



Année 2017

N°

Thèse

Pour le
DOCTORAT EN MEDECINE
Diplôme d'État
par

Camille DORBEAU

Née le 23 Octobre 1987 à Paris (75)

Bénéfices de l'implantation cochléaire chez les patients atteints de surdité unilatérale : résultats d'une étude multicentrique

Présentée et soutenue publiquement le **15 Juin 2017** devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Emmanuel LESCANNE, Oto-rhino-laryngologie, PU-PH, Faculté de Médecine - Tours

Membres du Jury :

Professeur Sylvain MORINIERE, Oto-rhino-laryngologie, PU-PH, Faculté de Médecine – Tours

Professeur Mathieu MARX, Oto-rhino-laryngologie, PU-PH, Faculté de Médecine - Toulouse

Docteur David BAKHOS, Oto-rhino-laryngologie, MCU-PH, Faculté de Médecine – Tours

Directeur de thèse : Docteur David BAKHOS, Oto-rhino-laryngologie - Tours

UNIVERSITE FRANCOIS RABELAIS
FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN

Pr. Patrice DIOT

VICE-DOYEN

Pr. Henri MARRET

ASSESSEURS

Pr. Denis ANGOULVANT, *Pédagogie*
Pr. Mathias BUCHLER, *Relations internationales*
Pr. Hubert LARDY, *Moyens – relations avec l'Université*
Pr. Anne-Marie LEHR-DRYLEWICZ, *Médecine générale*
Pr. François MAILLOT, *Formation Médicale Continue*
Pr. Patrick VOURC'H, *Recherche*

SECRETAIRE GENERALE

Mme Fanny BOBLETER

DOYENS HONORAIRES

Pr. Emile ARON (†) – 1962-1966
Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962
Pr. Georges DESBUQUOIS (†)- 1966-1972
Pr. André GOUAZE - 1972-1994
Pr. Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004
Pr. Dominique PERROTIN – 2004-2014

PROFESSEURS EMERITES

Pr. Catherine BARTHELEMY
Pr. Philippe BOUGNOUX
Pr. Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr. Loïc DE LA LANDE DE CALAN
Pr. Noël HUTEN
Pr. Olivier LE FLOCH
Pr. Yvon LEBRANCHU
Pr. Elisabeth LECA
Pr. Gérard LORETTE
Pr. Roland QUENTIN
Pr. Alain ROBIER

PROFESSEURS HONORAIRES

P. ANTHONIOZ – A. AUDURIER – A. AUTRET – P. BAGROS – G. BALLON – P. BARDOS – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – P. BONNET – M. BROCHIER – P. BURDIN – L. CASTELLANI – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – A. GOUAZE – J.L. GUILMOT – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE – J. LANSAC – Y. LANSON – J. LAUGIER – P. LECOMTE – G. LELORD – E. LEMARIE – G. LEROY – Y. LHUINTE – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAINÉ – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – L. POURCELOT – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – M. ROBERT – J.C. ROLLAND – A. SAINDELLE – J.J. SANTINI – D. SAUVAGE – B. TOUMIEUX – J. WEILL

ALISON Daniel	Radiologie et imagerie médicale
ANDRES Christian	Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis	Cardiologie
ANGOULVANT Théodora	Pharmacologie clinique
ARBEILLE Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
AUPART Michel	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BABUTY Dominique	Cardiologie
BALLON Nicolas	Psychiatrie ; addictologie
BARILLOT Isabelle	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe	Immunologie
BERNARD Louis	Maladies infectieuses et maladies tropicales
BODY Gilles	Gynécologie et obstétrique
BONNARD Christian	Chirurgie infantile
BONNET-BRILHAULT Frédérique	Physiologie
BRILHAULT Jean	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNEREAU Laurent	Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE Franck	Urologie
BUCHLER Matthias	Néphrologie
CALAIS Gilles	Cancérologie, radiothérapie
CAMUS Vincent	Psychiatrie d'adultes
CHANDENIER Jacques	Parasitologie, mycologie
CHANTEPIE Alain	Pédiatrie
COLOMBAT Philippe	Hématologie, transfusion
CONSTANS Thierry	Médecine interne, gériatrie
CORCIA Philippe	Neurologie
COSNAY Pierre	Cardiologie
COTTIER Jean-Philippe	Radiologie et imagerie médicale
COUET Charles	Nutrition
DE TOFFOL Bertrand	Neurologie
DEQUIN Pierre-François	Thérapeutique
DESTRIEUX Christophe	Anatomie
DIOT Patrice	Pneumologie
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague	Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri	Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
DUMONT Pascal	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
EL HAGE Wissam	Psychiatrie adultes
EHRMANN Stephan	Réanimation
FAUCHIER Laurent	Cardiologie
FAVARD Luc	Chirurgie orthopédique et traumatologique
FOUQUET Bernard	Médecine physique et de réadaptation
FRANCOIS Patrick	Neurochirurgie
FROMONT-HANKARD Gaëlle	Anatomie & cytologie pathologiques
GOGA Dominique	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
GOUDEAU Alain	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe	Rhumatologie
GRUEL Yves	Hématologie, transfusion
GUERIF Fabrice	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUYETANT Serge	Anatomie et cytologie pathologiques
GYAN Emmanuel	Hématologie, transfusion
HAILLOT Olivier	Urologie
HALIMI Jean-Michel	Thérapeutique
HANKARD Régis	Pédiatrie
HERAULT Olivier	Hématologie, transfusion
HERBRETEAU Denis	Radiologie et imagerie médicale
LABARTHE François	Pédiatrie
LAFFON Marc	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LARDY Hubert	Chirurgie infantile
LARIBI Saïd	Médecine d'urgence
LARTIGUE Marie-Frédérique	Bactériologie-virologie
LAURE Boris	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
LECOMTE Thierry	Gastroentérologie, hépatologie
LESCANNE Emmanuel	Oto-rhino-laryngologie
LINASSIER Claude	Cancérologie, radiothérapie
MACHET Laurent	Dermato-vénéréologie

MAILLOT François	Médecine interne
MARCHAND-ADAM Sylvain.....	Pneumologie
MARRET Henri.....	Gynécologie-obstétrique
MARUANI Annabel.....	Dermatologie-vénéréologie
MEREGHETTI Laurent.....	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
MORINIERE Sylvain.....	Oto-rhino-laryngologie
MOUSSATA Driffa	Gastro-entérologie
MULLEMAN Denis	Rhumatologie
ODENT Thierry.....	Chirurgie infantile
OUAISSI Mehdi	Chirurgie digestive
PAGES Jean-Christophe.....	Biochimie et biologie moléculaire
PAINTAUD Gilles	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PATAT Frédéric.....	Biophysique et médecine nucléaire
PERROTIN Dominique.....	Réanimation médicale, médecine d'urgence
PERROTIN Franck	Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean	Ophtalmologie
QUENTIN Roland	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
REMERAND Francis	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe	Biologie cellulaire
ROSSET Philippe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
ROYERE Dominique	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
RUSCH Emmanuel.....	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
SAINT-MARTIN Pauline	Médecine légale et droit de la santé
SALAME Ephrem	Chirurgie digestive
SALIBA Elie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
SANTIAGO-RIBEIRO Maria	Biophysique et médecine nucléaire
SIRINELLI Dominique	Radiologie et imagerie médicale
THOMAS-CASTELNAU Pierre.....	Pédiatrie
TOUTAIN Annick.....	Génétique
VAILLANT Loïc.....	Dermato-vénéréologie
VELUT Stéphane.....	Anatomie
VOURC'H Patrick	Biochimie et biologie moléculaire
WATIER Hervé	Immunologie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

LEBEAU Jean-Pierre
LEHR-DRYLEWICZ Anne-Marie

PROFESSEURS ASSOCIES

MALLET Donatien Soins palliatifs
POTIER Alain Médecine Générale
ROBERT Jean..... Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

BAKHOS David Physiologie
BARBIER Louise Chirurgie digestive
BERNARD-BRUNET Anne..... Cardiologie
BERTRAND Philippe Biostatistiques, informatique médical et technologies de communication
BLANCHARD Emmanuelle Biologie cellulaire
BLASCO Hélène..... Biochimie et biologie moléculaire
CAILLE Agnès Biostatistiques, informatique médical et technologies de communication
DESOUBEUX Guillaume Parasitologie et mycologie
DOMELIER Anne-Sophie Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane..... Biophysique et médecine nucléaire
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie..... Anatomie et cytologie pathologiques
GATAULT Philippe Néphrologie
GAUDY-GRAFFIN Catherine Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUILLEUX Valérie..... Immunologie
GUILLON Antoine..... Réanimation
GUILLON-GRAMMATICO Leslie Epidémiologie, économie de la santé et prévention
HOARAU Cyrille Immunologie

