



HAL
open science

Analyse de la voix chantée en production chez des enfants sourds implantés : étude de cas

Marie-Lorraine Michon, Myriam de La Forest-Divonne

► To cite this version:

Marie-Lorraine Michon, Myriam de La Forest-Divonne. Analyse de la voix chantée en production chez des enfants sourds implantés : étude de cas. Sciences cognitives. 2012. dumas-00759231

HAL Id: dumas-00759231

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00759231v1>

Submitted on 29 Oct 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ACADEMIE DE PARIS

UNIVERSITE PARIS VI PIERRE et MARIE CURIE

MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

ANALYSE DE LA VOIX CHANTEE EN PRODUCTION
CHEZ DES ENFANTS SOURDS IMPLANTES :
ETUDE DE CAS

Maitre de mémoire : Isabelle PRANG

HOPITAL ARMAND-TROUSSEAU – Service du Pr E.N. GARABEDIAN

ANNEE UNIVERSITAIRE 2011-2012

de LA FOREST –DIVONNE Myriam

Née le 05.05.1985

MICHON Marie-Lorraine

Née le 08.09.1988

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons adresser nos remerciements aux nombreuses personnes qui nous ont accompagnées dans l'élaboration de ce mémoire :

- A notre directrice de mémoire, Madame Isabelle Prang, pour son enthousiasme communicatif, son soutien et son implication,
- A notre rapporteur, le Docteur Christiane Lobryeau-Desnus, pour sa disponibilité si chaleureuse,
- A l'équipe du service d'ORL de l'hôpital Armand Trousseau à Paris, qui nous a accueillies avec bienveillance,
- A Madame Catherine Mary, directrice de l'école Saint-François d'Eylau (75) et Madame Marthe Fournier, enseignante à l'école Saint-Alexis (95) qui nous ont permis d'enregistrer leurs élèves,
- Aux enfants qui se sont prêtés aux enregistrements avec tant de bonne grâce,
- Aux familles des enfants sourds pour leurs précieux témoignages,
- À tous les membres des jurys d'écoute pour leur participation appliquée et leurs remarques avisées,
- A Monsieur et Madame Alain Thomazeau, qui nous ont ouvert leur maison et prêté leur piano pour écrire nos partitions,
- A Gabriel Bourgoïn et Emmanuelle Magnan pour leur écoute, leurs explications et leurs conseils,
- A nos familles et amis pour leur soutien et leurs encouragements tout au long de cette année.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	6
PARTIE THEORIQUE	8
I) La Voix et ses particularités chez l'enfant (Marie-Lorraine Michon)	8
A- <i>Physiologie de la voix</i>	8
1) L'appareil respiratoire	8
2) L'appareil phonatoire	11
3) Voix parlée et voix chantée : les différences	14
B- <i>Les mécanismes de la voix</i>	15
1) Les mécanismes laryngés	15
2) Les tessitures	17
C- <i>Les paramètres de la voix</i>	18
D- <i>Prosodie et modulations chez l'enfant</i>	20
E- <i>Apprentissage du chant chez l'enfant</i>	21
1) L'acquisition du chant	21
2) L'intérêt des comptines pour les enfants	24
II) Les surdités	26
A- <i>Généralités (Marie-Lorraine Michon)</i>	26
1) Physiologie de l'oreille	26
2) Les types de surdité	28
3) Les degrés de surdité	29
4) Méthodes	31
B- <i>Impact du temps de privation sonore sur la voix, la prosodie (Rédaction commune)</i>	32
1) Un babillage atypique.....	32

2) L'absence d'une boucle audio-phonatoire.....	33
3) Les caractéristiques de la voix et de la prosodie de l'enfant sourd	34
<i>C- La voix chantée et la musique chez l'enfant sourd (Myriam de La Forest-Divonne)</i>	36
III) L'implant cochléaire (Myriam de La Forest-Divonne).....	39
<i>A- Qu'est-ce que l'implant ?.....</i>	39
<i>B- Les apports de l'implant dans la découverte du monde sonore.....</i>	41
<i>C- Les apports de l'implant dans la perception</i>	43
1) La perception de la voix parlée.....	43
2) La perception de la voix chantée et modulée	47
<i>D- Les apports de l'implant dans la production</i>	50
1) La production de la voix parlée	50
2) La production de la voix chantée et modulée	54
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES (Rédaction commune)	57
PARTIE PRATIQUE (Rédaction commune)	58
I) Population	58
<i>A- La population contrôle</i>	58
<i>B- Population étudiée.....</i>	58
<i>C- Présentation de chaque enfant sourd</i>	59
II) Protocole	64
<i>A- Matériel utilisé</i>	64
<i>B- Choix des chansons</i>	64
<i>C- Procédure et conditions d'enregistrement</i>	65
III) Nos observations	67
<i>A- Population contrôle</i>	67
<i>B- Population étudiée.....</i>	67
IV) Analyse.....	69
<i>A- Analyse subjective : jury naïf d'écoute.....</i>	69
<i>B- Analyse objective</i>	77

1) Procédure : le recueil des données	77
2) Résultats	78
V) Synthèse.....	96
DISCUSSION (Rédaction commune)	100
CONCLUSION (Rédaction commune)	105
BIBLIOGRAPHIE	107
ANNEXES	115

Abréviations :

IC = implant cochléaire

PCL = Prothèse contro-latérale

RO = Rééducation orthophonique

MSM = Moyenne section de maternelle

GSM = Grande section de maternelle

AVS = Auxiliaire de vie scolaire

SOMMAIRE DES TABLEAUX

Présentation de chaque enfant sourd	p.59-63
Résultats de l'analyse subjective.....	p.72-75
Rythme Alouette.....	p.80
Rythme Promenons-nous.....	p.81
Mélodie Alouette.....	p.84-85
Mélodie Promenons-nous.....	p.86-87
Intonation Alouette.....	p.89-90
Intonation Promenons-nous.....	p.92-94
Tableaux de synthèse.....	p.96-97

INTRODUCTION

Si la surdité est le handicap le moins visible, elle est aussi le handicap sensoriel le plus répandu chez l'enfant : en France, environ un bébé sur mille serait touché de surdité.

Aujourd'hui, grâce aux nouvelles avancées de l'implant cochléaire, le monde sonore leur est accessible quel que soit le degré de surdité. Bien qu'il existe des variabilités individuelles, les bénéfices de l'implantation précoce sont reconnus : on sait qu'il permet une réhabilitation de la voix parlée en permettant un développement phonologique et linguistique.

Qu'en est-il de la voix chantée ?

Dans les esprits, surdité profonde et voix chantée sont antinomiques. Pourtant, le chant possède un grand nombre de caractéristiques qui sont exploitées durant la prise en charge des enfants sourds, afin de permettre un développement du langage oral, mais aussi un développement psycho-affectif, cognitif, social...

Le chant suscite du plaisir, des émotions. Il est universel, a existé de tous temps et est présent dans toutes les cultures.

Il est également propre à chaque culture et contribue au sentiment d'appartenance et d'identification à une même culture.

Le chant est également « là où langage et musique se mélangent, et qui nous définit comme étant humain. » [12]

Pour les enfants entendants, chanter est un acte naturel, qui leur vient comme la parole. Nous nous sommes intéressées de savoir ce qu'il en était pour les enfants sourds implantés.

En effet, le domaine de la voix « qui traduit la relation à soi et aux autres (...) révèle souvent à la personne sourde la réalité de sa surdité. » [12]

Beaucoup d'études ont été réalisées sur le développement du langage de l'enfant sourd, mais peu portent sur le développement de la voix chantée chez ces mêmes enfants.

Peuvent-ils chanter ? Ont-ils accès aux modulations, aux intonations de voix ? Peuvent-ils les reproduire ?

C'est tout l'objet de notre mémoire qui se basera sur la comparaison entre des enfants entendants et des enfants sourds implantés ou appareillés de moyenne et grande section. Les enfants de cette étude ont donc entre quatre et cinq ans, âges auxquels la voix chantée n'est pas encore stabilisée. Il s'agit en effet d'un processus en constante évolution : si le chant s'installe dès deux ans, il n'est bien stabilisé que vers huit ans.

Nous présenterons dans un premier temps, une revue de la littérature portant sur le développement et les caractéristiques de la voix parlée et chantée chez l'enfant entendant, puis chez l'enfant sourd et enfin, chez l'enfant sourd implanté.

Dans un deuxième temps, après avoir posé des hypothèses sur les possibilités de voix chantée de l'enfant sourd, nous présenterons et analyserons les résultats obtenus par la population contrôle et la population de l'étude sur deux chansons en production : Alouette et Promenons-nous dans les bois.

PARTIE THEORIQUE

I) La Voix et ses particularités chez l'enfant

A- *Physiologie de la voix*

1) L'appareil respiratoire

Selon Sirvart kazandjian-Pearson (2004), l'adéquation du geste respiratoire est primordiale dans la phonation [33].

Une bonne position de phonation doit respecter les axes du corps [41] :

- Sur le plan vertical on compte trois axes : de l'œsophage jusqu'à l'estomac, du pharynx jusqu'aux poumons et l'axe dorsal qui passe par la colonne vertébrale.
- Sur le plan horizontal, les axes sont donnés par le regard (droit devant), la mandibule, la base du crâne, la langue qui a une fonction de rééquilibrant et suit les mouvements du corps, le diaphragme (bien qu'il ne soit pas réellement horizontal), le bassin (périnée), le plan des genoux et le plan du sol [41].

-La charpente osseuse-

Elle est constituée du thorax, du sternum, des côtes et des vertèbres [41].

Le thorax est composé d'une face antérieure avec la partie antérieure des côtes et le sternum, d'une face postérieure avec la colonne vertébrale au centre, et de 2 faces latérales qui correspondent à la portion moyenne des côtes [41].

Le sternum est de forme allongée de haut en bas et se situe dans la partie antérieure et médiane du thorax. Les côtes sont au nombre de 12 paires, elles s'ouvrent et se ferment lors des mouvements respiratoires. Les vertèbres se situent dans la partie médiane et postérieure de la cage thoracique : Il y a 12 vertèbres thoraciques et 7 vertèbres cervicales [50].

Si la cage thoracique de l'adulte est de forme ellipsoïdale, celle de l'enfant est de forme circulaire [103]. Chez l'enfant, la paroi thoracique est flexible. Il ne peut expectorer qu'à partir de 5 ans environ [84], c'est donc le cas des enfants les plus âgés de cette étude.

-Les muscles respiratoires-

On distingue cinq groupes de muscles respiratoires :

Les muscles élévateurs du thorax (muscle scalène et muscle sterno-cléido-mastoïdien), les muscles spinaux, les muscles intercostaux, le diaphragme, les muscles abdominaux [41].

Ce sont principalement ces deux derniers qui interviennent dans la respiration chez l'enfant.

Chez l'enfant les muscles fonctionnels des voies respiratoires sont moins nombreux. Les muscles respiratoires deviennent peu à peu plus efficaces au cours de l'enfance : ils arrivent à maturation vers l'âge de 6 ans. [4]

Avant 6 ans, la respiration est essentiellement abdominale car l'enfant mobilise son diaphragme préférentiellement à ses muscles intercostaux [84] : les parois antérieures et latérales du thorax pédiatrique se dilatent peu, l'expansion pulmonaire à l'inspiration se fait par abaissement du diaphragme [84]. C'est donc une respiration abdominale privilégiant l'action diaphragmatique qu'on retrouvera chez les enfants de notre protocole.

Le diaphragme est le muscle inspirateur principal [41], il sépare le thorax de l'abdomen [50]. Il a un aspect de voûte irrégulière formée de deux coupes et allongée transversalement [41]. Il est composé d'un centre phrénique tendineux et d'une partie périphérique musculaire [50]. Bien qu'il remonte lors de l'expiration, le diaphragme n'est pas un muscle expirateur [41].

Les muscles abdominaux sont les expirateurs principaux. La sangle abdominale est constituée de cinq muscles : le transverse, le petit oblique, le grand oblique et les grands droits [41]. Les muscles abdominaux ont une action principale dans le souffle phonatoire : leur action entraîne le rétrécissement de l'abdomen et la compression de la cage thoracique, ce qui refoule le diaphragme vers le haut [50].

Chez l'enfant, la maîtrise progressive du souffle permet une augmentation de la puissance et de la stabilité de la voix [103].

-La trachée-

La trachée est un tube cylindrique faisant suite au larynx [41], constitué d'anneaux cartilagineux reliés par une membrane [50]. Elle part du bord inférieur du cartilage cricoïde et se termine dans le thorax par la bifurcation trachéale, c'est-à-dire la division de la trachée en 2 branches au niveau de la quatrième vertèbre dorsale: on arrive alors aux bronches [41].

Les voies respiratoires sont plus étroites et plus courtes chez l'enfant que chez l'adulte. La bifurcation trachéale est donc plus haute chez l'enfant et se situe en regard de la troisième vertèbre thoracique, ce qui entraîne une plus grande inclinaison de la bronche souche droite. Le diamètre de la trachée doublera lors de la croissance. [84].

-Les poumons-

Les poumons sont situés dans la cage thoracique, ce sont les organes de la respiration [41]. Le poumon droit est plus gros que le gauche en raison de la présence de l'encoche cardiaque, ils sont séparés par le médiastin [50].

Leur volume subit de nombreuses variations qui dépendent de la capacité du thorax et de l'état d'inspiration. Les poumons ne sont jamais totalement vides : même après une expiration forcée il reste de l'air résiduel qui empêche un accolement des parois [41].

Chez l'enfant, leur taille est moindre que celle des poumons adultes : c'est pourquoi on observe une plus grande fréquence respiratoire chez le tout-petit, qui diminuera progressivement au cours de la croissance [84].

Cette fonction arrive à maturation vers 14 ans chez la fille, 18 ans chez le garçon [103].

La mécanique respiratoire de l'enfant ne s'adapte donc pas d'emblée à la phonation.

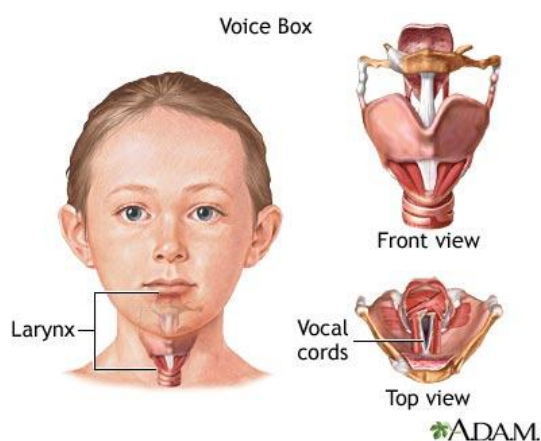
La première manifestation vocale est le cri qui met en jeu une activité des muscles, notamment abdominaux, thoraciques et cervico-faciaux [103].

« C'est cette puissance naturelle du cri qui doit passer dans la puissance maîtrisée de la parole et de la voix chantée » [33] : En développant peu à peu sa fonction vocale, l'enfant va adapter son fonctionnement musculaire et respiratoire pour une activité phonatoire de plus en plus précise [103].

2) L'appareil phonatoire

Il est composé du haut de l'appareil respiratoire et des cavités de résonance.

L'appareil phonatoire est comparable à un instrument à vent : les poumons ont un rôle de soufflerie, le larynx est un vibreur et les cavités supra-glottiques remplissent la fonction de résonateurs [86].



Le larynx est un tube ostéo-cartilagineux qui relie le système respiratoire aux cavités orales [65]. La charpente laryngée est constituée de l'os hyoïde dans sa partie supérieure, ainsi que de cinq cartilages : l'épiglotte, le cartilage thyroïde, le cartilage cricoïde, et les deux cartilages aryténoïdes. L'os hyoïde est suspenseur du larynx [41].

Source : <http://www.ori-chirurgie.fr/larynx.php>

Chez l'enfant, le larynx est en cours de maturation : au fur et à mesure de son développement la voix change, et ce jusqu'à la mue à l'adolescence.

Le larynx de l'enfant diffère de celui de l'adulte tant dans sa forme que dans son fonctionnement. [99] Le larynx de l'enfant est plus ovalaire qu'un larynx adulte. Sa forme globale passe d'un tronc de cône à sommet inférieur au début de la vie, à un parallélépipède [99]. Sa position, son aspect et sa structure histologique évoluent au fil des années. De même son fonctionnement évolue au fur et à mesure de la maturation du larynx [99].

Le larynx présente trois étages au plan anatomique:

L'étage sus-glottique comprend l'épiglotte et les bandes ventriculaires. Le cartilage épiglottique est en position médiane et supérieure et se rabat sur l'orifice laryngé lors de la déglutition [50]. Il a une forme de pétale chez l'adulte [41] et *tubulaire chez l'enfant* [99].

L'étage glottique comprend les apophyses vocales, les cartilages aryténoïdes et les cordes vocales. Les cartilages aryténoïdes sont pairs et symétriques [41] et de forme pyramidale [50].

Ils s'articulent à la face supérieure du cartilage cricoïde et donnent attache aux cordes vocales [65]. C'est leur mobilité qui permet la respiration par ouverture des cordes vocales et l'émission vocale par accolement des cordes [33]. Elles sont constituées dans leur tiers postérieur par l'apophyse vocale de l'aryténoïde et son musculo-membraneuses dans leurs deux-tiers antérieurs [103].

Leur constitution diffère chez l'enfant : l'apophyse vocale de l'aryténoïde occupe en effet toute leur moitié postérieure, la partie musculo-membraneuse constituant la moitié antérieure [103]. Chez l'enfant, les cartilages aryténoïdes sont proportionnellement plus gros que chez l'adulte [81], c'est pourquoi les cordes vocales et le larynx de l'enfant se situent dans un plan incliné vers le bas et l'avant et non dans un dans un plan horizontal comme le larynx adulte [103]. De plus, les ligaments vocaux ne commencent à se constituer qu'à partir de l'âge de quatre ans pour être formés à la puberté [103].

Chez les enfants de ce protocole, les cordes vocales sont donc formées seulement du muscle vocal recouvert de la muqueuse, avec l'ébauche d'un ligament vocal individualisé.

Les cordes vocales connaissent une croissance rapide : d'une longueur de 4,5 à 5 mm à la naissance, elles atteignent 8 mm à l'âge de cinq ans. Les cordes vocales, ou plis vocaux, mesurent 13 à 18 mm pour une femme adulte, et 17 à 25 mm pour un homme et sont épaisses de 5 mm environ [50].

Les cordes vocales de l'enfant sont donc plus lâches que celles de l'adulte, ce qui peut expliquer une plus grande résistance au forçage vocal [103].

L'étage sous-glottique qui, étant délimité par l'anneau du cartilage cricoïde, est rigide et inextensible. Le cartilage thyroïde a la forme d'un bouclier dans lequel l'échancrure thyroïdienne surmonte la pomme d'adam [41], et se trouve dans la partie antérieure du larynx [92]. En dessous du thyroïde se trouve le cartilage cricoïde qui a l'aspect d'une bague à chaton à l'envers et est situé dans la partie inférieure du larynx [65].

Chez l'enfant âgé de 6 ans, le diamètre du larynx mesure de 8 à 10 mm [99] : Les enfants de notre étude présentent donc en moyenne un larynx de diamètre légèrement inférieur.

Chez l'enfant le larynx et la glotte sont situés plus haut que chez l'adulte. D'après J.BALL et R.BINDLER (2003) [4], le larynx descend avec les années pour atteindre sa position définitive à la puberté: à la naissance, les cordes vocales sont en regard de la partie moyenne de la quatrième vertèbre cervicale [7]. A cinq ans, elles se trouvent entre la quatrième et la

cinquième vertèbre cervicale. Chez l'adulte, les cordes vocales sont au niveau du bord inférieur de la cinquième vertèbre cervicale [103].

Sur la charpente laryngée sont tendues plusieurs membranes fibreuses qui viennent la solidifier [41]. La muqueuse élastique présente trois renforcements formant des ligaments qui relient les éléments de la charpente [41].

La musculature laryngée permet de modifier l'ouverture de la glotte : muscles tenseurs des plis vocaux (crico-thyroïdien), muscles dilatateurs et constricteurs de la glotte (crico-aryténoïdiens, inter-aryténoïdien, aryténo-épiglottique, thyro-aryténoïdiens). [41]

Le larynx est surtout innervé par le nerf laryngé supérieur et le nerf récurrent laryngé [50].

Le larynx est donc un sphincter et un vibreur [33] qui permet la coexistence de trois fonctions : la respiration, la phonation et la déglutition [50].

Le larynx est en effet un lieu actif et passif de la respiration : passif car l'air passe par le « tube laryngé », et actif par les mouvements d'ouverture des cordes vocales lors des reprises inspiratoires [99].

Il joue un rôle de sphincter par son contrôle du débit d'air mais aussi dans la déglutition [33] en fermant les cordes vocales, ce qui permet d'éviter les fausses routes [99].

L'accolement des cordes vocales lors de l'expiration permet la phonation. : La résistance des cordes au passage du souffle engendre cette vibration. Une fermeture complète des cordes vocales est appelée « coup de glotte » [33].

Malgré un larynx intègre, une altération des paramètres vocaux est parfois décrite chez les enfants sourds [12]: nous étudierons ce qu'il en est quant aux enfants de notre protocole.

Le mécanisme équilibré de la voix repose sur un rapport équilibré des pressions sus-glottique et sous-glottique. Lors de l'émission vocale, il ne doit pas y avoir d'effort à fournir au niveau du larynx [33].

Or on peut fréquemment observer chez les enfants sourds des conduites d'effort vocal, associées à une mauvaise coordination pneumo-phonique [76] tandis que la phonation exige une respiration contrôlée [86].

Ce sont les cavités supra-glottiques qui transforment le son issu de ces vibrations en voyelles [86] et par les mouvements de la langue, du voile du palais et des lèvres [102]. *Chez l'enfant ces cavités de résonance sont le site des infections O.R.L. à répétition, il lui faut donc*

s'adapter aux variations fréquentes de l'état de la muqueuse [103] : c'est par exemple le cas de A dans notre protocole.

Les relations entre les poumons, la valve laryngée et les résonateurs supra-glottiques sont donc étroites et s'inscrivent dans une importante interaction [65].

En dehors du larynx, 300 muscles du corps rentrent en action lors de l'émission sonore. [33].

Les capacités phonatoires de l'enfant augmentent progressivement grâce à l'adaptation de la mécanique respiratoire et du jeu laryngé et à la maîtrise de l'activité musculaire nécessaire au fonctionnement des résonateurs. C'est en effet une parfaite coordination motrice qui lui permettra de progresser dans son acquisition de la parole et du langage [103].

L'évolution de la voix et de la parole chez l'enfant s'inscrit donc dans le contexte général de la maturation neurologique et de la motricité [103].

3) Voix parlée et voix chantée : les différences

D'après le *Dictionnaire d'Orthophonie* (Brin et all. 2004) [8], la voix chantée peut être définie comme une « voix émise selon certaines normes, soumise aux contraintes physiologiques inhérentes aux particularités la distinguant de la voix parlée et à des techniques élaborées en vue de la meilleure réalisation possible. Si la voix parlée se situe globalement dans un registre moyen, la voix chantée change souvent de registre (grave, aigu). La modulation dans la voix chantée est plus étendue que dans la voix parlée, le dessin mélodique y est plus varié, les phrases mélodiques y sont beaucoup plus longues, le rythme du chant est différent de celui de la parole. Enfin, si dans la voix parlée on ne sent pas la transition d'un son à un autre (portamento), dans la voix chantée en revanche, les sons se succèdent au moins par demi-tons. Au plan technique, la voix chantée demande une économie respiratoire plus précise, une utilisation des résonateurs particulière, des modes d'émission des voyelles et de l'intensité spécifiques, et, surtout, un travail régulier et soutenu. Les troubles de la voix chantée sont appelés « dysodies » » [8]. *Ce sont les caractéristiques décrites ci-dessus que nous analyserons dans ce protocole.*

Si ce sont globalement les mêmes mécanismes qui permettent l'émission de la parole et du chant, la voix chantée demande donc plus d'exigence à bien des points de vue : précision,

physiologie, esthétique et même psychologie: en effet, le chant exige une totale décontraction du corps et principalement de la sphère oro-faciale [33].

La parole et le chant sont produits par les mêmes organes vibratoires. Cependant, les muscles respiratoires mis en jeu diffèrent : si la voix parlée est produite grâce à la respiration thoracique, le chant demandera plutôt une respiration abdominale. *Nous avons vu que c'était ce mécanisme respiratoire qui prédomine chez l'enfant.*

En chant, les postures sont plus exigeantes. Le volume d'air nécessaire est plus important, malgré un temps d'inspiration plus court et une expiration allongée [33].

Le fondamental chanté est l' « écart tonal entre la note la plus aiguë et la note la plus grave que le sujet est capable d'émettre, normalement de 30 à 40 demi-tons. » [8].

Le fondamental usuel, ou fondamental moyen parlé, est « la tonalité la plus couramment employée par un sujet déterminé (110/130 Hz chez l'homme adulte, 205/245 Hz chez la femme adulte, 240/295 Hz chez l'enfant quel que soit le sexe)» [8].

Chez le sujet tout-venant, la voix chantée est très proche de la voix parlée, même si la différence de timbre est perceptible. *Nous verrons si cette différence est possible chez les enfants sourds.*

Le sujet entraîné utilisera plus aisément les différents mécanismes laryngés pour produire divers timbres [102] : l'étendue vocale du chant est donc plus grande que celle de la parole et couvre plusieurs registres.

B- Les mécanismes de la voix

1) Les mécanismes laryngés

Il y a deux types de registres : les registres laryngés et les registres résonanciels. : Les registres résonanciels désignent une action sur le timbre vocal sans passage registral, les registres laryngés font référence à une mécanique vibratoire des cordes vocales avec une perte brutale du contrôle de la fréquence lors du passage registral. C'est à ces derniers que nous nous intéresserons.

On distingue quatre mécanismes laryngés, décrits notamment par Vennard (1967) [68]. Parfois la même note peut être émise dans deux registres différents, on parle alors de zone de chevauchement des registres.

-Mécanisme 0-

Il est aussi appelé « registre de fry » ou « voix de friture » et couvre les fréquences les plus basses, vers 40Hz-80Hz environ [102].

