
D	41	38	35	33	31	35	39	41	43	42	41	41	41	40	39	40	37	39	27	45	38	17	
F	42	57	56	51	50	53		47	46	45	52	50	50	49	38	32	33						
F	64	70	63	60	58	60	48	46	52	48	44	42	48	48	50	42	42	46	27	29	28	16	
G	69	71	74	67	61	64	67	71	76	76	77	78	69				67	65	64	58	52	46	
L	39	39	40	39	37	36	38	32	36	37	35	31	30	29	25	26	28	30	28	32	32	31	
L	60	57	54	56	58	57	56	55	53	53	52	54	56	55	54	56	58	61	66	58	51	26	
L	53	53	57	62	67	63	59	60	60	63	65	62	58	54	48	48	48	47	45	44	42	39	
M	49	55	63	80	75	55	57	47	79	53	51	41	45	49	55	49	35	61	37	28	29	35	
M	51	53	54	56	56	56	55	54	55	55	54	52	56	61	67	64	58	54	46	40	37	39	
M	42	62	60	70	62	54	52	60	60	66	56	58	56	62	60	60	46	44	38	32	28	26	
N	84	87	90	93	96	96	96	94	92	96	100	103	106	103	100	94	88	88	88	85	83	80	
P	47	47	42	39	43	46	39	45	47	45	43	43	39	35	35	34	33	35	34	33	29	28	
R	40	50	50	46	54	46	58	58	58	56	54	53	56	55	58	52	48	38	32	23	17		
S	39	34	36	36	34	43	36	36	41	34	37	30	34	30	36	20	16	20	24	26	16	7	
S	43	42	50	50	48	39	49	57	55	50	49	48	45	45	45	36	41	45	44	39	43	43	
V	16	17	22	40	37	43	55	46	40	38	42	34	36	48	52	37	42	46	39	30	38	38	
			45	48	49	51	51	49	50	50	51	50	50	48	48	48	46	43	42	42	38	36	

8.2.5.2 Insertion traumatique

	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ
1	Nom	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2	B	33	40	42	52	55	54	52	48	47	48	48	57	53	52	47	40	32	33	39	34		
3	D	56	52	46	51		51	56	58	58	60	64	66	68	66	62	61	68	66	56	47	41	36
4	D	54	58	62	64	66	62	59	68	76	68	60	66	72	67	62	63	64	64	64	64	64	56
5	G	35	39	41	45	47	51	53	53	51	51	50	49	50	51	47	43	39	37	35	29	27	25
6	G	52	46	42	51	56	58	60	62	59	60	58	61	58	60	54	51	49	49	45	42	43	47
7	G	59	45	31	32	32	31	29	28	26	43	59	59	58	62	66	61	56	56	55	51	48	44
8	H	50	50	50	51	50	57	51	61	60	54	53	51	53	53	54	53	49	48	50	52	53	54
9	R	49	52	52	57	62	58	58	62	62	55	53	52	52	51	49	46	44	45	45	42	39	36
10	B	20	35	33	37	36	34	34		34	36	39	28	26	29	32	27	27	31	24	22	26	26
11	B	29	33	36	34	20	19	18	20	18	23	23	24	24	26	28	30	32	31	28	24		
12	F	24	24	24	20	24	28	32	28	35	34	42	34	38	36	38	34	34	30	24	26	29	24
13	G	34	34	52	33	34	46	56	39	50	58	63	53	48	58	56	59	60	56	46	52	52	48
14	L	31	25	14	12	16	24	25	29	31	39	37	38	35	41	38	30	35	26	20	13	10	10
15	M	80	82	88	88	84	96	100	104	94	94	92	96	98	94	94	96	88	92	94	92	96	92
16	M	50	50	51	51	55	52	48	47	46	47	48	46	44	45	40	43	41	140	38	36	34	32
17																							
18	moyenn	44	44	44	45	46	48	49	51	50	51	53	52	52	53	51	49	48	54	44	42	43	41