HOURIOUX Christophe.....	Biologie cellulaire
IVANES Fabrice	Physiologie
LE GUELLEC Chantal.....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
MACHET Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques
PIVER Éric.....	Biochimie et biologie moléculaire
ROUMY Jérôme	Biophysique et médecine nucléaire
PLANTIER Laurent.....	Physiologie
SAMIMI Mahtab.....	Dermatologie-vénéréologie
TERNANT David	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
ZEMMOURA Ilyess	Neurochirurgie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

AGUILLON-HERNANDEZ Nadia	Neurosciences
DIBAO-DINA Clarisse.....	Médecine Générale
LEMOINE Maël.....	Philosophie
MONJAUZE Cécile	Sciences du langage - orthophonie
PATIENT Romuald	Biologie cellulaire
RENOUX-JACQUET Cécile	Médecine Générale

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRA

BOUAKAZ Ayache	Directeur de Recherche INSERM – UMR INSERM 930
CHALON Sylvie	Directeur de Recherche INSERM – UMR INSERM 930
COURTY Yves	Chargé de Recherche CNRS – UMR INSERM 1100
DE ROCQUIGNY Hugues	Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 966
ESCOFFRE Jean-Michel.....	Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 930
GILOT Philippe	Chargé de Recherche INRA – UMR INRA 1282
GOUILLEUX Fabrice	Directeur de Recherche CNRS – UMR CNRS 7292
GOMOT Marie	Chargée de Recherche INSERM – UMR INSERM 930
HEUZE-VOURCH Nathalie	Chargée de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
KORKMAZ Brice.....	Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
LAUMONNIER Frédéric	Chargé de Recherche INSERM - UMR INSERM 930
LE PAPE Alain.....	Directeur de Recherche CNRS – UMR INSERM 1100
MAZURIER Frédéric.....	Directeur de Recherche INSERM – UMR CNRS 7292
MEUNIER Jean-Christophe.....	Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 966
PAGET Christophe	Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
RAOUL William.....	Chargé de Recherche INSERM – UMR CNRS 7292
SI TAHAR Mustapha	Directeur de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
WARDAK Claire	Chargée de Recherche INSERM – UMR INSERM 930

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'Ecole d'Orthophonie

DELORE Claire	Orthophoniste
GOUIN Jean-Marie.....	Praticien Hospitalier
MONDON Karl.....	Praticien Hospitalier
PERRIER Danièle	Orthophoniste

Pour l'Ecole d'Orthoptie

LALA Emmanuelle.....	Praticien Hospitalier
MAJZOUB Samuel	Praticien Hospitalier

Pour l'Ethique Médicale

BIRMELE Béatrice.....	Praticien Hospitalier
-----------------------	-----------------------

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté,
de mes chers condisciples
et selon la tradition d'Hippocrate,
je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur
et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent,
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux
ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira
les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira
pas
à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres,
je rendrai à leurs enfants
l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime
si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert d'opprobre
et méprisé de mes confrères
si j'y manque.

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Emmanuel Lescanne, président du jury,

Vous me faites l'honneur de présider ce jury ainsi que d'évaluer ce travail et je vous en remercie. J'ai beaucoup appris auprès de vous pendant mon semestre d'otologie.

Veuillez recevoir l'expression de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur David Bakhos,

Tu m'as fait l'honneur de diriger cette thèse et je t'en remercie. Tes enseignements m'ont été précieux, tant en otologie qu'en cancérologie ou en physiologie. L'autonomie que tu m'as accordée m'a permis de progresser tout au long du semestre. Grâce à toi, les statistiques et la rédaction rigoureuse d'une bibliographie me semblent moins obscures.

La plupart de tes phrases emblématiques ne peuvent malheureusement être citées dans une thèse, mais je retiendrai la pyrogravure sur abaisse-langue, et ta patience légendaire.

A Monsieur le Professeur Sylvain Morinière,

Tu m'as fait l'honneur de juger ce travail et je t'en remercie. Tu m'avais déjà encadrée il y a quelques mois, dans la rédaction de mon Mémoire. Tes enseignements en chirurgie cervico-faciale et en cancérologie sont un exemple pour nous.

Reçois l'expression de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur Mathieu Marx,

Vous me faites l'honneur de juger ce travail, et je vous remercie d'avoir fait le déplacement pour faire partie de mon jury. Votre implication dans la recherche sur les surdités unilatérales a permis la réalisation d'un PRME national sur le sujet, avec la possibilité pour ces patients de bénéficier d'une réhabilitation auditive. Merci également de votre collaboration à ce travail par l'inclusion de 8 patients de votre centre.

Veuillez recevoir l'expression de mon profond respect.

Je dédie cette thèse :

Tout d'abord à mes parents Gaëlle et Bruno, sans lesquels ce travail n'aurait pas été possible. Merci pour vos sacrifices, et votre compréhension. Vous m'avez toujours soutenue et encouragée, tout au long de ces 12 longues années d'étude, de la P1 à la thèse, en passant par l'internat et je vous en serai toujours reconnaissante. Vous nous avez accompagnées, Marine et moi, dans nos révisions, dans nos moments de découragement, et dans nos réussites.

Vous êtes des modèles pour moi et j'espère ne pas vous décevoir.

Merci à toi Maman, pour ta relecture minutieuse du manuscrit et tes conseils de présentation. J'espère ne pas avoir laissé de fautes d'orthographe...

A Marine, ma « petite » sœur, j'espère assister à mon tour à ta soutenance de thèse d'ici un ou deux ans. Si tu trouves ce sujet un peu hermétique, attends de me voir à ta thèse ! Merci de ta présence à mes côtés toutes ces années, plus dans les révisions que dans les loisirs bien souvent. J'espère que cela va changer très bientôt !

A Laurent,

Merci de m'accompagner, de m'encourager (parfois), et de me faire relativiser (souvent) depuis toutes ces années.

Cette thèse marque la fin de ma formation, mais pas forcément notre rapprochement géographique ! Merci de ta patience lors des soirs et week-ends passés à travailler, et de tes conseils. Ta présence à mes côtés m'a permis d'en arriver jusque là.

Maintenant je vais être docteur aussi, tu ne pourras plus rien dire ... en attendant ta seconde thèse !

Merci enfin pour toute ton aide technique, notamment avec Word, PowerPoint et Mendeley !

Au reste de ma famille :

- à ma grand-mère Léa, qui aurait été fière d'être là aujourd'hui
- à mes grands parents Denis et Thérèse
- à mes oncles et tantes : Didier & Huguette, Pascal & Marie, Christine
- à mes cousins et cousines : Frédérique, Christina, Hugues, François et Thomas
- à ma belle famille : Roger et Danièle, JB & Elisabeth, et maintenant Charlotte
- à Thibault, le petit nouveau

A toute l'équipe d'ORL du CHU de Tours :

- Au Docteur Eric Pinlong, merci pour ton encadrement lors de mes premiers pas en ORL.
Ta rigueur et ta précision m'ont beaucoup appris tout au long de mon internat.
- Au Docteur Franck Marmouset, merci pour ton enseignement en phoniatry, qui m'a permis de réaliser mon mémoire de DES.
- Au Docteur Soizick Pondaven, qui m'a encadrée durant mon semestre sur Clocheville.
Merci de m'avoir initiée à l'ORL pédiatrique et à l'acouphénologie.
- Au Docteur Claude Fernand, pour vos enseignements sur la pathologie vestibulaire, et le service de dépannage vertiges par téléphone !
- Au Docteur Patrick Lecerf, l'autonomie que tu nous accordes, dès le début de l'internat, nous permet de progresser. Je me souviendrai des « patocheries » du vendredi !
- Au Docteur Vincent Bouetel, pour les matinées de rhinologie « express »
- Au Professeur Alain Robier, que je n'ai pas eu l'occasion de bien connaître.

A mes anciens chefs de clinique :

- Dr Alexandra Aubin, qui m'a fait découvrir l'ORL lors de mon premier semestre
- Dr Karim Hammoudi
- Dr Allan Roux, pour les poses d'aérateur « à l'américaine »
- Dr Soo Kim
- Dr Clément Bobillier, mon dernier CCA !
- Dr Moumainn Abouzaid, que je n'ai pas encore eu l'occasion de bien connaître

A tous mes co-internes d'ORL, sans lesquels ces semestres auraient paru beaucoup plus longs.

Merci pour les fou rires, les soirées pré et post-évaluations, et ma réputation de « faucheuse » :

Ouazou, Marie la rennaise, Bobi (2 remerciements, et tu refuses encore mon jury de thèse !!),

BenBenBen, Alex « Judas », Juju, ROHFF, Kiki, Chryshtelle, le ptit Charles, Chloé de Nantes,

Cloclo, Jérem, Pierre, Anne So ½ phalange, cette vieille truite, Ali et les petits nouveaux Jean

Bosco et Luc !

