

SFORL

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
D'ORL ET DE CHIRURGIE
DE LA FACE ET DU COU

RECOMMANDATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE

Indications de l'implant cochléaire chez l'adulte et chez l'enfant

Promoteur :
Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie
et de Chirurgie de la Face et du Cou

Avec la participation de la :
Société Française d'Audiologie
et du Collège National d'Audioprothèse

COMITE D'ORGANISATION

Pr Emmanuel Lescanne, ORL, Tours
Pr Natalie Loundon, ORL, Paris
Pr Stéphane Roman, ORL, Marseille
Pr Éric Truy, ORL, Lyon
Pr Vincent Couloigner, Dr Sophie Tronche, Société Française d'ORL & CFC

GROUPE DE TRAVAIL

Présidents :
Pr Emmanuel Lescanne, ORL, Tours
Pr Natalie Loundon, ORL, Paris
Pr Stéphane Roman, ORL, Marseille
Pr Éric Truy, ORL, Lyon

Arnaud Coez, audioprothésiste, Paris
Pascal Barone, chercheur, CNRS, Toulouse
Dr Joël Belmin, gériatre, Ivry-sur-Seine
Dr Catherine Blanchet, radiologue, Montpellier
Stéphanie Borel, orthophoniste, Tours
Pr Anne Charpiot, ORL, Strasbourg
Pr Olivier Deguine, ORL, Toulouse
Dr Anne Farinetti, ORL, Marseille
Pr Benoît Godey, ORL, Rennes
Dr Diane S. Lazard, ORL, Paris
Dr Mathieu Marx, ORL, Toulouse
Dr Isabelle Mosnier, ORL, Paris
Dr Yann Nguyen, ORL, Paris
Dr Natacha Teissier, ORL, Paris
Dr Benoît Virole, psychologue, Paris

Les auteurs suivants : Catherine Blanchet, Arnaud Coez, Diane Lazard, Emmanuel Lescanne, Stéphane Roman, Natacha Teissier, Éric Truy ont déclaré des liens d'intérêt qui, après examen par la SFORL et en accord avec les directives de la Haute Autorité de santé (HAS), n'ont pas été considérés comme pouvant nuire à l'objectivité de leurs propos et donc comme incompatibles avec leur participation à la rédaction de ces recommandations.

GROUPE DE RELECTURE

Pr Karine Aubry, ORL, Limoges
Pr Philippe Bordure, ORL, Nantes
Dr Didier Bouccara, ORL, Paris
Solveig Chapuis, orthophoniste, Lyon
Nadine Cochard, orthophoniste, Toulouse

Pr Naïma Deggouj, ORL, Bruxelles, Belgique
Pr Françoise Denoyelle, ORL, Paris
Dr Arnaud Devèze, ORL, Marseille
Dr Xavier Dubernard, ORL, Reims
Pr Valérie Franco, ORL, Bordeaux
Martial Franzoni, orthophoniste, Paris
Dr Pascale Henrion, ORL, Paris
Dr Ruben Hermann, ORL, Lyon
Aude de Lamaze, orthophoniste, Paris
Dr Yannick Lerosey, ORL, Rouen
Pr Thierry Mom, ORL, Clermont-Ferrand
Pr Michel Mondain, ORL, Montpellier
Pr Cécile Parietti-Winkler, ORL, Nancy
Dr Christine Pol, ORL, Le Kremlin-Bicêtre
Dr Christine Poncet-Wallet, ORL, Paris
Isabelle Prang, orthophoniste, Paris
Caroline Rebichon, psychologue, Paris
Dr Françoise Sterkers-Artières, ORL, Palavas-les-Flots
Pr Thierry Van den Abbeele, ORL, Paris
Pr Christophe Vincent, ORL, Lille

**Organisation : Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie
et de Chirurgie de la Face et du Cou**

Sommaire

1 RAPPEL DES RECOMMANDATIONS SUR L'IMPLANT COCHLÉAIRE DE LA HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ (HAS, 2012)	7
1.1 Indications	7
1.1.1 Chez l'enfant	7
1.1.2 Chez l'adulte	7
1.1.3 Une implantation bilatérale peut être indiquée	8
1.2 Résultats	8
1.2.1 Efficacité	8
1.2.2 Sécurité	9
1.2.3 Résultats des réimplantations	9
1.3 Perspectives	9
1.3.1 Stimulation électro-acoustique	9
1.3.2 Extension des indications	9
2 ACTUALISATION DES INDICATIONS DE L'IMPLANT COCHLÉAIRE	9
2.1 Spécificités de l'implantation cochléaire pédiatrique	9
2.1.1 Implant bilatéral et précocité d'implantation	9
2.1.2 Implant cochléaire et audition résiduelle	12
2.1.3 Évaluation de la fonction vestibulaire	13
2.1.4 Synthèse des aspects cognitifs et psychoaffectifs des implantations cochléaires pédiatriques	14
2.1.4.1 Surdité et troubles du comportement	14
2.1.4.2 Surdité et environnement familial	15
2.1.4.3 Surdité chez les enfants aux « besoins complexes »	15
2.2 Spécificité de l'implantation de l'adulte	16
2.2.1 Sujet âgé et bilan cognitif adulte	16
2.2.2 Implantation cochléaire bilatérale de l'adulte	18
2.2.2.1 Intérêts de l'audition résiduelle controlatérale à l'implant	18
2.2.2.2 Déterminer l'utilité de l'audition résiduelle controlatérale à l'implant	19
2.2.2.3 Bénéfices de l'implantation cochléaire bilatérale pour l'audition binaurale	21
2.2.2.4 Bénéfices de l'implantation cochléaire bilatérale pour la qualité de vie	23
2.3 Bimodalité	24
2.3.1 Stimulation électro-acoustique	24
2.3.2 Implant cochléaire et prothèse auditive controlatérale	25
2.3.2.1 Apport de la prothèse controlatérale (PCL) chez l'adulte	25
2.3.2.2 Apport de la PCL chez l'enfant	26
2.4 Implantation cochléaire et surdités unilatérales neurosensorielles	27
2.4.1 Chez l'enfant	27
2.4.2 Chez l'adulte – implantation cochléaire et surdités sévères à profondes unilatérales	27
2.5 Questionnaires de qualité de vie, questionnaires perceptifs, état des lieux et validation des questionnaires	29
2.5.1 Définition du concept de qualité de vie	30
2.5.2 Les différents types de questionnaires	30
2.5.2.1 Questionnaires génériques	30
2.5.2.2 Questionnaires ad hoc	30
2.5.2.3 Questionnaires spécifiques	31

METHODOLOGIE

Les banques de données MEDLINE ont été interrogées sur la période de 1994 à 2016. Seules les publications de langue française ou anglaise ont été retenues. Les recommandations proposées ont été classées en grade A, B ou C selon un niveau de preuve scientifique décroissant, en accord avec le guide d'analyse de la littérature et de gradation des recommandations, publié par l'ANAES (Janvier 2000).

Correspondance entre l'évaluation de la littérature et le grade des recommandations (grille adaptée du score de Sackett).

CORRESPONDANCE ENTRE L'ÉVALUATION DE LA LITTÉRATURE ET LE GRADE DES RECOMMANDATIONS

(grille adaptée Score de Sackett)

Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature	Force des recommandations
TEXTE : Argumentaire	Recommandation
Niveau 1	
Essais comparatifs randomisés de forte puissance	Grade A
Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés	
Analyse de décision basée sur des études bien menées	Preuve scientifique établie
Niveau 2	
Essais comparatifs randomisés de faible puissance	Grade B
Etudes comparatives non randomisées bien menées	
Etudes de cohorte	Présomption scientifique
Niveau 3	
Etudes cas-témoins	
Essais comparatifs avec série historique	Grade C
Niveau 4	
Etudes comparatives comportant des biais importants	Faible niveau de preuve scientifique
Etudes rétrospectives	
Séries de cas	
Etudes épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)	
Toute autre publication (cas report, avis d'expert, etc)	
Aucune publication	Accord professionnel *

*En l'absence de précision, les recommandations proposées correspondront à un accord professionnel.

Cette classification a pour but d'explicitier les bases des recommandations. L'absence de niveau de preuve doit inciter à engager des études complémentaires lorsque cela est possible.

Cependant, l'absence de niveau de preuve ne signifie pas que les recommandations élaborées ne sont pas pertinentes et utiles (exemple de l'efficacité de la mastectomie dans le cancer du sein, des antibiotiques dans l'angine,...).

D'après le Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations ANAES / Janvier 2000

LISTE DES ABREVIATIONS

ADOS : Autism Diagnostic Observation Schedule

BAHA : Bone-anchored hearing aid

BiCI : Implant cochléaire bilatéral

CAP : Category of auditory performance

CMV : Cytomégalovirus

CROS : Contralateral routing of the signal

dB : Décibels

dB HL : Decibels hearing level

EAS : Electric acoustic stimulation (stimulation électrique-acoustique)

EQ-5D : EuroQoL-5D

EVA: Echelle Visuelle Analogique

GHSI : Glasgow Hearing Scale Inventory

HAS : Haute autorité de santé

HIT : Head impulse test

Hz : Hertz

IC : Implant/implantation cochléaire

IRM : Imagerie par résonance magnétique

MCI : Mild cognitive impairment (trouble cognitif léger)

MLO : Mots en liste ouverte

MMSE : Mini-Mental State Examination

MOCA : Montreal Cognitive Assessment Test

NCIQ : Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire

OMS : Organisation mondiale de la santé

PCL : Prothèse controlatérale

PEOM : Potentiels évoqués otolithiques myogéniques

QI : Quotient intellectuel

QV : Qualité de vie

SIR : Speech intelligibility rating

SNS : surdité neurosensorielle

SRT : Speech recognition threshold SF 36
(Short Form 36)

SSD : Single-sided deafness

SSQ : Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale

SU : Surdité unilatérale

SNS : Surdité neurosensorielle,

THI : Tinnitus Handicap Inventory

TSA : Trouble du spectre autistique

1 Rappel des recommandations sur l'implant cochléaire de la Haute Autorité de santé (HAS, 2012)

Nous rappelons de manière fidèle le texte publié par la HAS en 2012 ; il est fortement recommandé de tenir compte de ce texte officiel face à un patient adulte ou enfant candidat à une éventuelle implantation cochléaire [1] (niveau de preuve 1).

1.1 Indications

Les implants cochléaires sont indiqués en cas de surdité neurosensorielle sévère à profonde bilatérale. L'implantation est le plus souvent unilatérale, mais une implantation bilatérale peut être indiquée.

1.1.1 Chez l'enfant

Age de l'implantation

- Chez les sourds prélinguaux, l'implantation doit être la plus précoce possible. Une implantation précoce donne des résultats sur la compréhension et la production du langage meilleurs et plus rapides qu'une implantation tardive.
- Au-delà de 5 ans, en cas de surdité congénitale profonde ou totale non évolutive, il n'y a d'indication (sauf cas particuliers) que si l'enfant a développé une appétence à la communication orale.
- Si l'enfant est entré dans une communication orale, il peut bénéficier d'une implantation quel que soit son âge. Les adultes jeunes sourds congénitaux peuvent être implantés.

Indications audiométriques de l'implantation

- Dans le cas d'une surdité profonde, l'implantation cochléaire est indiquée lorsque le gain prothétique ne permet pas le développement du langage.
- Dans le cas d'une surdité sévère, l'implantation cochléaire est indiquée lorsque la discrimination est inférieure ou égale à 50 % lors de la réalisation de tests d'audiométrie vocale adaptés à l'âge de l'enfant. Les tests doivent être pratiqués à 60 dB, en champ libre, avec des prothèses bien adaptées.
- En cas de fluctuations, une implantation cochléaire est indiquée lorsque les critères sus-cités sont atteints plusieurs fois par mois et/ou lorsque les fluctuations retentissent sur le langage de l'enfant.

1.1.2 Chez l'adulte

Age de l'implantation

- Il n'y a pas de limite d'âge supérieure à l'implantation cochléaire chez l'adulte.
- Chez le sujet âgé, l'indication est posée après une évaluation psychocognitive.
- Il n'y a en général pas d'indication de primo-implantation chez l'adulte ayant une surdité prélinguale.

Indications audiométriques de l'implantation

- La discrimination est inférieure ou égale à 50 % lors de la réalisation de tests d'audiométrie vocale avec la liste de Fournier (ou équivalent). Les tests doivent être pratiqués à 60 dB, en champ libre, avec des prothèses bien adaptées.
- En cas de fluctuations, une implantation cochléaire est indiquée si le retentissement sur la communication est majeur.

1.1.3 Une implantation bilatérale peut être indiquée

Une implantation bilatérale peut être indiquée en cas de méningite bactérienne, de fracture du rocher bilatérale et devant toute autre cause de surdité risquant de s'accompagner à court terme d'une ossification cochléaire bilatérale. Il faut intervenir avant que l'ossification ne soit trop avancée.

Chez l'enfant

L'implantation intervient en cas :

- de surdité de perception bilatérale profonde, selon les modalités définies pour l'implantation unilatérale ;
- de syndrome d'Usher (affection héréditaire autosomique récessive associant des atteintes oculaires et auditives).

Chez un adulte porteur d'un implant cochléaire unilatéral

L'implantation intervient en cas de perte du bénéfice audioprothétique du côté opposé provoquant des conséquences socioprofessionnelles ou une perte d'autonomie chez une personne âgée.

1.2 Résultats

1.2.1 Efficacité

- Chez l'enfant, une amélioration de l'audition est constatée sur les capacités auditives, les capacités langagières et la communication verbale. La progression sur ces critères est majeure dans les mois qui suivent l'implantation et se poursuit sur le long terme.
- Chez l'adulte, une amélioration significative de la compréhension du langage est observée après implantation cochléaire.

L'objectif de l'implantation bilatérale par rapport à l'implantation unilatérale est d'apporter une meilleure perception de la parole (en particulier dans un environnement bruyant) et une meilleure localisation sonore (binauralité).

1.2.2 Sécurité

Analysé sur plus de 2 000 patients, le taux de complications est faible (moins de 5 %). La complication la plus sévère recensée est la méningite bactérienne, pour laquelle des mesures prophylactiques ont été mises en place (vaccination antipneumococcique pré et postopératoire). Les autres complications sont de gravité moindre (problèmes de lambeau cutané, migration des électrodes, parésie du nerf facial, etc.).

1.2.3 Résultats des réimplantations

Une réimplantation peut être indiquée en cas de dysfonctionnement de l'implant. Elle n'expose pas le patient à plus de complications que la primo-implantation. Les performances obtenues lors de la primo-implantation sont maintenues.

1.3 Perspectives

1.3.1 Stimulation électro-acoustique

L'existence d'une audition résiduelle chez des patients ayant une surdité neurosensorielle sévère à profonde permet une stimulation combinée électrique et acoustique sur la même oreille, favorisant la préservation de l'audition. Des études en cours devraient permettre d'objectiver le bénéfice de la stimulation combinée électrique et acoustique sur la même oreille.

1.3.2 Extension des indications

Des études comparatives bien menées sont encore nécessaires pour évaluer l'apport de l'implant chez les patients ayant une surdité moins sévère, ainsi que l'intérêt d'une implantation bilatérale dans des circonstances autres que celles recommandées.

2 Actualisation des indications de l'implant cochléaire

2.1 Spécificités de l'implantation cochléaire pédiatrique

Le groupe de travail a axé cette recommandation sur certains points d'actualité concernant l'implantation cochléaire : la binauralité, l'âge d'implantation et la fonction vestibulaire.

2.1.1 Implant bilatéral et précocité d'implantation

Le but de l'implantation bilatérale et précoce chez l'enfant est de permettre ou de restituer une audition binaurale.

La binauralité apporte une amélioration de l'audition : dans le silence, dans le bruit et un degré de fonction de localisation sonore. Le niveau de développement du langage oral chez un enfant sourd profond est corrélé à ses scores perceptifs avec implant cochléaire d'une part, et avec le niveau d'intégration scolaire d'autre part [2] (niveau de preuve 2). L'implantation bilatérale potentialise les résultats dans les différents domaines. Jacobs et al., en 2016, dans une étude prospective portant sur 49 enfants (18 implantations cochléaires [IC] bilatérale 31 IC unilatérales), comparaient les scores de perception de la parole dans le bruit, les scores de mémoire auditive et l'intelligence verbale. Les enfants ayant reçu un IC

bilatéral étaient statistiquement meilleurs dans tous les domaines [3] (niveau de preuve 2).

Recommandation 1

Il est recommandé de proposer chez l'enfant ayant une surdité bilatérale sévère à profonde une implantation cochléaire bilatérale (Grade B).

La réalisation précoce des deux chirurgies, en particulier la première avant l'âge de 12 mois, permet d'optimiser les résultats sur la perception auditive et le langage oral. Le risque opératoire chez les nourrissons avant 12 mois est similaire aux enfants après 12 mois (étude réalisée sur 186 nourrissons avant 12 mois/2911 enfants implanté) [4] (niveau de preuve 2). Yang et al., dans une étude longitudinale, ont montré que, sur 55 enfants ayant reçu un IC avant 24 mois, le groupe des IC 7–12 mois a des meilleurs scores perceptifs et linguistiques à 24 mois que le groupe des IC 12–24 mois [5] (niveau de preuve 2).

Dettman et al., en 2007, dans une étude rétrospective comparant les résultats de 19 enfants ayant eu un IC bilatéral simultanément avant 12 mois et ceux de 87 nourrissons ayant reçu leurs implants entre 12 et 24 mois, ont observé que les niveaux d'expression orale et de compréhension étaient significativement meilleurs dans le groupe précoce et qu'ils étaient dans la norme de développement des enfants entendants de leur âge [6] (niveau de preuve 4). Leur étude complémentaire, de 2016, sur les effets à long terme de l'implantation (implantation unilatérale, bilatérale ou bimodale) a confirmé les meilleurs scores de perception et de production linguistique et lexicale dans le groupe d'enfants implantés avant 12 mois [7] ; 64 % de ces enfants atteignaient un niveau de langage dans la norme avant l'entrée à l'école, alors que moins de 46 % de ces enfants atteignaient ces scores lorsqu'ils étaient implantés après l'âge de 12 mois [7] (niveau de preuve 4). De même, Tobey et al., en 2013, dans une étude prospective de 160 enfants implantés (99 ont reçu leur premier IC avant 30 mois et 62 enfants entre 30 mois et 5 ans), ont montré que le niveau de compréhension et d'expression linguistique (*comprehensive assessment spoken language*) des plus jeunes était meilleur dans le premier groupe que dans le second [8] (niveau de preuve 2).

May-Mederake et al., en 2012, comparaient le développement de la compréhension et de la production de la parole et du langage chez 28 enfants sourds implantés avant 24 mois selon l'âge à l'implantation. Le groupe qui avait les meilleurs scores avait reçu l'implant avant 12 mois [9] (niveau de preuve 2).

Dans une étude prospective menée par Colletti et al. en 2011, les différents résultats de compréhension et de la production du langage étaient significativement meilleurs pour les 11 enfants opérés avant 12 mois par rapport aux 13 enfants implantés entre 12 et 23 mois et les 13 implantés entre 24 et 35 mois. Leur niveau de langage à 10 ans correspondait respectivement à un niveau de langage d'enfants de 9,5 ans, 8,3 ans et de 7,8 ans. Seul le premier groupe ne présentait pas de différence significative par rapport au niveau de langage normal [10] (niveau de preuve 2). Une étude plus récente par le même auteur a comparé les résultats à 4 ans d'une cohorte de 12 enfants implantés unilatéralement entre 2 et 6 mois, 9 enfants implantés entre 7 et 12 mois,

11 entre 13 et 18 mois, 13 entre 19 et 24 mois à 20 enfants ayant une audition normale. Il existe une différence significative en ce qui concerne la performance

auditive au score CAP (*category of auditory performance*) et la répétition des phrases entre le groupe de moins de 6 mois et le groupe 6–12 mois, ainsi qu'avec chacun des autres groupes d'enfants implantés, alors qu'il n'existait pas de différence avec les enfants normo-entendants, tendant à suggérer que la grande précocité de l'implantation conditionne la normalité du niveau de langage [11] (niveau de preuve 2). L'auteur ne décrit pas, de surcroît, de complications opératoires pour le groupe d'enfants plus jeunes. Cependant, pour l'instant, il existe trop peu d'études évaluant les bénéfices d'une implantation avant 6 mois pour confirmer ces résultats.

Recommandation 2

En cas de surdité bilatérale profonde congénitale, il est recommandé de proposer une chirurgie d'implant avant 12 mois de vie (Grade B).

La chirurgie bilatérale simultanée ou séquentielle «rapprochée» est plus efficace pour restaurer une audition binaurale. Au niveau électrophysiologique, Easwar et al. ont observé que les tracés corticaux liés aux stimuli de parole dans le cas d'IC bilatéral simultané précoce, chez 16 nourrissons de moins de 24 mois, sont, à 4 ans de recul, équivalents à ceux d'enfants témoins, alors que cette normalisation n'est pas observée dans les implantations plus tardives [12] (niveau de preuve 2). Kral et al., en 2013, dans une revue de la littérature, ont montré qu'il existe une période sensible, ou période critique précoce de développement des aires cérébrales dédiées [13] (niveau de preuve 1). Gordon et al., en 2013, dans une étude comparant les résultats des potentiels corticaux chez 16 enfants ayant reçu un IC bilatéral séquentiel, 10 un IC bilatéral simultané, 8 en unilatéral, et 7 témoins, montrent que les tracés du cortex auditif obtenus ne sont pas latéralisés comme chez les entendants si la stimulation bilatérale a lieu après 18 mois [14] (niveau de preuve 1).

Sarant et al., en 2014, dans une étude rétrospective portant sur 91 enfants avec IC unilatéral (n = 24) ou bilatéral (n = 67) – implantation première avant 40 mois et seconde avant 6 ans – montraient qu'à 8 ans d'âge chronologique les niveaux de compréhension lexicale (Peabody) et d'expression orale étaient significativement meilleurs pour les enfants avec IC bilatéral [15] (niveau de preuve 4). L'âge au premier IC impactait aussi les résultats de niveau de langue, chaque année perdue dégradant de 17 à 19 % les scores de compréhension et d'expression du langage oral [15] (niveau de preuve 2).

La fonction de démasquage dans le bruit et de localisation spatiale reste variable selon l'histoire auditive, le délai entre les deux IC et l'âge au second implant [16, 17] (niveau de preuve 2). En cas d'IC bilatéral séquentiel tardif chez un enfant sourd profond congénital, le risque de non-utilisation est important, en particulier s'il n'y a pas eu d'utilisation de la prothèse controlatérale (PCL) depuis de nombreuses années. Myhrum et al., en 2017, sur une étude comprenant 160 patients ayant eu un IC bilatéral séquentiel, montraient que plus le délai entre deux IC s'allongeait, plus le risque de résultat perceptif limité et de non-utilisation à moyen terme du second IC augmentait – sauf si existait un bénéfice de la PCL. Dans les IC séquentiels tardifs, le bénéfice le plus constant était celui de l'ombre de la tête [18] (niveau de preuve 2).

Reeder et al., en 2017, analysaient de façon prospective les résultats de 24 enfants sourds profonds ayant reçu un second IC avec un délai moyen de 9 ans.

Les scores de perception dans le silence avec le second IC et avec les deux IC dans le bruit étaient dépendants du délai entre les deux IC [19] (niveau de preuve 4).

Recommandation 3

En cas d'implantation cochléaire bilatérale séquentielle chez un enfant sourd sévère à profond, il est recommandé de réduire le délai entre les deux implantations (Grade B), de préférence inférieur à 18 mois (accord professionnel).

Dans le cas d'appareillage bimodal chez des patients ayant une audition résiduelle (IC + PCL), la perception de la parole dans le bruit permet de connaître l'efficacité de l'appareillage bimodal et de discuter l'indication d'un second IC. Choi et al., en 2017, ont comparé les résultats de 13 patients porteurs d'implants en bilatéral et de 19 enfants appareillés en bimodal. Les scores de perception de la parole pour les deux groupes sont similaires dans le silence avec 98 % de MLO (mots en liste ouverte), mais significativement moins bons dans le bruit (bruit à droite et gauche/voix en frontal) avec 48 % de MLO pour le premier groupe et de 31 % de MLO pour le second [20] (niveau de preuve 2).

Recommandation 4

Lors d'une implantation séquentielle, il est recommandé d'avoir un délai le plus court possible entre les deux implantations cochléaires s'il n'y a pas de bénéfice avec la prothèse controlatérale (Grade B).

Grille d'analyse de la littérature – Implantation pédiatrique

2.1.2 Implant cochléaire et audition résiduelle

L'audition résiduelle ou surdité partielle (*partial deafness* [PD]) inclut les surdités définies par une audition normale ou un trouble léger-moyen sur les fréquences graves et moyennes et une surdité profonde sur les fréquences aiguës [21] (niveau de preuve 4), et les autres atteintes auditives quantifiables. Leigh et al. ont comparé les scores de perception de la parole (MLO mono et dissyllabiques) de 62 enfants sourds moyens à profonds appareillés à ceux de 80 enfants sourds profonds implantés. Les enfants implantés avaient des scores comparables aux enfants ayant une surdité moyenne appareillée. Les enfants avec une surdité sévère appareillée avaient des scores inférieurs dans 75 % des cas à ceux des patients implantés [22] (niveau de preuve 2). Fitzpatrick et al. montraient, sur 11 enfants présentant en préopératoire une surdité sévère avec une intelligibilité de la parole > 30 %, une amélioration des scores d'intelligibilité significative avec implant dans la première année de recul [23] (niveau de preuve 4). Alors que la littérature suggère de meilleurs résultats sur la perception du langage chez les enfants implantés dans le cadre d'une surdité sévère par rapport à l'appareillage auditif, il peut être parfois difficile de définir le seuil audiométrique à partir duquel l'implant semble préférable à l'appareillage. Les recommandations du groupe HEARRING proposent que l'existence d'une audition résiduelle ne soit pas une contre-indication à l'implantation cochléaire de type électro-acoustique [24] (accord professionnel). Les résultats de l'intelligibilité de la parole avec appareils

et le bilan orthophonique sur le niveau de langage constituent les examens clés pour identifier les candidats à l'implantation. Afin de révéler ces patients, certains auteurs recommandent une évaluation systématique de l'audition dans le bruit (bruit sous forme de pseudo-signal et avec un rapport signal sur bruit de +10 dB) [25] (niveau de preuve 4), ou encore des tests de reconnaissance de phrases dans le bruit [26] (niveau de preuve 2), [27] (niveau de preuve 4).

Les bons résultats post-implantation ne sont pas corrélés à la préservation de l'audition résiduelle [28] (niveau de preuve 1).

Wilson et al. ont évalué les scores CAP et SIR (*speech intelligibility rating*) dans une étude rétrospective sur 28 enfants d'âge moyen 6 ans, ayant une surdité partielle et implantés. Tous avaient une audition préservée en post-opératoire, des scores CAP améliorés dès 7 mois de recul et une SIR améliorée pour ceux ayant reçu un implant à un âge plus précoce [29] (niveau de preuve 4).

Recommandation 5

Il est recommandé, en cas d'audition résiduelle, d'inclure dès que possible les tests dans le bruit dans le bilan préimplant (Grade C).

Il est recommandé pour les enfants équipés d'un implant cochléaire et d'une prothèse contralatérale d'évaluer dès que possible leur perception de la parole dans le bruit (accord professionnel).

2.1.3 Évaluation de la fonction vestibulaire

Les atteintes vestibulaires sont significativement plus nombreuses chez l'enfant sourd que chez le normo-entendant. Ces atteintes représentent jusqu'à 50 % des enfants ayant une surdité profonde bilatérale [30, 31] (niveau de preuve 4). La chirurgie de l'implant cochléaire peut entraîner une modification de la fonction vestibulaire dans 0 % à 71 % des cas selon les séries. Ajalloueyan et al. ne retrouvaient pas de changement dans leur série de 27 enfants ; cependant, la totalité des examens, comprenant HIT (head impulse test) et épreuves caloriques, n'a pu être faite que sur un faible effectif ; seuls les potentiels évoqués otolithiques myogéniques (PEOM) ont été faits systématiquement. De plus, dans cette étude, les examens ont été faits avant l'activation de l'implant [32] (niveau de preuve 4). Pour Ebrahimi et al., les résultats vestibulaires obtenus chez 50 enfants sourds non implantés étaient statistiquement meilleurs que ceux observés chez 35 enfants sourds implantés [33] (niveau de preuve 4). Devroede et al. ont mis en évidence un taux de 69 % de dysfonction vestibulaire avant implantation contralatérale chez 26 enfants ayant eu un premier IC. Après le second implant, 37 % des patients ont présenté une altération vestibulaire du côté implanté. Les auteurs suggèrent une implantation séquentielle avec un bilan vestibulaire avant chaque implantation [34] (niveau de preuve 4). Jacot et al., en 2009, sur 71 enfants implantés, retrouvaient 71 % de modifications en post-implant avec une aréflexie dans 10 % des cas [35] (niveau de preuve 4).