8.3 Tableaux des résultats audiométriques

8.3.1 Audiométries tonales

8.3.1.1 Insertion rampe tympanique

Nom	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
S	40	40	40	35	45
R	35	30	35	35	30
M	35	25	30	25	35
O	40	30	30	40	55
M	30	25	20	25	20
A	30	15	25	25	30
A	35	35	35	35	35
B	30	30	30	25	25
B	25	25	25	25	25
C	25	25	30	30	35
D	35	30	35	30	30
D	15	15	15	15	25
F	40	20	25	25	35
F	35	35	40	35	30
G	30	35	35	30	25
L	15	30	25	20	25
L	20	25	25	20	20
L	40	45	40	40	40
M	35	30	30	30	25
M	40	40	40	40	40
M	30	40	35	35	35
N	30	30	35	30	25
P	30	25	30	30	25
R	20	30	20	15	25
S	20	20	25	25	25
S	35	35	25	35	25
S	40	40	45	40	40
Moyenne	31	30	31	29	31

8.3.1.2 Insertion traumatique

Nom	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
B	40	35	40	30	25
D	45	45	50	40	45
D	25	30	25	25	35
G	25	30	25	35	35
G	45	50	40	35	40
G	45	40	30	30	30
H	30	35	35	35	35
P					
R	30	20	30	20	30
B	20	25	25	35	45
B	80	80	55	85	85
F	30	30	30	25	40
G	20	25	30	25	20
L	45	35	35	40	45
M	25	30	25	30	35
M	35	40	45	40	40
MOYENNE	36	37	35	35	39

8.3.2 Audiométries vocales

8.3.2.1 Insertion rampe tympanique

8.3.2.1.1 Listes Dissyllabiques Homme

Nom	20 dB	30 dB	40 dB	50 dB	60 dB	70 dB	80 dB
S	0	0	0	30	40	50	
R	0	20	30	60	90	60	
M	0	0	90	80	80	70	
O	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	60	100		
A	0	0	0	0	0	0	
A	0	0	10	60	60	70	
B	0	0	0	0	0	0	
B	0	30	80	80	80	70	40
C	0	0	0	0	10	30	
D	10	60	70	100	100	100	
D	0	10	30	70	100		
F	0	0	20	90	80		
F	0	40	60	90	80	80	80
G	0	0	10	50	80	70	70
L	0	0	70	80	100	100	100
L	0	40	90	90	100	90	
L	0	0	20	50	80	80	60
M	0	0	20	80	90	60	
M	0	0	30	70	60	40	30
M	0	0	60	80	80	100	
N	0	0	0	30	50	20	30
P	0	0	30	70	80	70	
R	0	10	60	60	60		
S	0	0	10	40	70	70	70
S	0	0	70	50	70	90	
V	0	0	10	60	80	60	80
Moyenne	0	8	32	57	67	60	56

8.3.2.1.2 Listes Dissyllabiques Femme

Nom	20 dB	30 dB	40 dB	50 dB	60 dB	70 dB	80 dB
S	0	0	0	30	50	70	
R	0	0	30	80	80	80	
M	0	0	30	50	90	80	
O	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	30	80	90	100	
A	0	0	10	50	30	30	
A	0	0	10	60	60	70	
B	0	50	70	80	90	80	80
B	0	0	50	80	80	70	60
C	0	0	20	50	70	50	
D	0	70	80	90	100	90	
D	0	0	30	70	50		
F	0	20	60	70	70		
F	0	20	70	60	100	70	70
G	0	0	30	30	70	50	50
L	0	20	70	100	80	80	90
L	10	70	80	90	80	70	
L	0	0	40	50	50	80	90
M	0	0	20	70	70	50	
M	0	0	30	50	70	50	10
M	0	0	60	90	90	100	
N	0	0	10	20	40	60	30
P	0	0	20	70	70	80	
R	0	10	50	80	60	70	
S	0	10	40	70	70	70	
S	0	0	20	70	80	90	
V	0	0	10	50	90	90	70
Moyenne	0	10	36	63	70	69	55

8.3.2.1.3 Listes Monosyllabiques Homme

Nom	20 dB	30 dB	40 dB	50 dB	60 dB	70 dB	80 dB
S	0	0	0	0	30	10	
R	0	0	20	40	70	40	
M	0	0	0	30	80	60	
O	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	40	70	10
A	0	0	0	0	0	0	0
A	0	0	0	20	60	10	
B	0	0	0	0	0	0	
B	0	0	50	50	60	50	10
C	0	0	0	30	20	20	
D	0	30	40	90	90	80	
D	0	0	10	50	20		
F	0	0	20	90	60		
F	0	0	30	40	20	50	80
G	0	0	0	10	40	20	
L	0	0	30	80	80	70	70
L	0	40	50	80	70	60	
L	0	0	10	30	50	40	
M	0	0	10	40	70	20	
M	0	0	10	50	50	50	20
M	0	0	10	50	70	70	60
N	0	0	0	10	30	10	
P	0	0	0	20	70	80	
R	0	0	20	60	40	20	
S	0	0	40	80	100	40	
S	0	0	0	20	50	90	50
V	0	0	0	20	20	70	40
Moyenne	0	3	13	37	48	41	34