A Juju et Carotte, mes plus vieilles copines d'internat, rencontrées avant les choix, et plus quittées depuis ! Aux sympathiques pièces rapportées, Julien et Thibault. Sans oublier la première citation d'Agathe dans une thèse (mais pas la dernière) !

Aux amis des semestres Orléanais, souvent plus riches en émotions et en déguisements qu'en travail universitaire :

- Lise et Mimi peau de chien (si j'ai osé !), les voisins et incontournables partenaires des apéros du dimanche soir
- Margaux, la reine de la qualité de vie ; demain ce sera à mon tour de lire tes remerciements pendant ta présentation !
- Tutus la reine d'autres choses...
- Julie & Léa, la danette
- Lacasse, Ramdani, Axelle, Marie Batou, Nicoco, Camille, Karl
- la petite Françoise, Soso & Thibault, Rudy, Débo, Jess, Lulu

A mes cointernes des autres stages : GHB, GoMar, Nicole et Jean Mechmer, merci pour ces semestres géniaux à vos côtés.

Aux copains d'externat : Célia, Amélie & Poulou, Hélène, Gibier, Jérem, Laurence, Camille, Carole...

Aux amis de toujours : Kiki, Flo, Maud, Lim, Faustine, Mathilde, Erwan, Pita, Zilou, Olivier, Valérie.

A l'équipe de Neurochirurgie d'Orléans, qui m'a accueillie et initiée à cette spécialité lors de mon second semestre : Dr Bertand Muckensturm, Dr Didier Dorwling Carter, Dr Thierry Dufour, Dr Jean Stecken, et Dr Ciprian Costache, ainsi qu'à toute l'équipe paramédicale.

Au service de Chirurgie Digestive d'Orléans, dans lequel j'ai passé l'un de mes meilleurs semestres. Un merci tout particulier au Dr Arnaud Piquard, pour votre bonne humeur, votre rire communicatif et vos enseignements. Sans vous ce semestre n'aurait pas été pareil, nous sommes beaucoup à le penser, et nous n'aurions certainement pas découvert cette pépite qu'est le « ptit Quinquin » ! Au Dr Arnault Bellouard pour sa patience légendaire aussi, au Docteur Adel Abou Mrad, désormais je pourrai filmer correctement le mariage de ma meilleure amie, au Docteur Olivier Saint-Marc, dont la dextérité continue de m'impressionner, et au Dr Bernadette Berland pour les sessions HAL RAR du jeudi. A toute l'équipe paramédicale, en particulier Guéguette, la meilleure cadre du monde, Mélissa, Fanny, Ana, Gigi...

Au service de Chirurgie Plastique et Maxillo Faciale, qui m'a accueillie lors de mon dernier stage de périphérie. Un grand merci à votre équipe jeune et dynamique ! Au Docteur Gaëlle Martin, pour les kilomètres de surjets, tu restes invaincue. Au Docteur Sophie Poynard, pour les sessions « information dents de sagesse », et les pauses thé. Au Docteur Laure Doucin pour mon initiation aux lambeaux libres, et les déjeuners au soleil. Enfin, au Docteur Hicham Mezzine pour ses playlists toujours parfaites, ses blagues, et ses vidéos parfois surprenantes.

A toute l'équipe paramédicale du CHU de Tours :

- A Laetitia, super secrétaire, qui m'a rendu beaucoup de services pour ce travail. Je te souhaite beaucoup de bonheur pour ta future installation sur Limoges !
- A Valérie, Anne Gaëlle, Sophie, Pascale, Patricia et Nicole
- Aux infirmières de consultation, qui ont également participé à ce travail : Fanfan, Anne, Béné et Laetitia, et maintenant Hélène. Merci pour ces 5 années de travail dans le rire, ma formation audiométrique et les cafés pendant mon semestre d'explorations fonctionnelles! Sans oublier Cécile.
- Aux orthophonistes : Emma et Anaïs
- A Fleur, Céline & Maud
- Aux IBODES (même celles qui n'ont pas fait l'école !) : Katia la finaliste de Koh Lanta, Tina, Catouche et sa boîte de nuit, FabINETTE, Valérie, Margot, Emilie, Sophie, Héloïse, Seb, Delphine, Manue, Flo, Juju, Aude, Edwige, Sandrine la bricole, Isabelle...
- Au côté obscur de la force : Wajih, Anastasia, Blaise, Hélène, Camozzi, Maxime, Pada, Guillaume...
- Aux inf de pédiatrie : Valérie & Symvie, Catherine, Karine et Annabelle, Jeanne, Delphine, Séverine, Eloïse, Marie, Gilou...
- Au secrétaires de pédiatrie : Véro, Coralie, Elsa et Mounia
- A l'équipe de Bretonneau, pour ces 5 années passées en votre compagnie et pour avoir utilisé bon nombre d'entre vous pour les tests : Séverine, Maïtech, Anne, Barbara, Amélie, les Catherine, Charline, Noémie, Emeline, Christine, Olivier, Sandrine, Françoise, Sophie, Valérie, Mireille, Caro, Pauline, Christelle, Julien, Djeb, Danielle, Georgia, Kheira, Patou, Marie Laure, Christine, Véronique, Martine... Vous allez enfin être débarrassés de moi de et mes week-ends de poisson !

RESUME

Objectifs

La perte de la fonction auditive binaurale a des conséquences en termes de localisation sonore, de démasquage binaural et de sommation de la sonie. L'objectif de cette étude était d'analyser les bénéfices suite à la récupération de la fonction binaurale par un implant cochléaire (IC) chez des patients présentant une surdité unilatérale (SU).

Patients et méthode

Il s'agissait d'une étude prospective multicentrique, 19 patients atteints d'une SU réhabilités depuis au moins un an par IC ont été inclus et comparés à un groupe de 15 normo-entendants (NE).

La localisation sonore était évaluée par un système composé de 12 haut-parleurs, placés à l'arrière du patient, permettant la détermination du Root Mean Square Error (RMSE) score. La discrimination auditive était évaluée en condition diotique et dichotique. Chaque test était réalisé en condition monaurale sans l'IC, puis en condition binaurale avec l'IC. La sévérité des acouphènes et la qualité de vie, étaient évaluées par 3 questionnaires avant, et à un an de l'implantation.

Résultats

Le RMSE moyen pour les patients NE était de 16,9°, et de 61° pour les patients SU en condition monaurale. En condition binaurale, le RMSE était significativement amélioré ($p<0,05$) avec un score moyen de 45,7°. Les scores en condition dichotique étaient significativement améliorés avec l'IC ($p<0,05$). Après un an de réhabilitation par un IC, les patients présentaient une diminution significative de l'intensité des acouphènes ($p<0,05$), et une amélioration significative de la qualité de vie ($p<0,05$).

Conclusion

L'implantation cochléaire, en restaurant la fonction binaurale chez les patients atteints de SU, a permis une amélioration des performances auditives et de la localisation sonore.

Mots-clé : binaural ; implant cochléaire ; surdité unilatérale ; localisation sonore.

ABSTRACT

Objectives: To analyze the benefits of a cochlear implant (CI) for sound localization, speech understanding in noise, tinnitus severity, and quality of life (QoL) in patients with single-sided deafness (SSD).

Design: Prospective study

Setting: Tertiary referral centers

Participants: Nineteen patients were included in the SSD CI group. Fifteen normal-hearing (NH) listeners were included in the control group.

Main outcome measures: Sound localization accuracy was assessed using 12-speaker array (15° separation). Speech understanding in noise was measured for co-located or spatially separated speech and noise. Localization and speech performance were measured with the CI on (binaural) or off (monaural). Tinnitus severity and QoL were assessed before and one year after receiving the CI using questionnaires.

Results: The mean root-mean-square error in localization (RMSE) was 17° for NH listeners. For SSD CI subjects, the mean RMSE was 61° with the CI off; with the CI on, the RMSE was significantly reduced to 46° ($p=0.005$). The mean SRT for spatially separated speech and noise significantly improved by 3.9 dB with the CI on ($p<0.05$). Tinnitus severity was significantly reduced ($p<0.05$) and QoL was significantly improved ($p<0.05$) after receiving the CI.

Conclusion: Cochlear implantation enables the recovery of binaural function for SSD patients. One year after surgery, sound localization, speech understanding in noise, and QoL were significantly improved while tinnitus severity was significantly reduced.