Le risque d'atteinte vestibulaire bilatérale en cas de chirurgie bilatérale doit être pris en compte, et la chirurgie doit être la plus atraumatique possible, en particulier chez l'enfant n'ayant pas acquis l'âge de la marche.

Recommandation 6

Il est recommandé de réaliser un bilan vestibulaire avant chaque implantation cochléaire (Grade C).

2.1.4 Synthèse des aspects cognitifs et psychoaffectifs des implantations cochléaires pédiatriques

L'identification d'une surdité ne doit pas faire négliger la recherche d'autres atteintes associées. En effet, les études suggèrent que, chez 30 à 40 % des enfants présentant une surdité, il existe d'autres atteintes physiques ou neuro développementales pouvant participer aux troubles de communication [36] (niveau de preuve 2). L'étude prospective menée par Ching et al. en 2013 incluant 451 enfants suivis pour surdité a démontré que les cinq éléments prédictifs d'un développement favorable du langage chez les enfants de 3 ans sont le sexe féminin, l'absence d'atteintes associées, une surdité peu sévère, le haut niveau d'éducation maternel et, chez les enfants implantés, l'âge de l'implantation [37] (niveau de preuve 1).

2.1.4.1 Surdité et troubles du comportement

Fitzpatrick et al., dans une étude rétrospective sur 785 enfants suivis pour surdité, ont identifié 17 enfants présentant un trouble du spectre autistique (TSA) ; cela correspond à 2,2 % des enfants sourds, soit une incidence deux fois plus importante que l'incidence de l'autisme isolé [38] (niveau de preuve 1) – 11 à 17/1000 des enfants de 8 ans aux États-Unis [39, 40] (niveau de preuve 2) ; 1/100 des enfants de 5 à 9 ans en Angleterre [41] (niveau de preuve 2). L'incidence des TSA était particulièrement plus élevée chez les enfants présentant une surdité liée à une pathologie de la grossesse (13,8 %) telle que l'infection congénitale par le cytomégalovirus (CMV). Ces enfants présentent de plus une plus forte incidence de pathologies associées telles qu'un retard mental (15,5 %) et psychomoteur ou encore une atteinte visuelle.

Szymanski et al. soulignent la difficulté de poser parfois le diagnostic de TSA ou de troubles du comportement compte tenu de l'absence d'outils spécifiques permettant de diagnostiquer les troubles autistiques chez les enfants sourds [40] (niveau de preuve 2). En effet, tout comme la surdité, l'autisme et le retard mental peuvent se caractériser par l'existence d'un retard de langage [42] (accord professionnel). Les outils classiquement utilisés pour l'évaluation des enfants autistes, tels que l'ADOS (Autism Diagnostic Observation Schedule), ne peuvent pas être utilisés chez les enfants sourds de manière standard [40] (niveau de preuve 2) [43] (accord professionnel).

En ce qui concerne l'implantation cochléaire, les résultats ne doivent pas être comparés à ceux obtenus chez des enfants sans troubles du comportement, mais plutôt appréciés par rapport à l'enfant lui-même et à ses capacités personnelles de progression. Eshraghi et al. ont observé une amélioration des capacités de perception (67 %) et d'expression (60 %) chez les 15 enfants autistes implantés comparés aux 15 enfants implantés sans troubles du comportement. Ils soulignent une nette amélioration de la reconnaissance de leur nom, de la réponse aux ordres oraux et du plaisir à écouter de la musique et, tout particulièrement, une meilleure conscience de l'environnement [44] (niveau de preuve 3). Lachowska et al. ont constaté l'absence de majoration d'hyperactivité autistique chez les 6

enfants implantés ; même si les bénéfices semblaient varier en fonction des patients, les auteurs soulignent que les outils traditionnels pour évaluer les résultats auditifs obtenus chez les enfants implantés sont souvent insuffisants pour évaluer les bénéfices chez les enfants présentant un TSA. L'IRM cérébrale fait partie du bilan d'un enfant suspect de TSA [45] (niveau de preuve 4) [46].

Recommandation 7

Il est recommandé d'effectuer une évaluation pédo-psychiatrique et une IRM cérébrale chez les enfants candidats à l'implant cochléaire ou après l'implantation cochléaire lorsqu'ils ont des signes pouvant évoquer un trouble du spectre autistique (Grade B).

2.1.4.2 Surdité et environnement familial

Un investissement familial faible est un facteur de mauvais résultats perceptifs et linguistiques de l'implantation cochléaire [47, 48] (niveau de preuve 2), [49] (niveau de preuve 3). La prise en charge de l'enfant sourd doit ainsi inclure un accompagnement de la famille visant à développer son implication, afin de lui permettre de participer aux décisions et d'être activement impliquée dans la prise en charge sur le long terme. Ce processus doit se faire par le dialogue, en apportant du soutien, de la guidance et de la supervision du diagnostic à la réhabilitation [50] (niveau de preuve 3).

Recommandation 8

Il est recommandé d'évaluer les ressources, les difficultés et les besoins de l'environnement familial de l'enfant sourd et d'encourager sa participation, voire de l'accompagner dans la prise en charge de la surdité et de sa réhabilitation (Grade B).

2.1.4.3 Surdité chez les enfants aux « besoins complexes »

Chez certains enfants, la surdité peut faire partie de tableaux cliniques complexes incluant d'autres atteintes psychologiques voire psychiatriques ou physiques (autisme, troubles du comportement, retard mental, difficultés de communication, anomalies orofaciales, anomalies laryngées, pathologies entraînant une atteinte physique, atteinte visuelle, troubles sévères d'acquisition du langage, etc.). Les enfants ayant une surdité associée à d'autres difficultés développent dans 70 % des cas un score d'intelligibilité (SIR) entre 3 et 5 dans les 5 ans qui suivent l'implantation, versus 96 % dans le groupe contrôle des enfants avec une surdité isolée [51] (niveau de preuve 2). Seuls 16 % des enfants avec ces mêmes difficultés atteignent les scores SIR 4 et 5 versus 61 % des enfants du groupe contrôle. Dans cette étude, les résultats du SIR étaient inversement proportionnels au nombre d'atteintes associées identifiées chez ces patients.

Les enfants présentant une surdité associée à une paralysie cérébrale dans un contexte de prématurité, de retard de croissance, d'hypoxie, de faible APGAR ou encore une hyperbilirubinémie bénéficient de manière variable d'une implantation cochléaire ; les meilleurs résultats sont obtenus chez les enfants présentant une atteinte cognitive légère par rapport à ceux ayant une atteinte cognitive sévère [52] (niveau de preuve 3).

Les enfants sourds déficients mentaux peuvent être aidés sur le plan auditif par des implantations cochléaires qui contribueront à les aider dans leur scolarité et

leurs appren tissages, ainsi que dans leur socialisation. Les interventions de réhabilitation audiophonologique ne modifient pas de façon significative les niveaux de quotient intellectuel (QI) évalués dans le jeune âge, ni ultérieurement après éducation spécialisée. Mais de faibles résultats de QI ne sont pas à eux seuls des contre-indications à l'implantation cochléaire [53] (niveau de preuve 2) et doivent s'intégrer dans un bilan pluridisciplinaire (voir chapitre 1).

Recommandation 9

Il est recommandé d'informer les parents d'enfants ou d'un enfant ayant des pathologies associées à la surdité (pluri et polyhandicaps) de l'éventualité de résultats limités de l'implantation cochléaire, et de les amener en même temps à réfléchir sur leurs attentes dans un dialogue avec une équipe pluridisciplinaire (Grade B).

Grille d'analyse de la littérature – Aspects cognitifs

2.2 Spécificité de l'implantation de l'adulte

2.2.1 Sujet âgé et bilan cognitif adulte

Le «trouble cognitif léger» ou «mild cognitive impairment» (MCI) est défini comme le déficit d'un ou de plusieurs domaines cognitifs, plus important que ce que l'on attendrait compte tenu de l'âge et du niveau culturel du patient, avec une notion d'évolutivité rapportée par le patient, son entourage ou le clinicien, mais avec une préservation de l'indépendance dans la vie quotidienne [54, 55] (accord professionnel). La démence est caractérisée sur le plan clinique par une dégradation de la mémoire et d'une ou de plusieurs autres fonctions cognitives, plus importante que celle que l'on pourrait attendre du vieillissement normal, conduisant à une perte d'autonomie [56] (accord professionnel). Le terme «démence» tend à être remplacé par celui de trouble neurocognitif majeur proposé par le guide DSM-5, qui introduit aussi le terme de trouble neurocognitif léger pour désigner le déclin cognitif qui ne remplit pas les critères de démence.

Une association entre surdité, troubles cognitifs et démence a été retrouvée dans de nombreuses études transversales et longitudinales, ainsi que dans une méta-analyse incluant 40 études, soit un total de 20 264 sujets [57 – 64] (niveau de preuve 2). Dans un rapport sur la prévention de la démence présenté dans le cadre de l'Alzheimer's Association International Conference (juillet 2017), la surdité apparaît comme le principal facteur de risque modifiable de la démence, et la préservation de l'audition en milieu de vie (45–65 ans) pourrait réduire de 9 % la survenue d'une démence à un âge plus avancé [65] (accord professionnel).

Il n'existe actuellement pas d'études randomisées d'une puissance suffisante prouvant le bénéfice de la réhabilitation auditive par la prothèse auditive ou l'implant cochléaire sur les fonctions cognitives. Plusieurs études observationnelles longitudinales, dont l'étude PAQUID en France, ont montré que les patients sourds appareillés ont un pronostic cognitif meilleur que les sourds non appareillés, et voisin de celui des personnes n'ayant pas d'hypoacousie [63, 66] (niveau de preuve 2).

Une étude longitudinale multicentrique française a inclus 94 patients âgés de 65 ans et plus, présentant une surdité profonde bilatérale et candidats à l'implant cochléaire, qui ont été soumis à une batterie de tests cognitifs avant l'implantation et à 1 an post-implantation, puis à 7 ans post-implantation pour 70 d'entre eux [67, 68] (niveau de preuve 2). Avant l'implantation, 44 % des patients avaient deux à trois tests anormaux et un MCI était retrouvé chez 50 % des patients, alors que le pourcentage de MCI dans la population générale est de 5 à 19 %. À 7 ans post-implantation, seuls 6 % des patients présentant un MCI avant l'implantation ont évolué vers la démence, alors que les études épidémiologiques dans la population générale retrouvent une évolution vers la démence des patients présentant un MCI dans 50 % des cas à 5 ans ; la fonction cognitive des autres patients implantés est restée stable ou s'est normalisée. Ces résultats suggèrent que les patients présentant une surdité profonde auraient une forme particulière de déclin cognitif potentiellement réversible. Deux études prospectives incluant un petit nombre de patients (7 pour l'une et 15 pour l'autre) avaient également retrouvé une amélioration des fonctions cognitives du sujet âgé à 1 an post-implantation [69, 70] (niveau de preuve 2).

Concernant l'indication d'implantation cochléaire chez le sujet âgé, les recommandations de l'HAS de 2007 actualisées en 2011 (<https://www.has-sante.fr>) sont les suivantes (niveau de preuve 1) :

- il n'y a pas de limite d'âge supérieur à l'implantation cochléaire chez l'adulte ;
- chez les sujets âgés, l'indication est posée après une évaluation psychocognitive et, si possible, gérontologique. Les données de la littérature ne permettent pas actuellement de préciser l'âge à partir duquel le bilan neuropsychologique est indiqué, et le type de bilan à réaliser chez les patients sourds. Des tests appréciant l'efficacité cognitive globale peuvent permettre de réaliser un dépistage lors du bilan orthophonique, afin de proposer un bilan plus approfondi par un neuropsychologue en cas de résultat anormal et de débiter précocement la rééducation orthophonique (accord professionnel).

Les principaux tests de dépistage validés en français sont :

- le CODEX (www.testcodex.org) [71] (niveau de preuve 2) ;
- le Montreal Cognitive Assessment Test (MOCA test, www.mocatest.org) [72] (niveau de preuve 2), [73] (niveau de preuve 4) ;
- le Mini-Mental State Examination (MMSE), qui est plus long à réaliser [74] (niveau de preuve 4).

En cas de surdité sévère à profonde, ces tests doivent être présentés visuellement afin d'éviter un biais lié à une mauvaise compréhension des consignes (accord professionnel).

Recommandation 10

Il est recommandé de considérer qu'il n'y a pas de limite d'âge supérieur à l'implantation cochléaire chez l'adulte, sous réserve de la réalisation d'un bilan neuropsychologique et de l'absence de démence avérée (Grade A).

Il est recommandé de ne pas considérer l'existence d'un trouble cognitif comme une contre-indication à l'implantation cochléaire (Grade B).

Il est recommandé que le patient soit totalement ou partiellement autonome ou bénéficie d'un encadrement adapté pour permettre l'entretien du matériel et le suivi (accord professionnel).

2.2.2 Implantation cochléaire bilatérale de l'adulte

Le rapport de la HAS de 2007 [75], actualisé en 2011, prévoit l'indication d'un implant cochléaire en cas de «perte de bénéfice audioprothétique du côté opposé» au premier implant mis en place, ayant comme conséquences un retentissement socioprofessionnel ou une perte d'autonomie chez le sujet âgé. L'implantation cochléaire bilatérale est dans cette situation dite séquentielle. Certaines situations cliniques particulières, telles que les méningites aiguës bactériennes ou les fractures du rocher bilatérales à fort risque d'ossification cochléaire peuvent justifier une implantation cochléaire bilatérale simultanée.

Les avantages de l'implantation cochléaire bilatérale par rapport à l'implantation unilatérale ont fait l'objet de multiples travaux, s'intéressant à ses bénéfices auditifs comme à l'amélioration de la qualité de vie qu'elle apporte. On peut identifier parmi ces travaux plusieurs publications se rapportant à un essai prospectif multicentrique réalisé aux Pays-Bas, ayant inclus 38 patients randomisés entre deux groupes (implantés cochléaires unilatéraux versus implantés cochléaires bilatéraux). Le niveau de preuve de ces contributions souligne la nécessité de proposer une réhabilitation bilatérale lorsque cela est réalisable. Le choix entre une stimulation bimodale et une implantation cochléaire bilatérale peut être difficile et repose principalement sur l'évaluation de l'utilité de l'audition résiduelle controlatérale à l'implant [76 – 78] (niveau de preuve 2).

2.2.2.1 Intérêts de l'audition résiduelle controlatérale à l'implant

Les bénéfices liés à l'audition résiduelle controlatérale à l'implant peuvent s'exercer dans plusieurs domaines qui sont autant d'évaluations comportementales envisageables pour statuer sur son utilité. L'audition binaurale est un de ces domaines et plusieurs travaux ont montré que l'audition résiduelle controlatérale, bien qu'altérée, pouvait permettre de percevoir les indices nécessaires à la mise en œuvre de certains effets binauraux, lorsqu'elle est utilisée en complément de l'implant cochléaire. Un effet de sommation est ainsi retrouvé pour la sonie de sons synthétiques [79, 80] (niveau de preuve 3), mais également pour la discrimination de la parole dans le bruit en condition diotique, avec des scores pouvant être améliorés de plus de 20 points de pourcentage [81 – 85] (niveau de preuve 3). Lorsque le signal de parole et la source de bruit concurrent sont séparés dans l'espace, il est plus rare de mettre en évidence un bénéfice lié à

l'utilisation de l'audition résiduelle, qui prédomine généralement sur les basses fréquences, et ne peut ainsi contribuer à réduire l'effet d'ombre de la tête [86] (niveau de preuve 3). Le deuxième domaine pour lequel l'audition résiduelle controlatérale à l'implant peut se révéler utile est la perception des informations para ou extralinguistiques. Par sa prédominance sur les basses fréquences, l'audition résiduelle peut transmettre des informations liées à la perception de la fréquence fondamentale et de ses variations. Son intérêt a ainsi été mis en évidence dans plusieurs travaux portant sur la perception de la musique par les patients implantés en stimulation bimodale [87, 88] (niveau de preuve 4), ou sur l'accès à des informations prosodiques [88] (niveau de preuve 4).

Le seuil d'audition résiduelle utile oriente un patient atteint de surdité sévère à profonde soit vers une stimulation bimodale, soit vers une implantation bilatérale. Cette valeur seuil demeure controversée et variable en fonction du type de tâche auditive réalisée, de la bande fréquentielle et de l'objectif de performance fixé. Francart et al. [89] (niveau de preuve 4) considèrent ainsi qu'une audition résiduelle meilleure que 100 dB SPL sur les fréquences 1000 et 2000 Hz est compatible avec la perception de différences interaurales nécessaires à la latéralisation spatiale. Marx et al. [88] (niveau de preuve 4) retiennent une audition résiduelle meilleure que 60 dB HL sur les fréquences 125 à 500 Hz pour atteindre un niveau normal de perception de l'intonation. La reconnaissance d'extraits musicaux serait facilitée chez les patients en stimulation bimodale avec une audition résiduelle meilleure que 80 dB HL entre 125 et 1000 Hz [90] (niveau de preuve 4).

Il est difficile d'établir une valeur seuil en deçà de laquelle l'audition résiduelle ne peut être considérée comme utile, et pour laquelle un implant cochléaire controlatéral apparaît plus approprié. Sur la base des études précédemment citées, il est en revanche essentiel de réaliser une évaluation de l'apport de l'audition résiduelle controlatérale à l'implant.

2.2.2.2 Déterminer l'utilité de l'audition résiduelle controlatérale à l'implant

2.2.2.2.1 Évaluation de l'audition binaurale

L'évaluation des capacités binaurales tient une place importante dans l'évaluation de l'utilité de l'audition résiduelle controlatérale à l'implant, mais son champ d'application en pratique audiolologique courante est bien plus large. L'extension progressive des indications d'implant cochléaire vers des niveaux d'audition résiduelle plus importants, validée par la HAS au travers de la valeur seuil de 50 % des mots correctement discriminés, conduit à généraliser l'évaluation des capacités de discrimination de la parole dans le bruit. De même, la multiplication des travaux portant sur les traitements des surdités profondes unilatérales ou asymétriques souligne la nécessité d'utiliser les évaluations des capacités de localisation pour juger des capacités binaurales d'un sujet, quel que soit le type de surdité dont il est atteint.

2.2.2.2.1.1 Évaluation des capacités de localisation

L'évaluation des capacités de localisation est généralement réalisée au moyen d'un système comprenant plusieurs haut-parleurs disposés en un arc de cercle horizontal, à hauteur du pavillon des sujets testés. Il n'existe pas de recommandation officielle quant au nombre de haut-parleurs, leur espacement relatif ou les stimuli utilisés, mais les conditions d'évaluation doivent idéalement

permettre de comparer les performances des sujets évalués à l'angle moyen d'erreur des sujets normo-entendants. Cette valeur est généralement comprise entre 2° et 25° en fonction de l'azimut, d'après les études psycho-acoustiques descriptives [91 – 93] (niveau de preuve 4). Pour une installation semi-circulaire sur 180°, un nombre minimal de 9 haut-parleurs répartis sur 180° serait donc requis.

Les stimuli correspondent en règle générale à des bruits de bande étroite [94, 95] ou plus larges, de durée inférieure à 500 ms [96] (niveau de preuve 3). L'utilisation de stimuli plus longs, et à plus forte raison de sons de parole, n'est pas conseillée car les auditeurs ont alors naturellement tendance à mobiliser les indices spectraux monauraux en changeant la tête d'orientation.

La mesure de l'angle moyen d'erreur peut être complétée par l'indice général de localisation spatiale qui permet de rendre compte des difficultés directionnelles spécifiques vers la gauche ou la droite, en plus d'un déficit global de localisation [97] (accord professionnel).

2.2.2.2.1.2 Évaluation de la discrimination de la parole dans le bruit

Les conditions d'évaluation des capacités de discrimination de la parole dans le bruit varient considérablement dans la littérature et il n'existe aucune recommandation officielle quant au type de matériel vocal ou de bruit concurrent à utiliser. De même, aucune méthode de standardisation n'autorise à ce jour de stricte comparaison des résultats obtenus entre les différentes langues. Des phrases sont en règle générale choisies, en liste ouverte ou liste fermée. Le bruit concurrent peut être un bruit de bande, un bruit blanc ou des sons de parole. Ces derniers sont des concurrents plus efficaces que les bruits blancs ou roses, car au-delà de l'énergie acoustique qui les accompagne, leur contenu linguistique perturbe davantage encore la discrimination du signal d'intérêt.

Plusieurs configurations spatiales sont évaluées selon que les phrases et le bruit concurrent sont émis par le même haut-parleur (condition diotique) ou par deux haut-parleurs différents (condition dichotique). Ces différentes configurations permettent d'évaluer la contribution des différents effets binauraux. Décrit dès les années 1940, le test de Hirsh [98] (niveau de preuve 4) peut être réalisé en comparant les performances obtenues en condition diotique et en condition dichotique quand le haut-parleur émettant le signal de parole est face à l'oreille sourde et le haut-parleur émettant le bruit concurrent face au sujet. Ce test mesure le «gain stéréophonique», lié à la séparation spatiale du signal de parole et du bruit concurrent.

Dans la récente littérature sur l'implant cochléaire dans les surdités profondes unilatérales et asymétriques, on trouve généralement deux configurations dichotiques [99 – 101] (niveau de preuve 3 pour [99], avis d'expert pour [100, 101]). La première prévoit la présentation du signal de parole du côté de la surdité profonde et du bruit concurrent du meilleur côté. Dans la deuxième, dite dichotique inversée, le signal de parole est présenté du meilleur côté et le bruit concurrent du côté de la surdité profonde.

Certains tests, comme le Hearing In Noise Test [102] ou le Matrix [103], sont réalisés selon une procédure dite adaptative (niveau de preuve 4). Celle-ci vise à déterminer le rapport signal/bruit critique (ou SRT pour speech reception threshold), rapport en décibels qui permet la reconnaissance correcte de 50 % des mots présentés dans la phrase. Le test Matrix a fait l'objet d'une validation en plusieurs langues, dont le français [104] (niveau de preuve 4). Il est de même en

cours de validation en français pour la population pédiatrique. L'avantage de telles procédures est d'éviter l'écueil d'un effet plafond en cas de rapport signal/bruit fixe trop favorable (+10 dB par exemple) ou plancher si le rapport est trop défavorable. Leur inconvénient essentiel en pratique clinique est leur inadaptation pour certains patients chez lesquels aucun SRT ne peut être mesuré.

En dépit de ce manque de standardisation, le choix de réhabilitation entre une implantation cochléaire bilatérale ou unilatérale au sein d'une stimulation bimodale peut être guidé par des évaluations de la discrimination dans le bruit. Une audioprothèse controlatérale à l'implant pourra être conservée si elle apporte un bénéfice pour la localisation spatiale du son ou la discrimination de la parole dans le bruit. À l'inverse, une fois l'absence de bénéfice voire l'effet délétère de l'audition résiduelle documenté, il apparaîtra légitime de proposer une implantation cochléaire controlatérale au premier implant.

Plus largement, les évaluations répétées de l'audition binaurale peuvent rendre compte de l'efficacité d'une méthode de réhabilitation de l'audition, quels que soient le degré et le type de perte auditive.

Recommandation 11

Il est recommandé, dans la perspective d'une bilatéralisation d'implantation cochléaire, d'utiliser au moins un des tests standardisés d'audition dans le bruit et de localisation spatiale pour évaluer l'audition binaurale des patients atteints de surdité (accord professionnel.).

2.2.2.2 Évaluation des capacités de perception des informations paralinguistiques

Les capacités de perception de la musique, de la prosodie ou d'autres informations para et extralinguistiques (timbre de la voix, sons de l'environnement) sont généralement mesurées dans un contexte de recherche clinique. Il n'existe donc pas de procédure standardisée, ni de recommandation officielle de test à laquelle se référer. En l'absence de test disponible, c'est l'anamnèse du patient sur ces éléments qui peut apporter de précieux renseignements quant à l'utilité de l'audition résiduelle controlatérale à l'implant.

2.2.2.3 Bénéfices de l'implantation cochléaire bilatérale pour l'audition binaurale

2.2.2.3.1 Bénéfices pour la localisation spatiale

Une étude prospective randomisée (implant cochléaire bilatéral versus implant cochléaire unilatéral avec éventuelle utilisation d'une audioprothèse controlatérale) fait état d'une amélioration significative de la localisation en cas d'implantation bilatérale, stable à 2 ans post-implantation, avec des pourcentages moyens de localisation correcte pouvant aller jusqu'à 63 % lorsque les haut-parleurs sont espacés de 30°, là où les patients avec un implant cochléaire unilatéral n'atteignent que 26 % de réponses correctes [78] (niveau de preuve 2). La plupart des études réalisées comparent généralement les performances obtenues avec un des deux implants, ou chacun des deux implants considéré isolément, aux performances obtenues avec les deux implants en marche [105, 106] (niveau de preuve 3). Dans sa revue de la littérature publiée en 2012, Van Hoesel [86] (niveau de preuve 3) retient une amélioration significative des capacités de

localisation lorsque les deux implants sont utilisés, avec des angles d'erreur (angle moyen absolu, root mean square error ou angle minimal d'erreur) divisés par deux à quatre.

Recommandation 12

Il est recommandé, en cas d'inefficacité sur la localisation spatiale dans un plan horizontal avec audioprothèse controlatérale à l'implant, de proposer une bilatéralisation (Grade C).

2.2.2.3.2 Bénéfices pour la discrimination de la parole dans le bruit

Le niveau de discrimination de la parole dans le bruit est l'un des critères les plus couramment évalués dans la littérature portant sur l'implant cochléaire bilatéral. Les publications qui s'y rapportent comparent en général chez les mêmes sujets les performances obtenues avec les deux implants par rapport à l'implant donnant les meilleurs résultats.

En condition diotique, une amélioration moyenne de la discrimination est la règle avec un gain d'environ 7 points de pourcentage, pour les études mesurant un score de discrimination à rapport signal/bruit fixe [86] (niveau de preuve 3), d'environ 1 dB pour les études mesurant un rapport signal/bruit critique de type SRT [107 – 114] (niveau de preuve 3). Une étude prospective à long terme a mis en évidence une amélioration progressive de ces scores entre 1 an et 5 ans après implantation [115] (niveau de preuve 2). Ce gain en discrimination est en rapport avec un effet de sommation lié à la redondance de l'information présentée à chacun des deux implants. De tels résultats n'ont pas été retrouvés dans l'essai prospectif multicentrique randomisé, avec un SRT médian de 3,8 dB pour le groupe de patients implantés unilatéraux, contre 2,5 dB pour le groupe de patients implantés bilatéraux [78] (niveau de preuve 2).

L'évolution de la discrimination en condition dichotique lorsque les deux implants sont en marche doit être interprétée avec précaution. Les positions des haut-parleurs varient considérablement d'une étude à l'autre et il est en effet aisé de conclure à l'existence d'un démasquage binaural là où intervient juste une asymétrie de performances entre les deux implants. C'est seulement si le bénéfice lié à l'utilisation des deux implants est significativement supérieur au même bénéfice mesuré en condition diotique que l'hypothèse d'un effet binaural de type démasquage peut avoir du sens. La plupart des études réalisant ce type d'évaluation retrouvent d'ailleurs une amélioration inférieure à 10 points de pourcentage ou à 2 dB de SRT, ce qui demeure relativement comparable aux gains retrouvés en condition diotique [86] (niveau de preuve 3).

Recommandation 13

Il est recommandé, en cas d'inefficacité de l'audioprothèse controlatérale à l'implant, de proposer une implantation cochléaire bilatérale qui donne de meilleurs résultats que l'implantation cochléaire unilatérale pour la discrimination de la parole dans le bruit (Grade C).

2.2.2.4 Bénéfices de l'implantation cochléaire bilatérale pour la qualité de vie

La restauration d'une audition bilatérale et, dans une certaine mesure, de l'audition binaurale s'accompagne d'une amélioration de la qualité de vie régulièrement rapportée par les patients implantés cochléaires bilatéraux. Cette amélioration est généralement évaluée au moyen de questionnaires de qualité de vie spécifiques à l'audition et d'autres questionnaires génériques.