C'est un mécanisme très rarement utilisé, qu'on retrouve par exemple en fin de phrases à intonation descendante, chez l'adulte. On ne le retrouve pas chez l'enfant.

-Mécanisme 1-

Il est aussi appelé « mécanisme lourd » [68], ou encore « registre de poitrine » et couvre environ les fréquences de 100 à 400HZ [102]. C'est le mécanisme généralement employé en voix parlée chez l'adulte [102]. Il se caractérise par une forte pression et un débit faible [92].

-Mécanisme 2-

Il est aussi appelé « mécanisme léger » [68], ou encore « registre de tête » et couvre environ les fréquences de 300 à 700HZ [102]. Certaines fréquences se chevauchent donc entre les mécanismes 1 et 2 sur environ deux octaves [92], mais à hauteur égale le timbre sera moins riche en mécanisme 2, et l'intensité moins importante.

C'est un mécanisme en bourrelet mince. La fermeture de la glotte est incomplète.

Contrairement au mécanisme 1, la pression est faible et le débit est élevé [92].

Dans les fréquences les plus aiguës du registre, la contraction médiane a tendance à s'accroître.

Comme l'adulte, l'enfant va utiliser différents mécanismes en fonction du son émis. La voix parlée de l'enfant correspond au mécanisme 2 « léger » : c'est en effet dans ce mécanisme que l'accolement de ses cordes vocales est le meilleur [103].

-Mécanisme 3-

Il est aussi appelé « voix de sifflet » et couvre les fréquences 600Hz à 1000Hz [102].

L'amplitude vibratoire est faible et la portion vibrante très réduite [92].

C'est un mécanisme peu utilisé, on le retrouve parfois dans le chant lyrique.

Certains enfants utilisent dans le cri la voix de sifflet qui aboutit à des sons stridents [103].

-La voix mixte-

C'est une technique vocale est utilisée en chant lyrique pour masquer les passages registraux [36]. Elle est aussi appelée voix de médium [58]. La voix mixte permet une homogénéisation et un enrichissement du timbre [36].

2) Les tessitures

Il convient de distinguer l'étendue vocale, qui désigne l'ensemble des notes possiblement émises par un individu, de la tessiture qui est l'ensemble des notes chantées sur lesquelles l'individu se sent à l'aise [102] et dont l'amplitude peut être augmentée par le travail vocal.

Pour chaque individu, les variations de hauteur dépendent des mouvements du larynx dans la gorge ainsi que de l'épaississement-amincissement des cordes vocales [68].

L'étendue vocale de l'enfant couvre environ deux à trois octaves de la naissance à la puberté. Elle est globalement centrée par la fréquence de la voix conversationnelle et s'abaisse donc progressivement avec l'âge [103].

Les tessitures dépendent de l'épaisseur des cordes vocales et du diamètre laryngé : la voix est d'autant plus grave que les cordes sont longues et épaisses [58]. On distingue plusieurs catégories vocales : Soprano, mezzo-soprano, contralto, ténors, baryton et basse [101].

Chez l'enfant francophone, la fréquence de la voix est autour de 300 Hz. Les enfants sont donc sopranos ou altos [103].

La tessiture de l'enfant évolue et augmente avec l'âge : à deux mois environ la « tessiture » du bébé est de cinq demi-ton et centrée sur des fréquences mélodiques aiguës. Elle augmente

peu à peu pour atteindre une amplitude d'une octave vers l'âge de sept mois, puis deux octaves vers huit ans [103].

Dans notre étude nous analyserons l'amplitude vocale des enfants sourds par rapport à celle des enfants entendants.

C- Les paramètres de la voix

- **Formants** : il s'agit des endroits du spectre acoustique « où apparaît un renforcement en harmoniques, correspondant aux fréquences les plus amplifiées lors de l'émission d'un phonème » [8]. En raison de la plus petite taille des cavités de résonance, *les formants des voyelles sont légèrement décalés vers l'aigu chez l'enfant*, tout en conservant les mêmes rapports entre eux [103]. En effet, chez l'enfant la cavité buccale est plus petite et la langue est donc proportionnellement plus volumineuse. [4]
L'allongement du tractus vocal avec la croissance [87] entraîne un abaissement progressif des formants [103].
- **Fréquence** : « En acoustique, nombre de vibrations par seconde d'un son pur périodique déterminant sa hauteur physique. Plus la fréquence est élevée, plus le son est aigu et inversement. La fréquence est notée en Hertz (symbole Hz).» [8] *Chez les enfants sourds, ce sont les fréquences graves qui sont le mieux perçues [12].*
- **Fréquence fondamentale ou fondamental** : « En acoustique, c'est le premier terme de la somme des sons simples qu'on obtient quand on décompose un son périodique complexe. C'est le principal responsable de la sensation subjective de hauteur» [8]. À la naissance, les premiers cris se situent autour de 440 à 500 Hz ; vers l'âge de sept ans, le fondamental usuel de la parole se situe autour de 250 à 280 Hz [103].
- **Hauteur tonale**: « fréquence du son fondamental laryngé en hertz ou par la note correspondante, qui dépend de la fréquence du mouvement vibratoire des cordes vocales» [8]. *Dans cette étude nous comparerons la hauteur tonale des enfants sourds par rapport à celle des enfants entendants.*

- **Intensité** : « Puissance du son, de la voix, mesurée en décibels (dB) grâce à un sonomètre. L'intensité de la voix est liée à la pression d'air sous-glottique, et à l'amplitude de l'onde sonore résultante. [...] L'intensité est, avec la fréquence, le principal critère permettant de tester l'audition et de classer les surdités. » [8] L'intensité moyenne de la voix parlée est de 60 dB environ. *Le port d'un implant cochléaire semble améliorer la perception de l'intensité [93]. Dans ce protocole, nous comparerons l'intensité vocale des enfants sourds à celle des enfants entendants.*

- **Timbre** : « Le timbre concerne l'ensemble des caractéristiques particulières propres à chaque voix. Les voix humaines peuvent en effet être classées en fonction des aspects du timbre qui les caractérisent : en fonction de la couleur (selon la position du larynx, les voix sont dites claires : larynx en position haute, ou sombres : larynx en position basse), en fonction du volume (selon la pression sous-glottique utilisée et le volume de la capacité pharyngées, les voix sont dites petites, énormes), en fonction de l'épaisseur (selon les caractéristiques anatomiques du larynx : tonus, longueur, épaisseur des cordes vocales, les voix sont dites lisses : elles sont peu timbrées, ou rugueuses, cordées : bien timbrées)» [8]. Le timbre est donc la sensation auditive du spectre sonore : il dépend de la richesse harmonique du son. Au début de la vie le timbre est pauvre en harmoniques, qui sont le plus souvent aigus. Il gagne peu à peu dans les sons graves avec l'abaissement progressif du larynx. Dans l'enfance, garçons et filles ont une fréquence fondamentale identique : c'est la différence de timbre qui permet de les différencier [103]. *En l'absence de remédiation auditive, le timbre de l'enfant déficient auditif sera souvent altéré [1].*

- **Rythme** : d'après le Petit Robert, « distribution d'une durée en une suite d'intervalles réguliers, rendue sensible par le retour d'un repère et douée d'une fonction et d'un caractère esthétiques ». L'enfant est très sensible aux variations rythmiques [96]. Le rythme permet de segmenter le langage en phrases et propositions cohérentes. Il est l'un des éléments de la prosodie, et est très utilisé dans divers cas de figure en rééducation orthophonique. *Chez les enfants sourds, ce paramètre est souvent décrit comme le mieux préservé [96], et l'un des mieux améliorés par une implantation cochléaire : nous verrons si ce postulat est vérifié dans notre étude.*

Dans notre protocole, nous nous sommes attachées à ces différents paramètres comme critères d'évaluation des productions par deux jurys d'écoute, l'un naïf et l'autre avisé.

D- Prosodie et modulations chez l'enfant

Dès la naissance, l'enfant est sensible à la voix, en effet, l'enfant est déjà familiarisé in-utero avec le mode sonore. L'expérience auditive prénatale explique la sensibilité particulière pour certains stimuli acoustiques entendus dès le stade fœtal [18].

Il est également exposé à différentes musiques et intonations et a donc déjà un vécu sonore à la naissance [97], c'est pourquoi il est déjà sensible à la prosodie et au rythme. Le sens de l'ouïe traite la temporalité d'une façon particulière : « l'alternance silence-bruit permet d'élaborer la notion de rythme et permet aussi la symbolisation de la discontinuité » [47] Cependant sa compréhension est alors indifférenciée : d'après Boysson-Bardies (1999)[7], la discrimination catégorielle des contrastes de la parole se fait avant l'âge de 1 mois [7]. La mise en place de la production de la voix se fait parallèlement à la mise en place des outils perceptifs, et commence au début de la vie.

Le nouveau-né émet déjà des sons. Ce sont tout d'abord des cris et pleurs ou vagissements qui manifestent un besoin, ainsi que des bruits végétatifs qui manifestent les sensations de confort ou d'inconfort [7]. L'enfant produit alors des énoncés suraigus et des craquements vocaux dont la fréquence fondamentale s'élève à 40-50 Hz environ.

On observe que « l'enfant développe sa voix par imitation de celle de l'adulte ». En effet, si le bébé aime explorer tous les possibles que lui offre sa voix, il tend à imiter la prosodie de l'adulte lors des échanges. [86] C'est en effet par la prosodie que le petit enfant exprime la nuance de ses émotions et tout ce que lui suggère le développement de son affectivité bien avant de se servir des mots [94].

Peu à peu, les cris se différencient pour devenir spécifiques à chaque besoin. De plus, vers 2 mois on observe que les vocalisations présentent un allongement final, caractéristique du langage adulte. Cette diversification est en partie due au changement de configuration du larynx qui se fait vers 3 mois : il descend en position cervicale et se coude, ce qui permet au voile de fermer le conduit nasal [7].

.De plus le larynx, la bouche et la langue s'allongent, ce qui permet une plus grande variété de positions articulatoires [7].

La maturation des organes phonatoires se fait jusqu'à l'âge de 5-6 ans, auquel le système phonétique est complet et les mouvements les plus fins peuvent être contrôlés.

Les vocalises apparaissent vers 2-3 mois. « En présence d'un adulte, l'enfant est dans le proto-langage. Ses énoncés respectent la prosodie et comportent des sons stables, proches de ceux de notre langue. » [86].

Le babillage canonique apparaît vers 6-7 mois et dure jusqu'à 10 mois environ et est caractérisé « par la production de syllabes simples de type consonne/voyelle : « ba ba ba ». Quoique des différences existent entre les productions des enfants, on retrouve le plus souvent des occlusives et des nasales [p], [b], [t], [d], [m], des voyelles ouvertes [a] [è]. » [8]

Vocalisations et babillage apparaissent plus tardivement et de façon perturbée chez le bébé sourd qui distingue moins de sons [76]. Nous étudierons les capacités des enfants sourds de notre étude à reproduire le schéma intonatif en les comparant à leurs pairs entendants.

E- Apprentissage du chant chez l'enfant

1) L'acquisition du chant

A la naissance, le bébé entendant a donc déjà un vécu musical [18] Les lallations sont également déjà présentes. De plus l'entourage s'adresse à l'enfant dans un langage dit le « parler-bébé » ou « motherese » dont la caractéristique est d'accentuer les éléments rythmiques et prosodiques, ce qui renforce ses dispositions pour les modulations et la musique [18].

Dès 2-3 mois, l'enfant commence à vocaliser, en spontané et en réponse [7]. L'enfant devient sensible au rythme et à la répétition, tant dans les actes de la vie courante que dans la parole : il apprécie les comptines et chansons [47].

Selon Vaillancourt (2005), la musique a un effet bénéfique sur le développement de l'enfant: elle stimule en effet des zones cérébrales également impliquées dans d'autres tâches : mémorisation, attention, apprentissage du langage et coordination psychomotrice.

Certains réseaux neuronaux impliqués dans la musique sont de plus impliqués dans le traitement du langage : ainsi, le rythme et les règles de l'harmonie solliciteraient des zones de l'hémisphère gauche souvent attribuées au traitement du langage, notamment la syntaxe.

Le modèle de Hargreaves et Galton (1992 in Deliege et Sloboda, 1995) décrit 5 phases dans le développement musical [18] :

- La phase sensori-motrice (0-2 ans) lors de laquelle l'enfant peut reconnaître les contours mélodiques, la structure de la phrase musicale, les variations d'intensité. Il sait répondre au chant sur le plan moteur.
- La phase figurale (2-5 ans) où apparaît la capacité à discriminer différents intervalles. Si les chansons sont reconnaissables et bien articulées, il n'y a pas encore de cohérence tonale. A ce stade les expressions vocales de l'enfant fusionnent chants spontanés et chants connus.
- La phase schématique (5-8 ans) dans laquelle apparaît la pulsation : A 6 ans, l'enfant peut reproduire fidèlement des structures mélodico-rythmiques, en appréhendant plus facilement les tempos rapides que les tempos lents. Dans cette phase apparaît aussi le respect de la tonalité : Les fonctions tonales sont intégrées vers l'âge de 8 ans. La justesse devient également plus précise. (Sarfati, 1997) [63].
- La phase de système de règles (8-15 ans) dans laquelle la justesse se stabilise. C'est au cours de cette phase qu'apparaît la capacité à analyser les éléments musicaux.
- La phase professionnelle (à partir de 15 ans) qui se caractérise par la capacité à créer des morceaux de musique qui peuvent être indépendants des styles conventionnels, et à utiliser la musique comme outil de réflexion.

Dans notre protocole, nous avons choisi d'étudier les productions en voix chantée d'enfants de 4 à 5 ans qui devraient donc se trouver, selon ce modèle, en phase figurale. Nous observerons le développement musical des enfants sourds de notre étude.

Zurcher, dans « le développement musical les 4 temps de la musique » (2010) distingue quatre périodes qui se succèdent pour construire la pensée musicale [72] :

- Le premier temps (0-2 ans) est le temps « de l'accordage restrictif des fonctions de communications de l'organisme à l'environnement d'accueil, puis de son intégration à la

sphère de l'activité, fondant ainsi l'intentionnalité musicale ». Dans ce premier temps, la musique se fonde en faisant de la voix l'un des moyens d'accès à l'autonomie affective.

- Le deuxième temps (2-5 ans) est celui « de la création de formes au travers de l'action vocale conjointe, cela dans le cadre des activités langagières ». C'est au cours de cette étape qu'apparaît la capacité de chanter en groupe : l'activité avec les autres devient donc possible par l'intermédiaire du chant.

- Le troisième temps (5-6 ans) est celui « de l'intégration de la vocalité musicale par la sphère des coordinations de l'action, et par là l'accès aux organisations et régulations motrices ». C'est le temps de la pensée en acte sur laquelle va se construire la base des conduites sociales. Dans cette phase se développent les compétences mélodiques telles que la justesse, le respect de la tonalité etc.

- Le quatrième temps (à partir de 6 ans) est celui « de l'avènement des réglages d'ensemble, concrètement de l'accès au système tonal et aux interactivités musicales. Mais c'est aussi la fin de la musique comme registre de la construction mentale. Dorénavant, réifiée, elle est la musique telle que nous la connaissons comme adultes, un domaine que l'on investit, utilise ou consomme ». A cet âge l'enfant accède au stade de la pensée opératoire selon Piaget. La musique devient alors pour lui ce qu'elle est pour l'adulte : un domaine de la culture auquel chacun prête la dimension qu'il souhaite, de la simple consommation à l'engagement vital.

Les enfants participant à notre étude se situent donc dans le deuxième temps selon Zurcher.

L'environnement de l'enfant, c'est-à-dire la culture humaine, est la matérialisation des multiples activités de la pensée. L'enfant s'approprie cet héritage culturel non seulement par imitation mais aussi grâce à une dynamique d'interaction, ciblée sur des domaines particuliers et selon un ordre donné [72].

De plus, la chanson permettrait à l'enfant de développer son sens du rythme et sa mémoire, mais aussi son langage et la création de réseaux neurologiques qui interviennent dans les autres sphères de son développement (Vaillancourt, 2005)

Entre 3 et 6 ans, la musique est l'un des premiers systèmes de relation au monde. C'est en l'exerçant que l'enfant va construire « les formes concrètes de la relation affective et les prémisses motrices de la relation aux autres » [72].

Dans cette acception, la musique se fonde dans l'interactivité et les interactions sociales.

La notion de musique renvoie à celle d'universalité, mais aussi de communauté et donc d'identité culturelle (Sarrazin).

Les enfants sourds peuvent-ils bénéficier de cet élément de la culture commune ?

Dans notre protocole, nous avons choisi deux comptines enfantines bien connues du patrimoine musical.

2) L'intérêt des comptines pour les enfants

-Qu'est-ce qu'une comptine ?-

« La comptine est un petit texte chanté ou récité par les enfants, qui repose sur des jeux de langage » [8]. Elle se traduit souvent par une « créativité verbale » sous forme de jeux de mots et de rimes et évoque des thèmes propres à l'enfance, dans des situations insolites ou burlesques [81].

De caractère populaire, elle est divisée en couplets souvent séparés d'un refrain.

Les comptines s'inscrivent dans notre patrimoine culturel. La plupart sont très anciennes, ont des auteurs anonymes et présentent des variations selon les pays. Elles se transmettent oralement [81]. En permettant un partage de ce patrimoine avec l'autre, elles favorisent la construction de soi, l'intégration scolaire et sociale [94].

Nous avons vu que la comptine participe activement à l'acquisition du langage.

Elle est le premier plaisir musical ressenti par l'homme. En exposant l'enfant aux comptines, on accompagne la découverte de son environnement et l'apprentissage de la discrimination auditive des sons de son environnement qu'il percevait jusque-là comme un flux continu, « au maniement des sons ». [81]

Les comptines sont faites pour être dites en accentuant chaque syllabe. Le rythme est souvent proche de celui des enfants : lent pour les balancements, modéré pour les marches et rapide pour les courses ou les sauts. [81]

Grâce aux comptines, l'enfant apprend à maîtriser le temps musical (durée, silences, tempo). Il aborde également les notions d'intensité, de hauteur, de timbre, caractéristiques propres à la voix [94].

-Les caractéristiques d'une comptine-

- Le rythme est la base de la comptine et facilite sa mémorisation et son intelligibilité. Il est parfois associé à des gestes [94].
- La comptine est constituée de courtes séquences à caractère narratif [81] dont le lexique et la syntaxe sont accessibles à l'enfant par leur simplicité [94].
- Sa mélodie, très simple, véhicule l'état émotionnel véhiculé par la situation évoquée dans la comptine. De plus les composants prosodiques facilitent la compréhension [94].
- La comptine permet de fixer par la répétition, des rituels et des connaissances de base [81].
- Elle comporte des rimes, assonances et allitérations qui favorisent l'acquisition de la conscience phonologique.

-Le rôle des comptines-

- Affectivité et socialisation : elles permettent aux enfants d'exprimer des émotions. Elles procurent également un sentiment d'appartenance au groupe et favorisent l'intégration au sein des pairs [94].
- Plaisir : le plaisir de chanter ensemble, d'imiter l'adulte ensemble [81].
- Pédagogie : elles permettent d'apprendre à compter, d'intérioriser des concepts (historiques, structuration du temps et de l'espace...), de développer l'imagination, la motricité ; de travailler la mémoire, l'attention [81]. Elles favorisent également la mise en place du langage par l'intégration de notions syntaxiques, et l'amélioration de l'articulation par la répétition rythmée [94]. De plus, grâce aux jeux sur les sons, elles constituent un rôle central dans le développement de la conscience phonologique. [81].
- Psychomotricité : Grâce aux jeux de gestes, elles permettent à l'enfant d'affiner sa coordination gestuelle [94]. Elles favorisent également la construction du schéma corporel [94] et la prise de conscience des canaux multimodaux de la parole : gestuel, verbal, visuel, auditif... [81].
- En pouvant être parlées ou chantées, les comptines développent les possibilités auditives et vocales par la modulation de la voix et des jeux d'articulation.

Un travail autour de l'éducation musicale et vocale peut donc favoriser un développement harmonieux du langage (Vaillancourt, 2005), c'est sans doute pour cette raison que l'apprentissage du chant figure dans les programmes scolaires de maternelle. On peut retenir deux points forts mis en avant par les programmes officiels

- Sa participation à l'élaboration d'une culture commune partagée.
- Sa contribution au développement des compétences transversales et transdisciplinaires.

Ainsi, de par leur rôle ludique et fonctionnel, les comptines contribuent au développement de l'enfant.

Il nous a semblé intéressant d'étudier la manière dont les enfants sourds se les approprient, qu'ils soient implantés cochléaires ou non.

Le développement de la phonation chez l'enfant dépend pour une grande part du perfectionnement de ses fonctions d'analyse, en premier lieu de l'analyse auditive. L'audition de sa propre voix est d'une importance capitale pour l'enfant : c'est le son qu'il entend le plus tôt et le plus souvent.

L'enfant utilise également son oreille pour apprendre les positions articulatoires correctes, en procédant par approximations successives.

On conçoit dès lors facilement les conséquences des pertes auditives non seulement sur le développement de la parole du langage mais également sur celui de la voix.

II) Les surdités

A- Généralités

1) Physiologie de l'oreille

L'oreille est constituée de trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. (Source :

<http://www.bionicear-europe.com/fr/how-does-the-ear-work/comment-fonctionne-audition.html>)



-L'oreille externe-

Elle est formée par le pavillon et le conduit auditif externe. Si sa fonction principale est de protéger l'oreille moyenne, elle a également un rôle d'amplificateur du son [93].

Le pavillon est majoritairement constitué de cartilages [50].

Le conduit auditif externe est fermé au fond par le tympan, qui appartient à l'oreille moyenne [50].

-L'oreille moyenne-

Elle est constituée par le tympan, la caisse du tympan et la mastoïde. [50]

Le tympan est une structure membraneuse.

La caisse du tympan est constituée de plusieurs éléments :

- La chaîne ossiculaire, constituée de trois osselets s'articulant entre eux de façon à transmettre le son : le marteau, l'enclume et l'étrier (Bonfils P., Chevallier J-M, 2005)[5]. Les muscles qui entourent la chaîne ossiculaire se contractent lors de l'arrivée d'un son trop fort, ce qui protège l'oreille interne : c'est le réflexe stapédien.
- La fenêtre ronde ou fenêtre tympanique, et la fenêtre ovale ou fenêtre vestibulaire.
- La trompe d'Eustache qui est un conduit fibro-cartilagineux reliant l'oreille moyenne au rhinopharynx (Bonfils P., Chevallier J-M)[5]. Son rôle est d'équilibrer les pressions d'air de part et d'autre du tympan, permettant ainsi l'aération de la caisse du tympan. [86] Cet équilibre est essentiel à la bonne transmission des vibrations sonores.

La fonction principale de l'oreille moyenne, outre la protection de l'oreille interne, est la transformation de vibrations aériennes arrivant sur le tympan en variation de pression dans les compartiments liquidiens de l'oreille interne. Cette transformation s'accompagne d'une amplification globale du message sonore (Dulguerov P., Remacle M, 2005)[20].

-L'oreille interne-

Elle est constituée du vestibule dans sa partie postérieure et de la cochlée dans sa partie antérieure. (Dulguerov P., Remacle M, 2005)[20]

Cochlée et vestibule constituent le labyrinthe osseux qui est creusé dans le rocher. A l'intérieur du labyrinthe osseux se trouve un labyrinthe membraneux [50].

Le vestibule est la partie responsable de l'équilibre.

La cochlée, ou limaçon, est un conduit osseux enroulé en spirale sur deux tours et demi. Elle est divisée à l'intérieur en deux parties : une rampe vestibulaire supérieure (en regard de la fenêtre ovale) et une rampe tympanique inférieure (en regard de la fenêtre ronde) [86].

La séparation entre les deux rampes se fait par la lame spirale, osseuse, sur laquelle s'insère la membrane basilaire qui contient les cellules ciliées internes et externes sur lesquelles repose la membrana tectoria (Bonfils P., Chevallier J-M, 2005)[20]. Elles traduisent l'information mécanique (onde liquidienne) en informations électriques. Les pôles des cellules ciliées internes ont des prolongements nerveux dont l'ensemble forme le nerf cochléaire. Chaque cellule ciliée interne code pour une fréquence donnée, et on retrouve cette tonotopie au niveau du nerf cochléaire.

L'énergie sonore arrive au niveau de la membrane basilaire, celle-ci vibre en fonction de la fréquence : Elle présente en effet une tonotopie fréquentielle baso-apicale [86]. Etant plus courte à la base et plus longue à l'apex, les fréquences aiguës seront codées à la base et les plus graves à l'apex. La vibration de la membrane basilaire va provoquer la contraction des cellules ciliées externes et l'application de la membrana tectoria sur les cellules ciliées internes qui sont alors stimulées [93].

2) Les types de surdité

Il y a trois types de surdité :

La surdité de transmission : atteinte de l'oreille externe et de l'oreille moyenne.

La surdité de perception : atteinte de la cochlée et du nerf cochléaire.

La surdité centrale : atteinte nerveuse. Nous ne nous y intéresserons pas.

-La surdité de transmission-

Elle concerne l'oreille externe et l'oreille moyenne [86]. La plupart sont curables, la perte auditive est compensée par un aérateur. Il y a généralement peu de séquelles.

La surdité de transmission est le plus fréquemment causée par un dysfonctionnement de l'oreille moyenne mais peut aussi être due à une atteinte de l'oreille externe [93]

-La surdité de perception -

Elle concerne l'oreille interne ou le nerf auditif [86].

Les causes les plus nombreuses d'atteinte génétique de l'oreille interne sont des dysfonctionnements de la cochlée par atteinte de ses structures. L'oreille interne peut être également atteinte par des causes externes.

Les atteintes du nerf auditif peuvent également être acquises ou congénitales.

La prématurité est également un facteur de risque de surdité de perception [93].

La population étudiée dans notre protocole présente une surdité de perception.

-Les surdités mixtes-

Une surdité de perception peut être transitoirement associée à une surdité de transmission, qui va la majorer [93]. C'est par exemple le cas des otites séreuses qui s'ajoutent à une surdité de perception.