Key-words: binaural; cochlear implant; single sided deafness; unilateral deafness; localization

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	23
SUJETS ET METHODE.....	26
Sujets.....	27
Méthode	30
Evaluation subjective.....	32
RESULTATS.....	34
DISCUSSION.....	40
CONCLUSION	46
REFERENCES.....	48
ANNEXE.....	51

GLOSSAIRE

SU = Surdité unilatérale

IC = Implant cochléaire

RMSE = Root Mean Square Error

GBI = Glasgow Benefit Inventory

SSQ = Speech, Spatial and Quality of Hearing

THI = Tinnitus Handicap Index

CROS = Contralateral Routing of Sound

RSB = Rapport Signal sur Bruit

NE = Normo-entendant

ETM = Erreur type de la moyenne

INTRODUCTION

La fonction binaurale joue un rôle primordial dans la localisation sonore, et améliore la discrimination sonore, notamment dans les milieux bruyants¹. La binauralité met en jeu les voies auditives centrales, principalement le complexe olivaire supérieur, mais aussi le noyau du lemnisque latéral, ainsi que le colliculus inférieur. Cette fonction s'appuie sur quatre phénomènes : l'effet d'ombre de la tête, responsable d'une différence interaurale d'intensité (IID), et de temps (ITD), le démasquage binaural (aussi appelé squelch effect), et la sommation binaurale².

Lorsqu'un son est présenté dans une direction, l'onde sonore va être atténuée par la tête (effet d'ombre de la tête), générant ainsi l'IID. Le même son atteindra l'oreille controlatérale plus tard que l'ipsilatérale, créant l'ITD. Pour les fréquences inférieures à 800 Hz, le système auditif utilise principalement l'ITD, alors que pour les fréquences supérieures à 1600 Hz, il utilise surtout l'IID. Les deux mécanismes sont impliqués pour les sons entre 800 et 1600 Hz³. Le démasquage binaural permet de repérer un son dans un environnement bruyant en s'appuyant sur l'analyse du rapport signal sur bruit (RSB). Enfin, la sommation binaurale permet, grâce à l'intégration cérébrale des sons arrivant aux deux oreilles, d'augmenter la sensation sonore de 10 à 15 dB.

La surdité unilatérale (SU) touche entre 12 et 27/100 000 personnes dans la population générale⁴. Ces patients ne peuvent plus s'aider des phénomènes décrits précédemment, et présentent des troubles de localisation sonore et de compréhension de la parole, majorés dans les milieux bruyants. Pour certains patients, des acouphènes peuvent se surajouter. La SU affecte la communication ainsi que les interactions sociales des patients, surtout en milieu bruyant⁵.

Actuellement, le gold standard en termes de réhabilitation auditive pour les patients présentant une SU comprend le système CROS (Contralateral routing of sound), ou bien les prothèses ostéo-intégrées. Ces systèmes transfèrent le signal sonore de l'oreille sourde à l'oreille normale, et ne restaurent pas une fonction binaurale à proprement parler. Par conséquent, ils ne permettent pas d'améliorer suffisamment la localisation^{6,7}. Le système CROS améliore la perception de la parole dans un milieu bruyant lorsque le RSB est favorable à l'oreille sourde, et le dégrade lorsque le RSB lui est défavorable⁸.

Récemment, les indications d'IC ont été étendues dans certains cas, au vu des résultats obtenus en termes de discrimination sonore et de localisation. L'IC permet également d'améliorer l'audition, et de réduire l'intensité des acouphènes⁹. Son indication première était limitée aux patients présentant des acouphènes invalidants¹⁰, mais les résultats ont amené à des recherches sur les fonctions binaurales.

En France, l'IC n'est pas pris en charge par la sécurité sociale dans le cadre des SU, elle est réservée aux patients atteints de surdité sévère à profonde bilatérale, pour lesquels les aides auditives ne permettent plus de gain suffisant (HAS 2007).

Les patients atteints de SU ne peuvent plus s'aider des signaux binauraux afin de localiser et discriminer les sons dans un environnement bruyant. Devant l'efficacité limitée des systèmes CROS et ostéo-intégrés, plusieurs études se sont intéressées aux bénéfices de l'IC sur la restauration des fonctions binaurales.

Les objectifs de cette étude prospective multicentrique sont d'analyser la localisation sonore dans le plan horizontal et la discrimination de la parole en milieu bruyant, ainsi que l'intensité des acouphènes chez des patients SU implantés depuis plus d'un an. Nous avons comparé ces données à celles de patients normo-entendants (NE), et corrélié les résultats avec des questionnaires de qualité de vie.

SUJETS ET METHODE

Sujets

Nous avons mené une étude multicentrique, prospective, incluant 19 adultes (10 femmes et 9 hommes), de langue maternelle française, présentant une SU acquise, et portant un IC depuis au moins un an. L'âge moyen était de $58 \pm 8,5$ ans, la durée moyenne de surdité de $8,2 \pm 9$ ans. L'étiologie de la SU était une surdité brusque pour 13 patients, une maladie de Ménière pour 1 patient, une otospongiose évoluée pour 1 patient, une méningite à pneumocoque pour 1 patient, post traumatique pour 1 patient, et inconnue pour 2 patients.

Tous les patients présentaient une perte auditive neurosensorielle : le seuil en conduction aérienne était au delà de 70 dB pour l'oreille sourde (calculé avec les fréquences 0,5, 1, 2 et 3 KHz), et en dessous de 40 dB pour la meilleure oreille, sans audioprothèse. L'intelligibilité, évaluée à l'aide de listes monosyllabiques était inférieure à 50% pour 60 dB SPL en champ libre, avec une réhabilitation auditive adaptée du coté sourd.

Dix patients présentaient des acouphènes, avec un Tinnitus Handicap Index¹¹ (THI) moyen à 64 ± 20 .

Treize patients ont été implantés avec un IC Cochlear®, cinq avec un IC Oticon®, et un avec un IC AB®. Chaque patient a bénéficié d'une rééducation intensive comprenant des réglages avec un audioprothésiste et des séances d'orthophonie.

Les caractéristiques démographiques des sujets SU sont résumées dans le *Tableau 1*.

Les patients ont été recrutés dans les services d'Oto-rhino-laryngologie des CHRU de Tours et de Toulouse. Le comité d'éthique de l'hôpital universitaire de Tours a approuvé le protocole (N° 2016-13), et tous les patients ont signé un consentement écrit après information.

Nous avons comparé les résultats des patients SU à ceux d'un groupe normo entendant (NE). Quinze patients NE ont donc été inclus afin d'obtenir des données normatives pour le test de localisation. Leur âge moyen était de 53 ± 8 ans. Tous les sujets NE avaient des seuils en conduction aérienne inférieurs à 20 dB, de manière bilatérale.

Tableau 1. Caractéristiques démographiques de patients présentant une surdité unilatérale.

Sujet	Sexe	Etiologie	Durée de surdité (années)	Age à l'IC	Côté	Centre	Implant		Seuil en conduction aérienne controlatéral (dB HL)			
t									0.5 kHz	1 kHz	2 kHz	3 kHz
1	M	SB	1.5	53	G	Tours	Cochlear	CI512	10	10	35	45
2	F	SB	2.0	59	D	Tours	Cochlear	CI512	10	15	20	15
3	F	SB	5.5	65	G	Tours	Cochlear	CI422	5	5	5	10
4	M	SB	2.0	64	D	Tours	Oticon	Evo	5	5	30	45
5	M	SB	2.0	47	G	Tours	Oticon	Evo	10	5	20	30
6	F	SB	30.0	64	G	Tours	Cochlear	CI512	40	40	40	40
7	F	SB	3.0	53	D	Tours	Cochlear	CI512	15	15	30	20
8	M	SB	1.5	39	D	Tours	Oticon	Evo	20	10	5	10
9	F	Inconnu	10.0	63	D	Tours	Cochlear	CI512	40	25	40	45
10	M	Ménière	10.0	64	D	Tours	Cochlear	CI512	30	30	30	30
11	F	Méningite	0.3	63	D	Tours	Cochlear	CI512	20	25	45	35
12	M	SB	2.0	69	D	Toulouse	AB	Midscala	20	30	35	55
13	M	SB	33.0	61	D	Toulouse	Oticon	Evo	25	20	25	40
14	F	Otospongiose	10.0	60	G	Toulouse	Cochlear	CI512	35	45	30	25
15	M	SB	6.0	71	D	Toulouse	Oticon	Evo	40	40	60	55
16	F	Post-traumatique	7.0	52	G	Toulouse	Cochlear	CI512	20	10	15	20
17	F	SB	13.0	60	G	Toulouse	Cochlear	CI512	60	60	70	80
18	M	Inconnu	9.0	59	D	Toulouse	Cochlear	CI512	25	20	25	35
19	M	SB	8.0	47	G	Toulouse	Cochlear	CI512	10	15	10	10

Légende : M : masculin; F : féminin; SB : surdité brusque; IC : implant cochléaire ; G : gauche; D : droit; AB :

Advanced Bionics.