Parmi les questionnaires spécifiques, le Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ) [116] et le Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire (NCIQ) [117] examinent plusieurs aspects de la perception auditive et de sa qualité ressentie. Au-delà des difficultés de communication orale qu'ils peuvent mettre en évidence, ils permettent d'explorer la qualité ressentie de l'identification de certaines sources sonores, de l'audition spatiale ou encore les efforts d'écoute qui sont fournis par le sujet. L'évaluation initiale des patients candidats à une implantation cochléaire, et de leur suivi au moyen de ce type de questionnaire, permet d'élargir les paramètres de surveillance, au-delà des performances auditives pour la discrimination de la parole. Les scores pour la section «parole» et «audition spatiale» du SSQ sont meilleurs chez les patients implantés bilatéraux que chez des patients implantés unilatéraux [78] (niveau de preuve 2). Dans la même étude randomisée, les scores pour le NCIQ n'étaient en revanche pas différents entre les deux groupes [78] (niveau de preuve 2).

Les questionnaires génériques, comme le Health Utility Index 3 (HUI 3) [118] ou l'EuroQoL-5D (EQ-5D) [119], servent à déterminer l'utilité d'un traitement et à standardiser cette mesure en comparaison à d'autres traitements, y compris dans d'autres spécialités médicales. Le HUI 3 est réputé plus sensible aux déficits sensoriels comme la surdité que les autres questionnaires génériques [120, 121] (niveau de preuve 3).

La mesure de l'utilité d'un traitement présente un intérêt médico-économique majeur lorsqu'elle est rapportée aux coûts que celui-ci représente. Pour l'implantation cochléaire comme pour tous les dispositifs médicaux, la question du rapport coût/utilité est posée, et de manière encore plus aiguë pour l'implantation bilatérale. Un essai prospectif randomisé néerlandais démontre que le rapport du coût de la procédure et du suivi des patients implantés bilatéraux est favorable en regard des gains observés, en termes de qualité de vie pendant au moins 5 à 10 ans [77] (niveau de preuve 2).

Recommandation 14

Il est recommandé, en cas d'inefficacité de l'audioprothèse contralatérale à l'implant, pour améliorer la qualité de vie du patient de proposer une implantation cochléaire bilatérale (Grade B).

Grille d'analyse de la littérature – Implantation cochléaire bilatérale de l'adulte

2.3 Bimodalité

2.3.1 Stimulation électro-acoustique

La stimulation électro-acoustique est actuellement permise chez certains candidats à l'implantation cochléaire ayant des reliquats auditifs sur les fréquences graves, grâce à une chirurgie prudente et l'utilisation des dernières générations d'implants.

Au cours de la chirurgie de l'implantation cochléaire, une lésion de la chaîne ossiculaire, son blocage par un tissu prévenant une fuite périlymphatique ou des lésions de l'organe de Corti doivent être évités pour conserver les structures encore fonctionnelles du patient [122] (niveau de preuve 4). De même, il est nécessaire d'éviter d'aspirer la périlymphe et la pénétration de sang ou de débris osseux dans la cochlée [123] (niveau de preuve 4). Les patients ayant une audition résiduelle préservée en postopératoire ont de meilleures performances vocales en stimulation électrique pure [124] (niveau de preuve 2).

Recommandation 15

Il est recommandé de proposer une technique chirurgicale préservant au mieux les structures encore fonctionnelles de l'oreille externe, moyenne et interne, en cas d'indication d'implantation cochléaire à tous les patients (avec ou sans persistance de seuils auditifs en conduction aérienne dans les fréquences graves en préopératoire) (Grade C).

Il n'existe aucune technique chirurgicale rapportée dans la littérature permettant de garantir une préservation complète de l'audition résiduelle à court ou long terme. Cependant, l'utilisation d'une électrode à positionnement latéral, insérée par la fenêtre ronde, permet au mieux de préserver l'audition résiduelle [125, 126] (niveau de preuve 4).

Recommandation 16

Il est recommandé d'informer le patient concernant les risques de perte de l'audition résiduelle lors de toute implantation cochléaire en postopératoire immédiat comme à long terme (Grade C).

La combinaison d'une stimulation électrique et acoustique apporte une meilleure compréhension de la parole dans le bruit et une meilleure reconnaissance des mélodies par rapport à la stimulation électrique seule [127 – 130] (niveau de preuve 2). Une stimulation électro-acoustique apporte de meilleures performances de compréhension vocale qu'une stimulation électrique pure, même en l'absence de discrimination vocale avec la stimulation acoustique [131] (niveau de preuve 4).

Recommandation 17

Il est recommandé de proposer une réhabilitation combinant une stimulation acoustique et une stimulation électrique au patient, en cas de préservation de l'audition résiduelle sur les fréquences graves (Grade B).

Il a été mis en évidence, dans des séries limitées de patients, un bénéfice modéré de la mise en place d'une corticothérapie périopératoire [132, 133] (niveau de preuve 4). Il n'existe pas d'étude randomisée bien menée comparant les différentes voies d'administration. On ne peut recommander préférentiellement ni une molécule, ni un mode d'administration, ni une durée au vu des données de la littérature.

Recommandation 18

Il est recommandé de proposer au patient un traitement par corticothérapie périopératoire en cas de tentative de préservation de l'audition résiduelle (accord professionnel).

Grille d'analyse de la littérature – Stimulation électro-acoustique

2.3.2 Implant cochléaire et prothèse auditive controlatérale

2.3.2.1 Apport de la prothèse controlatérale (PCL) chez l'adulte

Pour Cowan et Chin-Lenn [134] (niveau de preuve 4), 50 % des adultes avec un seuil tonal moyen oreilles nues à 90 dB voire plus à 500 Hz dans une oreille non implantée choisissaient de continuer à porter une PCL au moins 4 heures par jour.

L'apport de la PCL chez l'adulte implanté unilatéral est évalué à travers de nombreuses études. Les principaux résultats mettent en évidence en situation bimodale versus implant seul par l'intermédiaire de tests auditifs une amélioration de la reconnaissance des mots mono-, dissyllabiques et des phrases émises dans le silence et dans le bruit [135 – 142], [135, 136] (niveau de preuve 4), [137, 141] (niveau de preuve 2), une amélioration de la localisation spatiale [136, 142] (niveau de preuve 2). L'évaluation comparative entre la situation bimodale et l'implant seul grâce à des questionnaires retrouvait également une amélioration de l'audition dans le bruit et de la localisation spatiale, un plus grand plaisir à l'écoute musicale et une meilleure qualité des activités sociales [142, 143] (niveau de preuve 2), [144] (niveau de preuve 3). Des améliorations perceptives en situation bimodale ont également été objectivées chez des patients implantés unilatéraux ayant été incités à être de nouveau appareillés en controlatéral quelques mois ou années après l'implantation [145, 146] (niveau de preuve 3).

Recommandation 19

Il est recommandé, s'il existe une audition résiduelle dans l'oreille controlatérale à l'implant, d'inciter les patients adultes à utiliser une aide auditive (Grade B).

Les améliorations perceptives objectives et subjectives constatées pour de nombreux patients réhabilités sur un mode bimodal ne doivent pas masquer la

grande variabilité des résultats allant de l'absence d'amélioration ou une faible amélioration [147, 148] (niveau de preuve 4) à une équivalence des résultats avec le mode implant cochléaire bilatéral (BiCI) [149] (niveau de preuve 4).

Le principal facteur étudié pour expliquer l'apport de la PCL est la présence de restes auditifs sur les basses fréquences [142] (niveau de preuve 2). Pour Illg et al. [150] (niveau de preuve 4), l'accès aux avantages de la stimulation bimodale était possible à condition que la perte auditive n'excède pas 80 dB HL sur les basses fréquences. Mais, si des reliquats sur les basses fréquences semblent favoriser les bonnes performances auditives en mode bimodal [151] (niveau de preuve 3), l'étude de Mok et al. [152] (niveau de preuve 2) a démontré a contrario l'influence négative d'une trop bonne conservation de l'audition sur les fréquences 1 et 2 kHz.

Recommandation 20

Il est recommandé d'évaluer chez l'adulte l'apport de la prothèse auditive controlatérale par des tests perceptifs et des questionnaires adaptés avant de proposer une bilatéralisation de l'implantation (Grade C).

2.3.2.2 Apport de la PCL chez l'enfant

À l'instar des résultats obtenus chez l'adulte, des bénéfices de la PCL chez l'enfant implanté unilatéral ont également été obtenus. Les principaux résultats mettent en évidence, en situation bimodale versus implant seul par l'intermédiaire de tests auditifs, une amélioration de la reconnaissance des mots dissyllabiques et des phrases émises dans le silence et dans le bruit [153, 154] (niveau de preuve 4), [155] (niveau de preuve 2), une amélioration de la localisation spatiale [155] (niveau de preuve 2), [153, 156] (niveau de preuve 4). L'évaluation comparative entre la situation bimodale et l'implant seul grâce à des questionnaires retrouvait également une amélioration de la communication dans les situations quotidiennes [153] (niveau de preuve 4).

Recommandation 21

Il est recommandé d'inciter les enfants implantés cochléaires unilatéraux à utiliser une aide auditive dans l'oreille controlatérale s'il existe une audition résiduelle (Grade B).

L'apport objectif de la PCL chez l'enfant semble plus difficile à mettre en évidence comparativement à l'adulte et il s'agit surtout de déterminer si le port de la PCL est préférable à une bilatéralisation. Jeong et al. [157] (niveau de preuve 2) ont démontré que la perception des mots monosyllabiques dans le bruit est meilleure chez les patients BiCI par rapport aux patients bimodaux. Parmi les enfants en mode bimodal, ceux ayant des seuils sur l'oreille nue non implantée ≤ 90 dB HL à moins de 1 kHz compris étaient plus performants que les autres bimodaux et que les BiCI quand le bruit était frontal ou sur le côté du premier IC. Scorpecci et al. [158] (niveau de preuve 4) ont également démontré que la présence de seuils sur les fréquences 250 et 500 Hz ≤ 90 dB HL sur l'oreille non implantée était associée à une plus grande probabilité d'utilisation d'une PCL. De plus, Litovsky et al. [159] (niveau de preuve 2) ont rapporté des seuils de perception de la parole comparables entre les stimulations BiCI et bimodale, mais l'intelligibilité de la parole dans le bruit et la localisation étaient supérieures pour les BiCI. De plus, ces mêmes auteurs ont rapporté que, pour quelques patients du groupe bimodal,

les performances auditives étaient plus pauvres lorsque la PCL était utilisée. Et globalement, Litovsky et al. [160] (niveau de preuve 4) ont montré que les enfants ayant une surdité profonde du côté non implanté ont en bimodal des performances moins bonnes que les implantés cochléaires bilatéraux et se comportent de façon à peu près similaire aux enfants implantés cochléaires unilatéraux.

Recommandation 22

Il est recommandé, chez l'enfant, d'évaluer l'apport de l'aide auditive controlatérale pour les tâches binaurales, en utilisant dès que possible les tests de localisation spatiale et de perception de la parole dans le bruit et de réévaluer régulièrement l'efficacité audioprothétique (Grade B). Chez les très jeunes enfants implantés en unilatéral et ayant une audition résiduelle utilisable, il est recommandé d'envisager avec prudence la pose d'un deuxième implant cochléaire, tant qu'il reste difficile d'évaluer leur fonction binaurale. (accord professionnel).

Grille d'analyse de la littérature – Implant cochléaire et prothèse auditive controlatérale

2.4 Implantation cochléaire et surdités unilatérales neurosensorielles

2.4.1 Chez l'enfant

L'implant cochléaire (IC) n'a pas d'indication consensuelle ni formelle en France chez l'enfant dans les surdités unilatérales (single-sided deafness [SSD]). Diverses études cliniques sont en cours pour préciser l'efficacité de l'IC et ses indications chez l'enfant en cas de surdité unilatérale, faisant suite aux résultats publiés chez l'adulte, et certaines indications spécifiques pourraient voir le jour dans un avenir proche. Les premières études sur quelques cas d'enfants avec SSD rapportent une certaine efficacité sur la réception de la parole dans le bruit, mais les résultats restent aléatoires et peuvent être décevants [161 – 164] (niveau de preuve 4). Sur le moyen terme, le risque chez ces patients qui ont une audition globale efficace est l'abandon de l'implant (patients non utilisateurs). Ainsi, Thomas et al. rapportent 3/5 non-utilisateurs à 5 ans de recul [165] (niveau de preuve 4).

Recommandation 23

Il est recommandé de réaliser des études appréciant le bénéfice de l'implant cochléaire chez les enfants atteints de surdité neurosensorielle unilatérale sévère à profonde, acquise ou congénitale. (accord professionnel.).

2.4.2 Chez l'adulte – implantation cochléaire et surdités sévères à profondes unilatérales

Les cophoses unilatérales avec audition controlatérale normale ou subnormale ont comme répercussion chez les patients une baisse des performances auditives (difficultés d'écoute principalement dans le bruit, mais aussi dans le silence, surtout si le locuteur est situé du côté de l'oreille sourde), et difficultés à localiser

les sons. Ce handicap auditif se double parfois d'un acouphène invalidant du côté de l'oreille cophotique.

Dans le but de restaurer une «pseudo-binauralité», des procédés divers de réhabilitation auditive sont proposés : les aides auditives par transfert énergétique du côté sourd vers le côté entendant par CROS (contralateral routing of the signal) ; on obtient alors une pseudostéréophonie, sans action sur un éventuel acouphène associé du côté sourd.

L'impact d'une stimulation électrique sur la réduction de la perception d'un acouphène associé à une surdité profonde est connu depuis de nombreuses années, chez les patients sourds profonds bilatéraux implantés cochléaires. Baguley et Atlas, en 2007, rapportent dans une revue de la littérature une efficacité au moins partielle de la stimulation par implant comprise entre 57 % et 86 % des patients présentant un acouphène avant l'intervention [166] (niveau de preuve 4). Olze et al., en 2011, ont réalisé une étude prospective chez 43 sujets qui démontre l'effet favorable de l'IC sur le contrôle de l'acouphène évalué par différents échelles et questionnaires (Tinnitus Questionnaire, Health-Related Quality of Life [HRQoL], échelles de stress, de dépression, d'anxiété ; stratégies d'adaptation à l'acouphène [coping strategies]) [167] (niveau de preuve 2).

Cela a conduit à la réalisation d'études pour évaluer la perception de la parole et l'effet sur l'acouphène de l'implantation cochléaire dans les surdités unilatérales ou SSD.

Van de Heyning et al., en 2008, ont été les premiers à publier une série de patients atteints de SSD avec acouphène dit invalidant, et à rapporter que la stimulation électrique a entraîné une réduction significative de l'intensité perçue de l'acouphène à 1 et 2 ans après IC [168] (niveau de preuve 3). Arts et al., en 2015, ont mené une étude prospective chez 10 sujets avec cophose unilatérale avec acouphènes (niveau d'audition variable de l'autre côté) ; ils ont démontré une réduction significative de l'intensité de l'acouphène (évaluation par le Tinnitus Handicap Inventory [THI] et le Tinnitus Questionnaire selon Hallam et al., 1988, et par échelle visuelle analogique [EVA] par l'activation de l'implant cochléaire), et dans certains cas même avec une stimulation électrique inaudible. Le stimulus optimal de suppression de l'acouphène est sujet-dépendant [169] (niveau de preuve 2).

Arts et al., en 2015, ont réalisé un travail de manière à mieux définir les conditions de stimulations électriques et les conséquences sur la réduction de l'acouphène. Un tiers des conditions de stimulation ont conduit à réduire l'acouphène d'au moins 30 %. Au moins une condition de stimulation a conduit à la réduction de l'acouphène chez 9 des 11 sujets testés (82 %). Une suppression complète de l'acouphène a été observée lors de 6 des 107 conditions testées chez tous les sujets (6 %). Ces travaux confirment l'intérêt de l'IC pour la réduction de l'acouphène dans les cophoses unilatérales [170] (niveau de preuve 2).

Arndt et al., en 2011, ont étudié 11 patients adultes avec surdité unilatérale, de manière prospective, en comparant les bénéfices préopératoires apportés par soit une prothèse acoustique sur l'oreille la plus sourde, soit une BAHA (bone-anchored hearing aid), soit un CROS, par rapport aux bénéfices postopératoires avec un implant cochléaire, sur la perception de la parole et l'impact sur l'acouphène [171]. L'appréciation de compréhension de la parole a employé le test de compréhension de phrases de Hochmair-Schulz-Moser et celui d'Oldenburg, présentés dans différentes configurations (sans aide, ou avec CROS, ou avec

BAHA avant IC ; et répétés 6 mois après IC). La localisation a été étudiée avec 7 haut-parleurs placés frontalement. L'évaluation subjective dans la vie courante a été évaluée au moyen de questionnaires (Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale [SSQ], Health Utilities Index 3 et International Outcome Inventory for Hearing Aids). La détresse liée à l'acouphène a été évaluée aussi par une échelle subjective. Les auteurs rapportent une amélioration significative de la localisation spatiale et de la compréhension de la parole dans presque toutes les configurations audiologiques testées avec l'IC. Avec l'IC, les effets de sommation et squelch ne sont pas significatifs, mais l'effet de réduction d'ombre de la tête est observé. Le questionnaire SSOHS a montré un bénéfice global à porter un IC du côté sourd par rapport aux autres options de réhabilitation (CROS, BAHA). Les échelles de perception de l'acouphène ont été améliorées avec la stimulation délivrée par IC par rapport à la condition préopératoire. Un sujet a présenté une absence d'effet lors du port de l'IC et une aggravation à son arrêt [171] (niveau de preuve 2).

Vermeire et van de Heyning, en 2009, ont étudié la perception de la parole dans le bruit 12 mois après le premier réglage de l'IC chez les patients SSD avec acouphènes, eu utilisant le test LISTE (Leuven Intelligibility Sentence Test) dans différentes situations d'écoute et un questionnaire (SSQ, Gatehouse and Noble, 2004). L'effet de sommation et l'effet squelch n'ont pas été observés avec la stimulation par IC chez les patients avec audition controlatérale normale. L'amélioration de la localisation spatiale a été démontrée lors de la présentation concomitante frontale du bruit et du côté de l'IC pour la parole. Les résultats du SSQ ont montré un bénéfice global à porter un IC en cas de SSD avec acouphène associé [172] (niveau de preuve 3).

Recommandation 24

Il est recommandé d'informer les patients adultes atteints de cophose unilatérale avec acouphène invalidant de la possibilité de maîtriser dans un nombre important de cas l'acouphène par une implantation cochléaire du côté sourd, mais que cette possibilité n'a pas reçu à ce jour l'autorisation d'indication par la HAS (Grade B).

Il est recommandé d'informer les patients atteints de cophose unilatérale et qui ont une doléance vis-à-vis de la compréhension de la parole et/ou de la localisation spatiale des sons que l'implantation cochléaire est une solution alternative qui peut être plus efficace que les systèmes CROS par voie aérienne ou osseuse chez certains patients, mais que cette possibilité n'a pas reçu à ce jour l'autorisation d'indication par la HAS (Grade B).

Grille d'analyse de la littérature – Implantation cochléaire et surdités sévères à profondes unilatérales chez l'adulte

2.5 Questionnaires de qualité de vie, questionnaires perceptifs, état des lieux et validation des questionnaires

Le concept de qualité de vie (QV) s'est développé en réaction au succès de la médecine moderne et à la technicisation des soins. La préservation de la QV a d'autant plus de sens lorsqu'elle s'applique aux personnes atteintes de maladies ou de handicaps chroniques et qu'une guérison ne peut pas être obtenue. Son évaluation permet également de donner une place active au patient et à sa famille dans le parcours de soin.

2.5.1 Définition du concept de qualité de vie

La QV est définie par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) comme «la perception qu'a un individu de sa place dans l'existence, dans le contexte de la culture et du système de valeurs dans lequel il vit, en relation avec ses objectifs, ses attentes, ses normes et ses inquiétudes» [173] (accord professionnel).

C'est un concept multidimensionnel en lien avec les aspects physiques (autonomie et capacités physiques), psychologiques (émotivité, anxiété, dépression) et sociaux (rapport à l'environnement familial, amical ou professionnel).

Par la prise en considération de ses besoins et ses sentiments en situation de vie réelle, l'évaluation de la QV place le patient au cœur de son suivi. De plus, la corrélation entre les résultats aux tests perceptifs et ceux aux instruments de qualité de vie est limitée, ce qui renforce l'intérêt d'explorer cette dimension subjective, complémentaire de l'évaluation audiométrique [174, 175] (niveau de preuve 1).

Enfin, la mesure du ressenti de QV fait partie intégrante des études médico-économiques qui évaluent le rapport coût/efficacité d'une intervention thérapeutique [176] (accord professionnel).

Recommandation 25

Il est recommandé d'évaluer la qualité de vie des patients avant et après implantation cochléaire, en complément des évaluations audiométriques (Grade A).

Le retentissement d'un handicap sur la QV est traditionnellement mesuré par des questionnaires standardisés.

2.5.2 Les différents types de questionnaires

2.5.2.1 Questionnaires génériques

Les questionnaires génériques sont élaborés à partir de questionnaires utilisés dans la population générale et permettent des comparaisons entre diverses populations ou maladies. Ils ont l'avantage d'être validés et de disposer de valeurs normatives permettant leur interprétation, et s'avèrent plus lisibles pour les décideurs publics en matière de santé. Cependant, ils ne peuvent pas rendre compte avec détail de la spécificité de chaque pathologie abordée, et manquent donc de sensibilité pour des variations plus faibles d'état de santé [177 – 179] (niveau de preuve 2).

Les questionnaires génériques utilisés dans la littérature dans le cadre de l'évaluation de l'implantation cochléaire sont énumérés dans les tableaux 1 [177, 180 – 209] et 2 [210 – 216].

2.5.2.2 Questionnaires ad hoc

Ces questionnaires sont construits spécifiquement pour une étude scientifique donnée. Ils apportent des informations riches et détaillées, plus utiles que les outils génériques, pour comprendre l'impact large de l'implantation cochléaire sur la QV de l'enfant. Il est cependant difficile de les interpréter car ils manquent de validation métrique et ne disposent donc pas de valeurs normées permettant leur analyse.

2.5.2.3 Questionnaires spécifiques

L'instrument peut être spécifique d'une pathologie donnée (diabète, asthme, surdité, etc.) ou d'une population donnée (enfants, population âgée, etc.). Ces questionnaires se révèlent généralement plus sensibles aux variations cliniques, notamment en cas d'intervention thérapeutique, et sont donc plus sensibles à un changement fonctionnel [217] (niveau de preuve 1), [218] (accord professionnel).

Les questionnaires spécifiques utilisés dans la littérature dans le cadre de l'évaluation de l'implantation cochléaire sont énumérés dans les tableaux 3 [199, 200, 204, 205, 219 – 228] et 4 [229 – 232].

Recommandation 26

Il est recommandé de disposer de plusieurs versions d'un même instrument d'évaluation de la qualité de vie, adaptées à l'âge (accord professionnel).

Grille d'analyse de la littérature – Questionnaires de qualité de vie, questionnaires perceptifs, état des lieux et validation des questionnaires.

Tableau 1. Instruments génériques utilisés pour l'évaluation de la qualité de vie chez l'enfant dans le cadre d'une implantation cochléaire*

Instruments	Langue originale	Validation française	Âge cible (années)	Répondants	Versions	Domaines explorés	Études
EQ-5D (EuroQoL-5D)	Anglais	Oui	Non précisé	E et P	E : EQ-5D-Youth P : EQ-5D-5L/3L	QV	The EuroQOL Group, 1990 [180] Sach, 2007 [181]
HUI 3 (Health Utility Index 3)	Anglais	Oui	> 5	P	P	Scores d'utilité QALY	Cheng, 2000 [182] Horsman, 2003 [183] Lovett, 2010 [184] Sparreboom, 2012 [185]
CHIP (Child Health and Illness Profile)	Anglais	Oui (version AE et PRF)	6–17	E et P	E : CRF (6-11) et AE (11-17) P : PRF (6-11)	QV	Starfield, 1993 [186] Clark, 2010 [187] Riley, 2004 [188]
CHQ (Child Health Questionnaire)	Anglais	Oui	5 mois–18	E et P	E : PF-28 (5-18) P : PF-50 (5 mois-15 ans)	QV	Landgraf, 1998 [189] Ravens-Sieberer, 2001 [190] Wake, 2004 [191]
PedsQL 4.0 (Pediatric Quality of Life 4.0)	Anglais	Oui	2–18	E et P	E (5-18) P (2-18)	QV	Borton, 2010 [177] Lovett, 2010 [184] Sparreboom, 2012 [185] Varni, 2011, 2007 [193, 195] Beijen, 2007 [194] Rajendran, 2010 [196]
KINDL (Kinder Lebensqualitätsfragebogen)	Allemand	Oui	4–16	E et P	Kiddy (4-7) Kid (8-11) Kiddo (12-16)	QV	Huber, 2005 [197] Warner-Czyz, 2009 [198] Bullinger, 2008 [199] Warner-Czyz, 2011 [200] Loy, 2010 [201]
YQOL (Youth Quality of Life Instrument)	Anglais	Non	11–18	E	E	QV	Edwards, 2002 [202] Patrick, 2002 [203] Kushalnagar, 2011 [204] Schick, 2013 [205]
KIDSCREEN-27	Anglais	Oui	8–18	E et P	27 items	QV	Ravens-Sieberer, 2005 [206] Robitail, 2007 [207] Razafimahefa-Raoelina, 2016 [208]
GCBI (Glasgow Children's Benefit Inventory)	Anglais	Non	1–15	E et P	E P	QV après une intervention ORL	Kubba, 2004 [209] Lovett, 2010 [184]

*Voir aussi [233 – 248]. E : enfant ; P : parent ; QALY : quality-adjusted life years ; QV : qualité de vie.

Tableau 2. Instruments génériques utilisés pour l'évaluation de la qualité de vie chez l'adulte dans le cadre d'une implantation cochléaire*.

Instruments	Langue originale	Version française	Domaines explorés	Études
EQ-5D (EuroQoL-5D)	Anglais	Oui (validée)		Perneger, 2010 [210]
HUI 3 (Health Utility Index 3)	Anglais	Oui (validée)		Horsman, 2003 [211]
WHOQOL (World Health Organisation Quality Of Life)	Anglais	Oui (validée)	QV + dimension financière	The WHOQOL [173] Bauman, 2010 [212]
SF 36 (Short Form 36)	Anglais	Oui (validée)	QV	McHorney, 1993 [213] Lepège, 1998 [214]
GHSI (Glasgow Health Status Inventory)	Anglais	Oui (validée)	QV	Gatehouse, 1998 [216]
GBI (Glasgow Benefit Inventory)	Anglais	Oui (validée)	QV	Robinson, 1996 [215]

*Voir aussi [233 – 248]. QV : qualité de vie.

Tableau 3. Instruments spécifiques à l'évaluation de la qualité de vie et/ou des performances auditives chez l'enfant et/ou l'adolescent dans le cadre d'une implantation cochléaire*.

Instruments	Langue originale	Validation française	Âge cible (années)	Répondants	Versions	Domaines explorés	Études
YQOL-DHH (<i>Youth Quality Of Life – Deaf and Hard of Hearing</i>)	Anglais	Non	11–18	E et P	E : YQOL-DHH P : YQOL-DHH-PROBE	QV	Kulshanagar, 2011 Shick, 2013 Patrick, 2011 [219] Hinternair, 2011 [220]
PVECIQ (<i>Parent's Views and Experiences with pediatric Cochlear Implant Questionnaire</i>)	Anglais	Non	5–16	P	P	Perceptions parentales sur bénéfices/limitations dus à l'implant, et sur la QV de leur enfant	Archbold, 2002 [221] O'Neill, 2004 [222] Nunes, 2005 [223] Incesulu, 2003 [224] Nicholas, 2003 [225]
PAQL (<i>Paediatric Audiology Quality of Life Questionnaire</i>)	Anglais	Non	3–18	P	P	QV des enfants avec comorbidités associées	Edwards, 2012 [226]
KINDL-CI module (<i>Kinder Lebensqualitätsfragebogen – Cochlear Implant module</i>)	Allemand	Oui	4–16	E et P	Version 4–7 Version 8–16	QV	Bullinger, 2008 [199] Warner-Czyz, 2011 [200]

Étude de la QV + performances auditives subjectives							
HEAR-QL (<i>Hearing Environments and Reflection on Quality of Life</i>)	Anglais	Non	7–17	E	Version 7–12 Version 12–17	Bien-être physique et mental + difficultés d'écoute dans certains environnements	Umansky, 2011 [227] Rachakonda, 2014 [228]

* Voir aussi [233 – 248]. E : enfant ; P : parent ; QV : qualité de vie.