3) Les degrés de surdité

On distingue six seuils d'audition: le seuil d'audibilité à 0 dB, le seuil de reconnaissance à 10 dB, le seuil d'intelligibilité à 20 dB, le seuil d'apprentissage de 30 à 40 dB, le seuil de confort de 40 à 60 dB et le seuil d'inconfort de 60 à 90 dB. (Legent F, 2002)[40]

Pour calculer un degré de surdité on fait l'opération suivante :

$(\text{perte à } 500\text{Hz} + \text{perte à } 1000\text{Hz} + \text{perte à } 2000\text{Hz} + \text{perte à } 4000\text{Hz})/4$ [86]

Après un diagnostic de surdité, l'équipe médicale peut proposer aux parents un appareillage pour leur enfant, associé à une prise en charge orthophonique.

Selon l'importance de la perte auditive il sera proposé soit des prothèses auditives, soit un implant cochléaire avec ou non une prothèse contro-latérale, soit une bi-implantation.

-Conséquences de la perte auditive légère sur le développement du langage : seuil d'audition à 20-40 dB (Legent F., 2002)[40]

Un déficient auditif léger a peu d'informations qui lui manquent. Son fonctionnement auditif est normal. Ces patients présentent un retard de parole et de langage léger, un trouble phonologique (en particulier au niveau des consonnes) qui à terme peuvent retentir sur l'apprentissage du langage écrit.(Virole, 2009) [69]

Certains pourront bénéficier d'une rééducation orthophonique, l'appareillage n'est généralement pas nécessaire.

Le déficient auditif léger appareillé peut entendre dans des milieux silencieux et bruyants.

-Conséquences de la perte auditive moyenne sur le développement du langage : seuil d'audition à 40-70 dB (Legent F., 2002) [40]

Un patient déficient auditif moyen a des distorsions compatibles avec la compréhension [86]. Dans le cas d'une surdité moyenne, on relève chez l'enfant un retard de parole et de langage (jargon intonatif, troubles majeurs de la compréhension). (Virole, 2009) [69]

Le patient sourd moyen n'entend pas tout mais sait que le langage existe. La zone centrale de l'audition est stimulée, ce qui entraîne une myélinisation du nerf auditif.

Les équipes médicales proposent généralement pour ces patients un appareillage associé à une rééducation orthophonique.

-Conséquences de la perte auditive sévère sur le développement du langage : seuil d'audition est à 70-90 dB (Legent F., 2002)[40]

L'enfant sourd sévère entend des sons de l'environnement mais n'entend sa propre voix et celle des autres qu'à une très forte intensité [86]. Lors d'une déficience auditive sévère, le langage oral est donc inorganisé ou absent. (Virole, 2009) [69]

Sans appareillage, ce patient a une sous-stimulation importante au niveau central ne permettant pas la mise en place de la boucle audio-phonatoire, ce qui nuit à la conservation des zones centrales dédiées au langage en raison de la plasticité cérébrale.

Un appareillage associé à une rééducation orthophonique est proposé dès le diagnostic.

Même appareillés, ces patients restent malentendants dans les milieux bruyants.

-Conséquences de la perte auditive profonde sur le développement du langage : seuil d'audition au-delà de 90 dB (Legent F., 2002) [40]

Le déficient auditif sévère est stimulé en périphérie, mais ce n'est pas le cas du déficient auditif profond qui n'entend ni les bruits ni les sons de la parole. En l'absence de stimulations, une surdité profonde provoque donc une mutité. (Virole, 2009) [69]

L'appareillage auditif est indispensable associé à une éducation spécialisée précoce.

Quand le gain auditif avec prothèses est limité, une implantation cochléaire unilatérale ou bilatérale sera proposée. En l'absence de remédiation auditive, les zones corticales de l'audition ne sont pas stimulées et finissent par disparaître en raison de la plasticité cérébrale.

Cinq des enfants de notre étude présentent une surdité profonde et sont implantés. Les deux autres enfants sourds présentent une perte auditive moyenne à sévère et sont appareillés.

Quel que soit le degré de surdité, le type d'appareil proposé chez l'enfant est un contour d'oreille, dont le volume dépend de l'importance de la perte auditive. (Legent F., 2002) [40]

Les progrès techniques ont apporté miniaturisation et optimisation du traitement de signal.

4) Méthodes

L'éducation précoce de l'enfant sourd propose une éducation multimodale (orale et mimogestuelle). Différentes aides peuvent être mises en place: le Langage Parlé Complété (LPC), la lecture labiale, le français signé viennent compléter visuellement le message auditif de la parole, favorisant la compréhension du langage oral. Ces aides permettent de consolider la réception et de soulager l'enfant. [16]

Le LPC est un code gestuel et arbitraire qui, associé à la lecture labiale, supplée ses imprécisions et permet à l'enfant de percevoir tous les éléments pertinents de la langue orale et ce, « jusqu'à l'unité linguistique minimale qu'est le phonème. » [66]

Les professionnels utiliseront différentes méthodes selon le projet individuel et linguistique de l'enfant, mais le choix de la communication appartient aux parents.

Quatre des enfants de cette étude bénéficient d'un soutien LPC.

B- Impact du temps de privation sonore sur la voix, la prosodie

Ainsi, nous avons vu qu'il existe différents types de surdité. Selon le degré de surdité, les répercussions sur le langage oral, et en particulier sur la voix, seront différentes.

1) Un babillage atypique

Quelle que soit l'importance de la perte auditive, tous les enfants au cours des premiers mois suivant la naissance, produisent des vocalisations en faisant varier la hauteur, l'intensité, le rythme, le timbre... Ainsi, dès les premiers mois de vie, on retrouve déjà les différents paramètres de la voix. Cependant, chez l'enfant sourd, ces émissions sonores sont en général retardées et différentes qualitativement et quantitativement. (Elles ne signifient pas apparition du babillage canonique.) Alors que pour les enfants entendants, ce dernier apparaît entre trois et dix mois, âge où le babillage diminue au profit de l'articulation des sons du système phonologique de leur environnement [12], il émerge chez les enfants sourds entre onze et vingt-quatre mois. [21] Il est très lié à l'importance de la perte auditive. Plus la déficience est importante, plus le babillage canonique se met en place tardivement. Il peut même ne pas apparaître si la perte auditive est supérieure à 110 dB.

En outre, les productions vocales des bébés sourds, par exemple, sont souvent plus courtes et moins mélodieuses que celle des enfants entendants. (S.VINTER, 1992)[98]

Si au départ, les bébés sourds ont un fondamental comparable à celui des enfants entendants, la voix aura tendance à se dégrader au fil des ans, plutôt qu'à s'améliorer. [22]

A l'âge de six mois, un enfant entendant distingue deux sons éloignés d'un ton. Nous savons également qu'il est particulièrement sensible aux sons aigus. Pour le bébé sourd c'est l'inverse. En effet, la surdité atteint d'abord et avec un plus grand déficit les fréquences aiguës. [12]

Une autre différence que l'on peut relever chez les enfants sourds, par rapport à leurs pairs normo-entendants, est la privation de prosodie, in utero. A la naissance, plus le temps de privation restera important, plus nombreuses seront les répercussions sur le développement de la voix et du langage oral. D'où, l'importance de la précocité du diagnostic et de la

stimulation en voix chantée, dès le plus jeune âge, notamment grâce à un accompagnement parental et à un suivi orthophonique.

Toutefois, il existe des différences interindividuelles importantes concernant l'accès au langage et l'absence de babillage n'entraîne pas forcément absence de langage. [98]

En outre, les bébés sourds ne sont pas dépourvus d'habiletés de communication. Il semble que ceux-ci développent un « système de communication gestuel », en suivant les mêmes étapes que les enfants normo-entendants. [76]

Pourtant, l'absence de réponses vocales peut modifier les interactions qu'ont les parents avec leur enfant, soit en n'apportant pas assez de stimulations, soit en exerçant une pression trop forte. [65]

Or, on connaît l'importance des interactions parents/enfant dans le développement des productions vocales et de l'intonation.

Ainsi, une guidance familiale associée à un appareillage précoce et à une éducation permet à des enfants, même sourds profonds, un développement des échanges et de la communication avec son entourage.

En l'absence de toute remédiation, la privation sensorielle précoce va, par la suite, entraîner de nombreuses répercussions sur la voix et la prosodie de l'enfant sourd, celle-ci constituant « la matrice des futures compétences langagières, pragmatiques et linguistiques, c'est-à-dire des futures compétences à la fois conversationnelles et linguistiques. » (S.VINTER, 1992) [98]

De même la maîtrise de la voix dans l'intelligibilité de la parole est un facteur pertinent. [39]

2) L'absence d'une boucle audio-phonatoire

Le vocabulaire est riche pour parler de la voix. Celle-ci peut être stridente, éraillée, puissante, rauque, chaude, mélodieuse, voilée... Tous ces termes montrent bien que la voix est fondamentale dans la vie de communication. Elle transmet en outre, des informations d'esthétique et d'affectivité nécessaires pour vivre des relations de communication harmonieuses. [39]

Le sourd se remarque d'ailleurs souvent à sa voix. Celle-ci donne des indications sur l'histoire de la surdité.

Un enfant sourd présentant une surdité acquise aura des qualités prosodiques et une émission vocale meilleure que le sourd dont le cerveau n'a jamais reçu d'informations sonores. [12]

En effet, dans le premier cas, les enfants auront déjà mis en place un contrôle audio-phonatoire, qui se met en place chez l'enfant entendant vers sept mois. Ils auront donc déjà entendu leur voix. Alors qu'une surdité congénitale va perturber, voire supprimer cette boucle audio-phonatoire [54], dans laquelle deux voies interviennent :

- La voie auditive, par laquelle le sujet régule sa voix, son articulation et les éléments musicaux de sa parole.
- La voie corporelle, qui permet au sujet de « contrôler, par les sensations proprioceptives et kinesthésiques, les mouvements de ses organes phonateurs et la tension de son corps, afin d'harmoniser l'émission de la parole. » [88]

Ainsi, grâce à cette boucle audio-phonatoire, l'enfant peut rapidement, jouer avec sa voix et développer la prosodie, l'intonation et la mélodie du système phonétique. [2]

En l'absence de ce contrôle audio-phonatoire, la qualité du langage oral de l'enfant sera donc perturbée, si aucune prise en charge n'est mise en œuvre.

Comme nous l'avons vu précédemment, le degré de cette perturbation va dépendre du niveau de surdité : alors qu'une déficience auditive moyenne entraînera un retard de langage, une déficience auditive sévère ou profonde pourra entraîner une absence de développement du langage oral. [54]

Selon la Haute Autorité de Santé (2009), 14% des enfants ayant une surdité légère à moyenne, 21% des enfants ayant une surdité moyenne à sévère et 56% des enfants ayant une surdité profonde, ont des troubles du langage et de la parole.

3) Les caractéristiques de la voix et de la prosodie de l'enfant sourd

L'accès au langage oral et particulièrement la parole, même en cas d'appareillage, n'est donc pas une évidence. Il s'agit d'un phénomène complexe.

Parler nécessite la coordination de quatre systèmes : la respiration, la phonation, la résonance, l'articulation. La parole des enfants sourds est perturbée à ces quatre niveaux.

Ainsi on relève chez ces enfants, une respiration parfois atypique, une phonation lente, saccadée, et une résonance nasale surabondante, un contrôle des articulateurs non maîtrisé.

C'est ce dernier aspect qui affecte sans doute le plus l'intelligibilité. [77]

En effet, « la privation auditive force le jeune enfant à développer son système articulatoire par l'entremise d'informations visuelles qu'il va chercher par la lecture labiale » [77] Or ces informations sont limitées et longues à maîtriser. Même un très bon labiolecteur n'arrive à capter que 30 à 40% du message, du fait du rythme de la parole trop rapide, du nombre important de phonèmes invisibles et de sosies labiaux.

Lorsqu'il y a des déformations, une étude sur l'acquisition de la parole d'enfants sourds (M.E BOUCHARD, 2008) rapporte des difficultés au niveau des voyelles, principalement reliées à une mauvaise position linguale et à une complexité d'acquisition du timbre. Les voyelles sont ainsi peu distinctes. Cependant, avec une rééducation spécifique, les enfants peuvent acquérir les extrémités du triangle vocalique : /i/, /a/, /u/.

Selon cet auteur, les consonnes sont elles aussi affectées par la surdité car elles requièrent une bonne coordination respiratoire. Leur inventaire est plus restreint, on relève des phénomènes de nasalisation et de voisement.

Plus la surdité est sévère, plus ces phénomènes s'accroissent. [77]

De plus, du fait de son manque de feed-back auditif, les productions des enfants sourds se caractérisent par des énoncés de durée réduite, des schémas mélodiques plats et stéréotypés et un répertoire phonique restreint. [66]

A propos du timbre des enfants sourds, B.Amy de la Bretèque indique : « Le timbre de la voix de l'enfant déficient auditif est amputé des fréquences qui ne sont pas perçues : la voix semble être le reflet de l'oreille. » [1]

En outre les accentuations sont mal respectées. La mise en place de l'allongement final, constante du français, n'est pas toujours présente. Le débit est souvent lent, ponctué de cassures, ce qui perturbe le rythme de la parole. La respiration a souvent un rythme irrégulier et n'est pas coordonnée avec les mots de la phrase. Les enfants sourds s'expriment généralement sur l'inspiration qui est donc voisée et souvent composée de bruits parasites. Par ailleurs, on observe souvent un comportement d'effort vocal. [88].

En revanche, en termes de perception, ce sont les traits prosodiques qui possèdent une plus grande valeur informationnelle chez les enfants déficients auditifs. [12]

L'enfant sourd, démuné de son contrôle audio-phonatoire, a donc des troubles de la parole et de la voix sur le plan suprasegmental, entraînant des erreurs segmentales et entravant son intelligibilité.

Ces troubles varient en fonction du degré de surdité et l'âge de survenue de la perte auditive.

[88]

La richesse de leurs interactions est nécessaire afin de ne pas amplifier leur retard de langage. Contrairement à l'enfant normo-entendant qui possède l'essentiel de sa langue à six ans, sans un enseignement explicite de la part de son entourage, l'enfant sourd, lui, n'a pas accès à un apprentissage indirect de la langue, ni aux informations linguistiques complètes. [66]

Sa perception de la langue est altérée en quantité et qualité. [12]

Quant à son expression, elle peut paraître « artificielle » et parfois inintelligible pour des interlocuteurs non familiers.

Dans une troisième partie, nous verrons, que la réhabilitation auditive partielle via l'implant cochléaire, depuis 1993, a modifié les caractéristiques de la voix du sourd et que la communication orale peut leur être accessible.

C- La voix chantée et la musique chez l'enfant sourd

E.DUFOUR, dans « qu'est-ce que la musique ? » [19], définit la musique comme une « succession organisée de sons » possédant une hauteur, une durée et un timbre.

Cet auteur cite J.CHAILLEY et H.CHALLAN (Théorie de la musique, 1949) qui écrivent : « Si la hauteur ne peut pas être déterminée, il n'y a plus son proprement dit, mais bruit. » En outre, ils relatent également qu'il, « il n'y a réellement musique que lorsque les sons sont ordonnées entre eux. »

Aujourd'hui, grâce aux lois sur l'intégration des enfants handicapés (loi février 2005 en faveur de la scolarisation des élèves handicapés, décret 2010 sur l'intégration des enfants handicapés dans les établissements d'accueil des enfants de moins de six ans), les enfants sourds sont accueillis en crèche et halte garderie et peuvent bénéficier d'un bain de langage et d'un bain musical.

Malgré tout, un apprentissage spécifique est nécessaire pour développer leurs capacités musicales et les sensibiliser à la musique.

Dans cette optique, différentes méthodes peuvent être proposées à l'enfant, en rééducation.

En ce qui concerne la perception de la voix chantée, le corps tout entier peut être impliqué.

Les enfants sourds ont en effet, une sensibilité vibratoire qui passe par le corps.

Cette perception vibratoire est appelée « vibro-tactile », par le professeur Guberina, fondateur de la méthode Verbo-Tonale. Cette méthode, apparue en 1955, optimise les restes auditifs, en développant les perceptions auditives et tactiles. La rééducation se fait en effet par l'éducation auditive et non par un travail de position articulaire dans la zone bucco-labiale. [16] Elle a pour objectif d'aider l'enfant à maîtriser la prosodie du message oral. (HAS, 2009)

Elle nécessite l'utilisation d'un matériel spécifique : le SUVAG qui peut faire varier l'intensité, la fréquence et la durée du son. Elle propose également l'utilisation du corps dans sa globalité, amenant à la réalisation phonétique (partant du principe que la macro-motricité du corps favorise la micro-motricité de la parole), ainsi que des comptines, dans le but de varier les productions et de renforcer les éléments suprasegmentaux (prosodie, rythme). Dans cette méthode, la motricité est réellement porteuse de sens.

Les différents paramètres du son sont travaillés, puisque, par les mouvements du corps, on fait intervenir des gestes courts, longs, rapides, souples, saccadés...

Cette méthode privilégie généralement les fréquences graves qui sont celles les moins atteintes en cas de déficience auditive.

C'est donc une méthode qui « met en œuvre la participation corporelle comme médiateur de l'apprentissage de la parole par des activités particulières appelées rythmes phonétiques. » (C.COPPEAUX)[16]

Une autre méthode préconisée dans la rééducation de l'enfant sourd, est la Dynamique Naturelle de la Parole (DNP), mise au point par Madame Dunoyer de Segonzac. C'est une approche globale qui consiste à utiliser tous les moyens à disposition de l'enfant : visuels, auditifs, kinesthésiques, psychomoteur. Le support privilégié est, ici encore, la comptine, qui, à partir de syllabes, de mots ou de phrases, permet de réaliser des « chorégraphies phonétiques ». Par ce biais, les enfants prennent conscience et construisent le rythme de la parole. [25]

Dans notre étude, nous étudierons l'usage que font les enfants des comptines et dans quelle mesure ils peuvent les reproduire.

Même en cas de surdité profonde, l'enfant sourd ne vit pas dans le silence. Des informations prosodiques qui font partie de la « musique de la langue » peuvent lui parvenir, tels que le rythme, et l'intonation, à travers les fréquences graves principalement. [25]

Ainsi, une perturbation au niveau des fréquences graves, si elle n'altère que très peu la perception de la parole, est beaucoup plus gênante pour l'écoute ou la pratique de la musique. [52]

Parmi les informations sonores dont il dispose, les mieux transmises, même en cas de surdité profonde, sont d'abord les sons musicaux, puis la voix chantée, la voix parlée et enfin les bruits, qui sont le plus difficilement perçus.

En effet, entre la voix chantée et parlée, on a deux systèmes acoustiques différents. La voix du chant est un système continu, qui se caractérise au niveau acoustique par une courbe régulière et une richesse en harmoniques, alors que l'impulsion laryngée dans la voix parlée est discontinue et la courbe acoustique irrégulière. [39]

Ainsi, la voix chantée demande moins d'analyse et de mesures effectuées par le cerveau que d'autres structures sonores irrégulières qui, à l'inverse, requièrent beaucoup de mesures pour être identifiées. [12]

De plus, la richesse en harmoniques procure au cerveau une multitude d'informations pour un seul son. Cette complémentarité d'éléments rend l'identification du son plus facile.

Les travaux de I.FONAGY (La vive voix, 1983), repris par A.Carré en 2008 [12] confirment ce constat. Il a en effet observé que le cerveau analyse préférentiellement et avec moins de difficulté un son de la voix chantée puis parlée, le bruit étant le plus difficile à traiter. Pour ce dernier, selon I.FONAGY, le cerveau doit effectuer « 250 fois plus de mesures pour l'analyse du spectre sonore que pour celle d'une voyelle chantée. De la même manière, le cerveau doit effectuer 40 fois plus de mesures pour l'analyse d'une voyelle parlée que pour celle d'une voyelle chantée. »

En outre, alors qu'un sujet normo-entendant perçoit 300 notes dans la parole, un enfant atteint de surdité profonde en perçoit une dizaine, au maximum. [85]

Ainsi, la perception de la musique n'est pas impossible, mais peut être imprécise, voire tronquée.

Sa production, quant à elle, et notamment celle de la voix chantée, est rendue difficile, en raison des nombreuses déviations segmentales et suprasegmentales. [78]

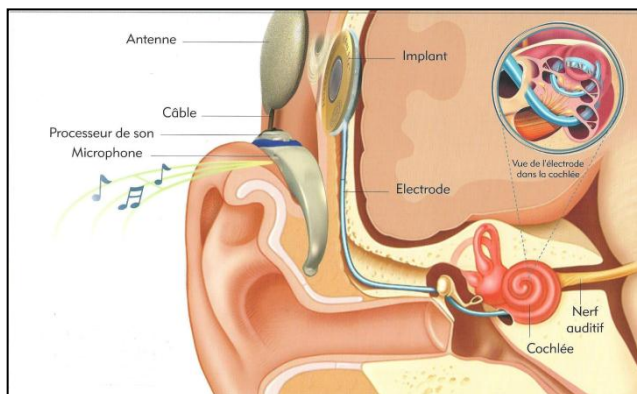
L'appareillage apporte donc une réelle amélioration pour les enfants sourds. Pour les surdités les moins sévères, la perception de l'environnement sonore est possible. Pourtant, de nombreuses informations ne sont pas perçues. L'apport de l'implant cochléaire constitue une réelle avancée dans le domaine de la surdité puisqu'il permet une réhabilitation optimale de l'audition.

III) L'implant cochléaire

A- Qu'est-ce que l'implant ?

L'implant cochléaire est un dispositif électro-acoustique, permettant de rétablir un canal auditif efficace chez des sujets atteints de surdité profonde ou sévère. [34]

Tout implant cochléaire est composé de deux parties :



- Une partie externe, comprenant un microphone, un microprocesseur vocal et une antenne émettrice.

- Une partie interne, comprenant une antenne réceptrice, un stimulateur, des électrodes [79]

(Source : <http://www.bionicear-europe.com/fr/how-implant-works/fonctionnement-de-implant.html>)

A l'inverse de la prothèse auditive, basée uniquement sur l'amplification des sons, l'implant permet de stimuler directement et électriquement le nerf cochléaire par des électrodes implantées chirurgicalement dans la rampe tympanique de la cochlée (jusqu'à 22 électrodes). L'intérêt de cette technique est de remplacer l'organe de Corti défaillant et de restaurer la

« résolution spectrale » [29] ou « tonotopie » [22] qui permet la « discrimination fréquentielle » [29], c'est-à-dire la capacité de différencier les sons selon leur fréquence. C'est une capacité essentielle pour la compréhension de la parole. L'implant est préconisé pour des patients sourds qui ne retirent que peu de bénéfices des prothèses conventionnelles. Il est donc systématiquement précédé d'un essai prothétique. (HAS 2011)

Ainsi, seules 22 électrodes vont remplacer les 3500 cellules ciliées internes absentes ou défaillantes. L'implant permet donc de rétablir une audition efficace mais la perception demeure toujours imprécise, la qualité et la précision des informations sonores s'en trouvent réduites [27].

Dès lors, pour compléter les apports de l'implant, l'utilisation d'informations visuelles (lecture labiale, LPC, français signé...) sera nécessaire pour permettre un bon développement linguistique. [30]

Jusqu'à présent, une bi-implantation pouvait être proposée dans deux cas : une surdité post-méningite ou dans le cas d'un syndrome de Usher. [22] Aujourd'hui, avec les indications de la Haute Autorité de Santé (janvier 2011), la France étend progressivement les indications d'une bi-implantation. Avec ce type d'implantation, les personnes accèdent à la stéréophonie c'est-à-dire à une meilleure audition dans le bruit et une meilleure localisation spatiale.

Grâce à l'activation des électrodes, l'implant cochléaire donne accès à toutes les fréquences et permet à l'enfant d'accéder à la communication orale. Pour cela, la notion de précocité est fondamentale. [30] Dans le cas d'une surdité congénitale, l'idéal est une implantation avant l'âge de deux ans, voire avant l'âge de dix-huit mois, et jusqu'à l'âge de quatre ans puisque c'est la période pendant laquelle se met en place le langage. Au-delà, si l'enfant n'a pas développé une appétence à la communication orale, les résultats resteront généralement limités à la détection de bruits environnementaux [66]. Pendant cette période (appelée « période critique » ou « sensible » du développement du langage, dans la littérature), on constate encore les bienfaits de la plasticité cérébrale [45].

En exposant l'enfant au monde sonore le plus tôt possible, les effets de la privation sensorielle n'ont pas encore un impact trop important sur la constitution des réseaux neuronaux, à la base du développement du langage, et on assiste à une réactivation des voies centrales.

Dans ces conditions, le développement linguistique des enfants sourds peut, progressivement, rejoindre celui des enfants entendants du même âge [30], chez qui le canal auditif est très tôt

stimulé (dès la vie intra-utérine). [85] Certains conservent un retard de langage mais l'implant leur permet de limiter l'accroissement de leur retard. [66]

Le cas est différent pour les enfants présentant une surdité évolutive. L'implantation peut être plus tardive, puisque ces enfants profitent d'une mémoire auditive et qu'ils ont déjà connu un développement neurologique et linguistique. A condition pourtant qu'ils aient bénéficié, au préalable, de l'amplification par prothèses auditives classiques.

Ainsi, tout en tenant compte des différences inter-individuelles entre les enfants (expliquées par l'âge d'implantation, l'audition résiduelle, la précocité de la prise en charge...), personne ne remet en cause les bienfaits de l'implant cochléaire sur le développement de la perception et de la production du langage, même si les bénéfices apparaissent progressivement et nécessitent plusieurs années avant d'atteindre « leur niveau maximal ». [45]

Nous allons à présent regarder quels sont les bénéfices apportés par l'implant et dans quelle mesure ils rendent le chant accessible à l'enfant sourd implanté.

B- Les apports de l'implant dans la découverte du monde sonore

Le monde sonore est une découverte ou une redécouverte, en fonction du type de surdité. Dans le cas d'une surdité acquise (comme la méningite), les enfants bénéficient d'une mémoire auditive. Pour eux, il s'agit donc d'un réapprentissage des informations sonores, grâce à l'implant.