Méthode

Evaluation de la localisation sonore

La localisation sonore a été testée pour les groupes SU et NE à l'aide d'un système similaire à celui décrit par Chan et al.¹². Les sujets étaient placés dans une pièce dotée d'une isolation phonique. Le stimulus était un bruit de pistolet, présenté à 60 dB SPL à partir de 12 haut-parleurs différents, dans le silence. L'intensité du stimulus variait de 6 dB de manière aléatoire, afin de réduire les indices donnés par la localisation des haut-parleurs par rapport au pavillon de l'oreille. Les haut-parleurs étaient situés dans un héli arc de cercle de 180°, situé dans le plan horizontal, en arrière et à hauteur du pavillon de l'oreille d'un sujet assis, et étaient séparés les uns des autres de 15° (*Figure 1*) Il était demandé aux patients de ne pas bouger leur tête lors des tests. Après chaque stimulus, les patients devaient cliquer sur le haut-parleur d'où provenait le son (de 1 à 12) sur un écran situé en face d'eux (*Figure 2*). Deux sessions d'entraînement étaient réalisées avant de débiter le test, afin de familiariser les patients avec le déroulement de la session. Les patients étaient ensuite testés dans deux conditions : la première sans l'IC, et la seconde avec.

La localisation sonore était quantifiée en utilisant le root mean square error (RMSE). Deux essais étaient réalisés dans chaque condition, et si les deux scores différaient de plus de 10°, un troisième test était fait. Le score retenu était la moyenne des deux meilleurs passages. Plus le RMSE était bas, meilleure était la localisation sonore.

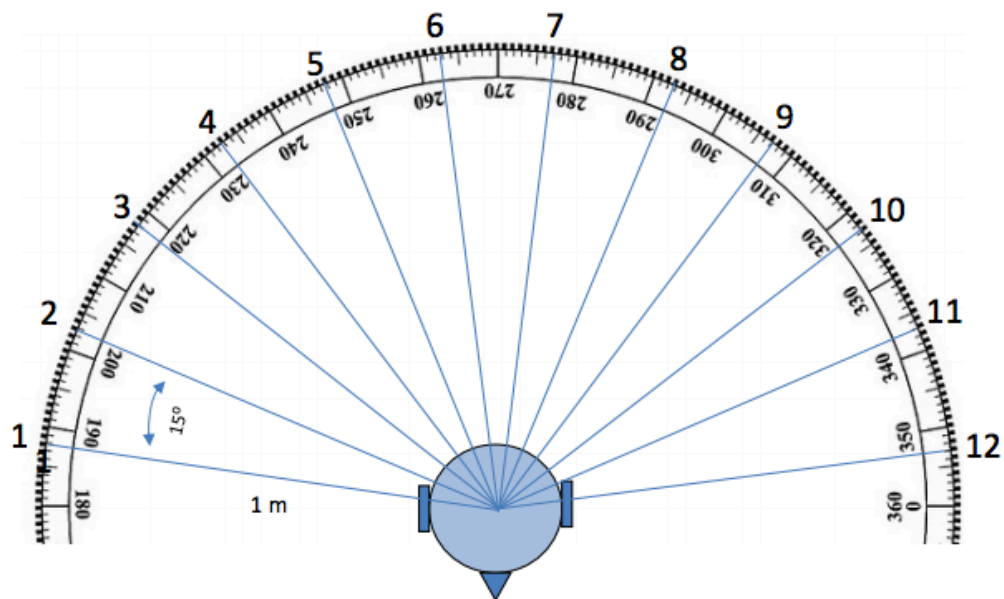


Figure 1. Configuration du test de localisation sonore : 12 haut-parleurs espacés de 15° dans un arc de 187,5 à 353,5°, situés dans le plan horizontal et à l'arrière du patient.

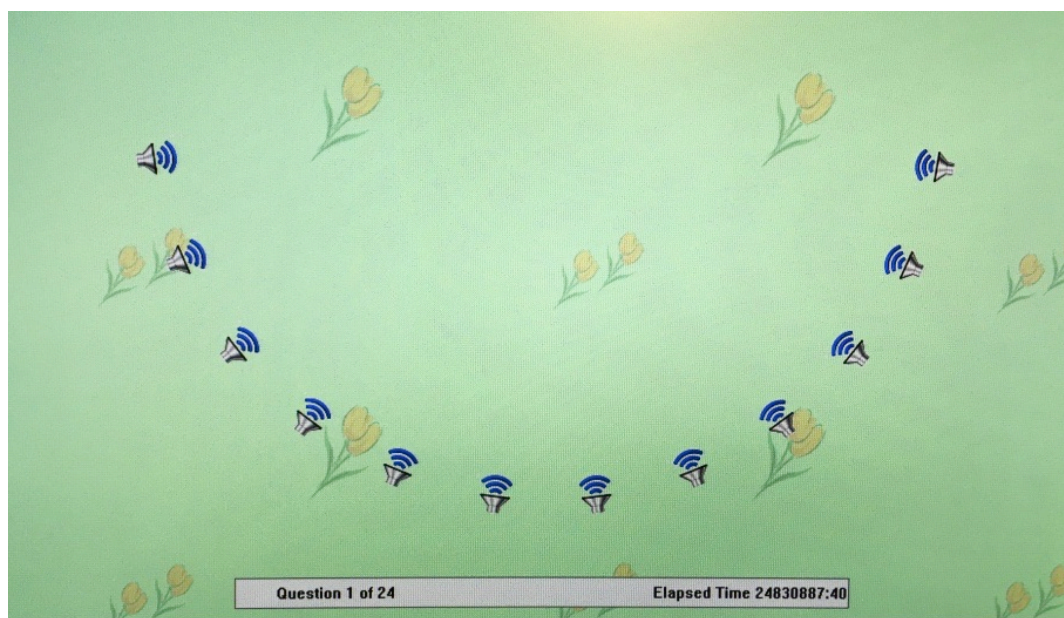


Figure 2. Ecran modélisant la position des différents haut-parleurs. Il était demandé au patient de cliquer sur le haut-parleur ayant émis le son après chaque stimulus.

Nous avons testé la discrimination sonore en milieu bruyant grâce à la version française du test Matrix¹³. Ce test comporte une liste fermée de phrases de 5 mots (50 mots au total). La parole et le bruit étaient présentés par des haut-parleurs à 65 dB SPL, alors que le bruit environnant variait, pour obtenir une intelligibilité à 50%, par paliers de -2dB. Deux configurations spatiales ont été évaluées : la condition dichotique (S_{CI}N_{NE}) avec la parole présentée à l'oreille sourde et le bruit à la normo-entendante, et la condition diotique (S₀N₀) avec les deux signaux présentés de face. Ces mesures étaient réalisées à un an de l'implantation avec l'IC désactivé, puis activé.

Evaluation subjective

Nous avons évalué de manière subjective la capacité des patients à comprendre la parole, à localiser les sons, ainsi que la qualité de leur audition à l'aide de la version française du Speech, Spatial and Qualities of Hearing (SSQ)¹⁴ questionnaire. Il consiste en 49 items divisés en 3 sections. La section Speech (14 items) évalue la capacité à comprendre la parole dans différentes situations de la vie quotidienne. La section Spatial (17 items) s'intéresse à la capacité à localiser des sources sonores. Enfin, la section Qualities (18 items) évalue la capacité à séparer les différents sons, et l'effort nécessaire pour le faire. Plus le score est élevé, plus la qualité d'audition est bonne. Le score total était sur 490.

Il était demandé aux patients de remplir ce questionnaire avant l'implantation cochléaire, puis après un an d'utilisation de l'IC.

Afin de mieux apprécier le changement relatif à l'implantation cochléaire dans la vie quotidienne des patients, nous avons utilisé le Glasgow Benefit Inventory (GBI)¹⁵ à un an de la chirurgie. Le GBI est composé de 18 questions réparties en 3 catégories : changement

général (12 items), évolution des besoins de supports sociaux (3 items), et évolution de la santé physique (3 items). Le score initial étant sur 90, il a été ramené à 100 pour les analyses statistiques. Ce questionnaire étant une évaluation post-opératoire, le groupe NE n'a pas rempli le GBI.

RESULTATS

Localisation sonore

La *figure 3A* montre les performances de localisation avec et sans IC. Le RMSE moyen était de 61° (ETM=Erreur Type de la Moyenne =2,9) sans l'IC, et de $47,8^\circ$ (ETM=2,6) avec IC. Une ANOVA unidirectionnelle avec des mesures répétées, et prenant comme facteur la condition avec ou sans IC a été effectuée. Elle montrait une amélioration significative des performances avec l'IC [$F(1,18)=11.1$, $p=0.004$]. Le score moyen des NE était de 17° (ETM=4).

Compréhension de la parole dans le bruit

Les données des tests de compréhension dans le bruit n'étaient disponibles que pour 13 des 19 patients SU. La *Figure 3B* montre les résultats en condition S0N0 (diotique), et $S_{CI}N_{NE}$ (dichotique), avec et sans l'IC.