Tableau 4. Instruments spécifiques à l'évaluation de la qualité de vie et des performances auditives chez l'adulte dans le cadre d'une implantation cochléaire*.

Instruments	Langue originale	Version française	Domaines explorés	Études
HHIA (Hearing Handicap Inventory for Adults)	Anglais	Oui (non validée)	Domaines émotionnel et psychosocial	Newman, 1990 [229]
HHIE (Hearing Handicap Inventory for Elderly)	Anglais	Oui (validée)	Domaines émotionnel et psychosocial	Ventry, 1982 [232]
NCIQ (Nijmegen Cochlear Implantation Questionnaire)	Anglais	Oui (non validée)	Domaines physique, psychologique et social	Hinderink, 2000 [230]
ERSA (Évaluation du retentissement de la surdité chez l'adulte)	Français	Oui (validée)	Qualité de vie personnelle, sociale et professionnelle	Ambert-Dahan, 2017 [231]

* Voir aussi [233 – 248].

REFERENCES

Actualisation des indications de l'implant cochléaire

- Spécificités de l'implantation cochléaire pédiatrique
 - *Implant bilatéral et précocité d'implantation*
1. https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/fiche_bon_usage_implants_cochleaires.pdf ; Janvier 2012.
 2. Geers AE, Nicholas J, Tobey E, Davidson L. Persistent language delay versus late language emergence in children with early cochlear implantation. *J Speech Lang Hear Res* 2016 ; 59(1) : 155–70.
 3. Jacobs E, Langereis MC, Frijns JH, et al. Benefits of simultaneous bilateral cochlear implantation on verbal reasoning skills in prelingually deaf children. *Res Dev Disabil* 2016 ; 58 : 104–13.
 4. Kim Y, Patel VA, Isildak H, Carr MM. An analysis of safety and adverse events following cochlear implantation in children under 12 months of age. *Otol Neurotol* 2017 ; 38(10) : 1426–32.
 5. Yang Y, Liu YH, Fu MF, et al. Home-based early intervention on auditory and speech development in Mandarin-speaking deaf infants and toddlers with chronological aged 7–24 months. *Chin Med J (Engl)* 2015 ; 128(16) : 2202–7.
 6. Dettman SJ, Pinder D, Briggs RJ, et al. Communication development in children who receive the cochlear implant younger than 12 months : risks versus benefits. *Ear Hear* 2007 ; 28(2 Suppl) : 11S–8S.
 7. Dettman SJ, Dowell RC, Choo D, et al. Long-term communication outcomes for children receiving cochlear implants younger than 12 months : a multicenter study. *Otol Neurotol* 2016 ; 37(2) : e82–95.
 8. Tobey EA, Thal D, Niparko JK, et al. Influence of implantation age on school-age language performance in pediatric cochlear implant users. *Int J Audiol* 2013 ; 52(4) : 219–29.
 9. May-Mederake B. Early intervention and assessment of speech and language development in young children with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2012 ; 76(7) : 939–46.
 10. Colletti L, Mandalà M, Zocante L, et al. Infants versus older children fitted with cochlear implants : performance over 10 years. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2011 ; 75(4) : 504–9.
 11. Colletti L, Mandala M, Colletti V. Cochlear implants in children younger than 6 months. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2012 ; 147(1) : 139–46.
 12. Easwar V, Yamazaki H, Deighton M, et al. Simultaneous bilateral cochlear implants : Developmental advances do not yet achieve normal cortical processing. *Brain Behav* 2017 ; 7(4). e00638.
 13. Kral A. Auditory critical periods : a review from system's perspective. *Neuroscience* 2013 ; 247 : 117–33.
 14. Gordon KA, Wong DD, Papsin BC. Bilateral input protects the cortex from unilaterally-driven reorganization in children who are deaf. *Brain* 2013 ; 136(Pt 5) : 1609–25.

15. Sarant J, Harris D, Bennet L, Bant S. Bilateral versus unilateral cochlear implants in children : a study of spoken language outcomes. *Ear Hear* 2014 ; 35(4) : 396–409.
16. Litovsky RY, Misurelli SM. Does bilateral experience lead to improved spatial unmasking of speech in children who use bilateral cochlear implants ? *Otol Neurotol* 2016 ; 37(2) : e35–42.
17. Grieco-Calub TM, Litovsky RY. Sound localization skills in children who use bilateral cochlear implants and in children with normal acoustic hearing. *Ear Hear* 2010 ; 31(5) : 645–56.
18. Myhrum M, Strøm-Roum H, Heldahl MG, et al. Sequential bilateral cochlear implantation in children : outcome of the second implant and long-term use. *Ear Hear* 2017 ; 38(3) : 301–13.
19. Reeder RM, Firszt JB, Cadieux JH, Strube MJ. A longitudinal study in children with sequential bilateral cochlear implants : time course for the second implanted ear and bilateral performance. *J Speech Lang Hear Res* 2017 ; 60(1) : 276–87.
20. Choi JE, Moon IJ, Kim EY, et al. Sound localization and speech perception in noise of pediatric cochlear implant recipients : bimodal fitting versus bilateral cochlear implants. *Ear Hear* 2017 ; 38(4) : 426–40.

Grille d'analyse de la littérature - Implantation pédiatrique

Références	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, ...)		Nombre patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Geers AE. Journal of Speech, Language, and Hearing Research 2016	Prospective		76 E avec IC	Niveau expression orale, compréhension, QI non verbal, Coté	Lien entre perception et niveau de langue et de lecture, la précocité et le niveau QI influent résultat linguistique	2	
Jacobs E. Research in developmental disabilities 2016	Prospective, comparative		49 E (18 Bi IC et 31 uni IC)	Perception parole dans le bruit, mémoire auditive, intelligence verbale	E BiIC étaient statistiquement > dans tous les domaines	2	
Kim Y. Otol Neurotol 2017	Rétrospective		186 E < 12 mois / 2911 E avec IC	Complications opératoires	Le risque opératoire similaire aux enfants > 12mois	2	
Yang Y. Chin Med J 2015	Prospective, comparative		55 E IC < 24 mois (2 groupes < ou > 12mois)	Scores perceptifs et linguistiques	Tous les scores sont meilleurs si IC < 12 m	2	
Dettman SJ. Ear Hear 2007	Rétrospective comparative		19 E ICx2: < 12 m, 87E ICx2: 12-24m	Niveau compréhension lexical et niveau d'expression orale	Si < 12 mois: niveau Eq entendants/ résultats > dans groupe < 12mois	4	
Dettman SJ. Otol Neurotol 2016	Prospective		403 E	Compétences réceptives (liste ouverte, Peabody) ainsi que dans la production linguistique et lexicale (Preschool Language Scale-Fourth and Fifth Editions, Clinical Evaluation of Language Fundamentals) en fonction de l'âge d'implantation	Meilleurs scores de compétences réceptives ainsi que dans la production linguistique et lexicale dans le groupe d'enfants implantés avant 12 mois ; une plus grande proportion de ces enfants atteignaient un niveau de langage dans les normes avant l'entrée à l'école par rapports aux groupes implantés plus vieux	2	

Tobey EA. Int J Audiol 2013	Prospective		160 E implantés ; recul 4, 5 et 6 ans. 99 ont reçu IC <2,5 ans et 62 E entre 2,5 et 5 ans	4 subtests CAQL (grille dvpt langage oral)	Le groupe des plus jeunes avaient un niveau de compréhension, et d'expression meilleur que le second	2	
May-Mederake B. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2012	Prospective, comparative		28 E avec IC <24 mois, groupes selon age IC	Scores de compréhension et de production parole / langage	Meilleurs scores dans groupe IC <12m	2	
Colletti L. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2011	Prospective, comparative		19 E 2-11 mois, 13 E 12-23 mois, 13 E 24-35 mois	Evaluation à 10 ans des capacités auditives (CAP), compréhension IT-MAIS), champ lexical (Peabody), grammaire (TROG) et intelligibilité(SIR)	Résultats significativement meilleurs pour le groupe d'enfants <12 mois.	2	
Colletti L. Otolaryngo Head Neck 2012	Prospective, comparative		12 E 2-6 mois, 9 E 7-12 mois, 11 E 13-18 mois, 13 E 19-24 mois, 20 E témoins	Perception, production langage, répétition	Meilleurs résultats pour perception, production langage, répétition pour groupe <6 mois; pas plus de complication	2	Faible effectifs encore dans les < 6 mois
Easwar V. Brain and behavior 2017	Prospective		16 E avec IC bilat simultané	EEG, IRM fonctionnelle	IC bilat simult précoce permet image corticale symétrique	2	
Kral A. Neuroscience 2013	Méta-analyse		Articles concernant la maturation cérébrale	Potentiels corticaux	Le SNC est une zone à forte organisation/ notion de période critique pour la stimulation auditive	1	

Gordon K. Brain 2013	Prospective, comparative		34 E IC (8 unilat droit ; 16 bici séquentiel et 10 biIC simultané) + 7 NE	Potentiels corticaux	Si IC unilatéral organisation voies auditives bilatérales atypique (activité dans 2 hémisphères. La réorganisation évitée si IC séquentiel < 1,5 ans	2	
Sarant J. Ear and Hearing 2014	Rétrospective		91 enfant avec IC uni ou bilat	Niveau compréhension lexical (Peabody) et niveau d'expression orale	A 8 ans, E IC bilat >> IC unilat	2	Autres facteurs: niveau ed maternel, nb fratrie, antc surdité
Litovsky RY. Otol neurotol 2016	Prospective		20 E avec IC bilat	Test de parole dans le bruit avec angles variables	Effet de démasquage dans le bruit très variable	2	
Grieco-Calub TM. Ear Hear 2012	Prospective, comparative		8 NE, 12 Unilat, 27 Bilat	Localisation angle, tests de bilauralité	A 12 mois de recul, IC bilat: angle de 5 à 69%	2	
Myhrum M. Ear and Hearing 2017	Rétrospective		160 E avec IC bilat séquentiel	Perception de la parole (MLO) dans le silence et le bruit, temps d'utilisation	Facteurs influençant résultat IC2: scores de MLO avec IC1 et délai entre 2IC	2	Moins bon utilisateurs et résultats quand le délai s'allonge.
Reeder RM. J Speech Lang Hear Res 2017	Prospective		24 E avec IC bilat séquentiel avec delai moyen de 9 ans	MLO dans le silence et dans le bruit et localisation spatiale	Second IC donne des résultats inférieurs en moyenne à IC1, plus le délai est important plus les scores sont limités, amélioration des scores MLO dans le bruit avec 2 IC	4	
Choi JE. Ear Hear 2017	Rétrospective		13E avec ICx2 et 19 E avec IC+P	MLO et PLO silence et bruit	MLO et PLO silence similaires 2 groupes (98% MLO) et significativement < dans le bruit (voix en frontal) : 48% de MLO pour ICx2, et 31% MLO IC+P	2	
Skarzynski H. Med Sci Monit 2003	Case report		1 patient	Discrimination et capacité de communication	Insertion partielle pour surdité en pente de ski		
Leigh J. Ear Hear 2011	Prospective, comparative		62 E DAM-DAP avec Px2, 80 E DAP IC	MLO et PLO dans le silence	E avec IC scores comparables aux E avec DAM appareillée. E avec DAS avaient des scores < dans 75% des cas aux E avec IC	2	

Fitzpatrick E. BMC Ear Nose Throat Disord. 2006	Rétrospective		11 E avec audition résiduelle	MLO et PLO dans le silence	Tous les scores sont améliorés avant 12 mois post IC	4	
Brown RF. Otol Neurotol 2010	Rétrospective		31 enfants avec audition résiduelle	Seuils auditifs pré et post op	Conservation post op complète seuils dans 45,2% et partielle dans 90,3% des cas	4	
Rajan G. Cochlear implants Int 2017	Groupe d'expert		Review et recommandations		Méthodes d'identification des patients présentant une audition résiduelle bons candidats pour implants, résultats, pistes pour le futur	1	
Skarzynski H. Adv Otorhinolaryngol 2010	Prospective		15 E	Résultats de reconnaissance monosyllabique dans le silence et dans le bruit	Suggestion de test dans le bruit pour évaluer qualité audition résiduelle	4	Faible effectif
Gifford RH. Ear Hear 2013	Prospective		38 adultes	Mesures répétées chez patients implantés dans environnement bruyant et/ou réverbérant	Méthode de test du bénéfice d'un implant quand surdité résiduelle	2	Tests en anglais et polonais
Gratacap M. Ann Otol Rhinol Laryngol 2015	Rétrospective		53 E avec audition résiduelle, et délai IC variable	MLO dans le silence et dans le bruit	Délai et l'âge à IC ont un impact sur les résultats	4	
Chiossi JSC. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2017	Review		Review 30 études retenues sur 111		Bénéfices implantation résiduelle, mais seuils souvent mal définis dans les différentes études	1	
Wilson K. Cochlear Implants Int 2016	Rétrospective		28 E surdité partielle IC	CAP et SIR	Audition préservée, scores CAP améliorés dès 7 mois de recul et SIR améliorée	4	
Verbecque E. Int J Audiol 2017	Méta-analyse		Articles concernant l'atteinte vestibulaire chez l'E sourd	% Anomalie Vestibulaire	50% de troubles Vestibule chez sourd	4	
Thierry B. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2015	Rétrospective		43 E avec IC	% Anomalie Vestibulaire pre et post	16% de modifications importante de la fonction vestibulaire	4	

Ajalloueyan M. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2017	Rétrospective		27 E avec IC	% Anomalie Vestibulaire pré et post Op	Pas de modification	4	
Ebrahimi AA. Acta Med Iran. 2016	Prospective, comparative		50 E sourds sans IC et 35 avec IC	% Anomalie Vestibulaire	Enfants avec IC ont moins d'atteinte vestibulaire	4	
Devroede B. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis 2016	Rétrospective		26 E avec IC	% Anomalie Vestibulaire pre et post	37% modifications de la fonction vestibulaire	4	
Jacot E. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2009	Rétrospective		71 E avec IC	Bilan vestibulaire pré et post Op	71% modification Fonction vestibulaire post implant et une aréflexie dans 10% des cas	4	
Özdemir S. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2013	Rétrospective		413 E avec IC suivis >24 mois	% non utilisateur et FDR	NU=2,9% avec une majorité de pathologies complexes	2	
Valero MR. Cochlear Implants Int 2016	Rétrospective		22/1050 E avec IC et troubles autistiques	% non utilisateur	NU=27%	2	
Choo D. Otol Neurotol 2017	Rétrospective		400 E avec IC	% non utilisateur et FDR	NU= 14% avec majorité de pathologies coplexes et/ou resultats perceptifs limités	2	
Archbold SM. Cochlear Implants Int 2009	Rétrospective		138 E avec IC, recul >7ans	% non utilisateur et FDR	NU=5% et FDR: âge à l'implantation tardive, niveau de communication oral faible/absent, scolarité en milieu spécialisé	2	

– *Implant cochléaire et audition résiduelle*

21. Skarzynski H, Lorens A, Piotrowska A. A new method of partial deafness treatment. *Med Sci Monit* 2003 ; 9(4) : CS20–4.
22. Leigh J, Dettman S, Dowell R, Sarant J. Evidence-based approach for making cochlear implant recommendations for infants with residual hearing. *Ear Hear* 2011 ; 32(3) : 313–22.
23. Fitzpatrick E, McCrae R, Schramm D. A retrospective study of cochlear implant outcomes in children with residual hearing. *BMC Ear Nose Throat Disord* 2006 ; 6 : 7.
24. Rajan G, Tavora-Vieira D, Baumgartner WD, et al. Hearing preservation cochlear implantation in children : The HEARRING Group consensus and practice guide. *Cochlear Implants Int* 2018 ; 19(1) : 1–13.
25. Skarzynski H, Lorens A. Electric acoustic stimulation in children. *Adv Otorhinolaryngol* 2010 ; 67 : 135–43.
26. Gifford RH, Dorman MF, Skarzynski H, et al. Cochlear implantation with hearing preservation yields significant benefit for speech recognition in complex listening environments. *Ear Hear* 2013 ; 34(4) : 413–25.
27. Gratacap M, Thierry B, Rouillon I, et al. Pediatric cochlear implantation in residual hearing candidates. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2015 ; 124(6) : 443–51.
28. Chioffi JSC, Hyppolito MA. Effects of residual hearing on cochlear implant outcomes in children : A systematic-review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2017 ; 100 : 119–27.
29. Wilson K, Ambler M, Hanvey K, et al. Cochlear implant assessment and candidacy for children with partial hearing. *Cochlear Implants Int* 2016 ; 17(Suppl 1) : 66–9.

– *Evaluation de la fonction vestibulaire*

30. Verbecque E, Marijnissen T, De Belder N, et al. Vestibular (dys) function in children with sensorineural hearing loss : a systematic review. *Int J Audiol* 2017 ; 56(6) : 361–81.
31. Thierry B, Blanchard M, Leboulanger N, et al. Cochlear implantation and vestibular function in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2015 ; 79(2) : 101–4.
32. Ajalloueyan M, Saeedi M, Sadeghi M, et al. The effects of cochlear implantation on vestibular function in 1–4 years old children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2017 ; 94 : 100–3.
33. Ebrahimi AA, Movallali G, Jamshidi AA, et al. Balance performance of deaf children with and without cochlear implants. *Acta Med Iran* 2016 ; 54(11) : 737–42.
34. Devroede B, Pauwels I, Le Bon SD, et al. Interest of vestibular evaluation in sequentially implanted children : Preliminary results. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2016 ; 133(Suppl 1) : S7–11.
35. Jacot E, Van Den Abbeele T, Debre HR, Wiener-Vacher SR. Vestibular impairments pre and post-cochlear implant in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009 ; 73(2) : 209–17.
36. Institute GR. Regional and national summary report of data from 2007–2008 Annual Survey of the Deaf and Hard of Hearing Children and Youth. Washington DC, USA : Gallaudet University ; 2009.

– *Synthèse des aspects cognitifs et psychoaffectifs des implantations cochléaires pédiatriques*

37. Ching TY, Dillon H, Marnane V, et al. Outcomes of early and late identified children at 3 years of age : findings from a prospective population-based study. *Ear Hear* 2013 ; 34(5) : 535–52.
38. Fitzpatrick EM, Lambert L, Whittingham J, Leblanc E. Examination of characteristics and management of children with hearing loss and autism spectrum disorders. *Int J Audiol* 2014 ; 53(9) : 577–86.
39. Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, surveillance year 2008, principal investigators. centers for disease control and prevention prevalence of autism spectrum disorders. 14 sites, United States, 2008. *MMWR Surveill Summ* 2012 ; 61(3) : 1–19.
40. Szymanski CA, Brice PJ, Lam KH, Hotto SA. Deaf children with autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord* 2012 ; 42(10) : 2027–37.
41. Fombonne E. Estimated prevalence of autism spectrum conditions in Cambridgeshire is over 1 %. *Evid Based Ment Health* 2010 ; 13(1) : 32.
42. Baron-Cohen S. Social and pragmatic deficits in autism : cognitive or affective ? *J Autism Dev Disord* 1988 ; 18(3) : 379–402.
43. Goldstein H. Communication intervention for children with autism : a review of treatment efficacy. *J Autism Dev Disord* 2002 ; 32(5) : 373–96.
44. Eshraghi AA, Nazarian R, Telischi FF, et al. Cochlear implantation in children with autism spectrum disorder. *Otol Neurotol* 2015 ; 36(8) : e121–8.
45. Lachowska M, Pastuszka A, Łukaszewicz-Moszyńska Z, et al. Cochlear implantation in autistic children with profound sensorineural hearing loss. *Braz J Otorhinolaryngol* 2016 ; (16)30231–2. pii : S1808-8694. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.10.012> [Epub ahead of print].
46. https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2018-20%02/trouble_du_spectre_de_lautisme_de_lenfant_et_ladolescent_recommandations.pdf ; https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2018-20%02/trouble_du_spectre_de_lautisme_de_lenfant_et_ladolescent__recommandations.pdf
47. Black J, Hickson L, Black B, Khan A. Paediatric cochlear implantation : adverse prognostic factors and trends from a review of 174 cases. *Cochlear Implants Int* 2014 ; 15(2) : 62–77.
48. Percy-Smith L, Busch GW, Sandahl M, et al. Significant regional differences in Denmark in outcome after cochlear implants in children. *Dan Med J* 2012 ; 59(5) : A4435.
49. Holt RF, Beer J, Kronenberger WG, et al. Contribution of family environment to pediatric cochlear implant users' speech and language outcomes : some preliminary findings. *J Speech Lang Hear Res* 2012 ; 55(3) : 848–64.
50. Ciciriello E, Bolzonello P, Marchi R, et al. Empowering the family during the first months after identification of permanent hearing impairment in children. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2016 ; 36(1) : 64–70.
51. Nikolopoulos TP, Archbold SM, Wever CC, Lloyd H. Speech production in deaf implanted children with additional disabilities and comparison with age-equivalent implanted children with out such disorders. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2008 ; 72(12) : 1823–8.

52. Steven RA, Green KM, Broomfield SJ, et al. Cochlear implantation in children with cerebral palsy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2011 ; 75(11) : 1427–30.
53. Meizen-Derr J, Wiley S, Phillips J, et al. The utility of early developmental assessments on understanding later nonverbal IQ in children who are deaf or hard of hearing. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2017 ; 92 : 136–42.

Grille d'analyse de la littérature – Aspects cognitifs

Références	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, ...)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Institut 2009	cohorte	36710	Etiologies, âge de découverte de la surdité, type, surdité chez frères/sœurs/parents, niveau scolaire, implants cochléaire (1 ou 2), utilisation de l'implant cochléaire, soutien scolaire/orthophonique, utilisation de LSF, bilinguisme...	60,7% des enfants ont une surdité isolée ; les autres atteintes les plus fréquentes sont une atteintes visuelle (3,8%), des troubles d'apprentissage (8,4%), un retard de développement (4,8%), un retard mental (8,7%), autisme (1,6%), troubles de l'attention (5,6%), troubles orthopédiques (4,4%)	2	
Ching, Dillon et al. 2013	Etude prospective	451 enfants de moins de 3 ans	Type de surdité, âge d'appareillage, existence d'autres atteintes, mode de communication, environnement familial	5 éléments de bon pronostic : sexe féminin, absence d'atteintes associées, surdité peu sévère, haut niveau d'éducation maternelle, âge d'implantation (si IC)	1	
Fitzpatrick, Lambert et al. 2014	Etude prospective	785	Diagnostic que troubles du spectre autistique (TSA) chez enfants sourds	2,2% des enfants de la série avaient TSA, incidence de TSA plus élevée chez garçons (13 vs 4) ; diagnostic de TSA retardé chez enfants sourds car absence de test approprié et symptomatologie des troubles de communication parfois proche. Appareillage mis en place pour quasiment tous les enfants. ¾ ont poursuivi l'utilisation de l'appareillage car bénéfice observé	1	
Autism, Developmental Disabilities Monitoring Network Surveillance Year Principal et al. 2012	Enquête épidémiologique 2008		Enfants de 8 ans identifiés comme TSA sur multiples bases de données	1 enfant /88 soit AA,3/1000 ; 1 garçon/54 ; 1 fille/252 ; Prévalence des TSA dans la population ; augmentation en rapport avec une meilleure identification des enfants porteurs de TSA	2	
Szymanski, Brice et al. 2012	Enquête épidémiologique 2009-10		Prévalence de TSA chez enfants sourds	1 enfant de 8 ans avec surdité /59 (vs 1/91 ou 1/110 chez enfant normo-entendant	2	

Fombonne 2010	Cohorte		Prévalence de TSA chez enfants scolarisés (5-9ans) par questionnaires proposés aux professeurs et aux parents	1 enfant entre 5 et 9 ans/100	2	
Baron-Cohen 1988	Revue			Description de l'autisme : théorie cognitive vs affective	accord professionnel	
Goldstein 2002	Revue		Evaluation des différentes prises en charge des enfants autistes pour favoriser communication	Apprentissage de la langue des signes semble leur apporter une aide à l'expression améliorant ainsi le comportement et l'insertion sociale de ces enfants	accord professionnel	
Eshraghi, Nazarian et al. 2015	Etude rétrospective	15 enfants autistes sourds implantés et 15 enfants sourds sans troubles du comportement implantés	Langage (perceptif, expressif), questionnaire parental	Amélioration de la perception du langage chez 67% des enfants avec TSA, et de l'expression chez 60% ; amélioration de la reconnaissance du nom, réponses aux ordres simples, appréciation de la musique ; pas d'amélioration du regard. Meilleure intégration des patients dans la routine familiale	3	
Lachowska, Pastuszka et al. 2016	Etude rétrospective	6 enfants autistes implantés	Réaction au son et à la musique, test de Ling, test d'onomatopées, réaction au nom, réponse aux ordres, questionnaire	Pas d'augmentation de l'agitation autistique des enfants après implantation Gains de l'implant ne se limitent pas à un gain dans la production de langage : meilleur contact parental et interaction. Bénéfices doivent être pondérés au tableau	4	
Black, Hickson et al. 2014	Etude rétrospective	174 enfants implantés	Analyse de différentes variables dans les résultats IC : âge à l'implantation, mutations GJB2, méningite...)	2 facteurs de mauvais pronostic : malformation de l'oreille interne et mauvais accompagnement familial. Moins bons résultats chez enfants implantés plus vieux	2	
Holt, Beer et al. 2012	Etude rétrospective	45 enfants implantés	Vocabulaire, évaluation globale du langage, environnement familial	Variabilité des résultats d'implantation chez l'enfant liés à l'environnement familial ; accompagnement familial doit permettre d'améliorer les résultats	3	

Percy-Smith, Busch et al. 2012	Etude rétrospective	94 enfants implantés	Niveau de langage, surdité, nombre d'heures d'orthophonie	Moindre implication parentale dans le groupe de l'ouest : 71% ne participaient pas alors que seuls 37% des parents de l'est admettaient ne pas s'impliquer dans la réhabilitation ; moins bons résultats sur le langage pour les patients de l'ouest	2	
Ciciriello, Bolzonello et al. 2016	Etude rétrospective	26 familles	Mesure des forces/faiblesses, opportunités/risques de la prise en charge des enfants sourds	Propositions de recommandations de prise en charge : présence de professionnels, accompagnement familial, échanges entre centres experts et centres secondaires.	3	
Nikolopoulos, Archbold et al. 2008	Etude rétrospective	175 enfants sourds implantés dont 67 avec difficultés supplémentaires	Mesure du SIR en fonction de l'existence ou pas d'atteintes associées	70% des enfants suivis pour surdité associée à d'autres difficultés développent un score d'intelligibilité (SIR) entre 3 et 5 dans les 5 ans qui suivent l'implantation, contrairement aux 96% des enfants dans le groupe contrôle suivis pour une surdité isolée ; pour la qualité du langage, seuls 16% des enfants avec ce mêmes difficultés atteignent les 2 plus hautes catégories de ce score (intelligibilité pour tous et pour les personnes avec un peu d'expérience), alors que 61% des enfants contrôles les atteignent (P<0,000001). les résultats du SIR étaient inversement proportionnels au nombre d'atteintes associées identifiées chez ces patients.	2	
Steven, Green et al. 2011	Etude rétrospective	36 enfants présentant une paralysie cérébrale implantés	Scores de langage, cognition, séquelles physiques	enfants sourds ayant une paralysie cérébrale dans un contexte de prématurité, retard de croissance, hypoxie, faible Apgar ou encore une hyperbilirubinémie bénéficient de manière variable d'une implantation cochléaire ; les meilleurs résultats sont obtenus chez les enfants présentant une atteinte cognitive légère ; l'importance de l'atteinte physique n'influence pas les résultats obtenus	3	
Meinzen-Derr, Wiley et al. 2017	Etude rétrospective	45 enfants avec surdité bilatérale (3-6 ans)	QI non verbal (Leiter International Performance Scale-Revised), évaluation du développement (Gesell Developmental Schedules-Revised)	Bonne corrélation entre Brief IQ et Leiter R Bons indicateurs du développement ult�rieur	2	

- Spécification de l'implantation de l'adulte

- *Sujet âgé et bilan cognitif adulte*

54. Albert MS, DeKosky ST, Dickson D, et al. The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease : Recommendations from the National Institute on Aging Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement* 2011 ; 7 : 270–9.
55. Gauthier S, Reisberg B, Zaudig M, et al. International Psychogeriatric Association Expert Conference on mild cognitive impairment. *Mild cognitive impairment. Lancet* 2006 ; 367 : 1262–70.
56. McKhann GM, Knopman DS, Chertkow H, et al. The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease : recommendations from the national institute on aging and the Alzheimer's association work group. *Alzheimers Dement* 2011 ; 7 : 263–9.
57. Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, et al. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol* 2011 ; 68 : 214–20.
58. Lin FR, Yaffe K, Xia J, et al. Hearing loss and cognitive decline in older adults. *JAMA Intern Med* 2013 ; 173 : 293–9.
59. Deal JA, Betz J, Yaffe K, et al. Hearing impairment and incident dementia and cognitive decline in older adults : the health ABC study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2017 ; 72 : 703–9.
60. Lin FR, Ferrucci L, Metter EJ, et al. Hearing loss and cognition in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Neuropsychology* 2011 ; 25(6) : 763–70.
61. Lin FR. Hearing loss and cognition among older adults in the United States. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011 Oct ; 66(10) : 1131–6.
62. Gallacher J, Ilubaera V, Ben-Shlomo Y, et al. Auditory threshold, phonologic demand, and incident dementia. *Neurology* 2012 ; 79(15) : 583–90.
63. Amieva H, Ouvrard C, Giulioli C, et al. Self-reported hearing loss, hearing aids, and cognitive decline in older adults : a 25-year study. *J Am Geriatr Soc* 2015 ; 63 : 2099–104.
64. Loughrey DG, Kelly ME, Kelley GA, et al. Association of age-related hearing loss with cognitive function, cognitive impairment, and dementia : a systematic review and meta-analysis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2018 ; 144(2) : 115–26.
65. Livingston G, Sommerlad A, Orgeta V, et al. Dementia prevention, intervention, and care. *Lancet* 2017 ; (17)31363–6. pii : S0140-6736.
66. Deal JA, Albert MS, Arnold M, et al. A randomized feasibility pilot trial of hearing treatment for reducing cognitive decline : Results from the Aging and Cognitive Health Evaluation in Elders Pilot Study. *Alzheimers Dement (N Y)* 2017 ; 21(3) : 410–5.
67. Mosnier I, Bebear JP, Marx M, et al. Improvement of cognitive function after cochlear implantation in elderly. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2015 ; 14 : 442–50.
68. Mosnier I, Vanier A, Bonnard D et al. Long-term cognitive prognosis of profoundly deaf older adults after hearing rehabilitation using cochlear implant. *J Am Geriatr Soc*. In press.