A l'inverse, pour les enfants sourds congénitaux, la mise en place d'un implant cochléaire nécessite un apprentissage, une « éducation » plus qu'une « rééducation » [85].

En effet, même si de nombreux bruits sont perçus par l'enfant, plus ou moins rapidement après l'activation des électrodes (le bruit du vent, de l'ordinateur, la sonnerie du téléphone, le chant des oiseaux...), il ne suffit pas de porter un implant pour entrer dans le monde sonore. Ce dernier est rendu accessible. [25] Mais les nouvelles informations acoustiques qui parviennent à l'enfant ne sont pas porteuses de sens. Un entraînement auditif, appelé « éducation auditive » est nécessaire, pour permettre au sujet implanté cochléaire de prendre

conscience des informations fournies par l'implant, de les décoder, de mettre du sens sur les bruits de l'environnement, de faire des liens et de pouvoir ainsi traiter les sons et la voix. [48]

Un travail préalable sur les bruits est nécessaire car il permet à l'enfant de se créer des représentations mentales qui lui seront utiles pour analyser le flux sonore et faire des liens entre les différentes perceptions. [25]

Plus ce travail perceptif autour des « paysages sonores » [21] sera repris par l'entourage de l'enfant au quotidien, plus il sera efficace puisque c'est en multipliant les situations que les sons vont prendre toute leur valeur.

Ainsi, avec un travail spécifique, les enfants ont accès, grâce à l'implant, à l'alerte, la détection, la discrimination puis l'identification. Ils accèdent également aux différents paramètres vocaux (les éléments suprasegmentaux) qui leur permettront de différencier deux voix différentes : le timbre, l'intensité, le rythme la durée, la hauteur. Parmi tous ces paramètres, le rythme est l'élément musical le plus facilement perceptible par l'enfant sourd. En effet, contrairement aux autres paramètres, le rythme ne passe pas uniquement par des données auditives, mais également par des données visuelles, tactiles, posturo-motrices.

Dès lors, rapidement après l'activation des électrodes, l'enfant peut différencier une voix de femme d'une voix d'homme. [16]

Il va également apprendre à distinguer la voix parlée de la voix chantée ainsi que la prosodie des phrases (les intonations affirmative, interrogative et exclamative. [86].

C'est un apprentissage plus ou moins long, répétitif, progressif, qui permet, à terme, la perception et la compréhension du monde sonore environnant et de ses différentes composantes (bruit, parole, voix, musique), l'accès au lexique ainsi que la compréhension du langage, par la voie auditive, et non plus seulement qu'à travers leur vibration. [16]

A partir du moment où il entend, l'enfant est peu à peu considéré comme un locuteur potentiel par son entourage qui interagit alors avec lui de façon naturelle et spontanée, avec des énoncés plus riches. Il bénéficie d'un bain de langage qui lui permet de s'imprégner de la langue et d'entrer dans la communication. [16] C'est une période, pour lui, « d'imprégnation sensorielle » [30].

Pendant cette période, deux approches pourront être proposées à l'enfant pour l'aider au mieux à s'approprier son implant : une approche didactique (avec l'orthophoniste qui proposera un apprentissage dirigé) et une approche naturelle (avec l'entourage du patient, qui se fera au quotidien, en attirant l'attention de l'enfant sur les bruits entendus au cours de la journée) [86] Cette double approche permet à l'enfant de généraliser les acquis de la rééducation à la vie quotidienne. Cependant, pour que la réussite soit optimale, la perception seule ne suffit pas. L'enfant est actif de sa réussite. Il doit s'intéresser aux nouveaux sons qui lui parviennent et y mettre du sens. [93]

C- Les apports de l'implant dans la perception

1) La perception de la voix parlée

Si l'implant constitue un véritable apport dans la découverte du monde sonore, l'enfant sourd implanté ne devient pas entendant pour autant. L'implant peut faire oublier la surdité de l'enfant, ce dernier donnant l'impression d'être à l'aise dans la communication orale. Or, s'il présente une certaine aisance, il reste un malentendant. Il n'entend pas tout, doit palier toutes les confusions auditives, doit fournir des efforts pour décoder et analyser les informations auditives qui lui parviennent, la perception est diminuée dans le bruit, lorsqu'une trop grande distance le sépare de la source sonore ou face à un interlocuteur qui articule mal. [21] En outre, ses habiletés auditives dépendent d'un appareil (changement de piles, recharge de batterie, fragilité...) dont la présence rend l'enfant différent aux yeux de son entourage et aux siens. [32] Mais on observe des améliorations majeures et rapides, en réception d'abord puis en production ; la perception étant toujours antérieure, même chez un enfant entendant, à la production.

« La perception est un processus actif de construction de sens où le sujet va aller chercher dans le réel physique externe des éléments auquel il va lui-même donner forme. C'est une construction subjective. » [28]

De nombreuses études rendent compte du développement de la perception chez l'enfant sourd implanté.

Elles relèvent toujours un écart entre le niveau de perception des enfants sourds implantés et celui des enfants normo-entendants. Mais plus l'enfant est implanté tôt, plus le gain pour lui est optimal et moins cette différence est importante. [74]

L'audition résiduelle constitue un autre facteur prédictif d'une bonne évolution du langage de l'enfant sourd implanté. En effet, grâce au port préalable d'un appareillage classique, l'enfant aura déjà pu développer une « organisation de sa perception auditive », sur laquelle il pourra s'appuyer. [30]

Cependant, la perception auditive avec l'implant est différente de celle obtenue avec l'appareillage traditionnel : les fréquences aiguës sont beaucoup mieux perçues. A l'inverse, les fréquences graves sont moins mises en valeur et les informations temporelles ne sont pas toujours parfaitement transmises. [10]

De nombreux chercheurs ont mis en évidence les bénéfices de l'implant par rapport par rapport à la prothèse conventionnelle.

Parmi eux, Geers and Moog (1994) et plus récemment Blamey et Al (2001) ont conclu que grâce à l'implant, les enfants sourds profonds traitent l'information comme des enfants ayant un déficit auditif moindre et porteurs d'un appareil classique. [66]

Les progrès se font généralement rapidement. Après quelques mois seulement de port de l'implant, l'enfant est capable de reconnaître des caractéristiques segmentales et suprasegmentales de la parole (détection de phonèmes, rythmes, durée, intensité), ces dernières étant plus facilement perceptives. [57]

Une étude réalisée par Jésus Sanchez et al (2006), sur le développement perceptif des enfants implantés avant trois ans, entre trois et quatre ans et après quatre ans, met en évidence pour ces trois groupes d'enfants une rapide acquisition de l'intensité du son, de la fréquence et de la durée : cette dernière serait parfaitement acquise à 24 mois.

Pourtant, le champ fréquentiel couvert par l'implant reste malgré tout plus restreint : il se situe « entre 200 et 7500 Hz pour des seuils de perception entre 25 dB et 40 dB » [77], alors que les capacités pour l'oreille normale s'étendent de 20 à 20000 Hz pour des seuils de perception entre 0 et 120 dB.

En outre, encore de nombreux indices phonologiques ne sont pas transmis correctement au système auditif (catégorisation, lieu et mode d'articulation). L'enfant implanté est donc

confronté à des ambiguïtés phonétiques et ne peut se constituer spontanément un système phonologique complet, comme le fait l'enfant entendant. [25] Ainsi, au-delà d'une éducation auditive, vibratoire et rythmique, une éducation de la perception multimodale de la parole est nécessaire afin de pallier les imperfections du canal auditif et de permettre une construction de représentations phonétiques plus précises. [60]

Des études concernant la perception multimodale de la parole ont montré que les enfants implantés cochléaires bénéficiant d'une information audiovisuelle étaient plus performants que ceux ne bénéficiant que d'une information auditive. (Tyler and Co, 1992). Ces mêmes études démontrent également que leurs capacités de lecture labiale s'améliorent avec le temps. [66]

-La perception des sons de la parole-

Natalie Loundon, dans une étude réalisée sur les résultats perceptifs de cent enfants sourds profonds congénitaux implantés avant 4 ans (2009), révèle pour 55% d'entre eux, des scores en reconnaissance de voyelles de 53,3% après 12 mois de port et de 94% après 24 mois de port. Pour les consonnes, une évolution rapide quoique moindre est relevée : 35,5% de reconnaissance des consonnes après 12 mois de port, et 78,8% après 24 mois.

Pour la deuxième moitié des enfants, les scores sont plus faibles mais présentent une évolution similaire à ce premier groupe.

Il ressort de cette étude que les sons vocaliques sont largement mieux perçus que les sons consonantiques. [81] Au sein des vocaliques, la perception des voyelles nasales (/an/, /on/, /in/), du fait de leur degré de complexité important, reste longtemps difficile. [22]

La perception catégorielle :

La perception catégorielle est essentielle pour l'accès au langage oral et écrit. Elle se développe très tôt chez l'enfant entendant. [51] Selon B. Boysson Bardies, elle serait en place dès la naissance. Elle permet à l'enfant de discriminer des sons, des phonèmes, segmenter les mots, reconnaître les sons propres à sa langue maternelle.

Ces enfants présentent également des difficultés de discrimination de paires minimales. [51] Chez les enfants implantés, plus l'expérience auditive est longue, meilleure est cette perception catégorielle. Même si on note un décalage dans le temps, la progression est

semblable à celle des enfants normo-entendants en ce qui concerne le trait de voisement. En revanche, les résultats sont plus mitigés concernant le lieu d'articulation. Les enfants implantés semblent avoir plus de difficultés pour la maîtrise de ce trait. (M.T Le Normand, 2010) [51]

Cette perception des phonèmes évolue avec l'histoire de la surdité, le diagnostic et l'âge à l'implantation.

Egalement, l'implant donne accès à la stéréophonie, de manière différente, selon que l'implantation soit uni ou bilatérale.

Dans le bruit, il semble n'y a aucune différence entre ces deux types d'implantation. En revanche, dans les autres situations, l'implant bilatéral donne de meilleures performances et permet au sujet d'accéder à une meilleure latéralisation, même si elle n'est pas aussi précise que celle des enfants entendants. Cette audition spatiale est meilleure chez des bi-implants simultanés que chez les bi-implants séquentiels. L'implant unilatéral permet une excellente reconnaissance de la parole, mais la latéralisation, elle, reste difficile.

Concernant la localisation du son, les enfants atteints d'une surdité post-linguale présentent de meilleures performances. [56]

-La perception des mots-

Les années qui suivent la pose d'un implant cochléaire sont marquées par une nette amélioration du vocabulaire en réception. La progression est lente mais régulière et durable, à condition que l'implant soit porté régulièrement et que l'enfant bénéficie d'une prise en charge adaptée. [74]

Deux phénomènes rendent l'identification des mots plus facile : la fréquence d'utilisation de ces mots et la familiarisation de l'enfant avec les locuteurs. [21]

Toutes les études réalisées sur le sujet rendent compte d'une amélioration significative de la perception des mots.

Parmi elles, celle de N.Loundon (2009). Dans l'étude précédemment citée, elle a observé que pour 55% d'entre eux, la reconnaissance de mots en liste fermée (LF) était de 76,3% après 12 mois de port, et de 100% après 60 mois de port. En reconnaissance de mots en liste ouverte (LO), qui représente le stade se rapprochant le plus de l'enfant entendant, les scores sont de 42,1% après 12 mois de port, et de 90% après 60 de port.

La seconde moitié des enfants présente des scores inférieurs tout en étant évolutifs. Selon cette étude, et celles qui l'ont précédée, les progrès sont ainsi plus visibles après la première année d'implantation, mais ils continuent plusieurs années après la pose de l'implant.

-La perception des phrases-

La perception s'améliore donc suite à la pose d'un implant cochléaire. Cette amélioration est linéaire pour les phonèmes, pour les mots et pour les phrases. Cependant, si elle est plus rapide pour les mots que pour les phonèmes, elle l'est encore plus pour les phrases, puisque l'enfant peut mettre en œuvre la suppléance mentale. [74]

En revanche, la représentation des phrases est bien plus complexe que celle des mots. [21]

En effet, comprendre une phrase nécessite de prendre en considération des informations phonologiques, lexicales, syntaxiques et contextuelles. Or l'implant ne transmet pas tous les détails du signal acoustique et les représentations phonologiques peuvent s'en trouver affectées.

Les mots-fonction sont les plus difficiles à percevoir car ils sont « généralement courts et non accentués ». [45]

Cependant, avec une rééducation adaptée et soutenue, l'enfant peut accéder à un bon niveau de compréhension, sans l'aide de la lecture labiale, les scores de perception augmentant avec la durée de port de l'implant. [57]

Ainsi, malgré un décalage temporel, les capacités de perception de la parole de l'enfant sourd implanté se développent en suivant les étapes du développement du langage de l'enfant normo-entendant. [73]

2) La perception de la voix chantée et modulée

Dans l'année qui suit la pose de l'implant cochléaire, on a observé que le traitement des informations sonores langagières impliquait de préférence l'hémisphère droit, alors que c'est habituellement l'hémisphère gauche qui est sollicité pour cette tâche. Cette constatation peut

s'expliquer par le fait que dans les mois qui suivent la pose de l'implant, le cerveau décode d'abord les informations musicales du son : la hauteur, l'intensité, le rythme, le timbre, exactement comme chez le bébé. Puis au fur et à mesure que le cerveau met du sens sur les informations sonores reçues, l'hémisphère gauche prend le relai pour le décodage de la parole.

[12]

Grâce à l'implant, un nouveau domaine s'ouvre pour l'enfant : la voix chantée et la musique. En effet, celles-ci couvrent un champ auditif plus large que celui de la parole. De ce fait, en ayant accès aux aigus, en percevant et en reconnaissant toutes les fréquences, il peut découvrir la musique, et plus particulièrement le chant, par les mélodies et non plus uniquement par les vibrations et les fréquences graves. [16] Cette entrée dans le monde de la musique est un élément très important de la vie émotionnelle et sociale de ces enfants. [24]

Néanmoins, très peu d'études sur les enfants sourds se sont penchées sur la perception de la voix chantée chez les enfants implantés cochléaires. Nous savons pourtant que ces enfants ont accès aux différentes intonations, et par conséquent au sens, les deux étant étroitement liés.

[25]

Selon Rivière et Orreteguy (2008), l'intensité et le rythme seraient même « les paramètres les mieux retransmis par l'implant ». [93] Deux paramètres auxquels les enfants n'avaient pas accès jusque-là et qui subissaient d'importantes « distorsions d'ordre temporel lors de la perception des stimuli auditifs ». [85]

En revanche, les études sont plus nombreuses à traiter du lien entre implant cochléaire et musique. L'une d'elle (Menin-Sicard A. et Seguelas-Perez L, 1993), a testé la perception, chez les enfants implantés cochléaires, de la gamme musicale jouée au piano. Il en ressort que les patients ont globalement une sensation de hauteur de son croissante. En revanche, certains ne peuvent pas faire la différence entre deux notes de la gamme. [81]

Nous verrons si ce phénomène se retrouve chez les enfants de notre étude.

Une autre étude de L.XU et al en 2009 a également relevé chez les enfants implantés une perception musicale pauvre, notamment au niveau de la hauteur. Les auteurs relèvent également des difficultés dans l'intonation. [71]

Jong Ho Won et al (2010) [70] ont, quant à eux, révélé dans leurs travaux de bonnes performances de rythme mais des performances de mélodie et de timbre plus faibles que chez les enfants normo-entendants.

Il faut savoir que la sensation globale de hauteur de son est liée au degré d'insertions des électrodes. Ainsi, plus le nombre d'électrodes actives est important, plus la discrimination auditive est fine.

Il semblerait également que les morceaux de musique les mieux perçus sont ceux comportant une partie vocale très distincte de l'accompagnement avec un rythme très marqué. [81]

D'une manière générale, les enfants sourds implantés présentent des capacités perceptives de la musique inférieures à celles des enfants normo-entendants. Néanmoins ils ont accès à des informations prosodiques, inaccessibles avant la pose de l'implant.

On définit la prosodie comme l'ensemble des faits suprasegmentaux. Elle se détermine par deux aspects : les paramètres acoustiques (hauteur, durée, intensité) et perceptifs (mélodie, rythme, intonation). [37]

Ces traits suprasegmentaux ont plusieurs fonctions : distinctive, démarcative et significative. [48]

Distinctive, sur le plan phonologique.

Démarcative, sur le plan des délimitations à l'intérieur de la chaîne parlée.

Significative, sur le plan de la fonction expressive du langage.

La perception est donc la première étape de l'accès au langage, chez l'enfant sourd implanté, comme chez l'enfant normo-entendant. L'enfant imite et reproduit ce qu'il entend avant même d'en comprendre la signification. Même chez l'enfant entendant, l'élaboration d'une bonne perception demande beaucoup de temps, mais elle est indispensable pour accéder à la production et permettre à l'enfant de fixer les représentations phonologiques, qui s'amélioreront au fur et à mesure de l'utilisation de l'implant et se stabiliseront avec l'expérience auditive. [85]

En développant progressivement une perception auditive moins coûteuse cognitivement, l'enfant implanté va pouvoir progressivement rentrer dans l'oralisation.

D- Les apports de l'implant dans la production

1) La production de la voix parlée

-Les caractéristiques de la voix-

Il existe une forte corrélation entre perception et production de la parole. Dans la mesure où la perception auditive s'améliore, on observe des répercussions sur la production du langage oral.

Les possibilités perceptives apparaissent bien avant que des modifications mesurables soient relevées sur le versant production mais la parole et le langage se mettent en place plus rapidement et avec moins d'efforts. [60]

Ainsi, rapidement après l'implantation, les parents des jeunes enfants sourds notent que leurs bébés babillent, produisent de la voix.

Cette voix va se développer lors d'échanges relationnels. C'est au cours de l'interaction sonore, que l'enfant va découvrir et utiliser sa voix. [21]

Même si les paramètres de la voix restent perturbés, les bénéfices de l'implant sont bien connus. La plupart des enfants implantés produisent une parole de qualité. Leur voix est contrôlée et plus ou moins intelligible selon les enfants, grâce à un abaissement de la fréquence moyenne du fondamental et une augmentation de la présence des harmoniques. [76]

Ainsi, l'implant permet un contrôle du niveau sonore. Plus l'implantation est précoce (avant l'âge de trois ans), plus l'amélioration du contrôle de leur voix est rapide. [31]

Toutes les études ont démontré que l'intelligibilité de la parole croît avec le temps, avec une grande variabilité interindividuelle.

L'étude de Bakhshae M. et al (2007) [3] révèle ainsi les chiffres suivants :

Lors de la première année post-implant, on peut reconnaître certains mots mais la parole reste peu intelligible (catégorie 2 sur l'échelle de Nottingham).

Après deux ans d'implantation, leur parole est intelligible pour un auditeur concentré (catégorie 3).

Après quatre à cinq ans d'implantation, 71,5 à 78% des enfants sont intelligibles pour tout le monde (catégorie 5). [3]

L'amélioration est donc très rapide les trois premières années, puis plus modérée, tout en continuant à progresser.

Toutefois, dans certains cas, la parole spontanée, peut même après cinq ans d'implantation, rester marquée par des paramètres acoustiques altérés (la prosodie par exemple). [73]

Quelles sont ces altérations ?

Selon Marie-Thérèse Le Normand (2009), ces altérations prosodiques se retrouvent tant au niveau phonétique que morphophonologique. Elle rejoint ainsi nombre d'études qui relèvent systématiquement une différence entre les enfants normo-entendants et les enfants sourds implantés cochléaire, sur ce plan là.

Les recherches de M.T. Le Normand mettent essentiellement en évidence des séquelles sur le plan mélodique, persistantes huit ans post-implant. Mais le rythme de la parole est également perturbé. On peut relever des perturbations sur l'axe phonétique (allongement de syllabes), lexical (mauvaise accentuation des mots) et syntaxique (allongement des phrases dû à des frontières prosodiques et syntaxiques mal placées).

L'auteur relie ces difficultés à des facteurs neuro-développementaux (retard dans la maturation corticale des aires auditives) ainsi qu'à des facteurs environnementaux.

Il est cependant à noter que plus les enfants sont implantés jeunes, moins ces perturbations sont importantes : le développement du « système mélodico-rythmique » est plus rapide à se mettre en place.

La privation minimale de stimuli auditif aide l'enfant sourd à garder une voix naturellement bien placée, semblable à celle des entendants ; ce qui favorise son intelligibilité et son insertion sociale. [48]

Au-delà d'un certain âge, si la réhabilitation auditive est trop tardive, la parole ne pourra pas significativement s'améliorer. [54]

Même s'il existe des différences interindividuelles, le développement de la parole suit les mêmes étapes, en décalé, que celui des enfants normo-entendants, qui prend environ trois ans : les enfants sourds produisent, dans un premier temps, des vocalisations. Puis ils

développent un babillage canonique (avec duplication de syllabes). Enfin, ils émettent leurs premiers mots. [22] (A.Dumont)

Les études de D.Allum (1994), rapportées par A.Dumont (1997) confirment ces faits.

En outre, après les premières stimulations électriques, les courbes de tonalité ainsi que la fréquence fondamentale tendent à se rapprocher de la normale, le nombre de confusions diminue et les variations d'intensités se réduisent. (D.Allum, 1994).

-La production des sons de la parole-

Après l'implantation, on constate l'émergence rapide de la production des voyelles, grâce à l'apport des fréquences aiguës. [85] Sur le modèle des enfants entendants, les enfants implantés maîtrisent d'abord les voyelles centrales, puis antérieures et enfin postérieures. Les voyelles nasales sont elles, plus longues à acquérir.

La production des consonnes est plus tardive. Elle apparaît une fois les voyelles maîtrisées. En effet, elle requiert des gestes articulatoires plus complexes que les voyelles. Toujours sur le modèle des enfants tout-venant, ils produisent en premier lieu les occlusives sourdes (/p, t, k/) puis sonores (/b,d,g/), les nasales (/m, n/), les fricatives (/f, v, s, z, ch, j/), et enfin les liquides (/l, r/). [45]

Chez certains enfants, les productions phonétiques peuvent rester instables longtemps.

La production des phonèmes reste malgré tout plus difficile pour ces enfants, par rapport aux enfants entendants (étude réalisée dans le cadre d'un mémoire d'orthophonie, 2011, Montpellier) : en ce qui concerne les voyelles, on note 96,5% de réussite pour les enfants normo-entendants (ENE), 90% pour les enfants sourds implantés précocement (EICP) et 89% pour les enfants implantés tardivement (EICT). Les consonnes, sont quant à elles réussies à 96% pour les ENE, 92,5% pour les EICP et 84% pour les EICT.

Une autre étude réalisée par T.BRIAC révèle des résultats divergents à cette précédente analyse. Ainsi, après avoir étudié la production des voyelles /a/, /i/ et /u/, il en a conclu que la fréquence et l'amplitude de ces phonèmes étaient bien maîtrisés par les enfants sourds implantés depuis plus de 3 ans, et que leur triangle vocalique était similaire à celui des enfants normo-entendants.

Les modifications observées dans les productions des enfants, après les premières stimulations électriques révèlent la mise en place d'un feed-back auditif efficace et indiquent

que l'implant « code l'information acoustique d'une façon pertinente pour l'acquisition de la parole. » (A.Dumont) [21]

-La production des mots-

Même si l'explosion du langage est moins marquée que chez les enfants entendants, on note, après l'implantation, une amélioration en production de la parole. [76]

Après l'activation des électrodes, les enfants sourds implantés vont avoir accès aux productions syllabiques. [21] L'occurrence varie selon les enfants.

En même temps que leurs représentations phonologiques, leur lexique interne s'accroît.

Chez les enfants normo-entendants, le nombre de mots différents produits est très rapide : accroissement important du lexique jusqu'à trois, puis stabilisation entre trois et quatre ans. Chez les enfants implantés, l'évolution du nombre de mots produits est plus lente mais elle « augmente significativement entre 12 et 24 mois et surtout entre 24 et 36 mois après l'implantation pour se stabiliser à 48 mois après l'implantation. » (M.T. Le Normand, 2007) Ces résultats corroborent ceux de N.Cochard and co, en 2004.

L'étude précédemment citée de M.T. Le Normand montre que le retard du lexique chez les enfants implantés, « porte davantage sur la production de la morphologie grammaticale que sur celle de la morphologie lexicale. »

-La production des phrases-

Après la pose de l'implant, le nombre d'éléments syntaxique utilisés par les enfants, augmente, même si un retard important persiste. [93]

Comme les enfants normo-entendants, les enfants implantés maîtrisent la catégorie des noms avant celle des verbes et des mots fonctions. [76] En effet, ces marqueurs grammaticaux sont « rapides, peu accentués et courts » (M.T. Le Normand, 2007), et sont donc plus difficilement perceptibles et donc reproductibles.

Selon N.Loudon (2004), lors d'une implantation précoce, avant l'âge de deux ans, l'enfant doit être capable, en 24 mois, de produire des juxtapositions de mots et des structures syntaxiques simples. [46]

La boucle audio-phonatoire de ses productions lui permet de les comparer à celle d'autrui et de les améliorer. Peu à peu, en répétant les situations de communication et grâce à une prise en charge adaptée et à son entourage, l'enfant structure son langage. [16]

Dans une étude qu'elle a dirigée en 2006, à partir d'enfants implantés à l'Hôpital Trousseau (moyenne d'âge 4,4 ans) il en ressort que 42% des enfants ont une évolution linguistique de très bonne qualité, 37% une évolution intermédiaire et 21% présentent des troubles linguistiques spécifiques.

Ainsi, il apparaît que l'implant influence positivement le développement linguistique, les performances des enfants sourds implantés se rapprochant de celles des enfants normo-entendants. Cela est d'autant plus vrai que l'implant est posé précocement.

2) La production de la voix chantée et modulée

Alors que beaucoup d'études sont réalisées sur l'implant cochléaire chez l'enfant sourd, peu traitent de la production de la voix chantée chez ces mêmes enfants, en dépit de l'importance du sujet et de l'enjeu que le chant représente : enjeu social et personnel.

Chris Rocca, orthophoniste à Nottingham, a travaillé sur ce sujet. Selon elle, la musique, en permettant un développement du langage, de la voix et de la prosodie, est essentielle pour les enfants entendants, appareillés ou implantés.