8.3.2.1.4 Listes Monosyllabiques Femme

Nom	20 dB	30 dB	40 dB	50 dB	60 dB	70 dB	80 dB
S	0	0	0	0	0	30	
R	0	0	10	30	50	60	
M	0	0	0	30	30	40	50
O	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	50	80	10
A	0	0	0	0	0	0	
A	0	0	0	20	40	20	
B	0	0	0	0	0	0	
B	0	0	30	30	50	50	30
C	0	0	0	20	20	20	
D	0	40	60	70	80	70	
D	0	0	30	30	40		
F	0	0	30	40	50		
F	0	0	30	50	50	50	80
G	0	0	0	0	20	20	
L	0	0	20	60	60	50	50
L	0	40	50	50	60	50	
L	0	0	0	10	50	90	40
M	0	10	30	60	30		
M	0	0	10	40	30	40	
M	0	0	0	50	60	50	40
N	0	0	0	10	40	50	20
P	0	0	0	10	30	30	
R	0	0	10	50	70	40	
S	0	0	30	40	70	80	30
S	0	0	0	30	60	70	
S	0	0	0	40	40	10	20
Moyenne	0	3	13	29	40	42	34

8.3.2.2 Insertion traumatique

8.3.2.2.1 Listes Dissyllabiques Homme

Nom	20 Db	30 dB	40 dB	50 dB	60 Db	70 dB	80 dB
B	0	20	70	90	100		
D	0	0	0	20	90	90	100
D	0	0	60	100	90	100	
G	0	0	20	70	90	100	
G	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	10	40	60	60	40
H	0	0	20	70	90	90	
R	0	30	80	90	90	100	
B	0	0	10	10	10	10	10
B	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	30	50	50	30
G	0	0	20	70	50	50	
L	0	0	20	50	50	60	60
M	0	0	0	0	70	40	60
M	0	0	10	50	50	40	
	0	3	21	46	59	56	38

8.3.2.2.2 Listes Dissyllabiques Femme

B	0	0	0	0	0	0	
D	0	0	0	70	90	70	70
D	0	0	50	70	80	90	
G	0	0	50	60	90	70	50
G	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	40	40	70	30	20
H	0	0	80	70	60	40	
R	0	60	70	70	90	80	
B	0	0	0	40	20	30	10
B	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	30	30	20	10
G	0	0	20	70	70	40	
L	0	10	50	50	50	80	
M	0	0	0	20	70	70	40
M	0	0	50	50	70	50	
	0	5	27	43	53	45	25

8.3.2.2.3 Listes Monosyllabiques Homme

Nom	20 Db	30 dB	40 dB	50 dB	60 Db	70 dB	80 dB
B	0	0	0	0	0	0	
D	0	0	0	10	20	40	30
D	0	0	0	40	60	70	
G	0	0	0	40	70	60	20
G	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	10	30	10	
H	0	0	20	70	70		
R	0	20	40	70	100	80	
B	0	0	0	0	20	10	
B	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	30	30		
G	0	0	10	20	40		
L	0	0	30	20	40	20	
M	0	0	0	0	10	60	30
M	0	0	0	10	50	10	
	0	1	7	21	36	30	16