69. Castiglione A, Benatti A, Velardita C, et al. Aging, cognitive decline and hearing loss : effects of auditory rehabilitation and training with hearing aids and cochlear implants on cognitive function and depression among older adults. *Audiol neurotol* 2016 ; 21(suppl 1) : 21–8.
70. Cosetti MK, Pinkston JB, Flores JM, et al. Neurocognitive testing and cochlear implantation : insights into performance in older adults. *Clin Interv Aging* 2016 ; 11 : 603–13.
71. Belmin J, Pariel-Madjlessi S, Surun P, et al. The cognitive disorders examination (Codex) is a reliable 3-minute test for detection of dementia in the elderly (validation study on 323 subjects). *Presse Méd* 2007 ; 36(9 Pt 1) : 1183–90.
72. Lin VY, Chung J, Callahan BL, et al. Development of cognitive screening test for the severely hearing impaired : Hearing-impaired MoCA. *Laryngoscope* 2017 ; 127(Suppl 1) : S4–11.
73. Ambert-Dahan E, Routier S, Marot L, et al. Cognitive evaluation of cochlear implanted adults using CODEX and MoCA screening tests. *Otol Neurotol* 2017 ; 38(8) : e282–4.
74. Derouesne C, Poitreneau J, Hugonot L, et al. Mini-Mental State Examination (MMSE) : a practical tool for evaluating cognitive status. The consensual French version. *Press Méd* 1999 ; 28(21) : 1141–8.

– *Implantation cochléaire bilatérale de l'adulte*

75. Haute Autorité de Santé. Traitement de la surdité par pose d'implants cochléaires ou d'implants du tron cérébral ; 2007.
76. Smulders YE, van Zon A, Stegeman I, et al. Comparison of bilateral and unilateral cochlear implantation in adults : a randomized clinical trial. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2016 ; 142(3) : 249–56.
77. Smulders YE, van Zon A, Stegeman I, et al. Cost-utility of bilateral versus unilateral cochlear implantation in adults : a randomized controlled trial. *Otol Neurotol* 2016 ; 37(1) : 38–45.
78. van Zon A, Smulders YE, Stegeman I, et al. Stable benefits of bilateral over unilateral cochlear implantation after two years : A randomized controlled trial. *Laryngoscope* 2017 ; 127(5) : 1161–8.
79. Blamey PJ, Dooley GJ, James CJ, Parisi ES. Monaural and binaural loudness measures in cochlear implant users with contralateral residual hearing. *Ear Hear* 2000 ; 21(1) : 6–17.
80. Potts LG, Skinner MW, Litovsky RA, et al. Recognition and localization of speech by adult cochlear implant recipients wearing a digital hearing aid in the nonimplanted ear (bimodal hearing). *J Am Acad Audiol* 2009 ; 20(6) : 353–73.
81. Armstrong M, Pegg P, James C, Blamey P. Speech perception in noise with implant and hearing aid. *Am J Otol* 1997 ; 18(6 Suppl) : S140–1.
82. Ching TYC, Incerti P, Hill M. Binaural benefits for adults who use hearing aids and cochlear implants in opposite ears. *Ear Hear* 2004 ; 25(1) : 9–21.
83. Dunn CC, Tyler RS, Witt SA. Benefit of wearing a hearing aid on the unimplanted ear in adult users of a cochlear implant. *J Speech Lang Hear Res* 2005 ; 48(3) : 668–80.
84. Mok M, Grayden D, Dowell RC, Lawrence D. Speech perception for adults who use hearing aids in conjunction with cochlear implants in opposite ears. *J Speech Lang Hear Res* 2006 ; 49(2) : 338–51.

85. Dorman MF, Gifford RH, Spahr AJ, McKarns SA. The benefits of combining acoustic and electric stimulation for the recognition of speech, voice and melodies. *Audiol Neurootol* 2008 ; 13(2) : 105–12.
86. van Hoesel RJM. Contrasting benefits from contralateral implants and hearing aids in cochlear implant users. *Hear Res* 2012 ; 288 (1–2) : 100–13.
87. Kong YY, Stickney GS, Zeng FG. Speech and melody recognition in binaurally combined acoustic and electric hearing. *J Acoust Soc Am* 2005 ; 117(3 Pt 1) : 1351–61.
88. Marx M, James C, Foxton J, et al. Speech prosody perception in cochlear implant users with and without residual hearing. *Ear Hear* 2015 ; 36(2) : 239–48.
89. Francart T, Brokx J, Wouters J. Sensitivity to interaural time differences with combined cochlear implant and acoustic stimulation. *J Assoc Res Otolaryngol* 2009 ; 10(1) : 131–41.
90. El Fata F, James CJ, Laborde ML, Fraysse B. How much residual hearing is “useful” for music perception with cochlear implants ? *Audiol Neurootol* 2009 ; 14(Suppl 1) : 14–21.
91. Makous JC, Middlebrooks JC. Two-dimensional sound localization by human listeners. *J Acoust Soc Am* 1990 ; 87(5) : 2188–200.
92. Blauert J. Binaural localization. *Scand Audiol Suppl* 1982 ; 15 : 7–26.
93. Middlebrooks JC, Green DM. Sound localization by human listeners. *Annu Rev Psychol* 1991 ; 42 : 135–59.
94. Távara-Vieira D, De Ceulaer G, Govaerts PJ, Rajan GP. Cochlear implantation improves localization ability in patients with unilateral deafness. *Ear Hear* 2015 ; 36(3) : e93–8.
95. Wazen JJ, Ghossaini SN, Spitzer JB, Kuller M. Localization by unilateral BAHA users. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005 ; 132(6) : 928–32.
96. Vannson N, James C, Fraysse B, et al. Quality of life and auditory performance in adults with asymmetric hearing loss. *Audiol Neurootol* 2015 ; 20(Suppl 1) : 38–43.
97. Société Française d'Audiologie. Guides des Bonnes Pratiques en audiométrie de l'adulte, http://www.sfaudiologie.fr/Drupal/sites/default/files/Doc/GBPAA1_3.pdf ; 2006.
98. Hirsh IJ. Binaural summation and interaural inhibition as a function of the level of masking noise. *Am J Psychol* 1948 ; 61(2) : 205–13.
99. 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.
100. Van de Heyning P, Távara-Vieira D, Mertens G, et al. Towards a unified testing framework for single-sided deafness studies : a consensus paper. *Audiol Neurootol* 2016 ; 21(6) : 391–8.
101. Vincent C, Arndt S, Firszt JB, et al. Identification and evaluation of cochlear implant candidates with asymmetrical hearing loss. *Audiol Neurootol* 2015 ; 20(Suppl 1) : 87–9.
102. Nilsson M, Soli SD, Sullivan JA. Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *J Acoust Soc Am* 1994 ; 95(2) : 1085–99.

103. Houben R, Koopman J, Luts H, et al. Development of a Dutch matrix sentence test to assess speech intelligibility in noise. *Int J Audiol* 2014 ; 53(10) : 760–3.
104. 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) : 164–73.
105. Mosnier I, Sterkers O, Bebear JP, et al. Speech performance and sound localization in a complex noisy environment in bilaterally implanted adult patients. *Audiol Neurootol* 2009 ; 14(2) : 106–14.
106. Grantham DW, Ashmead DH, Ricketts TA, et al. Horizontal-plane localization of noise and speech signals by postlingually deafened adults fitted with bilateral cochlear implants. *Ear Hear* 2007 ; 28(4) : 524–41.
107. Gantz BJ, Turner CW. Combining acoustic and electrical hearing. *Laryngoscope* 2003 ; 113(10) : 1726–30.
108. Müller J, Schön F, Helms J. Speech understanding in quiet and noise in bilateral users of the MED-EL COMBI 40/40 + cochlear implant system. *Ear Hear* 2002 ; 23(3) : 198–206.
109. Laszig R, Aschendorff A, Stecker M, et al. Benefits of bilateral electrical stimulation with the nucleus cochlear implant in adults : 6-month postoperative results. *Otol Neurotol* 2004 ; 25(6) : 958–68.
110. Schleich P, Nopp P, D'Haese P. Head shadow, squelch, and summation effects in bilateral users of the MED-EL COMBI 40/40 + cochlear implant. *Ear Hear* 2004 ; 25(3) : 197–204.
111. Ramsden R, Greenham P, O'Driscoll M, et al. Evaluation of bilaterally implanted adult subjects with the nucleus 24 cochlear implant system. *Otol Neurotol* 2005 ; 26(5) : 988–98.
112. Litovsky RY, Parkinson A, Arcaroli J. Spatial hearing and speech intelligibility in bilateral cochlear implant users. *Ear Hear* 2009 ; 30(4) : 419–31.
113. Litovsky RY, Johnstone PM, Godar S, et al. Bilateral cochlear implants in children : localization acuity measured with minimum audible angle. *Ear Hear* 2006 ; 27(1) : 43–59.
114. Laske RD, Veraguth D, Dillier N, et al. Subjective and objective results after bilateral cochlear implantation in adults. *Otol Neurotol* 2009 ; 30(3) : 313–8.
115. De Seta D, Nguyen Y, Vanier A, et al. Five-year hearing outcomes in bilateral simultaneously cochlear-implanted adult patients. *Audiol Neurootol* 2016 ; 21(4) : 261–7.
116. Gatehouse S, Noble W. The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ). *Int J Audiol* 2004 ; 43(2) : 85–99.
117. Hinderink JB, Krabbe PF, Van Den Broek P. Development and application of a health-related quality-of-life instrument for adults with cochlear implants : the Nijmegen cochlear implant questionnaire. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000 ; 123(6) : 756–65.
118. Feeny D, Furlong W, Boyle M, Torrance GW. Multi-attribute health status classification systems. Health Utilities Index. *PharmacoEconomics* 1995 ; 7(6) : 490–502.
119. EuroQol Group. EuroQol--a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy Amst Neth* 1990 ; 16(3) : 199–208.

120. Kitterick PT, Lucas L, Smith SN. Improving health-related quality of life in single-sided deafness : a systematic review and meta-analysis. *Audiol Neurootol* 2015 ; 20(Suppl 1) : 79–86.
121. Ramakers GGJ, Smulders YE, van Zon A, et al. Agreement between health utility instruments in cochlear implantation. *Clin Otolaryngol* 2016 ; 41(6) : 737–43.

Grille d'analyse de la littérature – Implantation cochléaire bilatérale de l'adulte

Références	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, ...)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Smulders et al 2016	Essai randomisé prospectif multicentrique	38	Discrimination de la parole dans le bruit en condition diotique et dichotique Pourcentage de localisation correcte en fonction de l'azimut à 15°, 60°, 90° Questionnaires qualité de vie (SSQ, NCIQ, VAS audition)	Meilleur SRT en condition dichotique pour groupe IC bilatéral vs groupe IC unilatéral Pas de différence entre les deux groupes en condition diotique Meilleur pourcentage de localisation correcte quel que soit l'azimut de présentation Meilleur score SSQ et VAS pour groupe IC bilatéral vs groupe IC unilatéral	2	Inclusion de patients avec bénéfice audioprothétique dit marginal (identification de phonème < 50%) Mais inclusion de patients au-delà de ce critère non détaillée
Smulders et al. 2016	Essai randomisé prospectif multicentrique	38	Rapport coût-utilité différentiel entre groupe IC bilatéral et groupe IC unilatéral	Coût direct IC bilatéral moyen : 87765 € +/- 23 Coût direct IC unilatéral moyen : 43883 € +/- 11.5 Le rapport coût-efficacité de l'IC bilatéral devient favorable entre 5 et 10 ans après la procédure	2	Inclusion de patients avec bénéfice audioprothétique dit marginal (identification de phonème < 50%) Mais inclusion de patients au-delà de ce critère non détaillée
Van Zon et al. 2017	Essai randomisé prospectif multicentrique	38	Discrimination de la parole dans le bruit en condition diotique et dichotique Pourcentage de localisation correcte en fonction de l'azimut à 15°, 60°, 90° Questionnaires qualité de vie (SSQ, NCIQ, VAS audition)	Meilleur SRT en condition dichotique pour groupe IC bilatéral vs groupe IC unilatéral Pas de différence entre les deux groupes en condition diotique Meilleur pourcentage de localisation correcte quel que soit l'azimut de présentation Meilleur score dans deux sections du SSQ pour groupe IC bilatéral vs groupe IC unilatéral. Pas de différences pour les autres questionnaires (spécifiques ou génériques)	2	Inclusion de patients avec bénéfice audioprothétique dit marginal (identification de phonème < 50%) Mais inclusion de patients au-delà de ce critère non détaillée Même cohorte que Smulders et al., réévaluée à 2 ans post-implantation

Blamey et al. 2000	Etude transversale cas-témoins	9	Mesure de la croissance de sonie en conditions monaurales (côté IC, et côté audioprothèse) et en condition binaurale	Effet de sommation observé en condition binaurale	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilat. Seul versus stimulation bimodale) Mesure pour 5 sons purs et pour 5 électrodes seulement
Potts et al. 2009	Etude longitudinale cas-témoins	19	Mesure de la croissance de sonie pour de la parole synthétique Discrimination des mots monosyllabiques dans le silence, provenant de différents azimuts Angle moyen d'erreur de localisation	Effet de sommation observé en condition binaurale Gain hétérogène pour la discrimination des mots, non significatif sur l'ensemble du groupe. Gain hétérogène pour la localisation, non significatif sur l'ensemble du groupe.	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilat. Seul versus stimulation bimodale) Tous les sujets sont équipés de la même audioprothèse controlatérale à l'IC, mais niveaux d'audition résiduelle hétérogènes Mesures répétées à 2 mois après l'adaptation de l'audioprothèse
Armstrong et al. 1997	Etude cas-témoins	5 à 7	Discrimination de la parole dans le silence et dans le bruit	Gain significatif en stimulation bimodale, plus important dans le bruit	4	Etude comparative de deux groupes : un avec audioprothèse controlatérale jugée utile et l'autre sans audition résiduelle. Comparabilité des groupes douteuse
Ching et al. 2004	Etude cas-témoins	21	Discrimination de la parole dans le silence et dans le bruit en condition diotique et dichotique Angle moyen d'erreur de localisation	Meilleurs scores pour la discrimination dans le bruit en condition dichotique en stimulation bimodale Meilleurs scores pour la localisation en stimulation bimodale	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilat. Seul versus audioprothèse seule versus stimulation bimodale)
Dunn et al. 2005	Etude cas-témoins	12	Discrimination de la parole dans le silence et dans le bruit en condition diotique et dichotique	Meilleurs scores pour la discrimination dans le bruit en stimulation bimodale	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilat. Seul versus audioprothèse seule versus stimulation bimodale) Principale limite liée à l'habitude de fonctionner en stimulation bimodale
Mok et al. 2006	Etude cas-témoins	14	Discrimination de la parole dans le silence et dans le bruit	Meilleur gain en stimulation bimodale pour les patients avec les seuils les plus bas sur les moyennes et hautes fréquences	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilat. Seul versus audioprothèse seule versus stimulation bimodale)

Dorman et al. 2008	Etude cas-témoins	15	Discrimination de la parole dans le silence et dans le bruit Reconnaissance de voix et de mélodies	Meilleurs scores pour la discrimination dans le bruit en stimulation bimodale Pas de différence entre la stimulation bimodale et la stimulation acoustique seule pour la reconnaissance de voix et de mélodies	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilat. Seul versus audioprothèse seule versus stimulation bimodale)
Kong et al. 2005	Etude cas-témoins	5	Discrimination de la parole dans le bruit Reconnaissance mélodies	La reconnaissance des mélodies repose sur l'audition résiduelle controlatérale au premier implant	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilat. Seul versus audioprothèse seule versus stimulation bimodale)
Marx et al 2015	Etude rétrospective	21	Reconnaissance d'intonation	La reconnaissance de l'intonation repose sur l'audition résiduelle controlatérale au premier implant	4	Etude comparative entre sujets EAS, bimodaux et IC unilatéral seul
Francart et al. 2009	Etude rétrospective	8	Reconnaissance de différences inter-aurales de temps	Meilleure reconnaissance si seuils d'audition résiduelle meilleurs que 100 dB HL, pour l'oreille controlatérale au premier implant	4	Etude rétrospective de sujets bimodaux
El Fata et al. 2009	Etude rétrospective	14	Reconnaissance d'extraits musicaux avec et sans paroles Appréciation qualitative de l'écoute musicale	Meilleure reconnaissance d'extraits musicaux et qualité d'écoute musicale chez les patients si seuils d'audition résiduelle meilleurs que 85 dB HL, pour l'oreille controlatérale au premier implant	4	Etude rétrospective de sujets bimodaux
Makous & Middlebrooks 1990	Etude transversale	11	Mesure de l'angle minimal d'erreur de localisation horizontale	L'angle minimal d'erreur de localisation horizontale varie entre 3° et 20° selon l'azimut émettant le stimulus chez le normo-entendant	4	Etude psycho-acoustique sur sujets normo-entendant
Távora-Vieira et al. 2015	Etude cas-témoins	16	Mesure de l'angle moyen d'erreur de localisation horizontale	Angle moyen d'erreur meilleure oreille seule : 48.9° +/-11.86 Angle moyen d'erreur meilleure oreille et IC controlatéral : 22.8° +/- 11.58	3	Etude sur les surdités profondes unilatérales ou asymétriques Chaque sujet inclus est son propre témoin (meilleure oreille seule versus meilleure oreille et implant cochléaire controlatéral)
Wazen JJ et al. 2005	Etude cas-témoins	8 sujets sourds unilatéraux et 10 sujets normo-entendant	Pourcentage de localisation horizontale correcte	Localisation correcte meilleure oreille seule : 40% Localisation correcte meilleure oreille et BAHA : 40 à 43%	3	Etude sur les surdités profondes unilatérales ou asymétriques Chaque sujet inclus est son propre témoin (meilleure oreille seule versus meilleure oreille et BAHA controlatéral)

Vannson et al. 2015	Etude rétrospective comparative	49 sujets sourds unilatéraux et 11 sujets normo-entendant	Discrimination de la parole dans le bruit en condition diotique, dichotique et dichotique inversée Evaluation de la qualité de vie (SSQ, GHSI)	Discrimination dans le bruit altérée dans les trois conditions pour les sujets sourds unilatéraux Corrélation entre les scores de qualité de vie (SSQ) et le SRT en condition dichotique	4	Etude sur les surdités profondes unilatérales ou asymétriques
Arndt et al. 2011	Etude cas-témoins	11 sujets sourds unilatéraux	Discrimination de la parole dans le bruit après CROS, après essai de BAHA et après implantation cochléaire, en condition diotique, dichotique et dichotique inversée	Meilleure discrimination dans le bruit en condition dichotique après IC par rapport à l'essai de CROS et de BAHA.	4	Etude sur les surdités profondes unilatérales ou asymétriques Chaque sujet inclus est son propre témoin (essai CROS versus essai BAHA versus IC) Sélection des patients en échec de CROS ou BAHA
Mosnier et al. 2009	Etude prospective cas-témoins	27	Discrimination de la parole dans le silence et dans le bruit (rapport signal/bruit : +15 dB) Mesure de l'angle moyen d'erreur de localisation	Meilleures performances après bilatéralisation : -dans le silence, avec 77% +/-5 versus 67% +/-5 après IC unilatéral -dans le bruit avec 63% +/-5.9 versus 55% +/-6.9 après IC unilatéral -pour la localisation horizontale	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilatéral versus IC bilatéral) Evaluation avant et après la bilatéralisation
Grantham et al. 2007	Etude cas-témoin	22	Mesure de la constante d'erreur de localisation horizontale	Meilleure localisation avec IC bilatéral : constante d'erreur à 24.1° +/-9.6 versus 50.5° +/-3.8 avec IC unilatéral	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilatéral versus IC bilatéral) Evaluation non prospective avec IC unilatéral droit, gauche puis bilatéral
Müller et al. 2002	Etude cas-témoin	9	Discrimination de la parole dans le silence et dans le bruit en condition dichotique et dichotique inversée	Gain moyen en discrimination de 31.1 points de pourcentage dans le bruit en condition dichotique et de 18.7 points de pourcentage dans le silence	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilatéral versus IC bilatéral) Evaluation non prospective avec IC unilatéral droit, gauche puis bilatéral
Laszig et al. 2004	Etude cas-témoin	37	Discrimination de la parole dans le bruit en condition diotique, dichotique et dichotique inversée	Amélioration moyenne du SRT entre 10 et 11.1 dB en condition dichotique et dichotique inversée, lors de l'utilisation des deux IC, par rapport à l'utilisation unilatérale de l'IC le plus proche de la source de parole	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilatéral versus IC bilatéral) Evaluation non prospective avec IC unilatéral droit, gauche puis bilatéral

Schleich et al. 2004	Etude cas-témoin	21 dont 18 ont réussi la tâche	Discrimination de la parole dans le bruit	Amélioration de la discrimination de la parole dans le bruit avec IC bilatéral, et estimation de l'impact sur les effets binauraux : -amélioration moyenne de 6.8 dB pour l'effet d'ombre de la tête -amélioration moyenne de 2.1 dB pour l'effet de sommation -amélioration moyenne de 0.9 dB pour l'effet de démasquage binaural	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilatéral versus IC bilatéral) Evaluation non prospective avec IC unilatéral droit, gauche puis bilatéral Mesure de combinaison d'effets binauraux plutôt que d'effets binauraux <i>stricto sensu</i> .
Ramsden et al. 2005	Etude cas-témoin	30	Discrimination de la parole dans le bruit en condition diotique, dichotique et dichotique inversée	Amélioration moyenne de la discrimination de la parole dans le bruit avec IC bilatéral: -gain en diotique de 12.6%+/-5.4 -gain en dichotique de 21%+/-6 Pas de gain en dichotique inversé (pas de démasquage binaural)	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilatéral versus IC bilatéral) Evaluation non prospective avec IC unilatéral droit, gauche puis bilatéral
Litovsky et al. 2009	Etude cas-témoin	17	Discrimination de la parole dans le bruit en condition diotique, dichotique et dichotique inversée Capacités de localisation horizontale	Amélioration de la discrimination de la parole dans le bruit en condition dichotique et diotique, pas en dichotique inversée (pas de démasquage binaural) Amélioration significative de la localisation pour 13/17 sujets avec IC bilatéral par rapport aux conditions unilatérales	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilatéral versus IC bilatéral) Evaluation non prospective avec IC unilatéral droit, gauche puis bilatéral
Litovsky et al. 2006	Etude cas-témoin	13 IC bilatéraux 6 sujets bimodaux	Mesure de l'angle minimal d'erreur de localisation horizontale	9/13 sujets présentent un angle minimal d'erreur <40°, meilleur que la chance avec IC bilatéral 4/13sujets présentent un angle minimal d'erreur <40°, meilleur que la chance avec IC unilatéral	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilatéral versus IC bilatéral) Evaluation non prospective avec IC unilatéral droit, gauche puis bilatéral
Laske et al. 2009	Etude cas-témoin	29	Discrimination de la parole dans le bruit en condition diotique, dichotique et dichotique inversée	Amélioration de la discrimination de la parole dans le bruit en condition dichotique (effet d'ombre de la tête) mais en condition diotique (effet de sommation) ni en condition dichotique inversée (démasquage binaural)	3	Chaque sujet inclus est son propre témoin (IC unilatéral versus IC bilatéral) Evaluation non prospective avec IC unilatéral droit, gauche puis bilatéral

De Seta et al. 2016	Etude prospective de cohorte		Discrimination de la parole dans le bruit à différents rapports signal/bruit Capacités de localisation horizontale dans le bruit	Amélioration à long terme de la discrimination de la parole dans le bruit Amélioration moyenne de la discrimination de la parole dans le bruit à un rapport signal/bruit de 0 dB avec IC bilatéral par rapport à meilleur IC unilatéral Pas d'amélioration significative à d'autres rapports signal/bruit	2	Suivi à 1 an et 5 ans après IC bilatéral simultané Pas de changement pour les capacités de localisation
------------------------	---------------------------------	--	--	--	---	--

- Bimodalité

- *Stimulation électro-acoustique*

122. Lehnhardt E. Intracochlear placement of cochlear implant electrodes in soft surgery technique. HNO 1993 ; 41(7) : 356–9.
123. Khater A, El-Anwar MW. Methods of hearing preservation during cochlear implantation. Int Arch Otorhinolaryngol 2017 ; 21(3) : 297–301.
124. Carlson ML, Driscoll CL, Gifford RH, et al. Implications of minimizing trauma during conventional cochlear implantation. Otol Neurotol 2011 ; 32(06) : 962–8.
125. Wanna GB, O'Connell BP, Francis DO, et al. Predictive factors for short and long-term hearing preservation in cochlear implantation with conventional-length electrodes : predictors of hearing preservation. Laryngoscope 2018 ; 128(2) : 482–9.
126. Fraysse B, Macías AR, Sterkers O, et al. Residual hearing conservation and electroacoustic stimulation with the nucleus 24 contour advance cochlear implant. Otol Neurotol 2006 ; 27(5) : 624–33.
127. Gifford RH, Davis TJ, Sunderhaus LW, et al. Combined electric and acoustic stimulation with hearing preservation : effect of cochlear implant low-frequency cutoff on speech understanding and perceived listening difficulty. Ear Hear 2017 ; 38(5) : 539–53.
128. Brockmeier SJ, Peterreins M, Lorens A, et al. Music perception in electric acoustic stimulation users as assessed by the Mu.S.I.C. test. Adv Oto-Rhino-Laryngol 2010 ; 67 : 70–80.
129. Dorman MF, Gifford RH. Combining acoustic and electric stimulation in the service of speech recognition. Int J Audiol 2010 ; 49(12) : 912–9.
130. Büchner A, Illg A, Majdani O, Lenarz T. Investigation of the effect of cochlear implant electrode length on speech comprehension in quiet and noise compared with the results with users of electro-acoustic-stimulation, a retrospective analysis. Malmierca MS (Ed) Plos One 2017 ; 12(5). e0174900.
131. Moteki H, Nishio SY, Miyagawa M, et al. Long-term results of hearing preservation cochlear implant surgery in patients with residual low frequency hearing. Acta Oto-laryngologica 2017 ; 137(5) : 516–21.
132. Sweeney AD, Carlson ML, Zuniga MG, et al. Impact of perioperative oral steroid use on low-frequency hearing preservation after cochlear implantation. Otol Neurotol 2015 ; 36(9) : 1480–5.
133. Rajan GP, Kuthubutheen J, Hedne N, Krishnaswamy J. The role of preoperative, intratympanic glucocorticoids for hearing preservation in cochlear implantation : a prospective clinical study. Laryngoscope 2012 ; 122(1) : 190–5.