Nous avons donc cherché à savoir si, grâce à l'implant, l'enfant pouvait produire de la voix chantée, en nous attachant plus particulièrement à la prosodie, la dimension musicale de la voix humaine, (Marie Thérèse le Normand, 2010), aux aspects suprasegmentaux de la langue (rythme, intonation, mélodie).

Ces derniers n'ont aucun rôle lexical, mais ils permettent un discours plus fluide, moins monotone favorisant ainsi le lien entre les interlocuteurs. [21] Ces différents éléments acoustiques, favorisent, en outre, la construction du sens.

-La mélodie-

Rapidement après l'activation des électrodes, la voix des enfants sourds change en dynamique avec un ajustement de l'intensité vocale. Grâce à ses nouvelles perceptions auditives, l'enfant

découvre et joue avec sa voix, et peut produire des modulations de hauteur, d'intensité, d'amplitude. [85] On note par ailleurs des modifications de la fréquence du fondamental usuel moyen.

Certes les paramètres prosodiques chez l'enfant implanté se développent plus lentement que chez l'enfant normo-entendant, puisque la qualité fréquentielle et temporelle du son transmis par l'implant est différente de l'audition naturelle. Pourtant, grâce à l'implant, le sujet arrive à contrôler ses productions sonores et à en maîtriser leurs variations mélodiques et temporelles. [74]

-L'intonation-

Différentes études ont démontré que l'intonation se développait tôt dans le développement de l'enfant. En effet, les enfants acquièrent l'intonation bien avant le début du discours significatif. Selon D.SNOW [64], les vocalisations, de par leurs différents modèles mélodiques, constituent le début de l'intonation.

Les enfants implantés ont, pour la plupart, déjà une première expérience auditive de l'intonation via leur appareille auditif antérieur. Mais elle reste parcellaire et ce n'est pas suffisant pour supporter l'acquisition du langage oral. Après l'implantation, le développement de l'intonation est similaire à celui d'un enfant normo-entendant, mais reste significativement plus faible tant en perception qu'en production. [59] Deux facteurs rentrent en compte pour un développement optimal : l'âge à l'implantation et la durée de port de l'implant. Une étude de D.SNOW et D.ERTMER (2010) démontre que les enfants implantés plus tardivement ont un développement de la production de l'intonation plus tardif. [64]

Une autre de leurs études sur le développement pré-linguistique de l'intonation (2006) démontre que la maîtrise de l'intonation ne dépend pas seulement de l'expérience auditive. Elle dépendrait également du « développement cognitif, moteur, affectif, pragmatique et des compétences de communication. » [64]

-Le rythme-

Le rythme, comme on l'a vu précédemment, est probablement l'aspect le mieux préservé. C'est ce qu'ont observé L.XU et son équipe dans une étude sur la voix chantée de 2009 [71] : ils n'ont pas observé de différence significative au niveau du rythme entre les deux populations (entendante et sourde implantée).

NAKATA et al (2006) ont, eux, mis en évidence que les enfants implantés étaient capables de chanter des chansons familières de mémoires, bien que leurs patterns vocaux ne soient pas exacts. S'ils relèvent le plus souvent des déviations dans les intervalles de ton, ils notent cependant un rythme fidèle. [71]

Avec l'implant, l'enfant traiterait plus facilement les informations prosodiques que phonémiques. Il permettrait donc d'accéder plus facilement aux éléments suprasegmentaux que segmentaux de la langue. Plus il est porté tôt et régulièrement, plus l'enfant est à même de reproduire le rythme, l'intonation, la prosodie et les accents. Les enfants implantés après l'âge de 2 ans et demi accèderaient plus difficilement à l'organisation rythmique de la parole.

Dans notre étude, nous nous attacherons seulement aux éléments suprasegmentaux, et nous verrons si les éléments rapportés ci-dessus se retrouvent dans nos résultats.

Ainsi, la musique, et la voix chantée en particulier, permet une meilleure maîtrise de la voix et de la prosodie. Elle est également essentielle pour le développement du langage puisque différentes composantes de la voix parlée se retrouvent dans la voix chantée : le lexique, la syntaxe... Plus globalement, elle est essentielle pour la socialisation de l'enfant.

La voix chantée représente donc une activité très enrichissante pour le développement global de l'enfant en général, et de l'enfant sourd en particulier. Dans cette optique, il nous a semblé pertinent d'analyser la production de la voix chantée de ces enfants sourds.

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

Dans notre précédente partie, nous avons tenté de faire le point sur les données actuelles concernant la surdité et l'implant cochléaire, en les mettant en parallèle avec le développement de l'enfant normo-entendant.

Nous avons pu constater, que si l'acquisition du langage représente un défi et un enjeu majeur pour les enfants sourds, elle est cependant possible grâce à un appareillage adapté et plus particulièrement à l'implant cochléaire qui permet à des enfants même sourds profonds d'avoir accès à une communication orale.

Les études portant sur la surdité abondent en ce sens. Mais peu d'entre elles se sont penchées sur un autre élément, pourtant essentiel pour le développement de l'enfant : la voix chantée.

La présente recherche a donc pour objectif d'analyser les capacités productives de ces enfants en voix chantée.

Il s'agit d'une étude de cas de sept enfants sourds de 4 à 5 ans que nous avons enregistrés sur deux chansons enfantines.

Dans ce travail nous ne nous attarderons pas sur l'articulation mais nous nous intéresserons davantage à la prosodie, c'est-à-dire au rythme et à la mélodie, à travers l'analyse du schéma intonatif et de l'enveloppe rythmique de ces sept enfants.

Cette étude aura pour but d'apporter des éléments de réponse à notre problématique générale : puisque les enfants implantés peuvent reproduire la prosodie de la parole, peuvent-ils chanter ?

Partant de ce questionnement, notre mémoire s'est appuyé sur différentes hypothèses :

- 1) Avec un implant cochléaire et une éducation auditive précoce, les enfants sourds peuvent chanter...
- 2) ... mais on retrouve des caractéristiques vocales propres à la surdité.
- 3) Pour notre groupe d'enfants sourds, le rythme est mieux préservé que la mélodie, comme le relate la littérature.
- 4) La mémoire auditive est bénéfique dans l'apprentissage du chant.

PARTIE PRATIQUE

I) Population

A- La population contrôle

Elle est constituée de soixante-trois enfants normo-entendants de moyenne (34 enfants) et de grande section (29 enfants) de maternelle, issus de deux écoles différentes dans le 93 et le 75. Nous ne connaissons pas la langue maternelle de ces enfants. Cependant, tous sont scolarisés depuis l'âge de trois ans et ne présentent pas de troubles associés.

Ces enfants ont pu être réunis grâce à la collaboration de leurs institutrices.

Les enregistrements ont eu lieu au sein des écoles sur la base du volontariat.

B- Population étudiée

La population de l'étude est constituée de cinq enfants sourds implantés cochléaires et deux enfants sourds appareillés. Six sont de parents entendants et un de parents sourds. Nous avons ainsi enregistré sept enfants dont cinq filles et deux garçons.

Le recrutement s'est effectué à partir d'enfants suivis en ORL à l'Hôpital Armand TROUSSEAU, à Paris, au sein de l'unité d'implantation cochléaire pédiatrique, grâce à la collaboration de leur orthophoniste. Toutes les familles ont donné leur accord.

Nos sept sujets répondent à plusieurs critères :

- Ils ont bénéficié d'une éducation précoce.
- Ils sont scolarisés en maternelle, dans leur école de quartier.
- Ils sont tous porteurs d'une surdité moyenne-sévère à profonde.
- Ils sont nés en 2006 et 2007.
- Ils ne présentent pas de troubles associés.
- Leur moyen de communication privilégié est le langage oral.

- Au moment de l'étude, les enfants choisis ont acquis un niveau de langage oral assez efficace pour communiquer avec leurs pairs entendants.
- Deux enfants présentent une surdité profonde acquise, suite à une méningite.
- Trois enfants présentent une surdité profonde congénitale d'emblée.
- Deux enfants présentent une surdité moyenne à sévère congénitale évolutive.

C-Présentation de chaque enfant sourd

A et E présentent une surdité moyenne à sévère et sont appareillés.

L'un est scolarisé en MSM, l'autre en GSM.

	A	E
Date de naissance	09/09/2007	24/11/2006
Age lors de la passation	4ans 3mois	5 ans 1 mois.
Degré de surdité	surdité moyenne à sévère accompagnée d'épisodes d'otites moyennes aiguës et séro-muqueuses.	Surdité moyenne à sévère bilatérale
Etiologie	Bilan génétique en cours	Bilan génétique en cours
Âge au diagnostic	21 mois	Dépistage précoce
Âge à l'appareillage	22 mois	10 mois
Temps avec l'appareil	30 mois. Port fluctuant (otites + eczéma)	Port permanent.
Prise en charge orthophonique	1 rééducation individuelle par semaine, en libéral	3 rééducations par semaine, en libéral.

	A	E
Mode de communication	oral pur	Oral, français/polonais
Intelligibilité de la parole	Echelle de Nottingham : 4 - 5	Echelle de Nottingham : 4-5
Résultats perceptifs	En audiométrie vocale : 90%, en LO de mots et de phrases, à 60dB.	Informations non disponibles
Expression	Phonétisme presque complet, en répétition. (15/15 voyelles, 14/17 consonnes) ; phrases simples et complexes. Niveau linguistique : dans la moyenne haute des enfants de son âge. Niveau lexical dans la moyenne haute des enfants de son âge.	Informations non disponibles
Compréhension	Dans la moyenne haute des enfants de son âge.	Informations non disponibles
Scolarité	MSM avec AVS	GSM
Contexte familial	Un petit frère entendant.	Deux parents Polonais, parlant français. Une sœur entendant.

H, L, T, M et D présentent une surdité profonde bilatérale et sont implantés. D est en GSM, les quatre autres enfants en MSM.

L étant né très prématurément, bien qu'il soit né en 2006 nous avons comparés ses productions avec celles des autres enfants de MSM, ce qui correspond à son niveau scolaire.

	M	T	L	H	D
Date de naissance	23/11/2007	20/02/2007	16/11/2006	12/01/2007	15/06/2006
Age lors de la passation	4 ans 2	5 ans 2	5 ans 1	4 ans 11	5 ans 7
Degré de surdité	surdité profonde bilatérale	surdité profonde bilatérale	surdité profonde bilatérale	surdité profonde bilatérale	surdité profonde bilatérale
Etiologie	Congénitale, Connexine 26	congénitale, connexine 26	acquise : méningite à pneumocoque à 5 mois	Congénitale, Connexine 26	acquise : méningite à pneumocoque à 47 mois
Âge au diagnostic	Dépistage à la maternité, diagnostic précoce	Dépistage à la maternité, diagnostic précoce	5 mois	Dépistage à la maternité ?	47 mois

	M	T	L	H	D
Âge à l'implantation	18 mois (IC gauche + PCL)	19 mois IC droit + PCL	Implantation séquentielle. IC droit : 9 mois (en Pologne) IC gauche : 14 mois (en France)	23 mois : IC droit + PCL	Implantation simultanée à 47 mois.
Recul à l'implant	30 mois (port permanent)	36 mois (port permanent)	oreille droite : 48 mois, oreille gauche : 46 mois (port permanent)	3 ans (port permanent)	18 mois (port permanent).
Intelligibilité de la parole	Echelle de Nottingham : 5 VANFIBR : 0/21	Echelle de Nottingham : 5 VANFIBR : 2/21	Echelle de Nottingham : 5 VANFIBR : 2/11	Echelle de Nottingham : 5 VANFIBR : 3/21	Echelle de Nottingham : 5 VANFIBR : 3/21
Résultats perceptifs	Phonèmes : 100% Mots : 100% (silence et bruit) Phrases : 92 %	Phonèmes : 100% Mots : 90% Phrases : 93%	Phonèmes : 76% Mots : 90% dans le silence 100% dans le bruit Phrases : 100%	Phonèmes : 88% Mots : 100% dans le silence, 80% dans le bruit Phrases : 70%	Phonèmes : 92% Mots : 100% dans le silence, 90% dans le bruit Phrases : 82%.
Prise en charge orthophonique	3 RO individuelles par semaine. Suivi libéral.	2 RO individuelles et 2 RO de groupe par semaine. Suivi SSEFIS	1 RO individuelle et 2 après-midi en groupe par semaine. Suivi SSEFIS	1 RO individuelle et 1 RO de groupe par semaine. Suivi libéral.	2 RO individuelles par semaine. Suivi libéral.

	M	T	L	H	D
Mode de communication	Oral + LPC	oral + LPC	Oral ; Communication spontanée + LPC	oral + LPC	Oral. Communication spontanée.
Expression	langage courant spontané et structuré	Expression spontanée, pour les phrases simples et complexes.	Langage courant structuré	Parole spontanée fluide : langage spontané pour les phrases simples et complexes.	Langage courant structuré
Compréhension	phrases complexes	phrases complexes	phrases complexes	Phrases simples, questions et quelques phrases complexes	phrases complexes
Scolarité	MSM avec AVS	MSM, en intégration	MSM en intégration soutenue	MSM en intégration soutenue	GSM en intégration
Contexte familial	Parents sourds bilingues oral/LSF, une petite sœur sourde.	Une grande sœur sourde et une grande sœur entendante musicienne.	Langues parlées en famille : Français, polonais, anglais. Français (langue paternelle) majoritaire.	Une grande sœur sourde profonde.	bilinguisme français/hébreu.

II) Protocole

A- Matériel utilisé

Le protocole est le suivant : nous avons choisi deux comptines généralement connues des enfants dans les univers francophones : « **Alouette** » et « **Promenons-nous dans les bois** ». Dans ce cadre, nous avons créé deux fiches illustrant ces chansons, que nous mettions à disposition des enfants pour solliciter leur intérêt, les mettre en confiance et faciliter l'entrée en relation. (cf. annexes)

Le protocole a également fait l'objet de recueil de données audio grâce à l'enregistrement de chacun des enfants. Ils ont tous été enregistrés à partir d'un enregistreur « Zoom H1 », composé de micros multidirectionnels. Cet appareil a été choisi en raison de son aspect ludique en forme de micro. De plus la finesse de son manche facilitait la préhension pour un jeune enfant.

B- Choix des chansons

La chanson « **Alouette** » a été retenue en raison de son aspect répétitif et de sa grande amplitude (1 octave) et de l'écart parfois important existant entre deux notes consécutives. La chanson « **Promenons-nous** » a été retenue en raison de son aspect rythmique et répétitif.

-Historique des chansons-

Alouette

Les auteurs sont divisés sur son origine française ou canadienne.

La première version imprimée connue venant de France remonte à 1893. **Alouette** est donc une vieille comptine française. Mais comme d'autres chansons populaires, c'est Outre-Atlantique, au Québec plus précisément, qu'elle a prospéré et acquis son immense renommée, devenant la plus populaire des chansons folkloriques du Canada.

Plusieurs versions existent. Néanmoins, dans toutes les versions de ce chant à énumération et à reprises récapitulatives, l'idée demeure la même : on plume l'alouette de son bec, ses yeux, ses ailes, etc. La même formule est répétée chaque fois et les parties du corps se cumulent.

Il existe un nombre considérable d'arrangements et d'harmonisations de cette chanson. Alouette est une chanson comptine très appréciée des petits en raison notamment du ton enjoué sur lequel on la chante généralement. Elle est actuellement une des chansons les plus jouées et les plus souvent proposées à l'écoute aux enfants, dès l'âge de maternelle.

Promenons-nous dans les bois

Il existe beaucoup moins d'informations concernant l'historique de cette chanson. L'intérêt de cette chanson est d'abord sa thématique : celle du loup, thème très prisé par les enfants. Ils attendent autant qu'ils redoutent l'arrivée du loup pendant toute la chanson et se montrent souvent de plus en plus excités à mesure qu'on avance dans la chanson et dans l'interminable attente d'un loup qui enfile un à un ses vêtements... jusqu'à sortir du bois.

C- Procédure et conditions d'enregistrement

Pour les deux chansons proposées, il n'y a pas eu d'apprentissage particulier dans le cadre du mémoire, ni pour les enfants sourds ni pour leurs pairs entendants. Cependant, tous les avaient déjà entendu (crèche, garderie, école, maison...) et certains les avaient apprises à l'école ou à la maison.

-La population contrôlée-

Les enregistrements ont été réalisés en novembre et décembre. Ils se sont déroulés au sein des écoles.

Tous les enfants ont été enregistrés en-dehors de la présence de leurs parents et professeur des écoles.

Pour des raisons de sécurité, nous n'avons pas eu l'autorisation de nous trouver seule avec un enfant. Nous les avons donc reçus par petits groupes de quatre à cinq élèves.

-La population de cette étude-

Nos passations ont été effectuées, entre décembre 2011 et février 2012.

Trois enfants ont été vus sur leur lieu de rééducation et les quatre autres à l'Hôpital Trousseau. Afin de leur éviter trop de déplacements, nous nous sommes adaptées à leurs dates de rendez-vous respectives, avec la collaboration des orthophonistes de l'équipe. Tous ces enfants bénéficient d'un suivi ORL régulier (bilan et réglage).

L'accord des parents, condition *sine qua non* permettant la participation de leur enfant à cette étude, a été obtenu pour chaque enfant.

Nous avons reçu chaque enfant individuellement, dans une pièce silencieuse.

Sur sept enfants :

- Deux ont souhaité la présence de leur papa ou de leur maman.
- Quatre ont été enregistrés en présence de l'orthophoniste.
- Une est restée seule avec nous.

-Le déroulement des passations-

La passation s'est toujours déroulée de la même façon :

- Faire connaissance et expliquer à l'enfant ce qu'on attend de lui : « tu vas chanter les deux chansons dans le micro qui t'enregistre. D'abord, on va chanter une fois tous les deux. Ensuite, soit tu chantes en répétant après moi, soit tu chantes tout seul et si tu ne sais plus, je t'aiderais. C'est toi qui choisis. »
- Regarder les images, que certains commentaient.
- Chanter les chansons ensemble, sans micro : avec les enfants entendants, nous les chantions donc avec tous les enfants ensemble.
- Procéder à l'enregistrement des chansons en laissant l'enfant décider du choix de la première chanson. Les enfants ont chanté en répétition phrase à phrase (voix chantée indirecte). Nous avons cherché à respecter le ton pris par l'enfant lors du chant ensemble.

Le temps de passation était très court: en moyenne 10 minutes par enfant. En effet, seuls le premier couplet et le refrain de chaque chanson étaient proposés.

Nous étions placés face à eux, à leur hauteur, tout en nous adaptant à la disposition des lieux.

III) Nos observations

Nous craignons que chanter en répétition soit trop « scolaire » et déplaise aux enfants. Au contraire il est apparu que ce mode de passation les rassurait davantage, qu'ils soient sourds ou entendants. Il est en effet difficile pour des enfants de ces âges de se rappeler l'ensemble des paroles. Ce constat nous a amenées à systématiser les passations en répétition.

Tous ont participé volontiers.

Souvent les enfants préfèrent commencer par la chanson du loup, peut-être parce que cette image leur est plus familière que celle de l'alouette.

Les enfants s'appuient sur les paroles pour se rappeler l'air et le restituer : même en connaissant la mélodie ils peuvent parfois être bloqués par un trou de mémoire sur les paroles.

On observe des tons de voix très différents d'un enfant à l'autre.

A- Population contrôle

- Les enfants sont heureux de chanter, rares sont les refus : seuls deux enfants sur les soixante-trois (un garçon et une fille) refusent de chanter seuls face au micro.
- Les enfants passent par petits groupes, ils sont contents de chanter ensemble et de s'écouter. Les chansons suscitent de nombreuses anecdotes de la part des enfants.
- Les enfants n'ont aucune conscience du « chanter faux » et s'appliquent avec plaisir. Il n'y a ni honte ni moqueries, quand l'un se trompe tout le monde rit ensemble.
- On observe une amélioration importante entre 4 ans et 5 ans en concentration mais aussi en justesse.
- S'ils ne chantent pas tous juste, ils ont déjà tous le sens du rythme.
- Chanter avant eux les aide beaucoup, tant pour la justesse que pour les paroles.

B- Population étudiée

- Les enfants sourds semblent davantage conditionnés et vivre ces passations comme une véritable situation de test. Ils sont moins spontanés et ne s'écartent pas de la consigne pure : aucun ne raconte d'anecdote. Ce n'est pas pour autant une manifestation de désintérêt pour l'activité.

- Les enfants sont souvent plus intimidés, tant par le micro que par l'idée de chanter seuls. Il faut parfois chanter plusieurs fois avec eux pour obtenir une production.
- L'intensité vocale des enfants sourds est souvent plus faible que celle des enfants entendants.
- Bien que ce ne soit pas l'objet de notre étude, nous remarquons également que l'intelligibilité et l'articulation sont parfois altérées par rapport à celles des enfants entendants.

M : M est souriante et attentive. Elle chante avec plaisir en soutenant le regard, sans peur du micro. Elle se montre très concentrée sur les paroles.

Parfois ses productions relèvent de la voix parlée d'avantage que de la voix chantée, en particulier pour alouette.

T : Nous recevons T seule. Elle se montre souriante bien que timide et réservée. Elle nous regarde beaucoup pendant que nous chantons et pendant qu'elle-même chante, et est très concentrée. Sa voix est de faible intensité.

Elle dit ne pas connaître la chanson « **Alouette** » mais choisit malgré tout de commencer par cette chanson et nous le fait savoir en pointant l'image.

Au cours de la passation, T montre peu d'émotions et s'abstient de commenter les images.

L : D'emblée, L se plaint d'être fatigué : il sort en effet d'une matinée de tests à l'hôpital.

Il se montre peu coopérant pour chanter la deuxième chanson, « **Alouette** », qu'il dit ne pas connaître. Il accepte finalement de chanter bien qu'il dise ne pas aimer et préférer chanter sans micro.

L chante d'une voix faible et très recto-tono. Cependant, sur les phrases interrogatives, il marque légèrement l'intonation d'interrogation en fin de phrase.

H : Elle est très démonstrative et manifeste sa joie de chanter : Il nous faut apaiser son excitation avant de pouvoir l'enregistrer.

Elle chante par moments en voix parlée peu modulée.

Un seul essai est suffisant pour obtenir des enregistrements exploitables.

A : Le micro semble paralyser A mais le fait de le tenir lui-même l'aide à prendre confiance.

Plusieurs essais sont nécessaires avant qu'il parvienne à se désinhiber suffisamment pour

chanter seul. Il reste cependant en retrait. Les productions obtenues lors de ce premier enregistrement ne sont pas exploitables : outre la faible intensité de sa voix, A a montré des difficultés à chanter seul et à respecter les tours de rôle dans la répétition.

Il nous a donc été nécessaire de réenregistrer cet enfant.

Lors de la deuxième passation, A s'est montré motivé et souriant. Toutefois, nous constatons que le tour de rôle reste difficile à respecter pour lui.

E : E paraît intimidée, mais se montre très coopérante malgré une faible intensité vocale.

Un seul essai est suffisant pour obtenir des enregistrements exploitables.

Ses productions relèvent parfois d'avantage de la voix parlée que de la voix chantée.

D : Elle se montre intimidée et refuse d'abord de nous parler en disant qu'elle ne veut pas chanter, qu'elle ne connaît pas les chansons. Elle accepte finalement de venir avec nous, accompagnée de sa maman et de son frère. D reconnaît les chansons sur les images placées en évidence sur la table, et se plaît à les décrire. Elle se prête peu à peu au jeu grâce aux encouragements de sa maman et accepte de chanter tout en se montrant très réservée. Pour la motiver et la rassurer, c'est elle-même qui tient le micro.

Sa maman nous signale qu'elle est malade. D fait en effet entendre une voix rauque et éraillée. Nous ne connaissons pas son timbre de voix habituel : N'ayant pas pu la revoir pour un second enregistrement, nous avons procédé aux analyses avec ce timbre.

IV) Analyse

A- Analyse subjective : jurys d'écoute

En parallèle d'une analyse objective des productions des enfants, il nous a semblé intéressant de faire évaluer les productions des enfants par deux jurys d'écoute, l'un naïf et l'autre avisé, afin de recueillir des observations subjectives sur leur voix.

Pour ce faire, nous avons sélectionné de façon aléatoire des enregistrements d'enfants entendants de moyenne et grande sections que nous avons mêlés aux enregistrements des enfants sourds. Seuls les enregistrements d'A n'y figurent pas : en effet, les premiers

n'étaient pas exploitables et les seconds ont été réalisés ultérieurement à la mise en place des jurys.

Avec le logiciel Audacity, nous avons coupé ces enregistrements, de façon à supprimer nos voix et ne garder que la leur.

Nous avons mis en place deux jurys :

- Le jury 1 est formé de 10 personnes âgées de 19 à 30 ans, ignorant la présence d'enfants sourds
- Le jury 2 est formé de 21 personnes âgées de 22 à 65 ans, dont certaines étant au fait du sujet de notre mémoire et sachant donc la présence d'enfants sourds parmi les enfants enregistrés.

Le déroulement était le suivant :

- Explication de chacun des critères d'évaluation
- Ecoute de l'ensemble des enregistrements d'«**Alouette**», afin de s'en imprégner.
- Deux écoutes successives de chaque enregistrement d'«**Alouette**», pendant lesquelles les membres du jury remplissaient le tableau ci-dessous, pour chaque enfant.
- Ecoute de l'ensemble des enregistrements de «**Promenons-nous dans les bois**» afin de s'en imprégner.
- Deux écoutes successives de chaque enregistrement de «**Promenons-nous dans les bois**», pendant lesquelles les membres du jury remplissaient le tableau ci-dessous, pour chaque enfant.

A la fin de l'évaluation, nous avons fait réécouter plusieurs enregistrements, en indiquant cette fois qui était sourd et qui ne l'était pas, ce qui suscitait des commentaires sur les performances des enfants sourds.

Dans le cadre de ce jury d'écoute, nous avons construit une échelle d'évaluation, inspirée du VANFIBR.

Le VANFIBR a pour objet l'évaluation de la voix et de la parole de l'enfant sourd. Il s'agit d'une méthode subjective composée de différents paramètres : Voisement, Appréciation globale, Nasonnement, Fréquence, Intensité, Bruits parasites, Rythme. Cette échelle se note de 0 à 21, 0 représentant la normalité.