8.3.2.2.4 Listes Monosyllabiques Femme

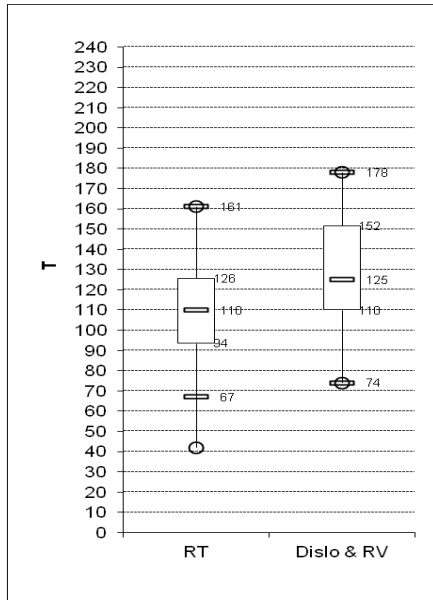
8.3.2.2.5

Nom	20 Db	30 dB	40 dB	50 dB	60 Db	70 dB	80 dB
B	0	0	0	0	0	0	
D	0	0	0	10	30	60	20
D	0	0	30	50	70	60	
G	0	0	0	40	50	50	50
G	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	20	30	10	
H	0	0	0	40	30		
R	0	0	20	20	60	80	
B	0	0	0	10	20		
B	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	10	20	
G	0	0	0	20	30	20	
L	0	0	0	10	30	20	
M	0	0	0	10	40	50	40
M	0	0	0	20	30	40	
	0	0	3	17	29	32	22