Grille d'analyse de la littérature – Stimulation électro-acoustique

Références	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Lehnhardt E. [Intracochlear placement of cochlear implant electrodes in soft surgery technique]. HNO. 1993 Jul; 41(7): 356–9.			Aucun	Description de la technique princeps de la « soft surgery » pour minimiser le traumatisme de l'implantation cochléaire	N/A	Publi princeps de la technique « soft surgery »
Khater A, El-Anwar MW, Methods of Hearing Preservation during Cochlear Implantation. Int Arch Otorhinolaryngol, 2017	Review			Synthèse des travaux de la littérature sur les facteurs affectant la préservation de l'audition résiduelle. L'article liste les mécanismes physiologiques potentiels à l'origine de la perte de l'audition résiduelle	N/A	Review
Wanna GB, O'Connell BP, Francis DO, Gifford RH, Hunter JB, Holder JT, et al. Predictive factors for short- and long-term hearing preservation in cochlear implantation with conventional-length electrodes: Predictors of Hearing Preservation. The Laryngoscope 2017	Rétrospective, série de cas	196 patients (225 implants)	Préservation de la CA: PTA sur le 125,250, et 500 Hz		4 C	Groupe de référence dans le domaine étudié
Frayse B1, Macías AR, Sterkers O, Burdo S, Ramsden R, Deguine O, Klenzner T, Lenarz T, Rodriguez MM, Von Wallenberg E, James C Residual hearing conservation and electroacoustic stimulation with the nucleus 24 contour advance cochlear implant. Otol Neurotol. 2006 Aug; 27(5): 624-33.	prospective, série de cas	27 patients	Conduction aérienne postop et performances vocales	Le taux de préservation de l'audition résiduelle est inférieur à 30%. 10/27 patients ont pu être stimulés en EAS. Cette étude montre que l'audition résiduelle peut être conservée par des implants standards. Elle sert de référence car une des premières études avec une série importante	4C	Elle sert de référence car une des premières études avec une série importante. On mesure les progrès avec les électrodes atraumatiques lorsque l'on compare les résultats des études récentes avec celle-ci.
Gifford RH, Davis TJ, Sunderhaus LW, Menapace C, Buck B, Crosson J, et al. Combined Electric and Acoustic Stimulation With Hearing Preservation: Effect of Cochlear Implant Low-Frequency Cutoff on Speech Understanding and Perceived Listening Difficulty. Ear Hear. 2017 Mar; 1.	Prospective, série de cas	11 patients 13 implants	AzBio sentences dans silence et bruit	Un chevauchement fréquentiel au réglage électrique acoustique donne de meilleurs résultats contrairement aux recommandations des constructeurs.	4C	

Brockmeier SJ, Peterreins M, Lorens A, Vermeire K, Helbig S, Anderson I, et al. Music Perception in Electric Acoustic Stimulation Users as Assessed by the Mu.S.I.C. Test. In: Van de Heyning P, Kleine Punte A, editors. Advances in Oto-Rhino-Laryngology Basel: KARGER; 2009	Prospective	13 patients EAS MED-EL COMBI 40+ CI VS patient CI conventionnel VS normo entendant	Test de reconnaissance de mélodie crée par les auteurs (MUSIC test)	L'audition résiduelle permet une meilleure identification du pitch, la mélodie et la reconnaissance d'instrument chez les patients EAS versus IC conventionnel.	2B	
Dorman MF, Gifford RH. Combining acoustic and electric stimulation in the service of speech recognition. Int J Audiol. 2010 Dec;49(12): 912–9.	Prospective	9 patients en EAS	Test de performance vocale CNC et phrases	La stimulation EAS améliore les performances dans le bruit	4C	Review des résultats, Groupe contrôle non choisi de manière optimale
Büchner A, Illg A, Majdani O, Lenarz T. Investigation of the effect of cochlear implant electrode length on speech comprehension in quiet and noise compared with the results with users of electro-acoustic-stimulation, a retrospective analysis. Malmierca MS, editor. PLOS ONE. 2017 May 15;12(5):e0174900.	Rétrospective	91 patients en 4 groupes : Group A EAS users, n=15 with a FLEX20 or FLEX24 group B CI-only FLEX20 , n=23 group C CI-only FLEX24 n=24 group D CI-only FLEX28 n=35	Performances vocales dans le silence et bruits à 3 et 6 mois Liste de mots de phrases de Freiburg	Les patients en EAS avec une électrode longue (28mm) ont de meilleures performances vocales comparés aux EAS plus court (20 et 24 mm) "greater insertion angles do significantly enhance speech understanding in these ES-only users" "From our clinical routine data, there is empirical evidence that ES-only subjects with conventional electrodes outperform ES-only subjects with a short electrode array (i.e. 20 mm and shorter)" "CI users with short arrays seem to be limited in their hearing capabilities compared to CI users with longer electrodes. »	2B	groupe de référence dans le domaine étudié. Le protocole est précis et cohérent mais la durée de recul est courte 6 mois.
Sweeney AD, Carlson ML, Zuniga MG, Bennett ML, Wanna GB, Haynes DS, Rivas A. Impact of Perioperative Oral Steroid Use on Low-frequency Hearing Preservation After Cochlear Implantation. Otol Neurotol. 2015 Sep;36(9): 1480-5	Prospective	27 patients	Conduction aérienne sur les fréquences graves	L'administration orale de corticoïdes en préopératoire améliore le taux de préservation et le seuil de l'audition résiduelle après implantation cochléaire. Le traitement était débuté 3 jours avant la chirurgie puis prolongé sur 15 jours.	2B	Faible effectif statistique mais patients rares dans cette indication. Valide des travaux sur modèles animaux de différentes équipes (dont les nôtres)

Rajan GP, Kuthubutheen J, Hedne N, Krishnaswamy J. The role of preoperative, intratympanic glucocorticoids for hearing preservation in cochlear implantation: a prospective clinical study. Laryngoscope. 2012 Jan; 122(1):190-5.	Prospective	12 patients contrôle, 13 patients corticoïdes	Conduction aérienne sur les fréquences graves	L'administration locale de corticoïdes en peropératoire (24 de prednisolone en bain répété). Effet des corticoïdes mais très modéré (gain de 5-10 dB)	2B	Les patients inclus avaient des pertes auditives profondes et n'étaient pas vraiment candidats à des EAS
---	-------------	---	---	--	----	--

– *Implant cochléaire et prothèse auditive controlatérale*

134. Cowan R, Chin-Lenn J. Pattern and prevalence of hearing aid use post-implantation in adult cochlear implant users. *Aust NZ J Audiol Suppl* 2004 ; 48 ; 2004 ; (Suppl.).
135. Armstrong M, Pegg P, James C, Blamey P. Speech perception in noise with cochlear implant and hearing aid. *Am J Otol* 1997 ; 18 : S140–1.
136. Hamzavi J, Pok S, Gstoettner W, Baumgartner W. Speech perception with a cochlear implant used in conjunction with a hearing aid in the opposite ear. *Int J Audiol* 2004 ; 43 : 61–6.
137. Morera C, Manrique M, Ramos L, et al. Advantages of binaural hearing provided through bimodal stimulation via a cochlear implant and a conventional hearing aid : A 6-month comparative study. *Acta Oto-Laryngologica* 2005 ; 125 : 596–606.
138. Potts LG, Skinner MW, Litovsky RA, et al. Recognition and localization of speech by adult cochlear implant recipients wearing a digital hearing aid in the nonimplanted ear (bimodal hearing). *J Am Acad Audiol* 2009 ; 20(6) : 353–73.
139. Morera C, Cavalle L, Manrique M, et al. Contralateral hearing aid use in cochlear implanted patients : multicenter study of bimodal benefit. *Acta Otolaryngol* 2012 ; 132(10) : 1084–94.
140. Kokkinakis K, Pak N. Binaural advantages in users of bimodal and bilateral cochlear implant devices. *J Acoust Soc Am* 2014 ; 135(1) : 47–53.
141. Crew JD, Galvin JJ, Fu GJ. Perception of sung speech in bimodal cochlear implant users. *Trends Hear* 2016 ; 20 : 1–15.
142. Ching T, Incerti P, Hill M. Binaural benefits for adults who use a hearing aid and a cochlear implant in opposite ears. *Ear Hear* 2004 ; 25(1) : 9–21.
143. Plant K, van Hoesel R, McDermott H, et al. Influence of contralateral acoustic hearing on adult bimodal outcomes after cochlear implantation. *Int J Audiol* 2016 ; 55(8) : 472–82.
144. Farinetti A, Roman S, Mancini J, et al. Quality of life in bimodal hearing users (unilateral cochlear implants and contralateral hearing aids). *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 272(11) : 2015 ; 3209–15.
145. Fielden CA, Hampton R, Smith S, Kitterick PT. Access to aidable residual hearing in adult candidates for cochlear implantation in the UK. *Cochlear Implants Int* 2016 ; 17(Suppl 1) : 70–3.
146. Gottermeier L, De Filippo C, Clark C. Trials of a contralateral hearing aid after long-term unilateral cochlear implant use in early onset deafness. *Am J Audiol* 2016 ; 25(2) : 85–99.
147. Waltzman SB, Cohen NL, Shapiro WH. Sensory aids in conjunction with cochlear implants. *Am J Otol* 1992 ; 13 : 308–12.
148. Tyler R, Parkinson A, Wilson BS, et al. Patients utilizing a hearing aid and a cochlear implant : Speech perception and localization. *Ear Hear* 2002 ; 23 : 98–105.
149. Cullington HE, Zeng FG. Comparison of bimodal and bilateral cochlear implant users. *Cochlear Implants Int* 2010 ; 11(Suppl 1) : 67–74.

150. Illg A, Bojanowicz M, Lesinski-Schiedat A, et al. Evaluation of the bimodal benefit in a large cohort of cochlear implant subjects using a contralateral hearing aid. *Otol Neurotol* 2014 ; 35(9) : e240–4.
151. Neuman AC, Waltzman SB, Shapiro WH, et al. Self-reported usage, functional benefit, and audiologic characteristics of cochlear implant patients who use a contralateral hearing aid. *Trends Hear* 2017 ; 21. 2331216517699530.
152. Mok M, Grayden D, Dowell R, Lawrence D. Speech perception for adults who use hearing aids in conjunction with cochlear implants in opposite ears. *J Speech Lang Hear Res* 2006 ; 49 : 338–51.
153. Ching T, Psarros C, Hill M, et al. Should children who use cochlear implants wear hearing aids in the opposite ear ? *Ear Hear* 2001 ; 22(5) : 365–80.
154. Luntz M, Shpak T, Weiss H. Binaural-bimodal hearing : Concomittant use of a unilateral cochlear implant and a contralateral hearing aid. *Acta Oto-Laryngologica* 2005 ; 125 : 863–9.
155. Ching T, Incerti P, Hill M, van Wanrooy E. An overview of binaural advantages for children and adults who use binaural/bimodal hearing devices. *Audiol Neurotol* 2006 ; 11(suppl 1) : 6–11.
156. Ching T, van Wanrooy E, Hill M, Incerti P. Performance in children with hearing aids or cochlear implants : Bilateral stimulation and binaural hearing. *Int J Audiol* 2006 ; 45(Suppl 1) : S108–12.
157. Jeong SW, Kang MY, Kim LS. Criteria for selecting an optimal device for the contralateral ear of children with a unilateral cochlear implant. *Audiol Neurotol* 2015 ; 20 : 314–21.
158. Scorpecci A, Giannantonio S, Pacifico C, Marsella P. Bimodal stimulation in prelingually deaf children : lessons from a cross sectional survey. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2016 ; 155(6) : 1028–33.
159. Litovsky RY, Johnstone PM, Godar SP. Benefits of bilateral cochlear implants and/or hearing aids in children. *Int J Audiol* 2006 ; 45(Suppl 1) : S78–91.
160. Litovsky RY, Johnstone SG, Agrawal S, et al. Bilateral cochlear implants in children : localization acuity measured with minimum audible angle. *Ear Hear* 2006 ; 27(1) : 43–59.

Grille d'analyse de la littérature – Implant cochléaire et prothèse auditive controlatérale

Références	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, ...)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Cowan et Chin-Lenn, 2004	Etude rétrospective.	Patients adultes.	Nombre de patients utilisant la prothèse controlatérale après implantation cochléaire, au moins une partie de la journée.	50% des implantés adultes utilisent une prothèse acoustique controlatérale au moins une partie de la journée.	4	Possible biais de recueil.
Armstrong <i>et al.</i> , 1997	Rétrospective. Mesures répétées.	12 adultes (7 Australiens & 7 Américains; âges et genres non spécifiés) PTA moyenne à 0.5, 1 et 2kHz entre 75 et 112dB (moyenne 103.5 dB HL)	Reconnaissance des mots CNC et des phrases CUNY. Comparaison intrasujets : IC seul PA seule, et stimulation bimodale. Dans le silence et dans le bruit (bruit de babillage à +5 et à +10 SNR).	Scores significativement meilleurs dans le bruit en situation bimodale vs IC seul.	4	Faible effectif. Pas de randomisation. Les différences entre les groupes Américains et Australiens laissent supposer un biais d'échantillon.
Hamzavi <i>et al.</i> , 2004	Etude rétrospective de cohorte.	7 adultes (de 32 à 75 ans) adultes Bimodaux. Implantés dans l'oreille la plus basse. Durée de surdité entre 0 et 20 ans. Expérience auditive avec l'implant de 1 à 6 ans.	Listes de nombres, de mots monosyllabiques de Freiburg. Listes de mots d'Innsbrück. Implant seul, prothèse seule, les deux. Dans le silence.	Chez la plupart des patients la condition IC+PA est supérieure à la condition IC seul (p-values significatives pour les trois tests de compréhension de la parole). La compréhension des phrases dans le silence passe de 47 à 96% (moyenne 79%) implant seul à 50 à 100% (moyenne : 88.1% IC+PA ; p < 0.05). Pour la compréhension des mots monosyllabiques les scores s'améliorent de 15 à 52% (moyenne 37.2% IC seul) à 15 à 82% (moyenne 48.7% IC+PA, p < 0.05). Concernant la perception des nombres les scores passent de 65 à 98% (moyenne : 83% ; IC seul) à 75 à 98% (moyenne : 88.7; IC+PA ; p < 0.05)	4	Tests dans le silence.

Morera <i>et al.</i> , 2005	Etude multicentrique Prospective. Mesures répétées et comparaisons intrasujets lors du suivi longitudinal sur 6 mois.	12 adultes devenus sourds avec surdité asymétrique bilatérale de sévère à profonde	Evaluation de la compréhension de la parole en langue espagnole (mots disyllabiques et phrases). Comparaison IC seul, PA seule, IC+ PA. Parole à 70dB et à 55dB SPL frontalement dans le silence. Bruit soit à 0° soit à +/- 90. SNR à +10 dB. Ces conditions permettent de calculer l'effet de sommation, l'effet squelch et l'effet d'ombre de la tête.	Les résultats sont significativement meilleurs dans la condition bimodale que dans les deux autres conditions. Pour la reconnaissance de la parole dans le silence (effet de sommation) et pour celle des mots dans le bruit (effet binaural squelch). Pour la reconnaissance de la parole dans le bruit émis d'un même haut parleur frontal, les scores en bimodal sont meilleurs. Les performances sont meilleures au moins sur un test par rapport à l'évaluation préopératoire pour tous les sujets. L'indice d'apport de la stimulation bimodale le plus pertinent est le score aidé préopératoire dans l'oreille controlatérale l'IC.	2	Etude bien menée. La prothèse controlatérale est optimisée pour chaque patient ce qui renforce la cohésion du groupe expérimental.
Potts <i>et al.</i> , 2009	Mesures répétées. Etude prospective.	19 adultes adaptés en stimulation bimodale tous adaptés de manière prospective avec les mêmes prothèses	Reconnaissance de la parole dans le silence (CNC) et tests de localisation avec 15 hautparleurs placés entre +70° et -70° tous les 10° (calcul RMS erreurs). Questionnaire SSQ.	Le bénéfice à porter une PA controlatéralement à un IC est limité. Cependant l'apport pour la reconnaissance de la parole et la localisation en situation bimodale atteint la significativité.	2	Pour ces auteurs l'IC doit être réglé en premier, puis la prothèse auditive, étant considérée comme un appoint à l'IC.

Morera et al., 2012	Etude prospective, multicentrique, Mesures répétées. Comparaisons intrasujets.	Quinze adultes utilisateurs d'IC.	Compréhension de la parole. Localisation. Impressions subjectives des patients Avant et après optimisation de la prothèse controlatérale. Trois groupes de mesures: IC seul, PA seule, stimulation bimodale.	Pour la perception dans les silences les scores bimodaux étaient meilleurs que ceux de la prothèse seule et de l'IC seule ($p < .01$). Pour l'audition dans le bruit (SàN0) à l'azimut 0° les scores étaient significativement meilleurs dans la condition bimodale qu'avec l'IC seul ($p < .01$) indiquant une sommation bimodale. Quand le bruit était présenté du côté de la prothèse (SONHA), les scores bimodaux étaient meilleurs qu'avec l'IC seul, suggérant un effet squelch binaural significatif. La localisation des sons était significativement améliorée dans la condition bimodale comparée à la condition IC seule.	2	
Kokkinakis et Pak, 2014.	Etude prospective, avec mesures répétées.	14 patients avec un score de reconnaissance de la parole supérieur à 70%. 7 implantés bilatéraux. 7 patients bimodaux. Avec au moins 18 mois d'expérience.	3 paramètres d'évaluation de la perception de la parole dans le bruit : effet d'ombre de la tête, binaural squelch, effet de sommation.	Un avantage significatif pour l'effet d'ombre de la tête et l'effet de sommation est observé pour les deux populations. Le squelch n'est significatif que pour les patients bimodaux.	2	Cette population est sélectionnée parmi les bons utilisateurs de l'IC (plus de 70% de reconnaissance de la parole).
Crew et al. 2016	Prospective.	7 adultes.	Dans 3 conditions : IC seul, HA seul et IC+HA. Evaluation de la perception de la parole, de la voix chantée, du contour mélodique, et de la musique.	IC seul vs bimodal : amélioration de 15% pour phrase et 17% pour chant par l'apport bimodal. Contour mélodique idem. Intelligibilité du chant et contour mélodique peut influencer par la présence de l'IC et très dépendent de l'appareillage controlatéral. Alors que les variations du timbre et de la hauteur peuvent affecter négativement la perception de la parole et de la musique, l'écoute bimodale peu partiellement compenser ces déficits.	2	Multiplication des analyses avec majoration du risque alpha. Curieusement beaucoup de personnes âgées (4 sur 7). Etude sur l'importance de la perception acoustique par l'oreille controlatérale à l'IC pour l'écoute de la musique.

Ching <i>et al.</i> , 2004	Prospective	21 adultes âgés de 25 à 84 ans (11 femmes 10 hommes) 12 adultes étaient expérimentés avec une stimulation bimodale (seuil tonal moyen 100dB HL). 9 étaient non utilisateurs d'une prothèse et ont été réappareillés (seuil tonal moyen 98DB HL. Tous ont été appareillés avec les mêmes prothèses et la même procédure.	Compréhension de phrases du BKB dans le bruit à partir d'un haut-parleur frontal (écoute "diotique") ou avec un bruit provenant d'un haut-parleur placé du côté de l'implant à 60° (écoute "dichotique"). Localisation dans un plan horizontal. Questionnaires Comparaison inter sujet implant unilatéral vs stimulation bimodale. Haut-parleur frontal avec parole à 70 dB SP et SNR+10 SNR (comparaison IC, PA et IC+PA). Bruit latéral à +10 et +15 dB SNRs (comparaison bimodale versus IC seul).	Meilleurs scores de reconnaissance de la parole pour la stimulation bimodale que pour l'écoute monaurale pour toutes les conditions à différents niveaux de SNRs. Pour l'écoute diotique, les utilisateurs expérimentés de la prothèse ont des scores meilleurs que les nouveaux utilisateurs, mais il n'y a pas de différences pour les autres tâches. Moins d'erreurs dans la localisation spatiale. Meilleures performances ressenties aux questionnaires lors de l'utilisation bimodale, par rapport aux deux autres conditions monaurales.	2	Les résultats sont clairement en faveur de la stimulation bimodale avec adaptation soigneuse de l'aide auditive dans l'oreille opposée. Protocole d'adaptation de la prothèse acoustique bien mené
----------------------------	-------------	---	---	---	---	--

Plant et al., 2016	Etude prospective longitudinale cas/témoin, mesures répétées.	40 adultes devenus sourds unilatéraux avec prothèse controlatérale.	Mesures pré et post-op 3, 6 et 12 mois et appréciation du temps nécessaire pour obtenir un bénéfice après l'implantation en fonction niveau audition controlatérale à l'IC. Perception de la parole dans le silence à 65dB et à 55db, présentée par un hautparleur en frontal. Perception de la parole dans le bruit dans deux conditions (S0 N90°PA) et (S0 N90°IC) à 65dB. Questionnaire SSQ.	Amélioration de 2.4dB et 4.0dB pour les phrases dans le bruit lors d'une audition dans le bruit avec un niveau de présentation de 65 et 55dB SPL. Amélioration de 2.1dB du "Spatial Release from Masking" (SRM) quand le positionnement du bruit favorise le côté IC. Pas de corrélation significative entre le score de perception des mots en contralatéral et les mesures cliniques de localisation spatiale. Amélioration des sous scores du questionnaire SSQ. Le temps d'adaptation à l'implant cochléaire dans la période post-opératoire ne semble pas être affecté par le degré d'audition controlatérale.	2	Pas de calcul du nombre de sujets nécessaires. Ne traite pas réellement de l'implantation bimodale mais des bénéfices attendus avec IC en fonction de l'oreille controlatérale.
--------------------	---	---	--	--	---	--

Farinetti et al., 2015	Rétrospective	183 patients adultes post linguaux avec plus de 6 mois d'expérience de l'IC.	L'objectif principal était d'évaluer les bénéfices ressentis d'une stimulation bimodale dans les conditions de la vie ordinaire dans deux groupes de patients, avec (n=54) ou sans aide (n=62) auditive contralatérale à l'IC, au moyen de deux questionnaires (le SSQ = Speech, Spatial, and other Qualities of Hearing Scale, et le Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire). L'objectif secondaire était d'investiger les corrélations entre l'utilisation de la PA et l'audition résiduelle dans l'oreille non implantée.	Les deux groupes sont homogènes en terme de durée de privation auditive, de durée d'utilisation de l'IC, de seuil tonal moyen ans l'oreille implantée. Il y a une différence entre les deux groupes sur le seuil tonal moyen résiduel sur l'oreille non implantée au niveau des basses et moyennes fréquences. Les scores des deux questionnaires montrent un avantage dans la perception des sons basiques de l'environnement et dans la qualité des activités sociales dans le groupe bimodal.	3	Les groupes comparés semblent homogènes.
------------------------	---------------	--	---	--	---	--

Fielden et al., 2016.	Rétrospective.	353 patients évalués par un questionnaire.	De manière à évaluer le port de la PA controlatérale par rapport à l'IC avant et après les recommandations du NICE publiées en 2009.	Les patients implantés cochléaires après la publication du NICE portent sept fois plus fréquemment leur prothèse controlatérale que ceux implantés auparavant.	3	Deux biais : De sélection car il s'agit des données rapportées par les patients eux-mêmes. Un autre biais est que l'évolution technologiques et des indications font que les patients ne sont peut-être pas comparables entre eux dans ces deux populations historiques.
Gottermeier et al., 2016	Etude prospective descriptive. Le but est d'évaluer l'apport d'une prothèse auditive controlatérale à une implant cochléaire unilatérale chez les patients sourds adultes prélinguaux.	Cinq patients volontaires implantés cochléaires unilatéraux depuis une longue période, pour un essai de prothèse auditive controlatérale.	Le gain de la PA est progressivement augmenté. Les patients notent quotidiennement leurs impressions. Tests de perception de la parole (mots CNC et phonèmes).	La stimulation acoustique a été initialement considérée comme non plaisante, mais le gain s'améliore au bout de trois semaines. La perception des phonèmes a augmenté de 8% à 31% en stimulation bimodale par rapport à l'IC seul chez 4 des 5 patients.	3	Intérêt de montrer que l'appareillage controlatéral doit toujours être proposé en cas d'IC unilatéral, même en cas de privation prolongée.