Dans notre échelle, nous avons préféré une notation positive de 0 à 5, le 5 représentant de très bonnes performances. Ainsi, à l'image des échelles anglo-saxonnes, plus le score est élevé, meilleures sont les capacités mélodiques et rythmiques de l'enfant.

Tableau présenté pour chaque enfant :

ENFANT	Echelle d'évaluation				
	1 -	2	3	4	5 +
Intensité	Trop fort <input type="checkbox"/> Trop faible <input type="checkbox"/>	Trop fort <input type="checkbox"/> Trop faible <input type="checkbox"/>			
Timbre (clarté, absence de bruits parasites : nasalisation, raucité etc.)					
Respect de la mélodie					
Respect du rythme					
Fluidité du débit					
Appréciation générale					

Résultats de l'analyse subjective

Moyennes obtenues :

	Moyennes des enfants entendants de MSM			
	Alouette		Promenons-nous	
	Jury 1	Jury 2	Jury 1	Jury 2
Intensité	3,7	3,7	2	2,3
Timbre	3,7	3,3	2,8	2,9
Respect de la mélodie	3,3	3,2	2,6	2,4
Respect du rythme	3,4	2,9	2,6	2,6
Fluidité du débit	3,5	3,2	2,6	2,5
Appréciation générale	3,3	3,1	2,4	2,4

	M			
	Alouette		Promenons-nous	
	Jury 1	Jury 2	Jury 1	Jury 2
Intensité	3,5 (notes entre 2 et 4)	3,3 (notes entre 1 et 4)	2,6 (notes entre 2 et 4)	3,3 (notes entre 2 et 5)
Timbre	3,7 (notes entre 2 et 5)	3,3 (notes entre 1 et 5)	3,3 (notes entre 2 et 4)	3,7 (notes entre 2 et 5)
Respect de la mélodie	2 (notes entre 1 et 4)	1,4 (notes entre 1 et 3)	2 (notes entre 1 et 3)	2,3 (notes entre 1 et 4)
Respect du rythme	2,2 (notes entre 1 et 4)	2,3 (notes entre 1 et 4)	2,9 (notes entre 2 et 4)	3,1 (notes entre 2 et 4)
Fluidité du débit	3 (notes entre 1 et 4)	2,7 (notes entre 1 et 5)	2,7 (notes entre 2 et 4)	3,1 (notes entre 2 et 4)
Appréciation générale	3 (notes entre 2 et 4)	2,4 (notes entre 1 et 3)	2,9 (notes entre 2 et 3)	3,1 (notes entre 2 et 4)

	T			
	Alouette		Promenons-nous	
	Jury 1	Jury 2	Jury 1	Jury 2
Intensité	2,8 (notes entre 1 et 5)	2,6 (notes entre 2 et 4)	3,4 (notes entre 3 et 4)	3,8 (notes entre 3 et 5)
Timbre	3 (notes entre 1 et 4)	2,7 (notes entre 2 et 4)	2,6 (notes entre 1 et 4)	2,9 (notes entre 2 et 4)
Respect de la mélodie	2 (notes entre 1 et 3)	2,1 (notes entre 2 et 4)	2,3 (notes entre 2 et 3)	2,8 (notes entre 2 et 4)
Respect du rythme	2,7 (notes entre 2 et 4)	2,4 (notes entre 1 et 4)	3,6 (notes entre 3 et 4)	3,6 (notes entre 3 et 5)
Fluidité du débit	2,7 (notes entre 2 et 4)	2,7 (notes entre 1 et 4)	3,3 (notes entre 3 et 4)	3,4 (notes entre 2 et 5)
Appréciation générale	2,3 (notes entre 1 et 3)	2,6 (notes entre 2 et 4)	3 (notes de 3 exclusivement)	3,4 (notes entre 2 et 5)

	L			
	Alouette		Promenons-nous	
	Jury 1	Jury 2	Jury 1	Jury 2
Intensité	1,2 (notes entre 1 et 2)	1,3 (notes entre 1 et 2)	1,7 (notes entre 1 et 2)	1,8 (notes entre 1 et 2)
Timbre	3,3 (notes entre 2 et 4)	2,5 (notes entre 1 et 4)	2,3 (notes entre 1 et 4)	2,6 (notes entre 2 et 3)
Respect de la mélodie	2 (notes entre 1 et 4)	1,4 (notes entre 1 et 3)	2 (notes entre 1 et 3)	2 (notes entre 1 et 3)
Respect du rythme	3,2 (notes entre 1 et 5)	2,2 (notes entre 1 et 3)	2,3 (notes entre 1 et 5)	2,7 notes entre 1 et 4)
Fluidité du débit	2,5 (notes entre 1 et 4)	2,8 (notes entre 2 et 4)	2,4 (notes entre 2 et 4)	2,6 (notes entre 2 et 4)
Appréciation générale	2,2 (notes entre 1 et 3)	1,9 (notes entre 1 et 3)	1,9 (notes entre 1 et 3)	2,2 (notes entre 2 et 3)

	,H			
	Alouette		Promenons-nous	
	Jury 1	Jury 2	Jury 1	Jury 2
Intensité	1,2 (notes entre 1 et 2)	1,1 (notes entre 1 et 2)	1,4 (notes entre 1 et 2)	1,8 (notes entre 1 et 3)
Timbre	3 (notes entre 1 et 4)	2,1 (notes entre 1 et 3)	2,3 (notes entre 1 et 4)	2,6 (notes entre 2 et 3)
Respect de la mélodie	2,2 (notes entre 1 et 4)	1,6 (notes entre 1 et 3)	1,9 (notes entre 1 et 3)	1,7 (notes entre 1 et 3)
Respect du rythme	2,5 (notes entre 2 et 3)	1,9 (notes entre 1 et 3)	2,6 (notes entre 2 et 4)	2,3 (notes entre 1 et 3)
Fluidité du débit	2,6 (notes entre 1 et 4)	2,2 (notes entre 1 et 4)	2,4 (notes entre 1 et 4)	2,4 (notes entre 1 et 3)
Appréciation générale	2,2 (notes entre 1 et 3)	2,5 (notes entre 2 et 4)	2,1 (notes entre 1 et 3)	2 (notes entre 1 et 3)

	Moyennes des enfants entendants de GSM			
	Alouette		Promenons-nous	
	Jury 1	Jury 2	Jury 1	Jury 2
Intensité	3,9	3,8	3,3	3,7
Timbre	3,8	2,5	3,4	3,9
Respect de la mélodie	3,7	3,2	3,8	3,8
Respect du rythme	3,5	3,7	3,8	3,8
Fluidité du débit	3,7	3,7	3,7	3,8
Appréciation générale	3,9	3,7	3,6	3,8

	E			
	Alouette		Promenons-nous	
	Jury 1	Jury 2	Jury 1	Jury 2
Intensité	2 (notes de 2 exclusivement)	1,6 (notes entre 1 et 2)	1,1 (notes entre 1 et 2)	1,8 notes entre 1 et 2)
Timbre	2 (notes entre 1 et 3)	1,9 (notes entre 1 et 4)	2,3 (notes entre 1 et 3)	2 (notes entre 1 et 4)
Respect de la mélodie	2 (notes entre 1 et 4)	1,6 (notes entre 1 et 3)	1,4 (notes entre 1 et 3)	1,4 (notes entre 1 et 3)
Respect du rythme	2,3 (notes entre 1 et 3)	2,2 (notes entre 1 et 4)	1,4 (notes entre 1 et 3)	1,8 (notes entre 1 et 3)
Fluidité du débit	2,3 (notes entre 1 et 4)	1,8 (notes entre 1 et 5)	1,9 (notes entre 1 et 3)	1,7 (notes entre 1 et 3)
Appréciation générale	1,8 (notes entre 1 et 3)	1,8 (notes entre 1 et 4)	1,3 (notes entre 1 et 2)	1,7 (notes entre 1 et 2)

	D			
	Alouette		Promenons-nous	
	Jury 1	Jury 2	Jury 1	Jury 2
Intensité	2,8 (notes entre 2 et 4)	2,6 (notes entre 1 et 4)	2,8 (notes entre 2 et 4)	3,2 (notes entre 2 et 5)
Timbre	1,3 (notes entre 1 et 2)	1,4 (notes entre 1 et 3)	1,3 (notes entre 1 et 2)	1,8 (notes entre 1 et 4)
Respect de la mélodie	2,5 (notes entre 1 et 4)	2,5 (notes entre 2 et 4)	2,1 (notes entre 1 et 4)	2,6 (notes entre 2 et 4)
Respect du rythme	3,2 (notes entre 1 et 4)	3,1 (notes entre 1 et 5)	2,7 (notes entre 1 et 4)	3,3 (notes entre 2 et 4)
Fluidité du débit	2,8 (notes entre 1 et 4)	2,9 (notes entre 1 et 5)	2 (notes entre 1 et 3)	2,9 (notes entre 2 et 4)
Appréciation générale	1,8 (notes entre 1 et 3)	2,6 (notes entre 2 et 4)	1,7 (notes entre 1 et 3)	2,9 (notes entre 2 et 5)

-Analyse-

- On constate qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes données par les deux jurys. Les notes sont même parfois rigoureusement identiques.
- Pour chaque enfant, les notes peuvent plus ou moins varier d'un évaluateur à l'autre : chez L et M on relève des écarts de 1 à 5, par le même jury sur le même critère. En revanche, le jury 1 a attribué exclusivement des scores de 2 à E pour l'intensité.
- Certaines tendances ressortent : ainsi, les membres des jurys ont tous relevé une grande différence entre les enfants entendants de MSM et de GSM. La chanson « **Promenons-nous** » a également été moins appréciée qu' « **Alouette** » tant pour les enfants sourds que pour les enfants entendants.

De plus, si M et T obtiennent des moyennes souvent proches de celles des enfants entendants de leur classe d'âge et parfois même supérieures (telle que la moyenne de M pour le timbre de Promenons-nous), on observe en globalité de moins bons résultats pour les enfants sourds que pour les enfants entendants.

Nous verrons si l'analyse objective donne les mêmes conclusions.

-Observations-

- Si tous ceux de GSM ont été reconnus comme entendants, certains enfants de MSM ont été « pris » pour des enfants sourds.
- Les petites filles sourdes ont parfois été prises pour des garçons.
- Les critères les plus fréquents de « reconnaissance » d'une surdité étaient une faible amplitude mélodique, une articulation imprécise et un débit haché.

-Quelques paroles des membres des jurys-

- « *Ce qui fait la différence entre les enfants sourds et entendants, c'est que les enfants entendants chantent avec une mélodie, c'est lié.* »
- « *La voix tombe plus sur les fins de phrases chez les enfants sourds.* »
- « *On pourrait reconnaître les enfants sourds à la faible intensité de voix, mais pas du tout à leur timbre !* »

B- Analyse objective

Dans notre étude, nous nous sommes « uniquement » attachées aux structures rythmiques et mélodiques des productions des enfants. L'articulation n'est pas un élément dont nous avons tenu compte, même si chez certains enfants elle peut se révéler imprécise.

1) Procédure : le recueil des données

Afin de pouvoir procéder aux analyses, nous avons écrit les partitions de tous les enfants sourds et des enfants entendant qui ont fait partie de notre jury d'écoute.

Etant toutes les deux musiciennes, nous connaissions déjà le solfège et les règles d'écriture. Pour pouvoir retranscrire le plus fidèlement possible, nous nous sommes aidées d'un piano. Plusieurs écoutes étaient nécessaires : nous écoutions chaque phrase musicale pour ensuite la rechercher note par note sur le piano, avant de la transcrire sur des portées. Ce travail s'est révélé long et fastidieux. En effet, la voix contrairement aux instruments, ne produit pas toujours les notes telles qu'elles existent dans la gamme chromatique: parfois l'écart entre deux notes est plus petit que le demi-ton, ou bien on relevait des modulations sur une même note.

Une fois les partitions écrites, nous avons réalisé les courbes mélodiques pour chaque enfant et pour chaque chanson : en ordonnée sont inscrites les paroles correspondant à chaque note ; en abscisse les notes demi-ton par demi-ton, entre les octaves 2 et 4. Chaque note est symbolisée par une lettre de l'alphabet (sans rapport avec la notation anglo-saxonne).

Pour réaliser ces courbes, nous nous sommes appuyées sur une précédente étude portant sur l'apprentissage du chant à un groupe d'enfants déficients auditifs (1980) [61]

Cette approche nous a paru intéressante pour pouvoir comparer les schémas mélodiques des enfants sourds et entendants. Nous avons donc choisi de mettre en parallèle chaque courbe d'enfant sourd avec la courbe de la moyenne des enfants entendants de son âge et la courbe de la partition d'origine.

Mettre les courbes de tous les enfants entendants, nous semblait trop confus et en rendait la lecture peu lisible. Nous avons donc choisi de ne retenir que la courbe moyenne, réalisée en prenant pour chaque note, la note moyenne des courbes des enfants entendants.

2) Résultats

-Le rythme-

Pour analyser le rythme, nous nous sommes appuyées sur deux éléments :

- Le nombre de temps marqués : il représente le nombre de temps comptabilisés à la fin de la chanson, par rapport à la partition d'origine.
- Le respect de la valeur des notes : il s'agit du respect du nombre de temps pour chaque note par rapport à la partition d'origine.

a) Le nombre de temps marqués :

NB : on relève une certaine hétérogénéité entre les enfants entendants de moyenne section : certains ont un bon sens du rythme, d'autres moins.

Pour faire la moyenne, nous nous sommes référées aux enfants dont nous avons écrit les partitions et les courbes.

« **Alouette** » :

La partition d'origine compte 28 temps, répartis en 7 mesures de 4 temps chacune.

« **Promenons-nous** » :

La partition d'origine compte 24 temps répartis en 6 mesures de 4 temps chacune.

Moyenne des enfants entendants de MSM :

« Alouette » : 26/28, soit 93,6 % de réussite.

« Promenons-nous » : 21,8/24, soit 90,8% de réussite.

M : « Alouette » : 21/28, soit 75% de réussite.

« Promenons-nous » : 22,5/24, soit 93,8% de réussite.

T : « Alouette » : 25/28, soit 89,2% de réussite.

« Promenons-nous » : 24/24, soit 100% de réussite

L : « Alouette » : 23/28, soit 82,1 % de réussite.

« Promenons-nous » : 19/24, soit 79,2% de réussite

H : « Alouette » : 19/28, soit 67,8 % de réussite.

« Promenons-nous » : 20/24, soit 83,3% de réussite.

A : « Alouette » : 22/28, soit 78,5% de réussite.

« Promenons-nous » : 11,5 /24 soit 47,9% de réussite

Moyenne des enfants entendants de GSM :

« Alouette » : 27.5/28, soit 98,2 % de réussite.

« Promenons-nous » : 23,8/24, soit 99,2% de réussite.

E : « Alouette » : 24/28, soit 85,7% de réussite.

« Promenons-nous » : 24/24, soit 100% de réussite.

D : « Alouette » : 27/28, soit 96,4% de réussite.

« Promenons-nous » : 24/24, soit 100% de réussite

b) Le respect de la valeur des notes

Il se calcule mesure par mesure.

Chaque enfant sourd est comparé à sa classe d'âge.

Moyenne des enfants entendants MSM :

« Alouette » : 5 mesures rythmiquement correctes, soit 71,4% de réussite.

« Promenons-nous » : 4,6 mesures rythmiquement correctes, soit 76,6% de réussite.

M : « Alouette » : 2 mesures rythmiquement correctes, soit 28,6% de réussite

« Promenons-nous » : 4 mesures rythmiquement correctes, soit 66,7% de réussite.

T : « Alouette » : 4 mesures rythmiquement correctes, soit 57% de réussite.

« Promenons-nous » : 6 mesures rythmiquement correctes, soit 100% de réussite.

- L :** « Alouette » : 5 mesures rythmiquement correctes, soit 71,4% de réussite.
 « Promenons-nous » : 4 mesures rythmiquement correctes, soit 66,7% de réussite.
- H :** « Alouette » : 1 mesure rythmiquement correcte, soit 14,3% de réussite
 « Promenons-nous » : 2 mesures rythmiquement correctes, soit 33,3% de réussite
- A :** « Alouette » : 3 mesures rythmiquement correctes, soit 42,8% de réussite.
 « Promenons-nous » : 2 mesures rythmiquement correctes soit 33,3% de réussite.

Moyenne des enfants entendants GSM :

- « Alouette » : 6,4 mesures rythmiquement correctes, soit 91,4 % de réussite.
 « Promenons-nous » : 5,6 mesures rythmiquement correctes, soit 93,3% de réussite.
- E :** « Alouette » : 4 mesures rythmiquement correctes, soit 57% de réussite
 « Promenons-nous » : 3 mesures rythmiquement correctes, soit 50% de réussite.
- D :** « Alouette » : 6 mesures rythmiquement correctes, soit 85,7 % de réussite
 « Promenons-nous » : 6 mesures rythmiquement correctes, soit 100% de réussite.

Ces éléments nous donnent les tableaux suivants :

Alouette

LE RYTHME	Enfants entendants MSM	M	T	L	H	A	Enfants entendants GSM	E	D
Nombre de temps marqués	93,6 %	75 %	89,2 %	82,1 %	67,8 %	78,5%	98,2 %	85,7 %	96,4 %
Respect de la valeur des notes	71,4 %	28,6 %	57 %	71,4 %	14,3 %	42,8%	91,4 %	57 %	85,7 %

Promenons-nous

LE RYTHME	Enfants entendants MSM	M	T	L	H	A	Enfants entendants GSM	E	D
Nombre de temps marqués	90,8%	93,8%	100%	79,2 %	83,3%	47,9%	99,2%	100%	100%
Respect de la valeur des notes	76,6%	66,7%	100%	66,7 %	33,3%	33,3%	93,3%	50%	100%

Observations :

Chez les enfants entendants, on voit une différence entre ceux de MSM et ceux de GSM, au niveau du rythme : ce dernier est mieux respecté chez les plus grands, chez qui il est presque identique à la partition d'origine.



Pour tous, « **Promenons-nous** » est mieux réussi qu' « **Alouette** ».

De même le nombre de temps marqué est mieux respecté que le respect de la valeur des notes. On pourrait en déduire que leur oreille n'analyse pas encore finement les différences rythmiques à ce stade de leur développement.

Tous enfants confondus, on observe, pour les deux chansons une plus grande homogénéité des scores obtenus pour le nombre de temps marqués : les scores oscillent entre 79,2% 100% pour « **promenons-nous** » et entre 67,8% et 98,2 pour « **Alouette** » contre 33,3% à 100% pour « **promenons-nous** » et 14,3% à 91,4% pour « **alouette** », en ce qui concerne le respect de la valeur des notes.

En ce qui concerne « **Alouette** », **tous les enfants sourds** présentent des scores inférieurs à ceux des enfants entendants de leur classe d'âge bien que certains (D) obtiennent des scores très proches.

Pour « **Promenons-nous** », **certaines enfants sourds** ont des scores supérieurs à leurs pairs entendant. Par exemple, D et T obtiennent 100% de réussite aux deux critères.

Chez les enfants sourds, on observe une tendance à la simplification et à la linéarisation du rythme : « noire pointée-croche »  a par exemple tendance à être simplifié en « deux croches »  .

De même « deux croches noire »,  a tendance à être simplifié en « noire-noire »  , ce qui peut être en partie dû à une articulation floue.

On observe également des irrégularités de rythme au sein de la chanson : une tendance à l'allongement et/ou au raccourcissement des temps. Les allongements sont cependant plus rares. C'est le cas de E par exemple.

On pourrait s'attendre à ce que L, qui est bi-implanté post méningite ait le meilleur score par rapport aux autres enfants sourds de sa classe d'âge. Cependant, certains enfants ayant un seul implant (T par exemple) présentent des performances rythmiques meilleures.

-La mélodie-

Pour l'analyse de la mélodie, deux éléments ont été pris en compte :

- La justesse : Calculer la justesse des notes revient à calculer le nombre de fausses notes chantées par l'enfant.
- L'intonation : Elle se mesure par l'évaluation du respect de l'enveloppe mélodique.

a) La justesse

On calcule le pourcentage d'erreurs en partant de la note de départ de chaque enfant. Puis on analyse la courbe, qui doit être parallèle à la courbe de référence. Toute note non symétrique est comptée pour fausse. Pour plus de précisions, nous avons ensuite réalisé une analyse qualitative des erreurs.

« Alouette » : - La partition d'origine démarre sur un mi

-Le plus grand intervalle : 1 octave (soit 6 tons : 5 tons et 2 demi-tons)

« Promenons-nous » : - La partition d'origine commence sur un mi³.

-Le plus grand écart est de mi³ à si³, soit 3 tons ½ (7 demi-tons).

Les enfants entendants de MSM :

« Alouette » : commencent sur un ré

« Promenons-nous » : commencent sur un mi³ bémol

M : « Alouette » : commence sur un ré #

« Promenons-nous » : commence sur un mi³ demi-bémol

T : « Alouette » : démarre sur un do.

« Promenons-nous » : commence sur un ré³

L : « Alouette » : La 1^{ère} mesure n'ayant pas été chantée par L, on prend comme note de référence le do, qui représente sa tonalité moyenne.

« Promenons-nous » : commence sur un do³ dièse

H : « Alouette » : La 1^{ère} mesure n'ayant pas été chantée par H, on prend comme note de référence, le do, qui représente sa tonalité moyenne.

« Promenons-nous » : commence sur un do³ dièse

A : « Alouette » : démarre sur un ré³.

« Promenons-nous » : commence sur un mi³ bémol

Les enfants entendants de GSM :

« Alouette » : démarrent sur un do #.

« Promenons-nous » : commencent en moyenne sur un mi³ demi-bémol.

E : « Alouette » : démarre sur un si.

« Promenons-nous » : commence sur un do³

D : « Alouette » : démarre sur un sol.

« Promenons-nous » : commence sur un si².

Voici les résultats obtenus :

<u>ALOUETTE</u>	Enfants entendants MSM	M	T	L	H	A
Nombre d'erreurs /38	32	27	32	30	35	35
% d'erreurs	84%	71%	84%	80%	92%	92%
% de réussite	16%	29%	16%	20%	8%	8%
Nb d'erreurs < à ½ ton	7	1	1	3	2	0
Nb d'erreurs comprises entre ½ et ¾ ton	13	4	11	5	6	8
Nb d'erreurs d'1 ton	5	8	5	3	4	5
Nb d'erreurs comprises entre 1 ton ¼ et 1 ton ¾	4	4	8	3	5	7
Nb d'erreurs > ou = à 2 tons	2	5	7	11	10	9
Nb de notes non chantées	1	5	0	5	8	6
Plus grand intervalle réalisé	Sixte (4 tons)	Tierce (1 ton ½)	Tierce (2 tons)	Tierce (2 tons)	Tierce (2 tons)	Quarte (2 tons ½)

<u>ALOUETTE</u>	Enfants entendants GSM	E	D
Nombre d'erreurs /38	20	30	21
% d'erreurs	52,6%	80%	55,3%
% de réussite	47,4 %	20%	44,7%
Nb d'erreurs < à ½ ton	1	2	2
Nb d'erreurs comprises entre ½ et 3/4 ton	16	2	5
Nb d'erreurs d'1 ton	3	3	5
Nb d'erreurs comprises entre 1 ton ¼ et 1 ton ¾	0	3	1
Nb d'erreurs > ou = à 2 tons	0	16	6
Nb de notes non chantées	0	4	2
Plus grand intervalle réalisé	Septième (5 tons)	Quarte (2 tons ½)	Quinte (3 tons ½)

<u>PROMENONS- NOUS</u>	Enfants entendants MSM	M	T	L	H	A
Nombre d'erreurs /32	22	21	25	23	20	20
% d'erreurs	69	66	78	72	63	63
% de réussite	31	34	22	28	37	37
Nb d'erreurs < à ½ ton	7	2	5	0	0	1
Nb d'erreurs comprises entre ½ et ¾ ton	8	4	17	4	3	3
Nb d'erreurs d'1 ton	1	3	2	8	6	5
Nb d'erreurs comprises entre 1 ton ¼ et 1 ton ¾	4	5	1	4	3	1
Nb d'erreurs > ou = à 2 tons	2	6	0	2	5	3
Nb de notes non chantées	0	1	0	5	3	7
Plus grand intervalle réalisé	2 tons 1/2	2 tons	4 tons	2 tons 1/2	2 tons 1/2	Quarte (2 tons)

<u>Promenons-nous</u>	Enfants entendants GSM	E	D
Nombre d'erreurs /32	18	25	21
% d'erreurs	56	78	66
% de réussite	44	22	34
Nb d'erreurs < à ½ ton	11	0	2
Nb d'erreurs comprises entre ½ et ¾ ton	7	7	4
Nb d'erreurs d'1 ton	0	7	7
Nb d'erreurs comprises entre 1 ton ¼ et 1 ton ¾	0	4	7
Nb d'erreurs > ou = à 2 tons	0	4	1
Nb de notes non chantées	0	3	0
Plus grand intervalle réalisé	3 tons 1/2	2 tons 3/4	3 tons 1/2

Observations :

On constate également ici une différence entre les enfants entendants de MSM et de GSM, tant au niveau du pourcentage de réussite que du type d'erreurs. Si on regarde le plus grand intervalle réalisé, les enfants de GSM entendants et sourds semblent avoir globalement une plus grande amplitude vocale.

Le nombre d'erreurs diminue peu entre MSM et GSM, cependant l'amplitude augmente, altérant moins la ligne mélodique.

La différence entre les enfants sourds et les enfants entendants quant au nombre d'erreurs ne semble pas significative. En revanche, le type d'erreurs réalisées diffère : en effet si les enfants entendants font une majorité d'erreurs d'1/2 ton, ce qui est peu perceptible à l'oreille, les enfants sourds commettent un certain nombre d'erreurs supérieur à 1 ton.

T, porteuse d'un implant, paraît se démarquer : ses erreurs sont en majorité inférieures à 1/2 ton. Si on regarde le questionnaire envoyé aux parents, on voit que T est issue d'un environnement musical très porteur.

Cela appuie l'hypothèse qu'un milieu musical stimulant permet de meilleures performances.