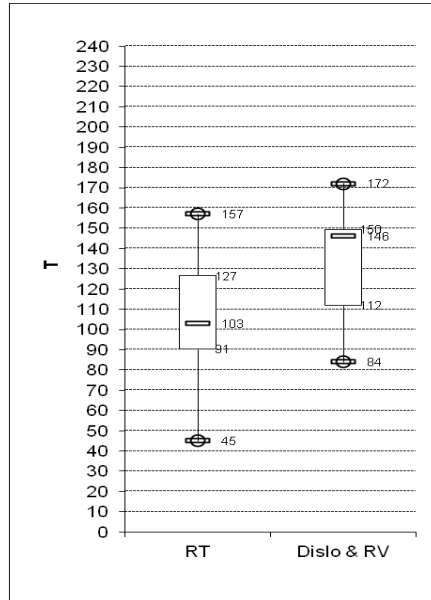
8.4 Graphiques Boites à moustache

8.4.1 Niveaux T

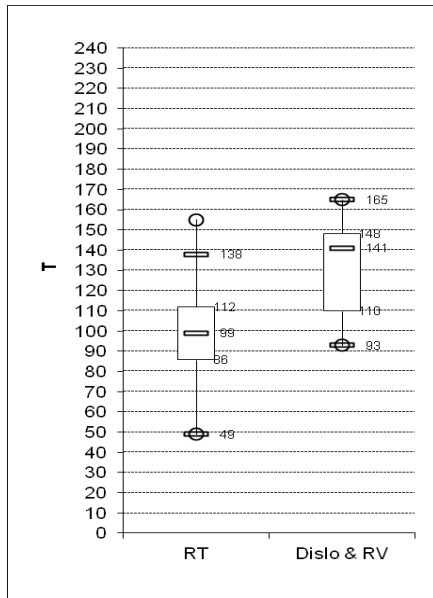
Electrode 22



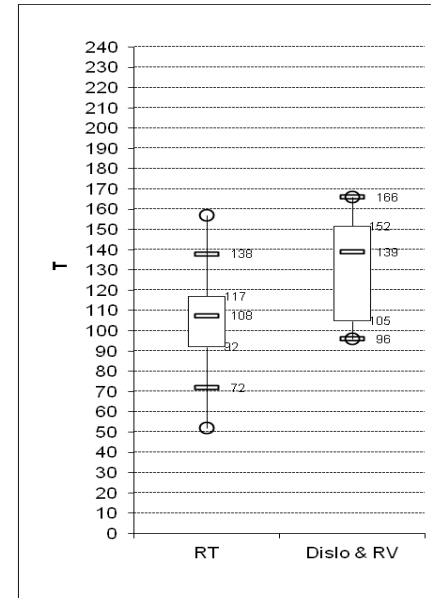
Electrode 20



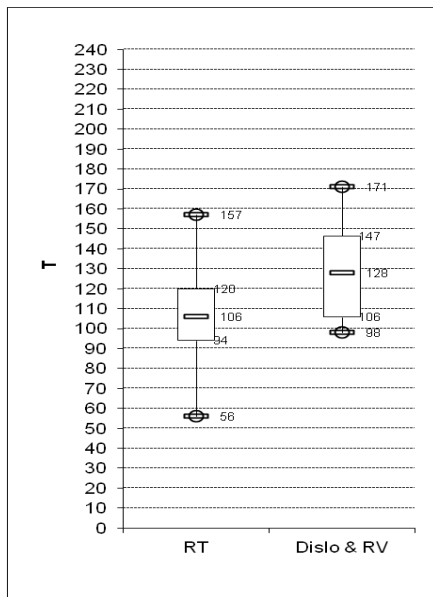
Electrode 18



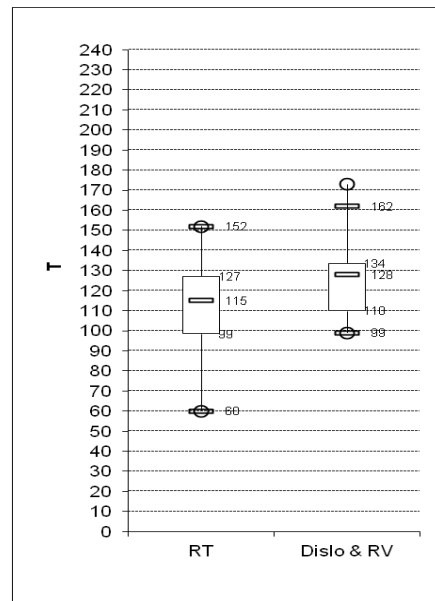
Electrode 16



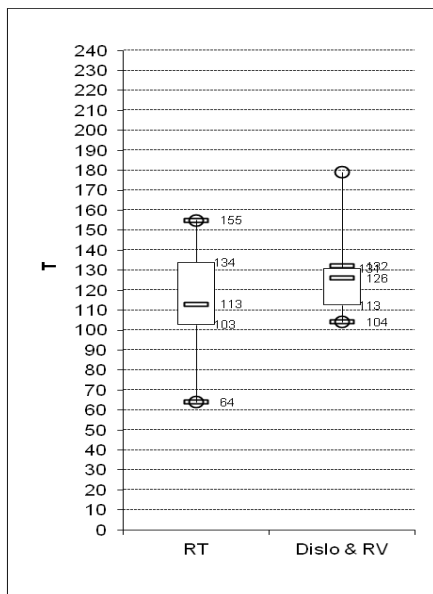
Electrode 14



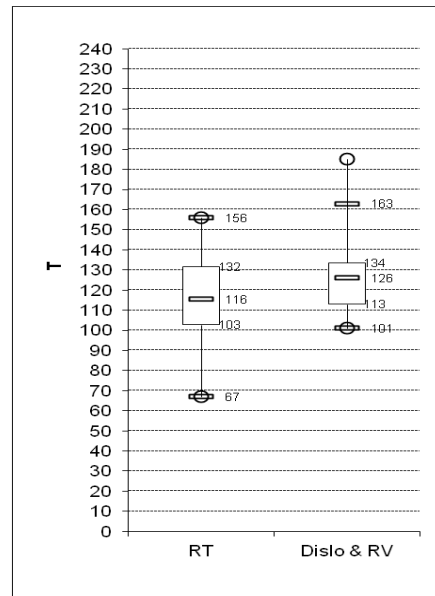
Electrode 12



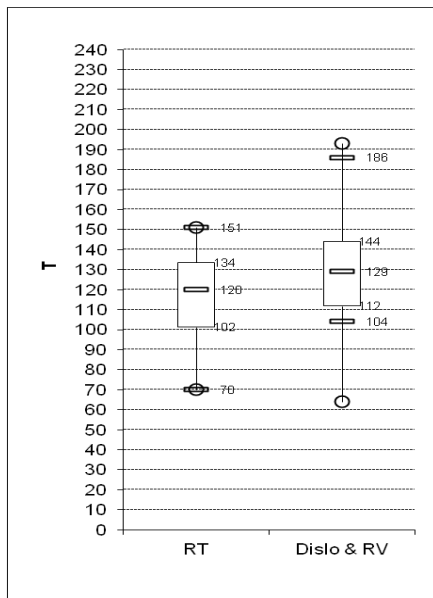
Electrode 10



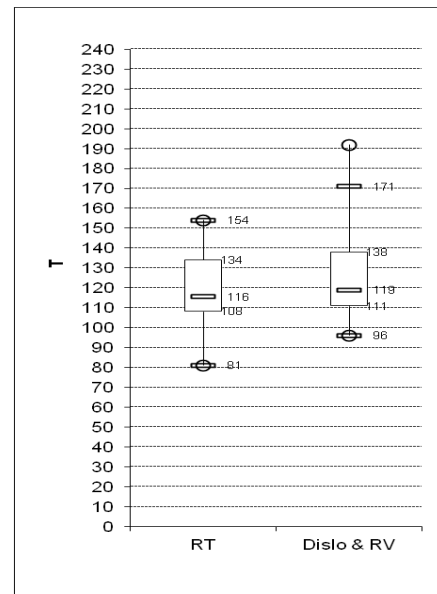
Electrode 8



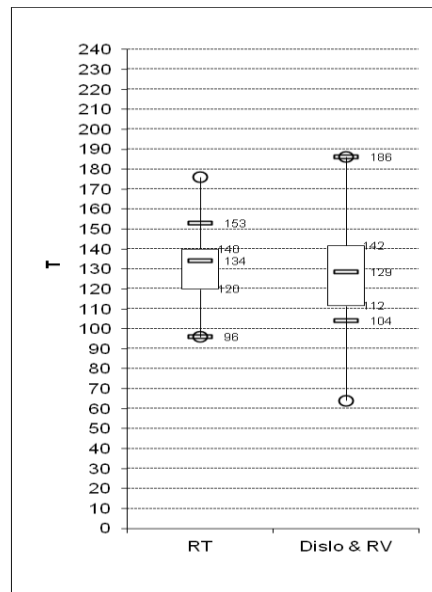
Electrode 6



Electrode 4

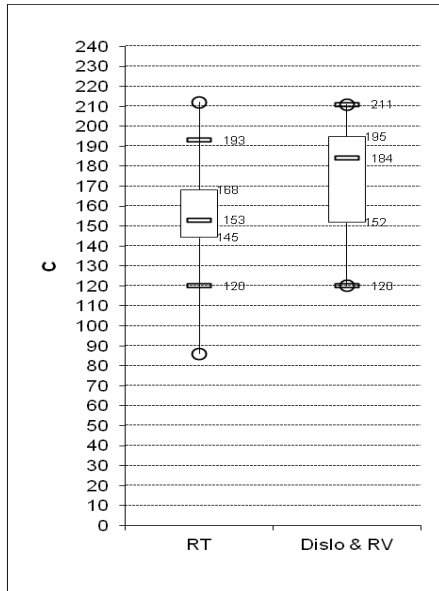


Electrode 2