En condition S0N0, le SRT moyen est de -2,6dB (ETM=0,6) sans l'IC, et de -2,5dB (ETM=1,0) avec l'IC. En condition $S_{CI}N_{NH}$, le SRT moyen est de 1,4dB (ETM=1,7) sans l'IC, et de -3,3dB (ETM=1,6) avec l'IC. Une ANOVA bidirectionnelle, avec des facteurs spatiaux (S0N0, $S_{CI}N_{NE}$), et d'écoute (avec, sans IC) a montré une différence significative pour les conditions d'écoute [$F(1,12)=6.6$, $p=0.024$], mais pas pour les conditions spatiales [$F(1,12)=1.7$, $p=0.215$]. Un analyse de Bonferroni post-hoc a montré une amélioration significative des performances en condition $S_{CI}N_{NE}$ ($p<0,05$).

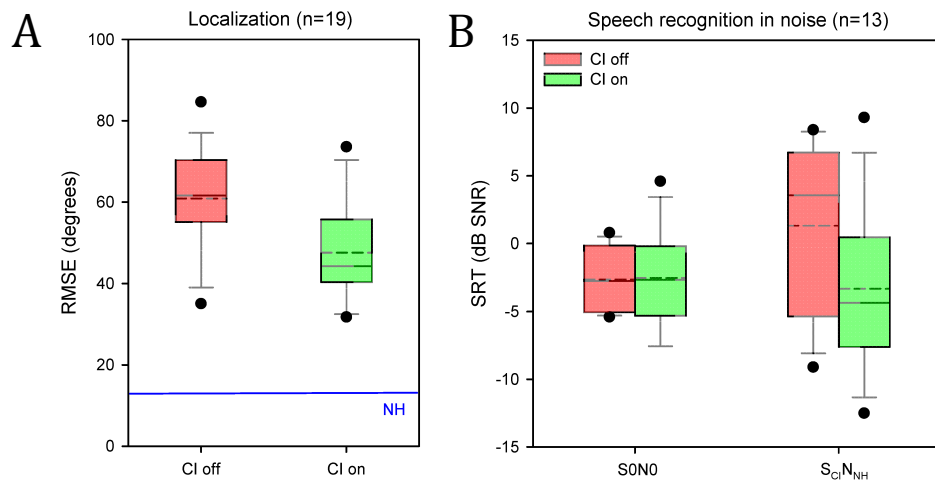


Figure 3. 3A: Scores RMSE : la ligne pleine bleue montre le score moyen du groupe contrôle normo entendant. 3B: Résultats des tests de discrimination dans le bruit sans l'IC (rouge), et avec l'IC (vert) en condition diotique (S0N0), et dichotique (S_{CI}N_{NE}). Un score bas indique une moins bonne performance. Les boîtes montrent les 25^{ème} et 75^{ème} percentiles, les barres d'erreur représentent les 5^{ème} et 95^{ème} percentiles. Les ronds noirs montrent les sujets aux extrêmes, la ligne pleine la médiane, et la ligne pointillée la moyenne.

Légende : NH : normo-entendants ; diotique : S0N0 ; dichotique S_{CI}N_{NH}

Questionnaires

La *Figure 4A* représente les scores THI à un an de l'implantation cochléaire pour les 10 patients présentant des acouphènes en pré-opératoire. Le score THI moyen était de 64.2 (ETM=6.2) avant la chirurgie, et de 49.2 (ETM=5.8) à un an de la chirurgie. La diminution des scores s'étendait de -4 (Sujet 15) à 43 points (Sujet 1). Une ANOVA unidirectionnelle prenant en compte le facteur temps (avant et après IC) montrait une réduction significative du THI à un an de l'implantation cochléaire [$F(1,9)=6.5$, $p=0.031$].

La *Figure 4B* montre les scores GBI à un an de la chirurgie. Le GBI moyen était de 70.0 (ETM=2.4), témoignant d'une évolution très favorable post-opératoire chez ces patients.

La *Figure 4C* décrit les scores SSQ pour les catégories Speech, Spatial et Qualities, en pré et post-opératoire. En pré-opératoire, les scores moyens étaient respectivement de 48.5 (ETM=5.5), 47.2 (ETM=6.8), et 91.8 (ETM=7.6) pour les catégories Speech, Spatial et Qualities. A un an de la chirurgie, les scores moyens atteignaient respectivement 78.7 (ETM=6.1), 92.1 (ETM=9.1), et 123.2 (ETM=7.8). Une ANOVA bidirectionnelle, prenant en compte les facteurs catégorie (Speech, Spatial, Qualities), et le temps (avant/ après IC) a montré un effet significatif de la catégorie [$F(2,36)=45.6$, $p<0.001$], ainsi que du temps [$F(1,36)=29.6$, $p<0.001$]. On constatait une interaction significative [$F(2,36)=4.4$, $p=0.019$]. Une analyse de comparaison des paires post-hoc de Bonferroni a mis en évidence des scores significativement plus élevés à un an de l'implantation cochléaire ($p<0.05$ dans toutes les situations). Le score moyen au SSQ pour les sujets NE était de 433 (ETM=44).

Analyse de corrélation

Nous avons comparé plusieurs facteurs démographiques et résultats.

Il existait une corrélation significative entre la durée de surdité et les résultats des tests diotiques (S_{0N0}) sans l'IC ($n=13$; $r=0.6$; $p=0.036$), ainsi qu'entre la durée de surdité et les tests dichotiques ($S_{CI}N_{NE}$) avec l'IC ($n=13$; $r=0.8$; $p=0.002$). Nous avons également observé une corrélation significative entre les seuils auditifs en conduction aérienne et les résultats des tests en condition dichotique ($n=13$; $r=0.6$; $p=0.027$). Une corrélation était également mise en évidence entre le gain de RMSE et le gain de performance en condition dichotique avec l'IC ($n=13$, $r=0.6$; $p=0.031$). Enfin, il existait une corrélation entre les scores GBI et les scores RMSE avec l'IC ($n=19$, $r=0.7$; $p=0.001$).

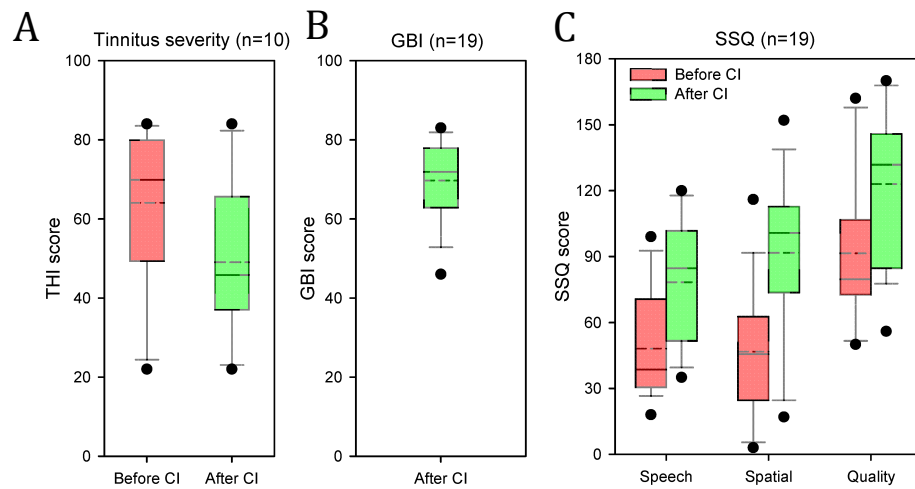


Figure 4. 4A: scores de THI sans l'IC (rouge), et avec l'IC (vert) ; un score bas traduit une intensité réduite des acouphènes. 4B: scores GBI, un score élevé reflète une qualité de vie améliorée. 4C: scores SSQ pour les catégories Speech, Spatial, et Qualities ; un score élevé traduit de meilleures performances. Les boîtes montrent les 25ème et 75ème percentiles, les barres d'erreur représentent les 5ème et 95ème percentiles. Les ronds noirs montrent les sujets aux extrêmes, la ligne pleine la médiane, et la ligne pointillée la moyenne.

Légende : THI : Tinnitus Handicap Index ; SSQ : Speech, Spatial and Qualities of hearing scale ; GBI : Glasgow benefit inventory

DISCUSSION

Résumé des principaux résultats

Nos résultats suggèrent une amélioration de la localisation sonore après la restauration de la fonction binaurale par un IC chez les patients présentant une SU, comme le montre la diminution significative du RMSE avec l'IC (situation binaurale) comparativement à sans IC (situation monaurale). Ces résultats sont encourageants mais restent inférieurs aux performances de la population des NE.