Waltzmann et al., 1992	Etude transversale.	8 adultes.	Audiométrie tonale et audiométrie vocale. Tests réalisés : Minimal Auditory Capabilities (MAC), Speech Pattern Contrast Perception (SPAC), Iowa test batteries; et Early Speech Perception (ESP). Identification des mots par désignation d'images (WIPI), et le Glendonald Auditory Screening Procedure (GASP). Implants seul, prothèse seule, les deux ensemble.	L'apport de la prothèse est réel pour certains patients.	4	Effectif faible, pas d'analyse des variations observées.
Tyler et al., 2002	Prospective	111 patients IC implantés unilatéraux. 3 patients seulement ont été testés IC vs PA vs IC+PA	Reconnaissance de mots et de phrases sans le silence et dans le bruit. Tâche de localisation. La parole est délivrée frontalement, le bruit (tone bursts) aussi frontalement à 45° à droite ou à gauche.	Deux des trois sujets ont un avantage bimodal clair. Le troisième non, c'est celui qui a un seuil tonal le plus bas.	4	Très faible effectif effectivement testé (n=3)

Cullington et al., 2010	Etude rétrospective comparative.	26 patients : 13 CI unilat (bimodal) vs 13 CI bilat. Adultes devenus sourds.	Hearing in Noise Test (HINT), Montreal Battery of Evaluation of Amusia (music test), Aprosodia Battery (prosodie et reconnaissance des sarcasms. Identification des locuteurs (identification des voyelles produites par 10 différents locuteurs).	Pas de différences entre les deux groupes. Corrélations faibles entre les résultats aux différents tests et les seuils auditifs du côté de la prothèse.	4	Importance de l'amplification acoustique controlatérale lorsqu'il existe des reliquats auditifs conséquents sur les graves.
-------------------------	----------------------------------	--	--	---	---	---

Illg et al., 2014.	Rétrospective.	141 patients adultes bimodaux âgés de 16 à 88ans (moyen en 58.8 ans). Le degré de perte auditive sur l'oreille avec prothèse a été pris en compte.	Perception de la parole dans le silence et le bruit avec IC seul, et avec stimulation bimodale. Mots monosyllabiques en langue allemande de Freiburg (FMT) dans le silence et présentés à 65dB. Phrases allemandes de Hochmair-Desoyer, Schulz, et Moser (HSM test) présentées à 65dB dans le silence et dans le bruit à azimuth 0° (SONO) et à 10dB de SNR (deux conditions de bruit). La comparaison de ces résultats avec le seuil tonal du côté de la prothèse a été recherchée.	La comparaison des scores pour l'IC seul et la stimulation bimodale ont été à l'avantage de cette dernière pour tous les quatre tests Le bénéfice pour la compréhension des phrases dans le bruit montre une forte corrélation négative avec le seuil tonal à 125 Hz et 250 Hz (coefficient de corrélation rho de Spearman : $r = -0.32, -0.232$; et $p = 0.006$). Les corrélations entre la compréhension de la parole dans le bruit et le seuil à 500 Hz et au-delà ne sont pas significatives vis-à-vis du bénéfice obtenu par la stimulation bimodale. Pour que la stimulation bimodale puisse permettre un apport significatif, la perte tonale controlatérale à l'IC ne devrait pas excéder 80 dB dans les basses fréquences.	4	
--------------------	----------------	---	---	--	---	--

Neuman et al., 2017	Rétrospective	94 patients adultes bimodaux.	80 avec IC+PA et 14 IC seul (abandon PA post IC). Questionnaires selon Fitzpatrick (2009) et Fitzpatrick et Leblanc (2010) délivré 3 mois post IC. Reconnaissance de la parole dans le silence (mots CNC) et Phrases AZBio dans le bruit (+10 dB SNR).	Reconnaissance moyenne de la parole dans le silence (mots CNC): avec PA seule 24%, IC seul = 65%, et IC +PA = 72% (p<0.05) Phrases AZBio dans le bruit : bénéfice de la stimulation bimodale pour les utilisateurs continus de la PA, moyennes respectives des scores PA seule = 36%, IC seul = 53%, et IC+PA = 76% (p<0.05). 5 et 9% entendent mieux avec avec PA qu'avec un IC. Les questionnaires pour l'écoute dans différents milieux sonores (silence, bruit, réverbération, musique) montrent l'apport important de la stimulation bimodale par rapport à la PA seule et à l'IC seul (scores respectifs pour le silence, pour le bruit, pour un environnement réverbérant, et pour l'écoute de la musique dans les conditions PA seul/ IC seul / IC+PA: 4% vs 2.5% vs 91%, 5% vs 3% vs 279%, 3% vs 7% vs 69%, 1%vs 15% vs 68% Les patients avec abandon de la PA allèguent en général le peu de bénéfice par rapport à celui de l'IC, et trois d'entre eux rapportent des interférences négatives entre PA et IC.	3	Les auteurs recommandent l'utilisation de la PA controlatérale. Tests dans le bruit. Met l'accent sur quelques cas où la stimulation bimodale peut être délétère.
---------------------	---------------	-------------------------------	--	--	---	---

Mok <i>et al.</i> , 2006	Prospective	14 adultes bimodaux. La PA est utilisée au moins 75% du temps d'éveil et/ou la perte auditive est < 90 dB HL au niveau des basses fréquences du côté non implanté.	Mots CNC à 65dB SPL en listes ouvertes dans le silence ; phrases CUNY à 65dB SPL dans le bruit (babillage de 4 locuteurs) (les signaux étant tous les deux à l'Azimut 0°); mots dissyllabiques à 75dB en listes fermées dans le bruit (test adaptatif selon Levitt 1971 et Blamey et al., 2001) à 0° et +/- 90° azimut. Comparaisons intrasujets: IC seul, PA seule, IC+PA.	6 sujets ont montré un bénéfice substantiel de la stimulation bimodale sur la perception en liste ouverte (4 sur 10 pour les phrases CUNY dans le bruit, et 3 sur 10 pour les CNC dans le silence). 5 ont un bénéfice sur les mots dissyllabiques. 2 sujets ont montré des scores pauvres avec l'addition de la PA par rapport à l'IC seul. À au moins un test. L'étude de l'apport selon le spectre tonal résiduel de l'oreille non implantée montre que le bénéfice éventuel est lié aux composantes basses fréquences de la parole. Certains sujets avec des seuils aidés pauvres dans les fréquences moyennes à hautes ont montré un bénéfice de la stimulation bimodale plus important, suggérant un potentiel conflit de ces fréquences résiduelles avec l'IC.	2	Différentes stratégies de codage pour l'IC.
--------------------------	-------------	--	---	---	---	---

Ching <i>et al.</i> , 2001	Prospective.	16 enfants âgés de 6 à 18 (6 G et 10 F) Les tests de parole, de localisation et le questionnaire obtenus pour 11/16 enfants. Nucleus 22 or 24.	PTA Moyen oreille non implantée = 104 dB HL Reconnaissance de phrases et syllabes non significatives bruit (Parole à 60 dB et bruit +10 SNR délivrés en frontal brouhaha de 4 locuteurs), Localisation et questionnaire aux parents. 3 situations de tests : IC seul ; HA seule ; IC + HA (gain ajusté et équilibré avec IC).	Amélioration significative de l'audition en mode bimodal pour tous les sujets de manière moyenne et individuelle au moins sur une des trois mesures. Le questionnaire parental a également montré la supériorité de l'audition bimodale sur l'audition monaurale avec implant cochléaire dans les situations de communications quotidiennes.	4	Protocole non entièrement réalisé chez certains sujets, ce qui biaise la conclusion « all individual subjects showed benefit on one of the three measures » Intérêt de démontrer la nécessité d'adapter le réglage de la prothèse, plus que démonstration de l'apport de la stimulation bimodale.
----------------------------	--------------	--	---	--	---	--

Luntz <i>et al.</i> , 2005	Prospective	12 sujets dont 3 adultes et post linguaux et 9 enfants prélinguaux.	CUNY phrases pour adultes. Phrases communes pour enfants. Jugement subjectif entre mode bimodal et IC seul. Tests entre 1-6 mois puis entre 7-12 mois d'utilisation bimodale. IC = 8 Nucleus 24 avec ACE, 1 Clarion, 1 Clarion CII, & 2 Med-EI Combi40 avec CIS Parole à 55 dB HL avec SNR de +10 dB; Parole et bruit émis en frontal à 0° azimuth.	Les performances dans la perception de phrases dans le bruit (+ 10 dB S/N) chez 9 enfants entre 1 et 6 mois puis entre 7 et 12 mois post-implantation. Les bénéfices obtenus avec une aide auditive contralatérale à l'implant cochléaire s'amélioraient après 6 mois d'utilisation et étaient supérieurs en mode bimodal. Un seul enfant a montré une diminution de l'audition bimodale au deuxième test	4	Le suivi longitudinal pourrait tester la plasticité en non l'apport de la prothèse ?
Ching <i>et al.</i> , 2006a	Revue de la littérature	Utilisateurs bimodaux enfants.	Comparaison localisation dans un plan horizontal et perception de la parole chez IC versus mode bimodal.	Cette revue conclut globalement que les enfants adaptés en mode bimodal peuvent obtenir un avantage en termes de localisation dans un plan horizontal avec une amélioration de l'effet d'ombre de la tête. Lorsque ces enfants ont été comparés à des enfants normo-entendants, il a été montré que les enfants utilisant un mode bimodal ne peuvent pas tirer grand bénéfice de la séparation spatiale de la parole par rapport au bruit.	4	Revue de littérature des travaux réalisés par cette équipe (en 2006). Ces auteurs suggéraient que les enfants devraient bénéficier d'une stratégie de réhabilitation axée sur l'amélioration de la perception en faisant varier le rapport signal/bruit avec l'utilisation de microphone directionnel et d'un entraînement auditif adapté

Ching <i>et al.</i> , 2006b	Revue de données de 4 études publiées par les auteurs en 2001, 2004 et 2005. Prospectif. Objectif : avantage binaural pour la perception dans le bruit de phrases et localisation pour enfants et adultes avec IC + PCL (bimodal).	29 enfants avec IC Nucleus et PCL (bimodal)	Reconnaissance de phrase dans le bruit à 10 dB SNR en frontal pour la voix et bruit frontal et +/- 60°. Localisation par 11HP à 70 dB SPL sur arc de 180°. Analyse de variance.	Pour les enfants renaissance phrases dans le bruit. Redondance binaurale N=25 IC (47%) et IC+PCL (59%). Redondance + effet d'ombre N=18 IC (39%) et IC+PCL (54%). Localisation AMA 48° (IC) à 38° (IC+PCL). Pas d'effet des reliquats auditifs sur oreille non implantée à 0.5, 1 et 2 KHZ.	2	Reprise de data publiées Il existe un intérêt à proposer une Prothèse Controlatérale systématiquement.
Jeong et al. 2015	Etude comparative non randomisé faible puissance de manière à identifier les critères de sélection d'une prothèse controlatérale à un IC.	65 enfants, 36 BICI 29 bimodaux	Test de perception à 65 db SPL dans le bruit (10 db SNR) en frontal et +/- 90°. Test avec IC seul (premier côté implanté) puis BiCI et bimodal.	Bénéfices significatifs dans les 3 conditions pour les BICI Bénéfices pour les bimodaux si seuils BF ≤1 kHz (0.25, 0.5 et 1 KHz) sur l'oreille non implantée ≤90 dBHL étaient plus performants que les autres bimodaux dans les 3 situations et que les BiCI quand le bruit était frontal ou sur le côté du premier IC.	2	Critères d'efficacité pour poursuivre le port d'une PCL ou passage à l'implant bilatéral.

Scorpecci et al. 2016	Etude transversale. 1) Pour investiguer le taux de patients adultes implantés cochléaires portant une prothèse auditive controlatérale. 2) Pour investiguer les facteurs démographiques et audiologiques expliquant cette utilisation bimodale.	44 enfants sourds prélinguaux implantés unilatéraux, provenant d'une seule institution. avec un suivi minium de 1 année.	Interview parental. Seuils auditifs non aidés et aidés dans l'oreille non implantée.	52% des enfants utilisent une stimulation bimodale. Les utilisateurs bimodaux ont des seuils oreille non implantée sans et avec prothèses meilleurs que les non utilisateurs ($p < .001$). Un seuil moyen sur 250 et 500Hz sans prothèse ≤ 90 dB HL dans l'oreille non implantée est associée à une plus grande probabilité de garder la prothèse ($p = .008$) chez l'enfant sourd prélingual implanté cochléaire unilatéral. La satisfaction parentale au port de la prothèse controlatérale est inversement corrélée avec les seuils moyens non aidés entre 125 et 500Hz et entre 1000 et 4000Hz ($p < .001$) et avec les seuils moyens aidés entre 250 et 500Hz et entre 1000 et 4000Hz ($p < .001$).	4	Aide au choix entre bimodal et IC simultanée en fonction des reliquats auditifs sur 125-500 Hz Limite des interviews.
-----------------------	---	--	---	--	---	--

Litovsky <i>et al.</i> , 2006a	Prospective	N= 10 enfants BICI séquentiel > 1 an et âgé de 3 à 14 ans. N= 10 IC +PCL de 6-14 ans	La localisation mesurée par l'angle minium audible (AMA) avec 15 HP en arc de cercle sur -70° à +70°. Les tests en listes fermées de spondees (CRISP test) 4 choix forcé (4 images) dans le silence et bruit (compétition d'un deuxième locuteur dont la localisation était frontale ou à +/-90° par rapport au signal frontal de parole). BICI 9 Cochlear 1 Clarion ; IC+ PCL 8 Cochlear 2 Medel.	Les SRTs étaient comparables entre les deux groupes dans le silence et le bruit. Les SRT étaient meilleurs dans le silence que dans le bruit et si bruit côté du 2° IC ou PCL. Pas de différence significative entre les 2 groupes pour la localisation mais BICI = 6 et ICPCCL = 8 donc très grande variabilité surtout ICPCCL.	2	Faible puissance et échantillon des groupes insuffisants.
Litovsky <i>et al.</i> , 2006b	Prospective	n = 6 enfants en bimodal de 4 à 14 ans. n = 13 en BICI séquentiel de 3 à 16 ans Bimodal CIs = 4 Nucleus 1 Clarion, 1 Med-El; BiCI = Nucleus 24 (n=12) Clarion Platinum (n=1).	Evaluation bimodale ou BICI versus IC unilatéral. Stimuli= spondees à 60 dB SPL +/-4. HP situé en arc de cercle sur 1,5m ; Réponses par interface en choix forcé avec mesures répétées. Localisation droite/gauche avec AMA.	BICI: 100% meilleure localisation en BICI comparativement IC 1 seul. 9/13 localisation < 60° soit 70%. Corrélation entre expérience d'utilisation du BICI > 13 mois et précision AMA. Avec une prothèse controlatérale, certains tirent un avantage (n=2) et d'autres non (n=4) pour la localisation.	4	Complémentaire de Litovski et al., 2006a. Mais faible effectif. Plus comparaison BiCI / CI HA que analyse de l'apport bimodal.

- Implantation cochléaire et surdités unilatérales neurosensorielles

- *Chez l'enfant*

161. Polonenko MJ, Papsin BC, Gordon KA. Children with single-sided deafness use their cochlear implant. *Ear Hear* 2017 ; 38(6) : 681–9.

162. Polonenko MJ, Carinci L, Gordon KA, et al. Hearing benefit and rated satisfaction in children with unilateral conductive hearing loss using a transcutaneous magnetic-coupled bone-conduction hearing aid. *J Am Acad Audiol* 2016 ; 27(10) : 790–804.

163. Boyd PJ. Potential benefits from cochlear implantation of children with unilateral hearing loss. *Cochlear Implants Int* 2015 ; 16(3) : 121–36.

164. Greaver L, Eskridge H, Teagle HFB. Considerations for pediatric cochlear implant recipients with unilateral or asymmetric hearing loss : assessment, device fitting, and habilitation. *Am J Audiol* 2017 ; 26(2) : 91–8.

165. Thomas JP, Neumann K, Dazert S, Voelter C. Cochlear implantation in children with congenital single-sided deafness. *Otol Neurotol* 2017 ; 38(4) : 496–503.

- *Chez l'adulte – implantation cochléaire et surdités sévères à profondes unilatérales*

166. Baguley DM, Atlas MD. Cochlear implants and tinnitus. *Prog Brain Res* 2007 ; 166 : 347–55.

167. Olze H, Szczepek AJ, Haupt H, et al. Cochlear implantation has a positive influence on quality of life, tinnitus, and psychological comorbidity. *Laryngoscope* 2011 ; 121(10) : 2220–7.

168. Van de Heyning P, Vermeire K, Diebl M, et al. Incapacitating unilateral tinnitus in single-sided deafness treated by cochlear implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008 ; 117(9) : 645–52.

169. Arts RAGJ, George ELJ, Griessner A, et al. Tinnitus suppression by intracochlear electrical stimulation in single-sided deafness : a prospective clinical trial Part I. *Audiol Neurootol* 2015 ; 20(5) : 294–313.

170. Arts RAGJ EJJ, George, Chenault MN, Stokroos RJ. Optimizing intracochlear electrical stimulation to suppress tinnitus. *Ear Hear* 2015 ; 36(1) : 125–35.

171. 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.

172. Vermeire K, Van de Heyning P. Binaural hearing after cochlear implantation in subjects with unilateral sensorineural deafness and tinnitus. *Audiol Neurootol* 2009 ; 14(3) : 163–71.

Grille d'analyse de la littérature – Implantation cochléaire et surdités sévères à profondes unilatérales chez l'adulte

Références	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Cochlear implants and tinnitus Baguley et Atlas, 2007 Prog Brain Res. 2007; 166: 347-55 [166]	Revue de la littérature	sans objet	sans objet	Rapportant l'efficacité de l'implantation cochléaire sur la réduction de l'acouphène chez les patients implantés selon les indications classiques des surdités sévères à profondes bilatérales.	4	
Incapacitating unilateral tinnitus in single-sided deafness treated by cochlear implantation Van de Heyning et al., 2008 Laryngoscope. 2011 Oct; 121(10): 2220-7.	Prospective	43	Six questionnaires validés (Tinnitus Questionnaire, Health-Related Quality of Life HRQoL, échelles de stress, de dépression, d'anxiété; stratégies d'adaptation à l'acouphène "coping strategies").	Les auteurs rapportent une amélioration significative par la stimulation électrique délivrée sur la compréhension de la parole, l'échelle spécifique HRQoL, les indices de comorbidité psychologique, et les stratégies d'adaptation. Ils rapportent une corrélation négative entre le HRQoL et les scores de stress, de dépression et d'anxiété. Les scores pré opératoires de sévérité de l'acouphène ne sont pas corrélés avec les scores post-opératoires HRQoL et de comorbidité psychologique.	2	
Incapacitating unilateral tinnitus in single-sided deafness treated by cochlear implantation Van de Heyning et al., 2008 Ann Otol Rhinol Laryngol. 2008 Sep; 117(9): 645-52 [168]	Prospective	21	Tinnitus Questionnaire	La stimulation électrique a entraîné une réduction significative de l'intensité perçue de l'acouphène à un et deux ans après IC. Lorsque l'IC n'est pas activé il a aussi été observé une réduction de l'acouphène à 24 mois. Le Tinnitus Questionnaire a montré une amélioration significative lors de l'activation de l'IC.	3	

<p>Tinnitus Suppression by Intracochlear Electrical Stimulation in Single-Sided Deafness: A Prospective Clinical Trial - Part I Arts et al., 2015 a Audiol Neurotol. 2015;20(5):294-313. [169]</p>	<p>Prospective</p>	<p>10</p>	<p>Amplitude de l'acouphène, en fonction de la position anatomique du porte électrode, du type de stimulation électrique. Evaluation de l'acouphène par THI, TQ (selon Hallam et al., 1988), et EVA.</p>	<p>Réduction significative de l'intensité de l'acouphène, et dans certains cas même avec une stimulation électrique inaudible. Le stimulus optimal de suppression de l'acouphène est sujet dépendant.</p>	<p>2</p>	<p>Cette suppression de l'acouphène pourrait être expliquée en partie par l'effet de masque.</p>
<p>Optimizing intracochlear electrical stimulation to suppress tinnitus Arts et al., 2015 b Ear Hear. 2015 Jan; 36(1):125-35. [170]</p>	<p>Prospective, simple aveugle</p>	<p>11</p>	<p>Intensité perçue de l'acouphène à court terme, en fonction des paramètres de stimulation électrique. THI, Tinnitus Characteristics Questionnaire, et EVA.</p>	<p>Un tiers des conditions de stimulation a conduit à réduire l'acouphène d'au moins 30%. Au moins une condition de stimulation a conduit à la réduction de l'acouphène chez 9 des 11 sujets testés (82%). Une suppression complète de l'acouphène a été observée lors de 6 des 107 conditions testées chez tous les sujets (6%). Le seuil électrique de suppression de l'acouphène ne diffère pas significativement du seuil de perception par la stimulation électrique. Une relation positive entre le pourcentage de suppression de l'acouphène et le niveau de courant a été observée. La stimulation électrique "Pitch-matched" n'apparaît pas conduire à une meilleure réduction de l'acouphène que les autres conditions testées.</p>	<p>2</p>	<p>Ce papier s'attache aussi à chercher les paramètres optimaux de stimulation, pour la suppression de l'acouphène.</p>

<p>Comparison of pseudobinaural hearing to real binaural hearing rehabilitation after cochlear implantation in patients with unilateral deafness and tinnitus Arndt et al., 2011 Otol Neurotol. 2011 Jan;32(1):39-47. [171]</p>	<p>Prospective</p>	<p>11</p>	<p>Appréciation de compréhension de la parole: test de compréhension de phrases de Hochmair-Schulz-Moser et de Oldenburg, présentés dans différentes configurations (sans aide, avec un CROS, avec une BAHA avant IC; et répétés six mois après IC). La localisation a été étudiée avec 7 hauts parleurs placés frontalement. L'évaluation subjective dans la vie courante a été évaluée au moyen de questionnaires (Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale, Health Utilities Index 3, et International Outcome Inventory for Hearing Aids). La détresse liée à l'acouphène a été évaluée aussi par une échelle subjective.</p>	<p>Les auteurs rapportent une amélioration significative de la localisation spatiale et de la compréhension de la parole dans presque toutes les configurations audiologiques testées avec l'IC. Aucune détérioration de la compréhension de la parole par rapport à la condition préopératoire n'a été observée lorsque les signaux de parole sont présentés dans l'oreille entendante et du bruit dans l'oreille implantée. Avec l'IC les effets de sommation et squelch ne sont pas significatifs, mais l'effet de réduction d'ombre de la tête est observé. Le questionnaire Speech, Spatial and Qualities of Hearing a montré un bénéfice global à porter un IC du côté sourd par rapport aux autres options de réhabilitation (CROS, BAHA). Les échelles de perception de l'acouphène ont été améliorées avec la stimulation délivrée par IC par rapport à la condition pré opératoire.</p>	<p>2</p>	<p>Comparaison Aide auditive versus BAHA versus CROS versus IC dans les cophonse unilatérales.</p>
---	--------------------	-----------	---	---	----------	--

<p>Binaural hearing after cochlear implantation in subjects with unilateral sensorineural deafness and tinnitus Vermeire et Van de Heyning, 2009 <i>Audiol Neurootol.</i> 2009;14(3):163-71. [172]</p>	<p>Prospective</p>	<p>20</p>	<p>Reconnaissance de la parole dans le bruit 12 mois après le premier réglage de l'IC (Leuven Intelligibility Sentence Test LIST). Questionnaires (Speech Spatial and Qualities of Hearing Scale SSQ, Gatehouse and Noble 2004).</p>	<p>L'effet de sommation et l'effet squelch n'ont pas observés avec la stimulation par IC chez les patients avec audition controlatérale normale. L'amélioration de la localisation spatiale a été démontrée lors de la présentation concomitante frontale du bruit et du côté de l'IC pour la parole. Les résultats du SSQ ont montré un bénéfice global à porter un IC en cas de SSD avec acouphène associé.</p>	<p>2</p>	
--	--------------------	-----------	--	---	----------	--

- Questionnaires de qualité de vie, questionnaires perceptifs, état des lieux et validation des questionnaires

- *Définition du concept de la qualité de vie*

173. The WHOQOL Group. Study protocol for the World Health Organization project to develop a Quality of Life assessment instrument (WHOQOL). *Qual Life Res* 1993 ; 2 : 153–9.

174. McRackan TR, Bauschard M, Hatch JL, et al. Meta-analysis of quality of life improvement after cochlear implantation and associations with speech recognition abilities. *Laryngoscope* 2018; 128(4) : 982–90.

175. McRackan TR, Velozo CA, Holcomb MA, et al. Use of adult patient focus groups to develop the initial item bank for a cochlear implant quality-of-life instrument. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2017 ; 143(10) : 975–82.

176. Ethgen O, Reginster JY. L'évaluation de la qualité de vie dans les essais thérapeutiques : un pas vers une approche holistique de la santé. *Rev Med Liege* 2002 ; 57(11) : 695–700.

- *Les différents types de questionnaires*

177. Borton S, Mauze E, Lieu J. Quality of life in children with unilateral hearing loss : a pilot study. *Am J Audiol* 2010 ; 19(1) : 61–72.

178. Wake M, Hughes EK, Poulakis Z, et al. Outcomes of children with mild-profound congenital hearing loss at 7 to 8 years : a population study. *Ear Hear* 2004 ; 25(1) : 1–8.

179. Looi V, Lee ZZ, Loo JHY. Quality of life outcomes for children with hearing impairment in Singapore. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2016 ; 80 : 88–100.

180. The EuroQOL Group. EuroQol a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy (New York)* 1990 ; 16(3) : 199–208.

181. Sach TH, Barton GR. Interpreting parental proxy reports of (health-related) quality of life for children with unilateral cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2007 ; 71(3) : 435–45.

182. Cheng AK, Rubin HR, Powe NR, et al. Cost-utility analysis of the cochlear implant in children. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2000 ; 284(7) : 850–6.

183. Horsman J, Furlong W, Feeny D, Torrance G. The Health Utilities Index (HUI®) : concepts, measurement properties and applications. *Health Qual Life Outcomes* 2003 ; 1(54) : 1–13.

184. Lovett RES, Kitterick PT, Hewitt CE, Summerfield AQ. Bilateral or unilateral cochlear implantation for deaf children : an observational study. *Arch Dis Child* 2010 ; 95(2) : 107–12.

185. Sparreboom M, Snik AFM, Mylanus EAM. Sequential bilateral cochlear implantation in children quality of life. *Arch Otolaryngol Neck Surg* 2012 ; 138(2) : 134–41.

186. Starfield B, Ensminger M, Riley A. Adolescent health status measurement : development of the child health and illness profile. *Pediatrics* 1993 ; 91(2) : 430–5.

187. Clark JH, Wang NY, Riley AW, et al. Timing of cochlear implantation and parents' global ratings of children's health and development. *Otol Neurotol* 2012 ; 33(4) : 545–52.

188. Riley AW, Forrest CB, Starfield B, et al. The Parent Report Form of the CHIP-Child Edition. *Med Care* 2004 ; 42(3) : 210–20

189. Landgraf JM, Maunsell E, Speechley KN, et al. Canadian-French, German and UK versions of the Child Health Questionnaire : methodology and preliminary item scaling results. *Qual Life Res* 1998 ; 7(5) : 433–45.
190. Ravens-Sieberer U, Gosch A, Abel T, et al. Quality of life in children and adolescents : a European public health perspective. *Soz Präventivmed* 2001 ; 46(5) : 294–302.
191. Wake M, Hughes EK, Collins CM, Poulakis Z. Parent-reported health-related quality of life in children with congenital hearing loss : a population study. *Ambul Pediatr* 2004 ; 4(5) : 411–7.
192. Varni JW, Burwinkle TM, Seid M, Skarr D. The PedsQLTM* 4.0 as a pediatric population health measure : feasibility, reliability, and validity. *Ambul Pediatr* 2003 ; 3(6) : 329–41.
193. Varni JW, Limbers CA, Neighbors K, et al. The PedsQLTM infant scales : feasibility, internal consistency reliability, and validity in healthy and ill infants. *Qual Life Res* 2011 ; 20(1) : 45–55.
194. Beijen J, Snik AFM, Mylanus EAM. Sound localization ability of young children with bilateral cochlear implants. *Otol Neurotol* 2007 ; 28(4) : 479–85.
195. Varni JW, Limbers CA, Burwinkle TM. Impaired health-related quality of life in children and adolescents with chronic conditions : a comparative analysis of 10 disease clusters and 33 disease categories/severities utilizing the PedsQLTM 4.0 Generic Core Scales. *Health Qual Life Outcomes* 2007 ; 5(1) : 43.
196. Rajendran V, Roy F. Comparison of health related quality of life of primary school deaf children with and without motor impairment. *Ital J Pediatr* 2010 ; 36(1) : 75.
197. Huber M. Health-related quality of life of Austrian children and adolescents with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2005 ; 69(8) : 1089–101.
198. Warner-Czyz AD, Loy B, Roland PS, et al. Parent versus child assessment of quality of life in children using cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009 ; 73(10) : 1423–9.
199. Bullinger M, Brütt AL, Erhart M, Ravens-Sieberer U. Psychometric properties of the KINDL-R questionnaire : Results of the BELLA study. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2008 ; 17(Suppl. 1) : 125–32.
200. Warner-Czyz AD, Loy B, Tobey EA, et al. Health-related quality of life in children and adolescents who use cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2011 ; 75(1) : 95–105.
201. Loy B, Warner-Czyz AD, Tong L, et al. The children speak : An examination of the quality of life of pediatric cochlear implant users. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2010 ; 142(2) : 247–53.
202. Edwards TC, Huebner CE, Connell FA, Patrick DL. Adolescent quality of life, Part I : conceptual and measurement model. *J Adolesc* 2002 ; 25(3) : 275–86.
203. Patrick DL, Edwards TC, Topolski TD. Adolescent quality of life. Part II : initial validation of a new instrument. *J Adolesc* 2002 ; 25 : 287–300.
204. Kushalnagar P, Topolski TD, Schick B, et al. Mode of communication, perceived level of understanding, and perceived quality of life in youth who are deaf or hard of hearing. *J Deaf Stud Deaf Educ* 2011 ; 16(4) : 512–23.
205. Schick B, Skalicky A, Edwards T, et al. School placement and perceived quality of life in youth who are deaf or hard of hearing. *J Deaf Stud Deaf Educ* 2013 ; 18(1) : 47–61.