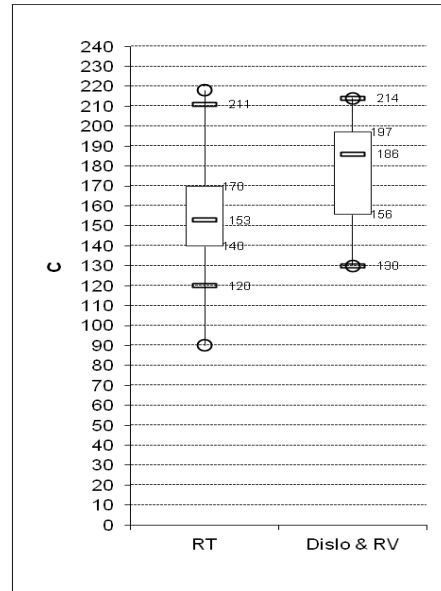


8.4.2 Niveaux C

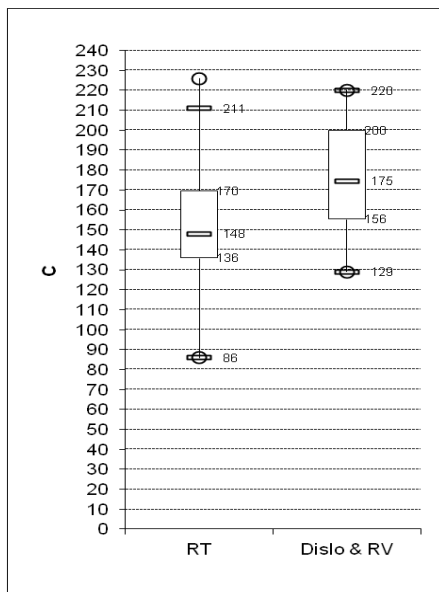
Electrode 22



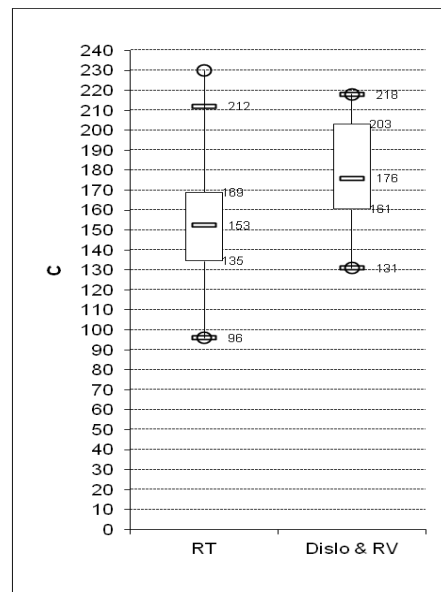
Electrode 20



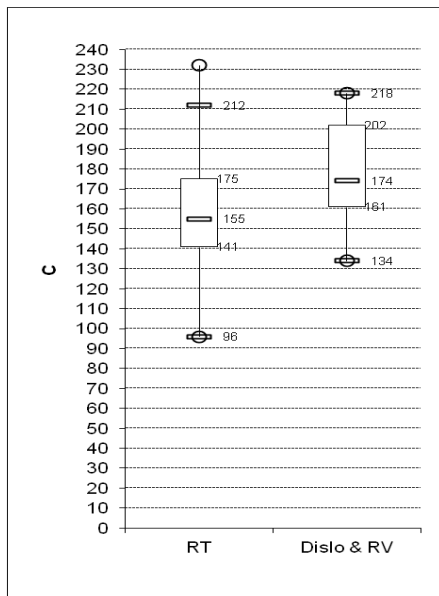
Electrode 18



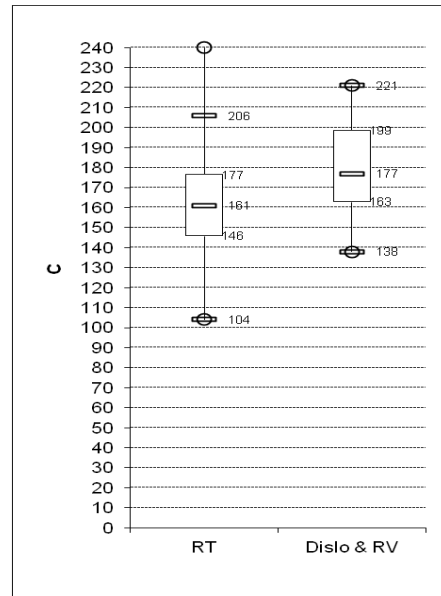
Electrode 16



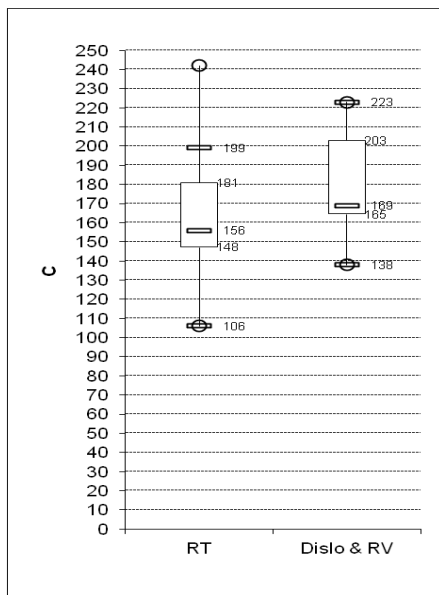
Electrode 14



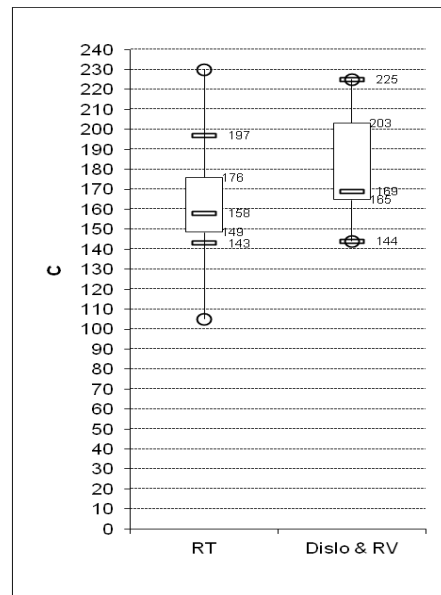
Electrode 12



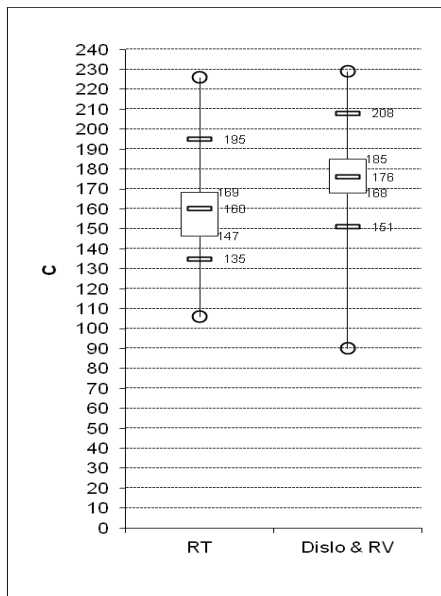
Electrode 10



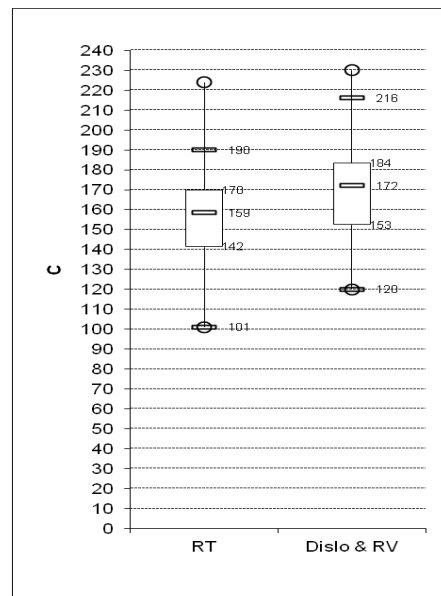
Electrode 8



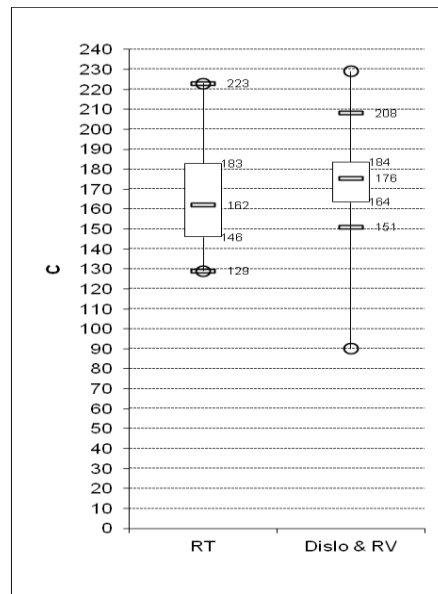
Electrode 6



Electrode 4



Electrode 2



Effets du positionnement du faisceau d'électrode dans la cochlée : peut-il avoir une influence sur le réglage et le gain de l'implant cochléaire?