Bénéfices de la restauration de la binauralité

Seize patients ont amélioré leurs performances de localisation sonore contrairement à 3 patients (Sujets 8,12 et 13). Nous avons observé des variations du RMSE avec l'IC de 73,6 à 31,8°. Néanmoins, les patients décrivaient de meilleures capacités de localisation avec l'IC par l'évaluation subjective à l'aide du SSQ, ainsi qu'une qualité de vie améliorée. Les 3 patients n'ayant pas amélioré leur RMSE ne portaient pas leur IC de manière régulière. De fait, certains auteurs¹⁶ ont démontré que l'effet d'ombre de la tête pouvait ne réapparaître qu'après 12 mois de port constant de l'IC. Afin d'optimiser les performances, nous avons recommandé à ces patients un port constant de l'IC. Dans les SU, il est nécessaire de combiner, au niveau du cortex auditif, des afférences doubles (acoustique et électrique). La rééducation semble être un outil primordial pour optimiser la synchronisation des signaux et améliorer la fonction binaurale².

Une étude a comparé les performances des patients SU à celles de patients implantés de manière bilatérale, et a montré des scores RMSE similaires¹⁷. Les auteurs avaient émis l'hypothèse que la localisation sonore des patients implantés de manière bilatérale était meilleure, puisque la compression de signal était supposée symétrique par les deux IC. Dans

les SU, la moins bonne oreille reçoit un signal compressé, alors que la bonne oreille reçoit un signal normal, ce qui rend difficile la localisation basée sur la différence d'IID. Lorsqu'un patient reçoit un second IC, il lui est demandé d'éteindre le premier pour faciliter les acquisitions auditives avec le nouvel IC. Pour les patients SU, il n'existe pas de dispositif de masquage permettant d'en faire de même, excepté avec les accessoires de connectique ou les connexions directes. Nous avons mis en évidence une amélioration des performances en condition dichotique, ce qui suggère une récupération du démasquage binaural. Plusieurs études ont retrouvé des résultats similaires, alors qu'aucune amélioration significative n'était constatée en condition diotique^{9,18}. Nous avons également mis en évidence une corrélation entre l'évolution de la localisation sonore et les performances de discrimination sonore. Une précédente étude¹⁹ ne retrouvait pas cette corrélation, ce qui suggère que l'amélioration des capacités de localisation peut se faire en dépit de résultats auditifs modestes.

Comparaison avec d'autres études

Plusieurs études récentes ont étudié les performances de localisation des patients SU selon le système de réhabilitation auditive (IC, CROS, système ostéo-intégré). Toutes confirment la supériorité de l'IC par rapport aux autres systèmes en matière de localisation sonore⁹. Ces études retrouvaient une réduction significative du score RMSE avec l'IC^{17,20}, malgré des systèmes d'étude de la localisation sonore qui différaient. Elles ne retrouvaient pas d'influence négative de l'âge à l'implantation ni de la durée de privation auditive sur la localisation²¹. Cependant, la durée de privation semblait avoir une influence négative sur la discrimination de la parole en milieu silencieux, surtout pour des durées supérieures à 5 ans¹⁹.

Dans notre étude, les scores RMSE sont légèrement inférieurs à ceux décrits dans les précédentes études^{9,17,20-22} (*Tableau 2*). Ceci peut être expliqué par l'installation de notre système de localisation utilisant des haut-parleurs situés à l'arrière du patient, et non frontaux. Nous avons opté pour l'étude de la localisation sonore plutôt que l'identification de source sonore, ce qui nécessite que les haut-parleurs ne soient pas visibles pour le sujet testé. De plus, les haut-parleurs étaient séparés de 15° entre eux ; cet intervalle a été choisi pour permettre une précision de localisation d'environ 50%, et ne pas privilégier les sujets NE. Cette installation est plus adaptée aux patients avec une capacité de localisation réduite. Dans les installations utilisant des haut-parleurs frontaux, les sujets peuvent s'appuyer sur des variations de l'IID et de l'ITD pour s'aider à localiser la source sonore grâce aux mouvements de la tête. Nos sources étant localisées à l'arrière, et les patients devant garder leur tête droite, les RMSE sont plus élevés, mais restent significativement améliorés.

Au vu de la littérature^{9,17,20-23}, (*Tableau 2*), et des différentes installations utilisées, on constate que les montages pour tester la localisation manquent de standardisation, ce qui permettrait une comparaison plus facile entre les différentes études. Il n'y a pas actuellement de consensus pour ces installations, et ce d'autant plus que les auteurs travaillent sur de petits effectifs du fait des indications restreintes d'IC dans les SU. Des travaux de recherche complémentaires sont nécessaires afin d'établir un protocole standardisé pour la position des haut-parleurs et les caractéristiques du stimulus employé.

Tableau 2 : Revue de la littérature concernant la localisation sonore chez les patients présentant une surdité unilatérale et portant un implant cochléaire.

Auteurs	N	Age	Configuration (haut parleurs, position)	RMSE IC off	RMSE IC on
Arndt et al. , 2010	11	43.5	7, frontaux	33.9°	15°
Firszt et al. , 2012	3	58,3	10, frontaux	38,64°	20,6°
Tavora-Vieira et al. , 2014	16	55	13, frontaux	48.9°	22.8°
Dorman et al. , 2015	13	11 to 63	11, frontaux	68°	28°
Mertens et al. , 2015	10	48	9, frontaux	81.85°	37.75°
Zeitler et al., 2015	9	43	11, frontaux	ND	30°
Kitoh et al. , 2016	5	52.2	9, frontaux	58°	26°
Our study 2017	19	58	12, occipitaux	61°	45,4°

Légende: N: nombre de patients; ND: non disponible; RMSE: Root Mean Square Error

L'implantation cochléaire permet de restaurer les fonctions binaurales, en plus d'améliorer les seuils auditifs, et de réduire l'intensité des acouphènes. Parmi les 10 patients présentant des acouphènes, nous avons observé une amélioration significative de l'intensité de ceux ci, à l'aide du THI. Cependant, 4 patients ne décrivaient pas de bénéfice de l'IC sur leurs acouphènes. Plusieurs auteurs ont constaté une diminution ou une suppression des acouphènes chez les patients implantés^{9,10,18}.

Limites de l'étude

Cette étude présente plusieurs limites, notamment son effectif restreint du fait des indications d'IC limitées pour les patients avec une SU. Ces systèmes sont onéreux, et l'IC n'est actuellement envisageable pour les patients avec une SU que dans le cadre de protocoles de recherche. Nous avons étudié la localisation sonore dans un plan horizontal seulement ; seules quelques équipes de chercheurs possèdent un système de test dans les 3 dimensions. Ces tests nécessitent plus de 40 haut-parleurs⁸, un montage difficile à obtenir en pratique clinique quotidienne. Ces mesures sont indispensables dans le cadre de la recherche afin d'obtenir des données les plus précises possible. Ce système sera peut-être, à l'avenir, adapté pour la clinique. Enfin, nous avons observé la localisation uniquement dans un milieu silencieux, de ce fait, nos données ne reflètent pas exactement les performances des patients dans la vie quotidienne.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude suggèrent que l'IC est un dispositif efficace pour améliorer la localisation sonore, de manière objective, et subjective. A un an de l'implantation, les sujets rapportent une amélioration de leur qualité de vie, secondaire à la restauration des fonctions binaurales.

Leurs performances restent inférieures à celles de la population normale. Néanmoins, l'augmentation de la qualité de vie indique que les patients sont satisfaits.

Dans le futur, l'implantation cochléaire sera peut-être étendue aux patients SU, afin d'améliorer leur discrimination dans le bruit, leur localisation sonore, et de réduire les acouphènes. Il manque encore des études portant sur le long terme, pour évaluer l'évolution de ces performances. Enfin, le rapport coût – efficacité de ce dispositif reste encore à définir en termes de santé publique.