206. Ravens-Sieberer U, Gosch A, Rajmil L, et al. KIDSCREEN-52 quality-of-life measure for children and adolescents. *Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res* 2005 ; 5(3) : 353–64.
207. Robitail S, Ravens-sieberer U, Simeoni M, et al. Testing the structural and cross-cultural validity of the KIDSCREEN-27 quality of life questionnaire. *Qual Life Res* 2007 ; 16 : 1335–45.
208. Razafimahefa-Raoelina T, Farinetti A, Nicollas R, et al. Auto et hétéroévaluation de la qualité de vie des enfants implantés cochléaires. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2016 ; 133(1) : 29–33.
209. Kubba H, Swan IRC, Gatehouse S. The Glasgow Children's Benefit Inventory : A new instrument for assessing health-related benefit after an intervention. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2004; 113(12) : 980–6.
210. Perneger TV, Combescure C, Courvoisier DS. General population reference values for the french version of the euroqol EQ-5D health utility instrument. *Value Heal* 2010 ; 13(5) : 631–5.
211. Horsman J, Furlong W, Feeny D, Torrance G. The Health Utilities Index (HUI) : concepts, measurement properties and applications. *Health Qual Life Outcomes* 2003 ; 1(54) : 1–13.
212. Baumann C, Erpelding ML, Régat S, et al. The WHOQOL-BREF questionnaire : French adult population norms for the physical health, psychological health and social relationship dimensions. *Rev Epidémiol Santé Publique* 2010 ; 58(1) : 33–9.
213. McHorney C, Ware JE, Raczek J, Raczek AE. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36) : II. Psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. *Med Care* 1993 ; 31(3) : 247–63.
214. Leplège A, Ecosse E, Verdier A, Perneger TV. The French SF-36 Health Survey : Translation, cultural adaptation and preliminary psychometric evaluation. *J Clin Epidemiol* 1998 ; 51(11) : 1013–23.
215. Robinson K, Gatehouse S, Browning GG. Measuring patient benefit from otorhinolaryngological surgery and therapy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996 ; 105(6) : 415–22.
216. Gatehouse S. The Glasgow Health Status Questionnaires Manual. In : MRC Institute of Hearing Research, Glasgow Royal Infirmary, Glasgow, Scotland ; 1998. p. 1–37.
217. Wiebe S, Guyatt G, Weaver B, et al. Comparative responsiveness of generic and specific quality-of-life instruments. *J Clin Epidemiol* 2003 ; 56(1) : 52–60. Patrick DL, Deyo RA. Generic and disease-specific measures in assessing health status and quality of life. *Med Care* 1989 ; 27(3) : S217–32.
218. Patrick DL, Deyo RA. Generic and disease-specific measures in assessing health status and quality of life. *Med Care* 1989 ; 27(3) : S217–32.
219. Patrick DL, Edwards TC, Skalicky A, et al. Validation of a quality of life measure for deaf or hard of hearing youth. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2011 ; 145(1) : 137–45.
220. Hintermair M. Health-related quality of life and classroom participation of deaf and hard-of-hearing students in general schools. *J Deaf Stud Deaf Educ* 2011 ; 16(2) : 254–71.
221. Archbold SM, Lutman ME, Gregory S, et al. Parents and their deaf child : their perceptions three years after cochlear implantation. *Deaf Educ Int* 2002 ; 4(1) : 12–40.

222. O'Neill C, Lutman ME, Archbold SM, et al. Parents and their cochlear implanted child : Questionnaire development to assess parental views and experiences. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2004 ; 68(2) : 149–60.
223. Nunes T, Pretzlik U, Ilicak S. Validation of a parent outcome questionnaire from pediatric cochlear implantation. *J Deaf Stud Deaf Educ* 2005 ; 10(4) : 330–56.
224. Incesulu A, Vural M, Erkam U. Children with cochlear implants : parental perspective. *Otol Neurotol* 2003 ; 24 : 605–11.
225. Nicholas JG, Geers AE. Personal, social, and family adjustment in school-aged children with a cochlear implant. *Ear Hear* 2003 ; 24(Suppl) : 69S–81S.
226. Edwards L, Hill T, Mahon M. Quality of life in children and adolescents with cochlear implants and additional needs. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2012 ; 76(6) : 851–7.
227. Umansky AM, Jeffe DB, Lieu JEC. The HEAR-QL : quality of life questionnaire for children with hearing loss. *J Am Acad Audiol* 2011 ; 22(10) : 644–53.
228. Rachakonda T, Jeffe DB, Shin JJ, et al. Validity, discriminative ability, and reliability of the hearing-related quality of life questionnaire for adolescents. *Laryngoscope* 2014 ; 124(2) : 570–8.
229. Newman CW, Weinstein BE, Jacobson GP, Hug G. The Hearing Handicap Inventory for Adults : psychometric adequacy and audiometric correlates. *Ear Hear* 1990 ; 11(6) : 430–3.
230. Hinderink JB, Krabbe PFM, Van Den Broek P. Development and application of a health-related quality-of-life instrument for adults with cochlear implants : The Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000 ; 123(6) : 756–65.
231. Ambert-Dahan E, Laouénan C, Lebredonchel M, et al. Evaluation of the impact of hearing loss in adults : Validation of a quality of life questionnaire. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2018 ; 135(1) : 25–31.
232. Ventry IM, Weinstein BE. The Hearing Handicap Inventory for the Elderly : a new tool. *Ear Hear* 1982 ; 3(3) : 128–34.
233. Beaton DE, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz MB. Guidelines for the process of cross cultural adaptation of self report measures. *SPINE* 2000 ; 25(24) : 3186–91.
234. Hall D, Zaragoza Domingo S, Hamdache L, et al. A good practice guide for translating and adapting hearing-related questionnaires for different languages and culture. *Int J Audiol* 2017 ; 21 : 1–15.
235. Schorr EA, Roth FP, Fox NA. Quality of life for children with cochlear implants : perceived benefits and problems and the perception of single words and emotional sounds. *J Speech Lang Hear Res* 2009 ; 52(1) : 141.
236. Percy-Smith L, Cayé-Thomasen P, Gudman M, et al. Self-esteem and social well-being of children with cochlear implant compared to normal-hearing children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2008 ; 72(7) : 1113–20.
237. Sahli S, Belgin E. Comparison of self-esteem level of adolescents with cochlear implant and normal hearing. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006 ; 70(9) : 1601–8.
238. UNICEF. Rapport Annuel 2007 ; 2007. p. 1–40.

239. Renard F, Delpire S, Deccache A. Évaluer la santé des adolescents en médecine scolaire : la qualité de vie comme complément aux indicateurs cliniques. *Arch Pédiatrie* 2004 ; 11(12) : 1438–44.
240. Bullinger M, Schmidt S, Petersen C, Ravens-Sieberer U. Quality of life Evaluation criteria for children with chronic conditions in medical care. *J Public Health (Bangkok)* 2006 ; 14(6) : 343–55.
241. Eiser C, Morse R. Can parents rate their child's health related quality of life ? Results of a systematic review. *Qual Life Res* 2001 ; 10(4) : 347–57.
242. Heman-Ackah SE. The impact of cochlear implantation on recipient health-related quality of life. *Cochlear Implants* 2014 ; 235–47.
243. Bevans K, Riley AW, Moon J, Forrest C. Conceptual and methodological advances in child-reported outcomes measurement. *Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res* 2010 ; 10(4) : 385–96.
244. Eiser C, Varni JW. Health-related quality of life and symptom reporting : similarities and differences between children and their parents. *Eur J Pediatr* 2013 ; 172(10) : 1299–304.
245. Lin FR, Niparko JK. Measuring health-related quality of life after pediatric cochlear implantation : A systematic review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006 ; 70(10) : 1695–706.
246. Haute Autorité de Santé. Choix méthodologiques pour l'évaluation économique à la HAS. In : *Guid méthodologique*. Octobre 2011.
247. Clarke SA, Eiser C. The measurement of health-related quality of life (QOL) in paediatric clinical trials : a systematic review. *Health Qual Life Outcomes* 2004 ; 2(22) : 66–71.
248. Guyatt GH, Feeny DH, Patrick DL. Measuring health-related quality of life. *Ann Intern Med* 1993 ; 118(8) : 622–9.

Grille d'analyse de la littérature – Questionnaires de qualité de vie, questionnaires perceptifs, état des lieux et validation des questionnaires.

Références	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, ...)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
The WHOQOL group 1993	Prospective	/	Description générale sur le développement d'un questionnaire de qualité de vie générique		accord professionnel	
McRackan 2017 (sous presse)	Méta-analyse	14 articles avec 679 patients et 13 articles avec 715 patients	Evaluer la QV des adultes implantés cochléaire par utilisation de questionnaires spécifiques et étude de la corrélation avec l'audiométrie vocale	Nette amélioration de la QV après IC mesurée avec des questionnaires spécifiques Corrélation faible entre QV et audiométrie vocale	1	Etude similaire menée par la même équipe avec des questionnaires génériques mentionnée en discussion mais pas encore publiée → résultats montrent que les questionnaires de QV génériques ne s'améliorent pas systématiquement après IC
Ethgen 2002	Synthèse pédagogique	/	Evaluation de la QV	/	accord professionnel	

McRachan 2017	Recherche	43	Utilisation de groupes focus afin de faire émerger les questions importantes en terme de qualité de vie des personnes implantées	Une banque de questions pertinentes a été créée et devrait permettre la création d'un questionnaire de qualité de vie sensible car centré sur les problématiques des patients	accord professionnel	
Borton 2010	Prospective de cohorte	85	Comparaison QV (auto- et hétéro-évaluation, outil PedsQL) de 3 groupes d'enfants de 6 à 17 ans : normoentendants /SNS bilatérale/SNS unilatérale	Pas de différences significatives entre normoentendants et SNS uni/bilatérale, que ce soit lors des auto- ou hétéro-évaluations.	2	<ul style="list-style-type: none"> - Petite taille de l'échantillon responsable du manque de significativité - Outil choisi peu sensible pour détecter une différence liée à la surdité
Wake 2004	Prospective de cohorte	86	Comparaison de la QV des enfants atteints de SNS légères à modérées avec outil générique PedsQL (auto et hétéroévaluation)	Pas de différence significative entre normoentendants et enfants sourds	2	Echelle peu sensible pour distinguer les différences de QV entre SNS légère et moyenne
Looi 2016	Prospective de cohorte	80	Comparaison QV (outil ad-hoc CuHDQOL et générique PedsQL) de 3 groupes : normoentendants, appareils auditifs, implant cochléaire	<ul style="list-style-type: none"> - Concordance des réponses entre les parents et enfants pour le groupe de normoentendants uniquement - Les parents sur estiment les scores de QV des enfants appareillés / CI - Scores de QV normoentendants > HA > CI mais absence de différence entre HA et IC 	2	<ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire ad hoc non validé - Questionnaire générique manque de sensibilité pour comparer HA et IC et mettre en évidence une différence significative

Sach 2007	Descriptive transversale	222	Evaluer les facteurs influençant les scores EQ-5D après implantation cochléaire unilatérale	<ul style="list-style-type: none"> - Scores EQ-5D sont plus bas chez les enfants avec comorbidités associées, de sexe masculin, ou avec un niveau bas de perception auditive. - Discrimination possible entre les enfants ayant des niveaux de perception auditive différentes. 	4	Sous estimation des scores de QV car cet outil évalue une pathologie chronique plutôt qu'un handicap sensoriel, qui n'est pas considéré comme une maladie par les parents (telle que le cancer).
Cheng 2000	Descriptive transversale	8	Evaluation parentale de la QV par 3 outils : Echelle Visuelle Analogique, Time-Trade Off et HUI3	Amélioration des scores directement après IC	4	Outil permettant une analyse médico-économique du processus d'implantation
Horsman 2003	Avis d'expert	/	Revue de synthèse sur les questionnaires HUI	/	accord professionnel	
Lovett 2012	Prospective de cohorte	111	Comparaison QV (SSQ version parentale, HUI3, VAS) des normoentendants versus IC uni/bilatéral	Pas de différence significative dans les scores HUI3 entre implantés uni ou bilatéraux	2	Outil générique de QV validé pour des analyses médico-économiques
Sparreboom 2012	Prospective de cohorte	22	Comparaison de la QV (EVA, HUI 3, PedsQL, GCBI, SSQ, NCIQ) des IC unilatéraux versus IC bilatéraux séquentiels	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de différence significative avec les outils génériques entre les 2 groupes - Mais, amélioration progressive de la QV pour les 2 groupes à 12 et 24 mois post IC 	2	- Trop d'outils utilisés et peu sensibles car génériques
Clark 2012	Prospective de cohorte	285	Comparaison de la QV (évaluation parentale, outils CHIP CE/PRF) de 2 groupes : normoentendants versus implantés, sur 4 ans de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration des scores de développement en particulier chez les jeunes enfants implantés cochléaires. - Cognition et production orale sont corrélées positivement avec la QV et le développement de l'enfant 	2	La validité de l'évaluation parentale de la QV est renforcée par les mesures cliniques de perception de la parole et de développement langagier

Wake 2004	Prospective de cohorte	86	Evaluation parentale de la QV (CHQ PF-28) des enfants de 7-8 ans avec SNS* bilatérale moyenne à profonde réhabilités par aide auditives	<ul style="list-style-type: none"> - Scores significativement inférieurs aux normoentendants (domaine psychosocial ++) - Scores physiques et psychosociaux des SNS moyennes < sévères à profondes 	2	Pas de différence significative mise en évidence avec cet outil générique
Beijen 2007	Prospective de cohorte	10	Comparaison IC bilatéraux vs unilatéraux : localisation sonore, SSQ parental, PedsQL	<ul style="list-style-type: none"> - Scores IC bilatéraux > unilatéraux en terme de localisation sonore, domaine spatial du SSQ. - Pas de différence significative dans les autres domaines du SSQ et le PedsQL 	2	Outil peu sensible car générique Petite taille d'échantillon
Varni 2007	Prospective de cohorte	12000	Analyse de la validation de l'outil PedsQL chez l'enfant de 5 ans (validité, fiabilité, sensibilité au changement et acceptation)	Enfants de 5 ans peuvent rapporter de façon fiable leurs perceptions si l'outil est adapté à l'âge	2	Outil peu sensible pour de petits changements de l'état de santé mais validé pour l'enfant à partir de 5 ans
Rajendran 2010	Descriptive de cohorte	100	Comparaison de la QV (PedsQL) de 3 groupes : normoentendants, enfants sourds avec/sans déficience motrice	Qualité de vie des enfants sourds est inférieure à celle de leurs pairs normoentendants	2	<ul style="list-style-type: none"> - Ne met pas en évidence de différence que les enfants aient une déficience motrice ou non, en dehors du domaine physique, ce qui semble évident

Huber 2005	Prospective de cohorte	29	Comparaison de la QV (auto- et hétéro-évaluation, outil KINDL-R) de 2 groupes : SNS versus normoentendants, en fonction de l'âge (8-12 et 13-16 ans)	<ul style="list-style-type: none"> - Les enfants de 8-12 ans ont des scores < pairs, et l'évaluation parentale est plus optimiste que celle des enfants - Pas de différence significative pour les 13-16 ans 	2	<ul style="list-style-type: none"> - Petite taille d'échantillon - Absence de vérification de la bonne compréhension des questions par l'enfant - Hétéro-évaluation faite par les enseignants et non par les parents
Warner-Czyz 2009	Prospective de cohorte	968	Comparaison de la QV (évaluation parentale, outil Kiddy KINDL) des enfants de 4 à 7 ans versus leurs pairs normoentendants	<ul style="list-style-type: none"> - Les enfants implantés cochléaires ont de meilleurs scores de bien-être physique et estime de soi / normoentendants - Pas de corrélation entre les scores de QV et l'âge à l'implantation, mais corrélation positive avec la durée d'implantation. 	2	<ul style="list-style-type: none"> - Le jeune âge des enfants étudiés entraîne un biais de résultats, empêchant de mettre en évidence une différence significative de QV avec leurs pairs normoentendants

Warner-Czyz 2011	Prospective de cohorte	140	<ul style="list-style-type: none"> - Comparaison de la QV (évaluation parentale, outil KINDL et module spécifique implant cochléaire) des enfants de 4 à 16 ans versus leurs pairs normoentendants - Utilisation d'une version préliminaire KINDL-CI Module pour les enfants de 4 à 16 ans : domaines de satisfaction, bien-être physique, amis, école, estime de soi, social 	<ul style="list-style-type: none"> - Les enfants les plus jeunes rapportent les scores les plus élevés avec le CI-Module 	2	<ul style="list-style-type: none"> - CI-Module a été conçu spécifiquement pour l'évaluation de l'impact de l'implantation cochléaire mais nécessite évaluation psychométrique des versions pédiatrique et parentale
Loy 2010	Comparative de cohorte		Comparaison de la QV (évaluation parentale et pédiatrique, outil KINDL) d'enfants implantés versus normoentendants entre 8 et 16 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Les jeunes implantés cotent le domaine familial plus bas que les normoentendants - Adolescents implantés cotent le domaine scolaire plus bas que leurs parents - Implantation précoce et une longue durée d'implantation entraînent des niveaux plus élevés de QV 	2	Etude confirmant la fiabilité des réponses fournies par les parents dans le cas d'un outil générique

Kushalnagar 2011	Descriptive transversale	230	Evaluation de la relation entre modes de communication et QV (outils YQOL et YQOL-DHH) d'enfants sourds de	- Stigmatisation plus importante chez les enfants utilisant un mode de communication oral strict versus visugestuel	4	Etude visant à améliorer la communication entre parents et adolescents sourds
Schick 2012	Prospective de cohorte	221	Comparaison de la QV (outil YQOL, YQOL-DHH) des adolescents de 11 à 18 ans en fonction de leur placement scolaire	- YQOL-DHH: pas de différence significative de QV selon le placement en classe	2	Intéressant pour les programmes scolaires afin d'améliorer la QV des adolescents sourds scolarisés
Robitail 2007	Prospective	22827	Validation de plusieurs versions dans différentes langues du KIDSCREEN-27	Equivalence entre les différentes versions	3	Validation en français
Razafimahefa-Raoelina 2016	Prospective transversale	16	Comparaison de la QV d'enfants implantés évaluée par eux-mêmes et par leurs parents	Evaluation parentale de la QV retrouve des scores similaires entre les enfants implantés et normoentendants	4	
Perneger 2010	Prospective	1952	Validation version française du questionnaire EQ-5D	/	3	
Baumann 2010	Prospective	16450	Validation du questionnaire WHOQOL – BREF en français	Valeurs de référence par âge, sexe et état de santé	3	
McHorney 1993	Prospective	1010	Validation du MOS SF-36	Questionnaire valide et fiable	3	
Leplège 1998	Prospective	209	Validation du SF-36 en langue française	Questionnaire valide et fiable	3	

Robinson 1996	Rétrospective	660	Utilisation du GBI pour comparaison de groupes adultes ayant bénéficié des types de chirurgie ORL différents	Sensibilité au changement correcte dans les 3 domaines explorés	4	
Wiebe 2003	Méta-analyse	/	Comparaison de la fiabilité et réactivité des résultats obtenus par utilisation d'outils génériques et spécifiques dans les essais cliniques	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse de 43 essais cliniques randomisés comparant des outils génériques et spécifiques - Les outils spécifiques sont plus réactifs que les génériques (risque de faux négatif moins élevé) 	1	
Patrick 1989	Méta-analyse	/	Outils de mesure de la QV	/	1	Les mesures génériques permettent de comparer les résultats parmi différents groupes de patients tandis que les mesures spécifiques sont plus sensibles aux changements cliniques.

Archbold 2002	Descriptive transversale	30	Evaluation des points de vue parentaux 3 ans après implantation cochléaire : fonctionnement de l'enfant, implication parentale et familiale, éducation, influence sur les progrès de l'enfant, processus d'implantation, besoins futurs, conseils donnés par les parents à l'entourage	<ul style="list-style-type: none"> - Changement dans les capacités de communication et la confiance en soi - Confiance dans la technologie et dans l'expertise du centre d'implant - Nécessité d'une liaison proche entre le centre d'implant et le milieu scolaire 	4	Outil global d'évaluation du processus d'implantation, des pratiques médicales et des changements de QV induits après implantation Cet outil ne peut être proposé à l'enfant en autoévaluation
Incesulu 2003	Descriptive transversale	28	Evaluation des points de vue parentaux (outil PVECIQ) au sujet de l'implant cochléaire et les progrès de l'enfant après 1 an d'implantation cochléaire	<ul style="list-style-type: none"> - La décision d'implantation a été l'étape la plus angoissante pour les parents - Les parents rapportent une amélioration du développement langagier, capacités de communication, relations sociales et confiance en soi. 	4	Le but de cet article est de permettre une amélioration des pratiques des centres d'implantation et non de réaliser une évaluation longitudinale de l'amélioration de la QV chez les enfants implantés
Nicholas 2003	Descriptive transversale	181	Evaluation de la satisfaction parentale (outil PVECIQ) de l'impact de l'implantation cochléaire sur la vie familiale et le développement de l'enfant	Une expérience > 4-6 ans d'implantation diminue les difficultés rencontrées dans les domaines social et scolaire	4	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de groupes contrôles entendants donc il est difficile d'évaluer le rôle propre de l'implant dans ces résultats

Edwards 2012	Descriptive transversale	199	Evaluation de la QV (évaluation parentale, outil PAQL) des enfants implantés cochléaires avec « besoins additionnels » (difficultés physiques ou d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire de 22 items validé, développé spécifiquement pour évaluer les enfants avec ces besoins additionnels - La QV des enfants avec besoins additionnels est améliorée après implantation, même si leurs scores de QV sont inférieurs aux enfants sans besoins additionnels 	4	Questionnaire qui ne peut pas être utilisé pour la population pédiatrique sourde sans besoins additionnels
Umansky 2011	Prospective de cohorte	75	Construction et validation d'un outil spécifique HEAR-QL Comparaison de la QV entre normoentendants, surdité uni et bilatérale entre 7 et 12 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Scores enfants sourds < normoentendants 	2	<ul style="list-style-type: none"> - Outil valide, fiable et sensible pour évaluer QV de l'enfant sourd mais aucune étude n'a été menée sur les enfants appareillés ou implantés - Outil plus sensible que PedsQL pour distinguer enfants sourds et normoentendants
Rachakonda 2013	Descriptive transversale	233	Comparaison de la QV par utilisation du HEAR-QL auprès d'adolescents normoentendants versus sourds	Validation par analyse des propriétés psychométriques Réduction du questionnaire à 328 items. Questionnaire valide, sensible, fiable	4	

Newman 1990	Descriptive transversale	67	Adaptation du HHIE à une population d'adultes de moins de 65 ans	Questionnaire valide. Peu de corrélation entre auto-évaluation et audiométrie Test-retest en cours (publié ultérieurement)	4	
Hinderink 2000	Rétrospective	91	Développement et validation d'un questionnaire de qualité de vie pour les personnes implantées : Nijmegen NCIQ	Questionnaire, sensible, valide et fiable	4	
Ambert-Dahan 2017	Descriptive transversale	122	Développement et validation d'un questionnaire de qualité de vie spécifique à la surdité Adulte	Questionnaire sensible et valide	4	Critique des questionnaire existants, longs, complexes, dont les questions ne correspondent pas aux situations réellement vécues par les patients ce qui engendre de la perte de données par le nombre important de cases vides
Beaton 2010	Avis d'expert	/	Recommandations pour la traduction et l'adaptation des questionnaires d'auto-évaluation dans le domaine de la santé	/	accord professionnel	Article portant sur les questionnaires génériques

Hall 2017	Avis d'expert	/	Recommandations pour la traduction et l'adaptation des questionnaires d'auto-évaluation dans le domaine de la santé adapté au domaine de l'audiologie	/	accord professionnel	Adaptation des recommandations aux questionnaires spécifiques dans le domaine de l'audiologie
Schorr 2009	Descriptive transversale	37	Etude des relations entre QV, perception de la parole et compréhension émotionnelle des enfants implantés de 5 à 14 ans	Amélioration de la perception de la parole et des émotions associées à la communication sont associés à une meilleure QV. Amélioration de la QV dépend de l'âge à l'appareillage auditif et de la durée d'implantation cochléaire, et non de l'âge à l'implantation	4	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation du questionnaire ad-hoc conçu par Chmiel (Chmiel 2000) - Etude simplement descriptive et non comparative
Percy-Smith 2008	Prospective de cohorte	2 333	Comparaison de l'estime de soi et du bien être social (évaluation parentale, questionnaire ad-hoc) entre enfants implantés et normoentendants	Les enfants implantés ont des résultats similaires ou supérieurs aux normoentendants dans les domaines d'estime de soi et de bien être social	2	<ul style="list-style-type: none"> - Taille importante de l'échantillon mais - Evaluation spécifique de l'estime de soi et non de tous les domaines de QV
Sahli 2006	Prospective de cohorte	90	Comparaison de l'estime de soi (échelle d'estime de soi de Rosenberg) entre enfants implantés cochléaires de 12 à 19 ans et normoentendants	Effet positif de l'implantation sur l'estime de soi des adolescents et de leur famille	2	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation spécifique de l'estime de soi et non de tous les domaines de QV

Renard 2004	Descriptive transversale	95	Evaluer ce que peut apporter l'utilisation d'un questionnaire de QV pour les adolescents lors des consultations de médecine scolaire	Une évaluation de la QV approchant la santé mentale des adolescents de manière multidimensionnelle est utile pour mieux identifier les besoins sanitaires et psychosociaux des adolescents	4	Le concept de QV doit intégrer le domaine scolaire
Bullinger 2006	Méta-analyse	/	Description des difficultés liées à l'évaluation de la QV des enfants/adolescents présentant de pathologies médicales chroniques	Description des concepts, méthodes et applications des outils de QV pour l'évaluation de l'enfant/adolescent	1	Il est recommandé d'évaluer la QV par une auto-évaluation et une évaluation parentale
Eiser 2001	Méta-analyse	/	Déterminer la concordance entre évaluation de la QV faite par les parents et les enfants	Le choix du parent répondeur est important à prendre en compte car les mères sont souvent plus impliquées dans es soins de leur enfant en cas de pathologie chronique	1	Le choix du parent répondeur peut avoir moins d'impact car il ne s'agit pas d'une maladie chronique nécessitant des soins, mais plutôt d'un handicap dans lequel les deux parents ont une implication similaire
Bevans 2010	Méta-analyse	/	Revue de la littérature ayant pour objectif de sélectionner les instruments d'auto-évaluation de la QV de l'enfant	<ul style="list-style-type: none"> - L'évaluation parentale permet d'apporter une perspective complémentaire quand les enfants sont capables de répondre, mais elle ne doit pas remplacer l'avis de l'enfant. - Il est recommandé d'utiliser une évaluation parentale pour les enfants de moins de 5 ans, qui sont cognitivement incapables de donner des réponses fiables aux outils - L'évaluation parentale est fiable, notamment dans les domaines liés à l'expression orale 	1	

Eiser 2013	Méta-analyse	/	Analyse des questionnaires de QV pour apporter une meilleure compréhension des relations entre auto-évaluation pédiatrique et évaluation parentale, les circonstances dans lesquelles une différence peut être attendue et les raisons potentielles de ces différences.	<ul style="list-style-type: none"> - Il est recommandé d'utiliser un outil spécifique pour l'évaluation d'un traitement - Il est recommandé d'utiliser une double évaluation : parentale et par l'enfant - Plusieurs facteurs affectent la concordance de ces deux types d'évaluation : les problèmes externalisés (troubles du comportement, refus d'aller à l'école) sont mieux rapportés par les parents, contrairement aux problèmes internalisés (détresse émotionnelle, mauvaise estime de soi) ; et la concordance est moindre avec les enfants de moins de 12 ans 	1	Les deux perspectives doivent être prises en compte dans l'évaluation de la QV de l'enfant
Lin, Niparko 2006	Méta-analyse	/	Evaluation de la QV des enfants implantés cochléaires de moins de 18 ans	10 articles utilisant outils génériques, ad-hoc ou spécifiques	1	
Keine-Punte 2013	Avis d'expert	/	Recommandations du réseau HEARRING sur l'évaluation des enfants et adultes implantés	Le réseau HEARRING recommande que la qualité d'écoute soit évaluée par le HISQUI	accord professionnel	
Van De Heyning 2016	Avis d'expert	/	Le réseau HEARRING recommande que la qualité d'écoute soit évaluée par le HISQUI	SSQ12 et HUI3 sont recommandés	accord professionnel	

Clarke 2004	Méta-analyse	/	Déterminer les mesures de QV employées dans les essais cliniques pédiatriques et évaluer la qualité de ces mesures par une revue de la littérature menée de 1994 à 2003 chez les enfants < 20 ans, avec utilisation d'un outil standardisé	18 études identifiées avec 14 questionnaires de QV différents, dont seulement 2 validés.	1	Cette revue confirme l'importance d'utiliser des outils validés dans les études cliniques
Guyatt 1993	Méta-analyse	xx	Revue de la littérature sur les articles exposant les méthodes d'analyse de la QV : types d'outils génériques/spécifiques, réponders, âge des patients	<ul style="list-style-type: none"> - Outils génériques : mesure globale de la QV et mesures d'utilité. - Outils spécifiques : mesure d'une pathologie spécifique - Les 2 approches sont complémentaires 	1	Très bonne méta-analyse reprenant le concept de QV, la construction des outils et comment les utiliser
Sach 2005	Descriptive transversale	216	Comprendre les attentes parentales après implantation cochléaire pédiatrique par des interviews face à face	<p>Les attentes parentales évoluent continuellement au cours du processus d'implantation, sont spécifiques à chaque famille.</p> <p>Les questions concernent le processus de décision d'implantation, l'impact sur la famille, les résultats et la QV, l'éducation, les attentes et résultats auditifs</p>	4	<ul style="list-style-type: none"> - Etude concernant les attentes parentales plus qu'une véritable étude de la QV après implantation - Ne peut être utilisé en tant qu'outil d'évaluation de la QV, d'autant plus que cet outil n'est pas validé