Soutenue le 12 novembre 2013

Par Charles-Alexis GASNIER

RESUME

Des études réalisées dans le passé ont permis de mettre en évidence que différents lieux d'implantation du porte électrode dans la cochlée étaient envisageable [2]. Ainsi la rampe tympanique a été définie comme le lieu d'insertion permettant d'avoir les meilleurs résultats aux niveaux de la compréhension (audiométrie vocale donnant de meilleurs résultats) [3,4].

Nous avons décidé de voir si le lieu d'implantation pouvait aussi avoir un impact sur les réglages de l'implant et si l'on pouvait corrélérer ceci aux résultats audiométriques. Pour cela nous avons comparé les différents réglages électrodes par électrodes pour les niveaux T, C, et NRT ainsi que les mesures d'impédance et de la dynamique. Nous avons également exploité les audiométries tonales et vocale un an après l'implantation pour corrélés les résultats précédents aux résultats audiométriques recueillis.

Ces résultats pourraient être utiles, lors de résultats non satisfaisant, pour avoir une explication de l'échec sans forcément faire appel à l'imagerie.

MOTS CLES

AUDIOPROTHESE, IMPLANT COCHLEAIRE, AUDIOMETRIE TONALE, AUDIOMETRIE VOCALE

Directeur de thèse	Intitulé du laboratoire
M. DUCOURNEAU	Audioprothèse

Thèmes

1- Audioprothèse

2- Implant cochléaire

3- Pratique professionnelle

4- Médecine ORL