REFERENCES

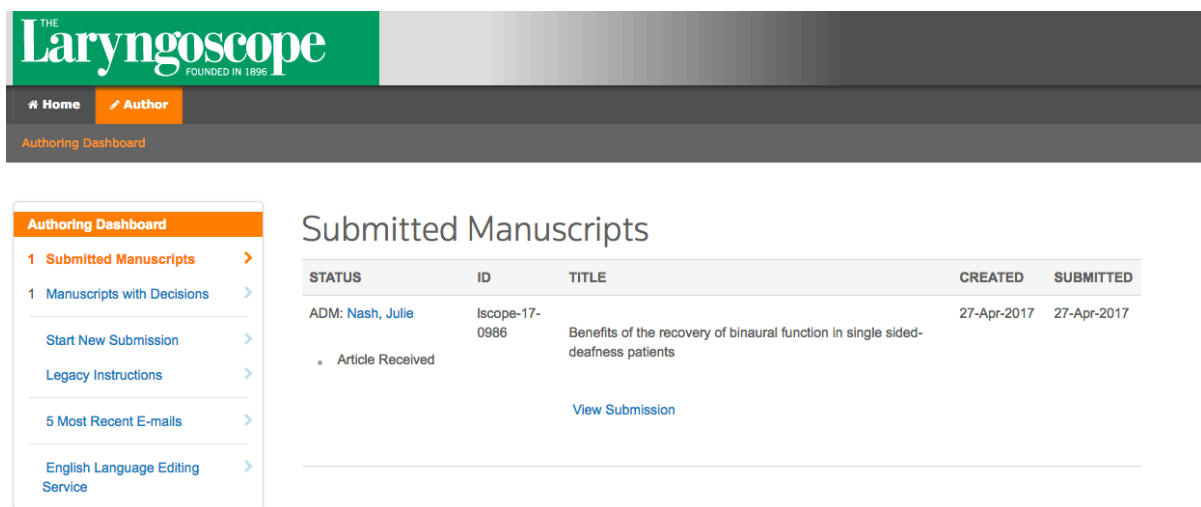
1. Moore DR. Anatomy and physiology of binaural hearing. *Audiology*. 1991;30(3):125-134.
2. Nawaz S, McNeill C, Greenberg SL. Improving Sound Localization After Cochlear Implantation and Auditory Training for the Management of Single-Sided Deafness. *Otol Neurotol*. 2014;35(2):271-276.
3. Tokita J, Dunn C, Hansen MR. Cochlear implantation and single-sided deafness. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014;22(5):353-358.
4. Cabral Junior F, Pinna MH, Alves RD, Malerbi AFDS, Bento RF. Cochlear Implantation and Single-sided Deafness: A Systematic Review of the Literature. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016;20(1):69-75.
5. Wie OB, Pripp AH, Tvette O. Unilateral deafness in adults: effects on communication and social interaction. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2010;119(11):772-781.
6. Finbow J, Bance M, Aiken S, Gulliver M, Verge J, Caissie R. A Comparison Between Wireless CROS and Bone-anchored Hearing Devices for Single-sided Deafness. *Otol Neurotol*. 2015;36(5):819-825.
7. Bishop CE, Eby TL. The current status of audiologic rehabilitation for profound unilateral sensorineural hearing loss. *Laryngoscope*. 2010;120(3):552-556.
8. Kitterick PT, O'Donoghue GM, Edmondson-Jones M, et al. Comparison of the benefits of cochlear implantation versus contra-lateral routing of signal hearing aids in adult patients with single-sided deafness: study protocol for a prospective within-subject longitudinal trial. *BMC Ear, Nose Throat Disord*. 2014;14(1):7.
9. Arndt S, Aschendorff A, Laszig R, et al. Comparison of pseudobinaural hearing to real binaural hearing rehabilitation after cochlear implantation in patients with unilateral deafness and tinnitus. *Otol Neurotol*. 2011;32(1):39-47.
10. Van de Heyning P, Vermeire K, Diebl M, Nopp P, Anderson I, De Ridder D. Incapacitating unilateral tinnitus in single-sided deafness treated by cochlear implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2008;117(9):645-652.
11. Newman CW, Jacobson GP, Spitzer JB. Development of the Tinnitus Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1996;122(2):143-148.
12. Chan JCY, Freed DJ, Vermiglio AJ, Soli SD. Evaluation of binaural functions in bilateral cochlear implant users. *Int J Audiol*. 2008;47(6):296-310.
13. Jansen S, Luts H, Wagener KC, et al. Comparison of three types of French speech-in-noise tests: A multi-center study. *Int J Audiol*. 2012;51(3):164-173.
14. Gatehouse S, Noble W. The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ). *Int J Audiol*. 2004;43(2):85-99.
15. Robinson K, Gatehouse S, Browning GG. Measuring patient benefit from otorhinolaryngological surgery and therapy. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1996;105(6):415-422.
16. Mertens G, De Bodt M, Van de Heyning P. Evaluation of Long-Term Cochlear

- Implant Use in Subjects With Acquired Unilateral Profound Hearing Loss. *Ear Hear.* 2017;38(1):117-125.
17. Zeitler DM, Dorman MF, Natale SJ, Loisel L, Yost WA, Gifford RH. Sound Source Localization and Speech Understanding in Complex Listening Environments by Single-sided Deaf Listeners After Cochlear Implantation. *Otol Neurotol.* 2015;36(9):1467-1471.
 18. Vermeire K, Van de Heyning P. Binaural Hearing after Cochlear Implantation in Subjects with Unilateral Sensorineural Deafness and Tinnitus. *Audiol Neurotol.* 2008;14(3):163-171.
 19. Rahne T, Plontke SK. Functional Result After Cochlear Implantation in Children and Adults With Single-sided Deafness. *Otol Neurotol.* 2016;37(9):e332-e340.
 20. Mertens G, Desmet J, De Bodt M, Van de Heyning P. Prospective case-controlled sound localization study after cochlear implantation in adults with single-sided deafness and ipsilateral tinnitus. *Clin Otolaryngol.* October 2015.
 21. Távara-Vieira D, Ceulaer G De, Govaerts PJ, Rajan GP. Cochlear Implantation Improves Localization Ability in Patients With Unilateral Deafness. *Ear Hear.* 2015;36:93-98.
 22. Firszt JB, Holden LK, Reeder RM, Waltzman SB, Arndt S. Auditory Abilities After Cochlear Implantation in Adults With Unilateral Deafness. *Otol Neurotol.* 2012;33(8):1339-1346.
 23. Kitoh R, Moteki H, Nishio S, et al. The effects of cochlear implantation in Japanese single-sided deafness patients: five case reports. *Acta Otolaryngol.* 2016;136(5):460-464.

ANNEXE

Benefits of the recovery of binaural function in single sided-deafness patients

L'article original en langue anglaise, a été soumis à *The Laryngoscope*.



The screenshot displays the 'Authoring Dashboard' for 'The Laryngoscope', which was founded in 1896. The dashboard includes a navigation bar with 'Home' and 'Author' links. On the left, a sidebar lists dashboard options: 'Submitted Manuscripts' (1), 'Manuscripts with Decisions' (1), 'Start New Submission', 'Legacy Instructions', '5 Most Recent E-mails', and 'English Language Editing Service'. The main content area, titled 'Submitted Manuscripts', features a table with the following data:

STATUS	ID	TITLE	CREATED	SUBMITTED
ADM: Nash, Julie	Iscope-17-0986	Benefits of the recovery of binaural function in single sided-deafness patients	27-Apr-2017	27-Apr-2017
Article Received				
View Submission				

Vu, le Directeur de Thèse

Vu, le Doyen

De la Faculté de Médecine de Tours

Tours, le



DORBEAU Camille

55 pages - 2 tableaux – 4 figures

Résumé :

Objectifs - La perte de la fonction auditive binaurale a des conséquences en termes de localisation sonore, de démasquage binaural et de sommation de la sonie. L'objectif de cette étude était d'analyser les bénéfices suite à la récupération de la fonction binaurale par un implant cochléaire (IC) chez des patients présentant une surdité unilatérale (SU).

Patients et méthode - Il s'agissait d'une étude prospective multicentrique, 19 patients atteints d'une SU réhabilités depuis au moins un an par IC ont été inclus et comparés à un groupe de 15 normo-entendants (NE). La localisation sonore était évaluée par un système composé de 12 haut parleurs, placés à l'arrière du patient, permettant la détermination du Root Mean Square Error (RMSE) score. La discrimination auditive était évaluée en condition diotique et dichotique. Chaque test était réalisé en condition monaurale sans l'IC, puis en condition binaurale avec l'IC. La sévérité des acouphènes et la qualité de vie, étaient évaluées par 3 questionnaires avant, et à un an de l'implantation.

Résultats - Le RMSE moyen pour les patients NE était de 16,9° et de 61° pour les patients SU en condition monaurale. En condition binaurale, le RMSE était significativement amélioré ($p < 0,05$) avec un score moyen de 45,7°. Les scores en condition dichotique étaient significativement améliorés avec l'IC ($p < 0,05$). Après un an de réhabilitation par un IC, les patients présentaient une diminution significative de l'intensité des acouphènes ($p < 0,05$), et une amélioration significative de la qualité de vie ($p < 0,05$).

Conclusion - L'implantation cochléaire, en restaurant la fonction binaurale chez les patients atteints de SU, a permis une amélioration des performances auditives et de la localisation sonore.

Mots clés : binaural ; implant cochléaire ; surdité unilatérale ; localisation sonore.

Jury :

Président du Jury :	Professeur Emmanuel LESCANNE
Directeur de thèse :	<u>Docteur David BAKHOS</u>
Membres du Jury :	Professeur Sylvain MORINIERE
	Professeur Mathieu MARX

Date de soutenance : Jeudi 15 Juin 2017