L'amplitude vocale semble moindre chez les enfants sourds : on constate que dans la chanson « **Alouette** » où l'amplitude est d'une octave, les enfants entendants peuvent réaliser une sixte (MSM) ou une septième (GSM), contre une tierce (MSM), ou une quinte (GSM).

En ce qui concerne les deux enfants bi-implantés, le rôle de la mémoire auditive n'est pas le seul critère pertinent : l'âge est également une donnée à prendre en compte. En effet, D, bi-implantée, présente de très bons résultats, supérieurs aux enfants entendants de MSM, mais L, qui est également bi-implanté, mais en MSM, ne présente pas de différence flagrante par rapport aux autres enfants. Mais d'autres facteurs ont pu également influencer les performances : la fatigue, la motivation...

Ainsi, L, s'est plaint d'être fatigué, ce qui peut expliquer sa voix chantée recto-tono : par moments il s'agit presque de voix parlée.

A noter, que les erreurs d'D présentent un fort biais car elle était malade ce jour-là donc sa voix est éraillée.

b) L'intonation

Alouette

	a	lou	et	te	gen	ti	ya	lou	et	te	a	lou	et	te	je	te	plu	me	rai			
Partition	↑	↑	→	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	→	↓	↓	↑	↑	↓	→			
EE MSM	↑	↑	→	↓	↓	↑	↑	↓	[→]	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	→			
M	↑	↑	[↓]	→	↓	↓	↓	[↑]	→	↑	[↓]	→	→	→	↓	→
T	↑	↑	↓	→	↓	↓	→	↓	↑	→	↑	↑	↑	↓	→	↓	↓	↑	↑			
L					→	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓	→	→	↓	[→]	↑		
H					↓	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓	→	→	[↑]	→	↓	↑		
A	[↑]	→]	→	→	[↓]	↑]	↑]	→]	→	→	→	→	↓	
EE GSM	↑	↑	→	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	→	↓	↓	↑	↑	↓	↑			
E	→	↑	→	↓	→	→	↑	↓	[→]	↑	↓	[→]	↓	↑	→	↓	↑	
D	↑	↑	→	↓	↓	↑	↑	↓	[↑]	↑	→	↓	↓	↑	↓	↓	↑			

je te plu me rai la tête je te plu me rai la tête et la tête et la tête

Partition	→	→	→	→	↑	↑	→	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	→	→	↓	→	→	
EE MSM	→	→	↓	↑	↑	↑	↓	→	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	→	↓	↓	→	
M	→	↑	→	↑	→	↑	↓	[↑	[→]	→	↓	↑	→	→	→	↓	↓
T	→	↑	→	↑	→	↑	↑	↓	→	↓	→	↓	↓	↑	→	→	↓	↓	↑	
L	→	→	→	↑	→	↓	→	→	↑	→	→	→	↓	↑	→	→	↓	↓	↓	
H	[↑]	↓	→	→	↑	[↓]	→	→	↓	↓	↑	→	→	↓	→	→
A	→	↑	→	→	↓	↓	↑	→	→	→	↑	→	↓	↑	→	↓	↑	→	↓	
EE GSM	→	→	→	→	↑	↑	→	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	→	→	↓	→	→	
E	[↓	[→]	↑	↓	→	→	↑	→	↓	→	↓	↑	→	→	↓	→	→
D	↓	↓	↓	↓	↑	↑	→	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	→	→	↓	→	→	

EE MSM : 29/38 intonations justes. L'intonation est réussie à 76,3%. (23,7% d'erreurs)

M: 15/38 intonations justes. L'intonation est réussie à 39,5%. (60,5% d'erreurs)

T : 18/38 intonations justes. L'intonation est réussie à 47,4%. (52,6 % d'erreurs)

L : 15/38 intonations justes. L'intonation est réussie à 39,5%. (60,5% d'erreurs)

H : 18/38 intonations justes. L'intonation est réussie à 47,4%. (52,6% d'erreurs)

A : 9/38 intonations justes. L'intonation est réussie à 23,6%. (76,4 % d'erreurs)

EE GSM : 37/38 intonations justes. L'intonation est réussie à 97,4 %. (2,6 % d'erreurs)

E: 20/38 intonations justes. L'intonation est réussie à 52,6%. (47,4% d'erreurs)

D : 29/38 intonations justes. L'intonation est réussie à 76,3%. (23,7% d'erreurs)

Promenons-nous :

	Prom	nons	nous	dans	les	bois	
Partition	→	→	↑	→	↓	↑	
EE MSM	→	↑	↑	→	↓	↑	
M	→	→	↑	↓	↑	→	
T	→	→	↑	→	↓	↑	
L	→	→	→	→	↓	↑	
H	→	→	→	→	↓	[
A	→	→	↑	→	↓	[↑
EE GSM	↓	→	↑	→	↓	↑	
E	[→]	→	↑	↓	↑
D		↑	↑	↑	→	↓	↑

	Pen	dant	que	le	loup	nyest	pas
Partition	→	→	→	↑	→	↓	↑
EE MSM	→	→	→	↑	→	↓	↑
M	→	→	→	→	↑	↓	↑
T	→	↑	→	↑	↑	↓	↑
L	→	→	→	→	→	↓	↑
H	↑]	→	↑	↓	↓
A]	→	→	↑	↓	↓
EE GSM	→	→	→	↑	→	↓	↑
E	↓	↑	↓	[→]
D	→	↑	↓	↑	→	↓	↑

	Si	le	loup	yé	tait	il	nous	man	ge	rait	
Partition	→	→	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	→	
EE MSM	→	→	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↑	
M	→	→	↑	↑	↓	→	↑	→	↓	[
T	↓	→	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↑	
L	↓	↑	→	→	↑	→	↑	↑	↓	[
H	→	→	→	↑	↓	→	↑	→	↓	[
A	→	→	→	↑	↓	↑	↓	↓	[
EE GSM	→	→	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	→	
E	→	→	↑	↑	↓	→	→	↑	↓	↑	
D	→	→	→	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓	

	Mais	comme	il	n y est	pas	il	nous	man	g'ra	pas
Partition	→	→	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	
EE MSM	↓	→	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	
M	↑]	→	↑	→	↓	→	↑	↑		
T	↓	→	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	
L] →	→	↑	↓	
H	↓] ↓	↑	↑	↓	↑	↑	→	↓	
A] ↓	↑	↓	↑	
EE GSM	→	→	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	
E	→	↑	↑	↑	↓	→	↑	↑	↓	
D	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓	

EE MSM : 29/32 intonations justes : l'intonation est réussie à 91 %. (Soit 9 % d'erreurs)

M : 21/32 intonations justes : l'intonation est réussie à 66 %. (Soit 34 % d'erreurs)

T : 27/32 intonations justes : l'intonation est réussie à 84 %. (Soit 16 % d'erreurs)

L : 15/32 intonations justes : l'intonation est réussie à 47 %. (Soit 53 % d'erreurs)

H : 18/32 intonations justes : l'intonation est réussie à 56 %. (Soit 44 % d'erreurs)

A : 17 /32 intonations justes : l'intonation est réussie à 53%. (Soit 47% d'erreurs)

EE GSM : 31/32 intonations justes : l'intonation est réussie à 97 %. (Soit 3 % d'erreurs)

E : 20/32 intonations justes : l'intonation est réussie à 63 %. (Soit 37 % d'erreurs)

D : 22/32 intonations justes : l'intonation est réussie à 69 %. (Soit 31 % d'erreurs)

-Analyse de l'intonation-

Pour tous les enfants entendants et sourds de MSM, l'intonation semble être plus précise pour « **Promenons-nous** », c'est-à-dire pour la chanson dont le registre vocal est le plus grave, ce qui sous tendrait l'hypothèse que les notes situées dans le registre grave de la voix enfantine seraient mieux reproduites que celles situées dans le registre aigu. En outre, l'intonation de cette chanson semble être plus difficile pour A et E, qui ne sont pas implantés, que pour les autres enfants sourds.

De plus, le passage le moins réussi pour tous les enfants, pour la chanson « **Alouette** » est le passage le plus aigu : « je te plumerai la tête ». Cependant, les résultats des enfants tant sourds qu'entendants de GSM paraissent être comparables pour les deux chansons : ont-ils acquis en grandissant une meilleure discrimination dans les aigus ?

Les scores des enfants sourds sont tous inférieurs à ceux des enfants entendants, pour les deux chansons. Cependant, certaines erreurs d'intonations peuvent parfois être dues à un « rattrapage » : en effet, E et D par exemple produisent une intonation descendante pour corriger une intonation montante dans un passage censé être linéaire, ce qui engendre deux erreurs au lieu d'une. Ce phénomène provoque donc une augmentation du nombre total d'erreurs, alors même qu'il pourrait être imputable à la fonctionnalité de la boucle audio-phonatoire.

V) Synthèse

<u>Alouette</u>	MELODIE		RYTHME	
	intonation	Justesse des notes	Nombre de temps marqués	Respect de la valeur des notes
EE MSM	76,3 % de réussite	16 % de réussite	93,6 % de réussite	71,4 % de réussite
M	39,5 % de réussite	29 % de réussite	75 % de réussite	28,6 % de réussite
T	44,7 % de réussite	16 % de réussite	89,2 % de réussite	57 % de réussite
L	39,5 % de réussite	20 % de réussite	82,1 % de réussite	71,4 % de réussite
H	47,4 % de réussite	8 % de réussite	67,8 % de réussite	14,3 % de réussite
A	23,6 % de réussite	8% de réussite	78,5 % de réussite	42,8 % de réussite
EE GSM	97,4 % de réussite	47,4 % de réussite	98,2 % de réussite	96,4 % de réussite
E	52,6 % de réussite	20 % de réussite	85,7 % de réussite	57 % de réussite
H	76,3 % de réussite	44,7 % de réussite	91,4 % de réussite	85,7 % de réussite

<u>Promenons-nous</u>	MELODIE		RYTHME	
	Intonation	Justesse	Nb de tps marqués	Respect de la valeur des notes
EE MSM	91% de réussite	31 % de réussite	90,8 % de réussite	76,6 % de réussite
M	66 % de réussite	34 % de réussite	93,8 % de réussite	66,7 % de réussite
T	84 % de réussite	22 % de réussite	100 % de réussite	100 % de réussite
L	47 % de réussite	28 % de réussite	79,2 % de réussite	66,7 % de réussite
H	56 % de réussite	37 % de réussite	83,3 % de réussite	33,3 % de réussite
A	53% de réussite	37% de réussite	47,9 % de réussite	33,3 % de réussite
EE GSM	97 % de réussite	44 % de réussite	99,2% de réussite	93,3 % de réussite
E	63 % de réussite	22 % de réussite	100 % de réussite	50 % de réussite
D	69 % de réussite	34 % de réussite	100 % de réussite	100 % de réussite

Il ressort de cette étude que même chez les enfants entendants, la justesse (c'est-à-dire le fait de chanter les notes à leur bonne hauteur) est encore instable à l'âge de 4-5 ans : ceci étaye le postulat de Sarfati, (1997) selon qui la justesse se mettrait en place jusqu'à l'âge de 8 ans.

En revanche, chez les enfants entendants de GSM, l'intonation et le rythme sont quasiment acquis ce qui est moins le cas chez les enfants de MSM. Ces résultats sont en accord avec les théories de Hargreaves et Galton (1992) et de Zurcher (2010) qui indiquent vers 5 ans un changement de stade dans le développement musical.

Nous retrouvons ce constat, chez D, bi-implantée post-méningite et qui bénéficie donc d'une mémoire auditive. De plus, D étant enrouée, sa voix peut avoir dérapé sans que ce soit dû à son ouïe.

A l'inverse, E, qui est de même classe d'âge que D, mais qui n'est pas implantée, présente des scores plus éloignés de la moyenne des enfants entendants. Elle semble avoir l'enveloppe rythmique globale, mais la production plus fine du rythme et de l'intonation n'est pas encore installée.

Ces constatations tendraient à confirmer l'apport de l'implant dans la perception mais surtout dans la reproduction de la voix chantée.

Cependant, il nous est difficile de comparer le rôle de la mémoire auditive puisque pour les enfants de GSM, nous n'avons pas pu enregistrer des enfants ne bénéficiant que d'un seul implant.

De même, pour les enfants de MSM, seul L bénéficie d'une mémoire auditive, mais ses scores ne sont pas forcément révélateurs de ses performances en raison de sa fatigue.

Toutefois, dans le questionnaire aux parents son papa indique qu'il chante en général plutôt faux.

En revanche, nous pouvons constater les bénéfices de l'implant cochléaire, par rapport à un appareillage classique.

En effet, nous voyons qu'A présente des scores significativement inférieurs, en ce qui concerne la mélodie, que les autres enfants de sa classe d'âge.

De même si les scores rythmiques de cet enfants sont meilleurs que ces scores mélodiques, ils n'en restent pas moins inférieurs à ceux des enfants entendants et des enfants sourds implantés cochléaires.

Alors que pour les enfants de GSM, on relève une homogénéité des scores entre « **Alouette** » et « **Promenons-nous** », tant pour la mélodie que pour le rythme, cette homogénéité n'est

valable pour les enfants de MSM que pour le rythme. En effet, les performances mélodiques, pour ces enfants, sont meilleures pour « **Promenons-nous** ».

Est-ce parce que la chanson « **Alouette** » comprend plus de variations mélodiques et surtout une amplitude plus importante, ce qui la rend plus difficilement accessible ?

En effet, on remarque que les passages les plus aigus d' « **Alouette** » semblent être les plus échoués pour l'intonation. En revanche, les intonations de « **Promenons-nous** », qui est plus grave, sont dans l'ensemble mieux réussies, ce qui vient renforcer ce constat.

Le fait que les enfants de MSM n'aient pas encore précisément acquis l'intonation et le rythme, pencherait en faveur d'une hypothèse d'approche globale de la musique à ces âges, la finesse étant acquise plus tardivement.

Ce qui fait vraiment la différence entre les enfants sourds et leurs pairs entendants, est la capacité à reproduire l'intonation. La hauteur des notes n'est pas reproduite avec justesse, mais c'est également le cas chez les enfants entendants, tandis que l'intonation est significativement plus faible.

Ainsi, certains enfants ont une tendance à la linéarisation des courbes, c'est-à-dire à une intonation assez plate (L, E, A). Les deux enfants sourds non implantés sont concernés par ce constat.

Nous retenons de ces observations que les enfants sourds peuvent reproduire des mouvements ascendants et descendants de voix, en voix chantée.

Quant au rythme, les enfants présentent dans l'ensemble des scores proches de ceux des enfants entendants.

Si la reproduction d'une mélodie pour un enfant sourd implanté est plus difficile que pour un enfant entendant, force est de constater qu'elle est malgré tout mieux réalisée que par rapport à un enfant sourd non implanté.

DISCUSSION

L'objectif principal de ce mémoire était de déterminer si grâce à l'implant cochléaire, les enfants sourds pouvaient chanter.

Partant de cette problématique, nous avons formulé les hypothèses suivantes :

- 1) Avec un implant cochléaire et une éducation auditive précoce, les enfants sourds peuvent chanter...
- 2) ... mais on retrouve des caractéristiques vocales propres à la surdité.
- 3) Pour notre groupe d'enfants sourds, le rythme est mieux préservé que la mélodie, comme le relate la littérature.
- 4) La mémoire auditive est bénéfique dans l'apprentissage du chant.

Après avoir évalué les productions rythmiques et mélodiques de sept enfants sourds, nous allons maintenant discuter les résultats.

1) Avec un implant cochléaire et une éducation auditive précoce, les enfants sourds peuvent chanter...

La littérature concernant le développement de la voix parlée chez l'enfant sourd implanté cochléaire est abondante. Toutefois, à notre connaissance les études s'attachant de façon plus spécifique à la production de la voix chantée sont plus rares.

Cependant, certaines études (M.T Le Normand et A. Lacheret (2010), ou encore Peng et coll (2008)) suggèrent que l'implant cochléaire traiterai mieux les indices au niveau suprasegmental que segmental. Dans notre étude nous nous sommes attachées uniquement au niveau suprasegmental, nous ne pouvons donc pas comparer les deux niveaux.

En revanche, les résultats de notre étude nous permettent d'observer que les enfants sourds peuvent reproduire une mélodie et un rythme, même si des perturbations prosodiques par rapport à leurs pairs entendants ont été relevées.

Nous notons que ces perturbations sont moindres chez les enfants porteurs d'un implant cochléaire : les scores d'E et A qui ne sont pas implantés sont plus faibles que les autres.

L'éducation auditive précoce mise en place pour les enfants implantés peut expliquer ces résultats : en effet, un travail sur la voix modulée dès le plus jeune âge permet de travailler les différents paramètres vocaux.

De même, l'étendue vocale, c'est-à-dire l'ensemble des fréquences chantées par un sujet, est plus restreinte pour les enfants sourds mais semble améliorée par le port d'un implant. On remarque qu'en GSM, l'amplitude vocale augmente, tant chez les enfants entendants que chez les enfants sourds. Ainsi, bien que l'étendue soit plus faible, les enfants sourds peuvent toutefois moduler leur voix.

On sait aussi que l'IC donne accès aux aigus (C. COPPEAUX ; 2011).

Ce phénomène est mis en évidence dans notre étude. En effet, nous constatons que si les deux chansons sont significativement mieux réussies pour les enfants sourds implantés cochléaires, Alouette (dont les fréquences sont plus aiguës) l'est de façon encore plus importante que Promenons-nous (dont les fréquences sont plus graves) : les enfants implantés reproduisent plus facilement la première chanson que les deux enfants appareillés.

Cependant, la chanson Alouette est moins réussie pour tous (entendants et sourds), ce qui laisse penser que certaines hauteurs de notes (trop aiguës) sont encore difficiles.

Ces résultats tendraient à confirmer notre hypothèse n°1.

2) ... mais on retrouve des caractéristiques vocales propres à la surdité.

Du fait de la mise en place plus tardive d'une boucle audio-phonatoire, nous supposons que la voix des enfants sourds présentait des caractéristiques vocales particulières. Mais ces caractéristiques vocales sont-elles pour autant pathologiques ?

Dans la littérature, il a été constaté que grâce à l'implant cochléaire, « la voix de sourd », telle qu'on la connaît, n'existe plus.

Dans notre étude, les résultats des jurys d'écoute montrent une légère différence dans l'évaluation du timbre entre les enfants sourds et leurs pairs entendants, au profit des enfants entendants. Toutefois, des caractéristiques vocales spécifiques aux enfants sourds ne semblent pas avoir été dégagées.

Cependant, il ne faut pas oublier que le timbre vocal n'est pas objectivable : ces conclusions doivent donc être considérées avec précaution.

Il ressort davantage de l'analyse subjective que l'intensité de ces enfants est plus faible et le débit parfois plus haché que la moyenne des enfants de leur âge. Cela pourrait être dû au temps de privation sonore qu'ils ont vécu au début de leur vie.

Toutefois, les jurys ont parfois donné à certains enfants entendants des notes comparables à celles des enfants sourds, et ce pour chaque critère.

Ces résultats tendraient à infirmer notre hypothèse n°2.
--

3) Pour notre groupe d'enfants sourds, le rythme est mieux préservé que la mélodie, comme le relate la littérature.

Les résultats de nos analyses montrent en effet que le rythme est plus facilement reproduit que la mélodie, ce qui valide les études réalisées dans ce domaine (Rivière et Orreteguy (2008), L.XU (2009) ,Jong Ho Won et al (2010))

En ce qui concerne celui des enfants implantés cochléaires, leur rythme est proche de celui de leurs pairs entendants, ce qui confirme l'apport de l'IC dans la reproduction du rythme.

La justesse quant à elle, semble s'acquérir plus difficilement. En effet, selon Dutoit-Marco (1996), « chanter juste ou faux ne dépend pas seulement de l'oreille ou de la voix, mais des deux, et des capacités de liaisons et de contrôle qui ont été mises en place ». Chanter juste est donc un mécanisme complexe.

Selon cet auteur, il semblerait que la justesse en voix chantée s'apprend et se développe grâce boucle audio-phonatoire, qui pourra être travaillée lors d'une prise en charge précoce associée à un travail spécifique.

Dans notre étude, nous observons, tant dans l'analyse objective que dans l'analyse subjective, une différence entre les résultats obtenus pour la justesse et ceux obtenus pour le rythme, en faveur du rythme.

Ces résultats tendraient à confirmer notre hypothèse n°3.

4) La mémoire auditive est bénéfique dans l'apprentissage du chant.

Dans la reproduction du rythme, nous constatons que les trois enfants qui le respectent le mieux, sont L, D (bi-implantés) et T (issue d'un environnement musical très porteur).

Toutefois ceci n'est pas vérifié pour la justesse.

Ces résultats sont cependant à prendre avec précaution : en effet, il s'agit ici d'une étude de cas qui appelle à d'autres travaux, et non d'une analyse statistique.

Notre hypothèse n°4 ne peut donc être ni confirmée, ni infirmée.
--

BIAIS ET LIMITES DE L'ETUDE

Malgré notre désir d'être le plus objectives possible, certains biais ressortent toutefois de cette étude.

Biais lié à la population

- Les résultats de cette étude reflètent les performances des enfants à un moment précis. Plusieurs facteurs ont pu interférer : la fatigue, la maladie, le stress... Ainsi, les résultats obtenus peuvent parfois ne pas être révélateurs de leurs capacités.

Biais liés à l'étude

- L'évaluation de la voix chantée est subjective. Elle est perçue différemment par chacun. Les partitions musicales que nous avons écrites pour notre étude auraient pu être entendues et transcrites différemment par une tierce personne.
- Nous avons chanté nous-mêmes, or toute voix est fluctuante.

PERSPECTIVES

Selon Vuilleumier (2010), il y aurait une similitude entre le timbre de la voix de l'enfant et celui de la voix de femme. Ainsi, la perception d'une voix de femme rendrait les capacités de reproduction en justesse plus faciles pour un enfant.

De fait, il pourrait être intéressant d'affiner l'étude en proposant une voix d'homme en modèle et voir si les performances des enfants seraient différentes.

En outre, il a été dit que les progrès en perception et production, grâce au port de l'implant, augmentent significativement pendant cinq ans post-implant.

Une étude (Flipsen et Colvard, 2006) relève, elle, d'importants progrès vers trois ans post implant.

Or les enfants de notre protocole ont, de par leur jeune âge, au maximum trois ans de recul.

Une autre étude sur la voix chantée chez les enfants sourds ayant un recul à l'implant de cinq ans pourrait donc être pertinente.

Les réponses aux questionnaires aux parents (cf annexes) montrent une grande joie à voir leur enfant avoir accès au monde musical et sonore, ce qu'ils n'espéraient pas à l'annonce du diagnostic de surdité. De plus, ils expliquent souvent « oser » d'avantage chanter avec leur enfant et y trouver du plaisir. Ils décrivent de réels moments de complicité entre leur enfant et ses pairs entendants par l'intermédiaire de comptines.

Nous-mêmes avons pris beaucoup de plaisir à réaliser cette étude au contact des enfants. Cette expérience s'est révélée très enrichissante pour nous comme pour notre future pratique orthophonique.

CONCLUSION

L'objectif principal de ce mémoire, qui portait sur l'étude de cas de sept enfants sourds, était de déterminer si, grâce à l'implant cochléaire, les enfants pouvaient avoir accès à la voix chantée.

Pour ce faire, nous avons comparé les enregistrements de ces enfants avec ceux des enfants entendants, sur deux comptines.

Si les scores des enfants sourds restent inférieurs à ceux de leurs pairs entendants, ils n'en restent pas moins encourageants.

A l'instar des données relevées dans la littérature, nous avons mis en évidence de meilleures capacités rythmiques par rapport aux capacités mélodiques.

Ces capacités étaient meilleures pour les enfants implantés.

En revanche, nous n'avons pas relevé de différences significatives entre les enfants porteurs d'un seul implant ou de deux.

Mais d'autres facteurs, extrinsèques à l'étude et exposés dans la discussion, sont également à prendre en compte, et nous incitent à interpréter ces résultats avec prudence.

Ainsi, il serait intéressant de reproduire cette étude, avec un nombre de sujets plus important, sur plusieurs passations et avec des conditions environnementales similaires.

Pour autant, nous avons été très touchées par les témoignages de certains parents, nous révélant leur sentiment de joie de voir leur enfant chanter et s'épanouir par ce biais.

Ces résultats nous confortent dans l'intérêt du travail de la voix chantée et des comptines dans la rééducation orthophonique des enfants sourds.

En effet, les comptines permettent de développer les pré-requis à la communication : contact oculaire, imitation, attention conjointe, tour de rôle ; ainsi que la parole et le langage oral : discrimination auditive, articulation, intensité, fréquence, syntaxe...

Elles aident en outre, au développement des capacités mnésiques, attentionnelles ainsi qu'à la structuration spatiale et temporelle, à l'abstraction et à la symbolisation.

Ainsi, on l'a vu la musique et la voix chantée possèdent un grand nombre de caractéristiques qui sont exploitées dans la rééducation des enfants sourds implantés. Mais au-delà de leur aspect rééducatif, ce sont avant tout deux activités très enrichissantes pour le développement global de l'enfant, à l'instar de l'enfant entendant.

Au terme de ce mémoire, nous ne pouvons qu'encourager les parents d'enfants sourds à partager des échanges avec leur enfant, autour des comptines, en utilisant préférentiellement des comptines à gestes, en développant des rituels autour des comptines, en chantant quotidiennement (en mettant la table, en faisant la cuisine..) et en intégrant la fratrie.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES

- 1) AMY DE LA BRETEQUE, B. (1997). *L'équilibre et le rayonnement de la voix*. Marseille : Solal, 122 p.
- 2) AZEM A, B., RENARD, C. (2008). *Impact de la perte auditive sur la perception de la parole. Altérations qualitatives*. In RENARD X. (Eds.) (2008). *Précis d'audioprothèse, production, phonétique acoustique et perception de la parole*. Issy les Moulineaux : Masson, 411p.
- 3) BAKHSHAEI, M., GHASEMI, M.M., TAGHI SHAKERI, M., RAZMARA, N., TAYARANI, H., REZA TALE, M. (2007). Speech development in children after cochlear implantation. *European Archives Otorhinolaryngology*, 264, 1263-1266.
- 4) BALL, J., BINDLER, R. (2003). *Soins infirmiers en pédiatrie*. Saint-Laurent: ERPI, 128p.
- 5) BONFILS, P., CHEVALLIER, J.M., (2005). *Anatomie ORL*. Paris : Médecine Sciences – Flammarion, 428p.
- 6) BOREL-MAISONNY, S. (1973) *Perception et éducation, la parole et la perception des sons*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé, 147 p.
- 7) BOYSSON-BARDIES, B. (1999). *Comment la parole vient aux enfants*. Paris : Odile Jacob, 298 p.
- 8) BRIN, F., COURRIER, C., LEDERLE, E., MASY, V., (2004). *Dictionnaire d'Orthophonie*. Isbergues : Ortho Edition, 298 p.
- 9) BUSQUET, D., DESCOURTIEUX, C. (1996). Le LPC, un support à la discrimination auditive de la parole chez l'enfant implanté. *Bulletin d'audiophonologie – Annales scientifiques de l'Université de Franche Comté* , volume XII, 5 et 6, 457-462.
- 10) BUSQUET, D. (1998). Education auditive de l'enfant sourd implanté, *Bulletin d'audiophonologie – Annales Scientifiques de l'Université de Franche-Comté* , volume XIV,3, 57-74.
- 11) CALMELS, M.N., SALIBA, I., WANNA, G., COCHARD, N., FILLAUX, J., DEGUINE, O., FRAYSSE, B. (2004). Speech perception and speech intelligibility in children after cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68, 347-351.
- 12) CARRE, A. (2008). *Musique et surdité : le paradoxe du sourd musicien*. Courlay : Fuzeau, 279 p.
- 13) CHEVRIE-MULLER, C., NARBONA, J. (2000). *Le langage de l'enfant, aspects normaux et pathologiques*. Paris: Masson, 624 p.

- 14) COCHARD, N., CALMELS, M.N., LANDRON, C., HUSSON, H., HONEGGER, A., FRAYSSE, B. (2004). L'évaluation des résultats à long terme chez les enfants sourds congénitaux et prélinguaux porteurs d'un implant cochléaire. *Rééducation orthophonique*, 217, 115-123.
- 15) COLIN, C., LEYBAERT, J. (2007). Le rôle des informations visuelles dans le développement du langage de l'enfant sourd muni d'un implant cochléaire. *Enfance*, 59, 245-253.
- 16) COPPEAUX, C., DUBOËL, N. (2011). Implant : évolution de la prise en charge orthophonique. *L'orthophoniste*, 312, 19-26.
- 17) DAUNE-MICHEL, A. (1996). Apport des activités musicales et de la voix chantée dans l'éducation de l'enfant déficient auditif. *Bulletin d'audiophonologie – Annales Scientifiques de l'Université de Franche-Comté*, Volume XII – n°7 supplément, 581- 592.
- 18) DELIEGE, I., SLOBODA, J.A. (1995). *Naissance et développement du sens musical*. Paris : Presses Universitaires de France, 320 p.
- 19) DUFOUR, E. (2005). *Qu'est-ce que la musique ?*. Paris : VRIN, 128 p.
- 20) DULGUEROV, P., REMACLE, M., (2005). *Précis d'audiophonologie et de déglutition Tome 1 : L'oreille et les voies de l'audition*, Marseille : Solal, 376 p.
- 21) DUMONT, A. (1996). *Implant cochléaire, surdité et langage*. Bruxelles : De Boeck, 156 p.
- 22) DUMONT, A. (1997). *Implantations cochléaires : guide pratique d'évaluation et de r education*. Isbergues : Ortho Edition, 143 p.
- 23) DUMONT, A. (2004). Orthophonie et implant cochléaire : une rencontre en forme de défis. *R education orthophonique*, 217, 7-25.
- 24) DUMONT, A. (2007). Une prise en charge à assurer en cabinet libéral. *Ortho-magazine*, 68, 22-26.
- 25) DUMONT, A. (2008). *Orthophonie et surdité, communiquer, comprendre et parler*. Issy les Moulineaux : Masson, 237 p.
- 26) GARABEDIAN, E.N., LOUNDON, N. (2010), L'implant cochléaire chez l'enfant. *E-mémoire de l'Académie Nationale de Chirurgie*, 9 (3) : 47-51, Paris
- 27) GEFFRIAUD, G. (2004). Modélisation de l'évolution des perceptions auditives après implantation cochléaire. *R education orthophonique*, 217, 157-171.
- 28) GERS, Groupe d'Etudes et de Recherches sur la Surdité. (2008). Le jeune enfant sourd, consensus et controverses, *Contacts n 3*, journées d'études 18 novembre 2007. Paris : L'Harmattan.
- 29) GOVAERTS, P.J., DAEMERS, K., SCHAUWERS, C., DE BEUKELAER, M., YPERMAN, G., DE CEULAER, S., GILLIS, A. (2004). Implantation précoce et/ou bilatérale. *R education orthophonique*, 217, 31-47.
- 30) HAGE, C., CHARLIER, B., LEYBAERT, J.(2006). *Compétences cognitives, linguistiques et sociales de l'enfant sourd. Pistes d'évaluation*. Belgique : Mardaga, 285 p.

- 31) HOCEVAR-BOLTEZAR, I., VATOVEC, J., GROS, A., ZARGI, M. (2005). The influence of cochlear implantation on some voice parameters. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 69, 1635-1640.
- 32) JUAREZ SANCHEZ, A. (2004). L'implantation cochléaire précoce chez l'enfant. *Rééducation orthophonique*, 217, 47-57.
- 33) KAZANDJIAN-PEARSON, S. (2004). *L'instrument du chanteur : son corps*. Marseille : Solal, 327 p.
- 34) ESTIENNE, F. (1998). *Voix chantée, voix parlée. Examen et thérapie*. Issy les Moulineaux : Masson, 194p.
- 35) GUILLARME, G. (2008). *Boucle audiophonologique. Contrôle audiophonatoire, prosodie, lecture labiale*. In RENARD X. (Eds.) (2008), *Précis d'audioprothèse, production, phonétique acoustique et perception de la parole*. Issy les Moulineaux : Masson, 411p.
- 36) HEUILLET-MARTIN, G., GARSON-BAVARD, H., LEGRE, A. (2007). *Une voix pour tous, la voix normale et comment l'optimiser*. Marseille : Solal, 216p.
- 37) JILLIOT, J., VINET, A., LE HER, F. (2008). *Impact de la perte auditive sur la perception de la parole. Altérations quantitatives*. In RENARD X. (Eds.) (2008), *Précis d'audioprothèse, production, phonétique acoustique et perception de la parole*. Issy les Moulineaux : Masson, 411p.
- 38) KONOPCZYNSKI, G., VINTER, S. (1995). *Le développement langagier : une prédiction précoce est-elle possible ?*, Isberghe : Ortho Editions, 238p.
- 39) LAFON, J.C. (1995). Physiologie de la perception auditive. *Bulletin d'audiophonologie Annales scientifiques de l'université de Franche-Comté*, vol 11, n°4 et 5.
- 40) LEGENT, F., BORDURE, P., CALAIS, C., MALARD, O. (2002). *Audiologie pratique: manuel pratique des tests de l'audition*. Issy les Moulineaux : Elsevier-Masson, 308p.
- 41) LE HUCHE, F., ALLALI, A. (1991). *La Voix*. Issy les Moulineaux : Elsevier-Masson, 200p.
- 42) LE NORMAND, M.T. (2007). Evaluation de la production spontanée du langage oral et de l'activité sémantique du récit chez l'enfant d'âge préscolaire. *Rééducation Orthophonique*, 231, 53-71.
- 43) LE NORMAND, M.T., LACHERET, A. (2008). Prosodie et acquisition du langage chez les enfants implantés cochléaires. Journées d'Etude sur la parole, Avignon.
- 44) LE NORMAND, M.T., LACHERET, A. (2010). Prosodie chez des enfants implantés cochléaires. In ROUSSEAU, T., VALETTE, F. (Eds.). *Le langage oral: données actuelles et perspectives en orthophonie*, Ortho Editions, 63-88.
- 45) LOPEZ-KRAHE J. (Eds.). (2007). *Surdité et langage. Prothèses, LPC et implants cochléaires*, Saint-Denis : PUV, 200p.

- 46) LOUNDON, N. (2004). Implant cochléaire et retard de développement linguistique. *Rééducation orthophonique*, 217, 69-80.
- 47) LOUNDON, N., BUSQUET, D., GARABEDIAN, E.N. (Eds.) (2009). *Implant cochléaire pédiatrique et rééducation orthophonique*, Paris : Médecine-Sciences Flammarion, 184p.
- 48) MANTEAU, E. (2008). *Rééducation ou conservation du langage oral et de la parole dans les surdités appareillées ou non, y compris en cas d'implantation cochléaire*. In ROUSSEAU T. (Eds.), *Les approches thérapeutiques en orthophonie*, tome 3, 252p.
- 49) MATHA, L., PARREL, G. (de) (1932). *Education et rééducation de la voix chantée*. Rueil-Malmaison : Doin, 234p.
- 50) MC FARLAND, D.H., NETTER, F.H. (2009). *L'anatomie en orthophonie : Parole, déglutition et audition*. Issy les Moulineaux : Masson, 268p.
- 51) MEDINA, V., SERNICLAES, W. (2009). Le développement de la perception catégorielle chez les enfants sourds avec implant cochléaire. *ACFOS Connaissances surdités*, 27, 7-9.
- 52) MEYER, B., MORISSEAU, C., TOFFIN, C. (2005). Education auditive : de la Parole à la Musique, *Les monographies amplifon*, n°38, 82p.
- 53) MILLOTTE, S., CHRISTOPHE, A. (2009). A la découverte des mots : le rôle de la prosodie dans l'acquisition du lexique et de la syntaxe. *Enfance*, 3, 283-292.
- 54) MONDAIN, M., BRUN, V. (Eds.) (2009) *Les surdités de l'enfant*. Issy les Moulineaux : Masson , 79p.
- 55) MONFORT, M. (2004). L'implant cochléaire chez l'enfant sourd pluri handicapé. *Rééducation orthophonique*, 217, 69-80.
- 56) MURPHY, J., SUMMERFIELD, A.Q., O'DONOGHUE, G.M., MOORE, D.R. (2011). Spatial hearing of normally hearing and cochlear implanted children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 75, 489-494.
- 57) NIKOLOPOULOS, T.P., ARCHBOLD, S.M., O'DONOGHUE, G.M. (1999). The development of auditory perception in children following cochlear implantation. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 49, suppl 1, 189-191.
- 58) OTT, J., OTT, B. (2006). *La pédagogie du chant classique et les techniques européennes de la voix*, Paris : L'Harmattan, 366p.
- 59) PENG, S.C., TOMBLIN, J.B., TURNER, C.W. (2008). Production and perception of speech intonation in pediatric cochlear implant recipients and individuals with normal hearing, *Ear Hear*, 29, 336-351.
- 60) PERSONNIC, M.A. (2005). Implantation cochléaire et rééducation, une approche multimodale. *Connaissances surdités la revue ACFOS*, 14, 14-18.
- 61) PRANG, I. (1980). L'apprentissage du chant à un groupe d'enfants déficients auditifs. *Rééducation orthophonique*, volume 18 - n°116.

- 62) PRANG, I. (2006). Prosodie et intelligibilité des enfants sourds implantés. *Connaissances surdités la revue ACFOS*, n°15.
- 63) SARFATI, J., DE LA CHAPELLE, L., WOISARD, V., RAMOLET, A.L. (1997). Etude des troubles de la justesse chantée chez les enfants de 5 à 11 ans, fréquentant des cours de formation musicale. *Bulletin d'Audiophonologie, Annales scientifiques de l'Université de Franche-Comté*, vol 13, n°6, 227-328.
- 64) SNOW, D., ERTMER, C. (2010). The development of intonation in young children with cochlear implants: A preliminary study of the influence of age at implantation and length of implant experience, *Clinical Linguistics and Phonetics*, 23, 665-679.
- 65) STEMPLE, J.C., GLACE, L., KLABEN, P.B. (2000). Survey of voice management.. *Clinical voice pathology: theory and management*, 261-273.
- 66) TRANSLER, C., LEYBAERT, J., GOMBERT, J.E. (dir.) (2005). *L'acquisition du langage par l'enfant sourd. Les signes, l'oral et l'écrit*. Marseille : Solal, 343p.
- 67) VAILLANCOURT, G. (2005). *Musique, musicothérapie et développement de l'enfant*. Montréal : Edition de l'hôpital Sainte-Justine, 175p.
- 68) VENNARD, W. (1967). *Singing, the mechanism and the technic*. New-York : Carl Fischer, 267p.
- 69) VIROLE, B. (2009). *Surdité et sciences humaines*. Paris : L'Harmattan, 172 p.
- 70) WON J.H., DRENNAN, W.R., KANG, R.S., RUBINSTEIN, J.T. (2010). Psychoacoustic abilities associated with music perception in cochlear implant users, *Ear Hear*, 31 (6), 796-805.
- 71) XU, L., ZHOU, N., CHEN, X., LI, Y., SCHULTZ, H.M., ZHAO, X., HAN, D. (2009) .Vocal singing by prelingually-deafened children with cochlear implants, *Hearing Research*, 255, 129-134.
- 72) ZURCHER, P. (2010). *Le développement musical de l'enfant : les quatre temps de la musique*. Paris : L'Harmattan, 156p.

TRAVAUX UNIVERSITAIRES

- 73) ADRIAN.E. (2008). Rôle de la composante prosodique dans la production du langage chez l'enfant sourd implanté au cours d'un suivi à 7 et 8 ans postopératoire, *mémoire d'orthophonie*, Paris.

- 74) ASFAUX J., CAILLEAU M., (2008). Intelligibilité et perception chez des enfants sourds implantés cochléaires âgés de 4 à 6 ans, *mémoire d'orthophonie*.
- 75) BELLER, G. (2009). Analyse et Modèle Génératif de l'Expressivité. Application à la Parole et à l'Interprétation Musicale, *thèse de doctorat*, Paris.
- 76) BONY M., HAUTCOEUR C. (2011). La prosodie dans les récits d'enfants sourds implantés cochléaires français et espagnols, *mémoire d'orthophonie*.
- 77) BOUCHARD M.E. (2008). Acquisition de la parole d'enfants sourds pré-linguistiques ayant reçu un implant cochléaire, *thèse pour un doctorat en psychologie*.
- 78) DELCOURT, Q.(1994). L'apport de l'implant cochléaire sur la production orale. Etude de cas, mémoire d'orthophonie, 1994, Paris
- 79) DELPRAT,F., HURAUT,M. (1996), La perception auditive et son évaluation chez l'enfant sourd porteur d'implant cochléaire, mémoire d'orthophonie, Paris.
- 80) DUCHESNE, L. (2008).Développement des habiletés linguistiques chez les enfants porteurs d'un implant cochléaire, thèse en vue de l'obtention du grade de Ph.D. en Sciences biomédicales option orthophonie, Montréal.
- 81) DUMANS, S., PAYELLE, D. (2000). Etude de corrélation entre la perception musicale et langagière chez l'implanté cochléaire, mémoire d'orthophonie.
- 82) DUPUY, P., GARCIER, J. RENARD, C.(2011). Etude comparative de l'articulation et de la parole d'enfants sourds implantés cochléaires versus une population d'enfants normo-entendants, mémoire d'orthophonie, Montpellier.
- 83) ESPOSITO, C., QUARELLO, S.(2006). Les comptines : un outil dans les apprentissages, mémoire professionnel dans le cadre de la formation des maitres.
- 84) FAILLE, M-H, Présentation intitulée « le système respiratoire » ; CHU Ste Justine, Université de Montréal (Québec).
- 85) FINOT, C., HENNEQUIN, F. (2000). Surdité, implant cochléaire et musique : comparaison et analyse des données objectives et subjectives concernant la perception musicale chez une population d'enfants entendants et une population d'enfants déficients auditifs implantés cochléaires, mémoire d'orthophonie.
- 86) GAGNOUD, L. (2010). Mémoire d'orthophonie, Strasbourg : Incidence des activités musicales et vocales chez l'enfant sourd implanté cochléaire, études acoustiques et perceptives.
- 87) GUERRERO-LOPEZ, H.A. (2012). Thèse de doctorat de l'Université Montpellier III, discipline sciences du langage : caractéristiques de la voix de l'enfant sourd appareillé

et implanté cochléaire : approches acoustique et perceptuelle et proposition de modélisation.

- 88) GIRARD, F., L'HER, C., YVERT, C. (1993). Incidences et apports des implants cochléaires sur les différents paramètres vocaux, Mémoire d'orthophonie, Paris.
- 89) GUERRERO LOPEZ, H.A. (2010). Caractérisation de la voix de l'enfant sourd appareillé et implanté cochléaire : approches acoustiques et perceptuelles et proposition de modélisation, thèse en sciences du langage, Montpellier.
- 90) LACHERER, A., LE NORMAND, M.T., (2010). Prosodie chez des enfants implantés cochléaires.
- 91) LAFON, J.C. (1995). Physiologie de la perception auditive, in Bulletin d'audiophonologie Annales scientifiques de l'université de Franche-Comté, vol 11, n°4 et 5.
- 92) LAMESCH, S. (2010) ; Thèse de Doctorat de l'Université Paris VI, spécialité acoustique musicale : Mécanismes laryngés et voyelles en voix chantée ; Dynamique vocale, phonétogrammes de paramètres glottiques et spectraux, transitions de mécanismes.
- 93) LEFEBVRE, A. (2011). La perception de la voix chantée chez cinq enfants implantés cochléaires : apport d'un programme d'entraînement, mémoire d'orthophonie.
- 94) SARRAZIN, V. (2010). L'apport de la comptine dans le développement du langage oral chez l'enfant porteur de trisomie 21, Étude de cas mémoire d'orthophonie.
- 95) SCHNEIDER, S. (2011). L'influence de l'instrument modèle sur la justesse d'intonation chez les élèves de 2ème année primaire, mémoire de Bachelor, Bienne.
- 96) THUAULT, A. (2011). Etude de la perception auditive, visuelle et tactile du rythme chez 8 enfants sourds. Mémoire d'orthophonie, Tours.
- 97) TROMEUR, E. (2011). L'influence de l'éducation musicale sur la production et traitement perceptif prosodique chez un enfant sourd profond francophone muni d'un implant cochléaire. Mémoire de Master linguistique générale et linguistique appliquée, spécialité fonctionnements linguistiques et dysfonctionnements langagiers, Université Paris X.
- 98) VINTER, S. (1992). Mise en place des éléments prosodiques dans le langage émergent de l'enfant sourd : rôle des stimulations acoustiques et des interactions sociales, thèse, université de Franche-Comté.

SITES INTERNET

➤ Laryngologie pédiatrique

99) <http://www.ori-marseille.com/soins/laryngologie.htm> (visité le 12.03.12)

100) <http://www.ori-chirurgie.fr/larynx.php> (visité le 26.05.05)

➤ Paramètres de la voix

101) <http://operacritiques.free.fr/css/index.php?2010/07/17/1573-voix-mixte-mixer-les-aigus-et-voix-de-poitaine-voix-de-tete-fausset-falsetto-petto-passage-passaggio-petit-registres-flageolet-sifflet-whistle-voix-definitions-explications-analyses-mp3s-exemples> (04.12.11)

102) http://web.mac.com/polysons/Site_6/Synth%C3%A8se.html (Visité le 28.01.12)

➤ Voix de l'enfant

103) http://web.mac.com/polysons/Site_6/Voix_de_lenfant.html (Visité le 28.01.12)

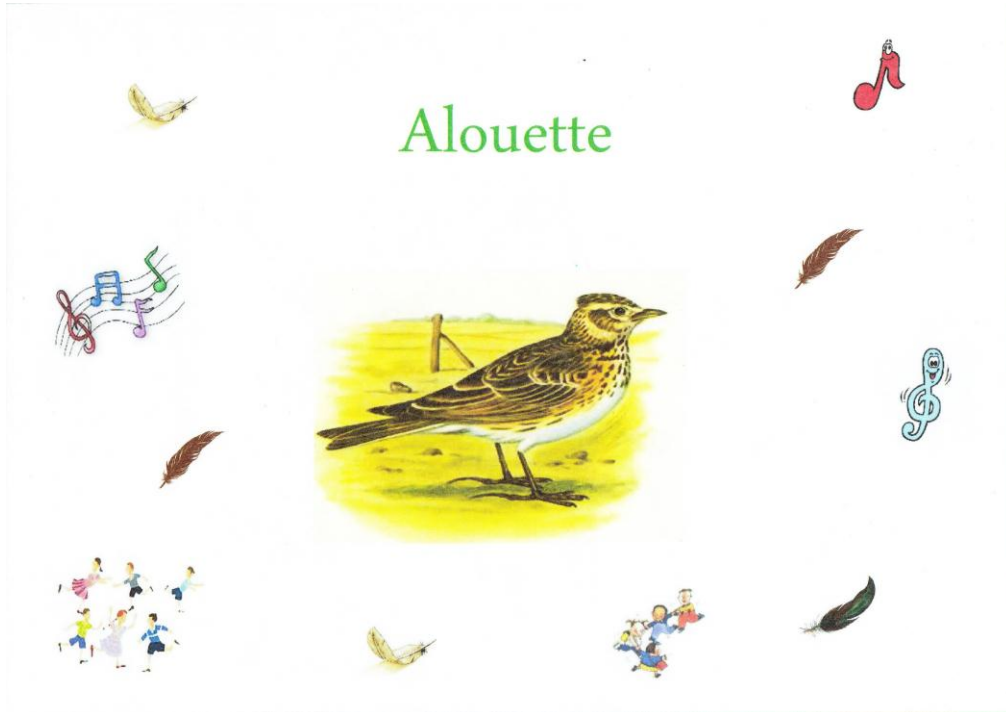
➤ Anatomie de l'oreille

104) <http://www.bionicear-europe.com/fr/how-does-the-ear-work/comment-fonctione-audition.html> (Visité le 23.04.12).

105) <http://www.bionicear-europe.com/fr/how-implant-works/fonctionnement-de-implant.html> (Visité le 23.04.12).

ANNEXES

IMAGES PRESENTEES AUX ENFANTS



AUDIOGRAMMES ET COURBES DES ENFANTS SOURDS

Enfant M

ASSISTANCE PUBLIQUE-HÔPITAUX DE PARIS
HÔPITAL D'ENFANTS ARMAND-TROUSSEAU

26, AVENUE DU Dr ARNOLD NETTER - 75012 PARIS
 Service d'Oto-Rhino-Laryngologie
 Pr E.N. GARABEDIAN
 Unité d'Audiophonologie Infantile - Tél. : 01 44 73 67 83

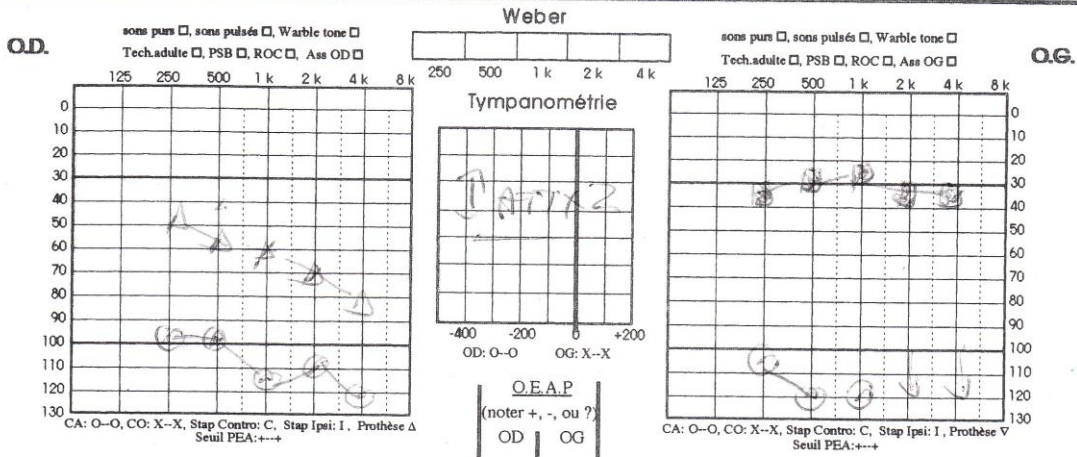
Nom:
 Prénom
 Adresse

Adressé par

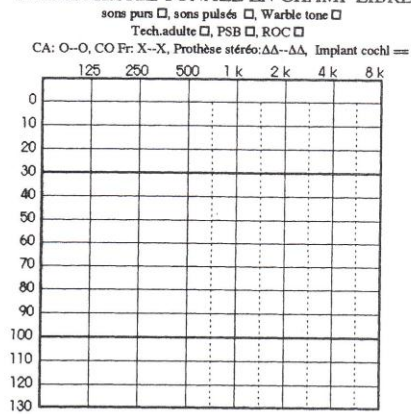
NIP: _____

DDN: _ _ _

Date de l'examen 30/11/2012



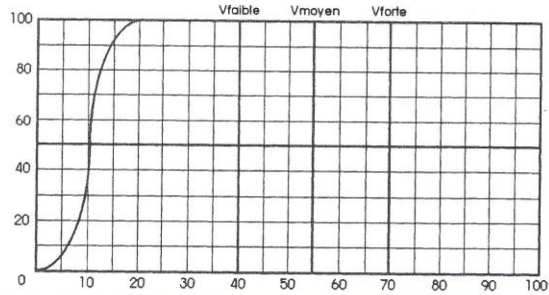
AUDIOMETRIE TONALE EN CHAMP LIBRE



ÉPREUVES D'INTELLIGIBILITÉ

au micro , enregistrées
 listes adultes , listes enfants , voix F , voix H

Champ libre ON O--O, Casque OD <--<, Casque OG >-->
 Prothèses stéréo ΔΔ--ΔΔ, Prothèse OD Δ--Δ, Prothèse OG ∇--∇
 (trait spéc si Épreuve avec Lecture Labiale)



CONCLUSIONS

- Seuil max implant @ 3 ans OG (20)

Docteur.....

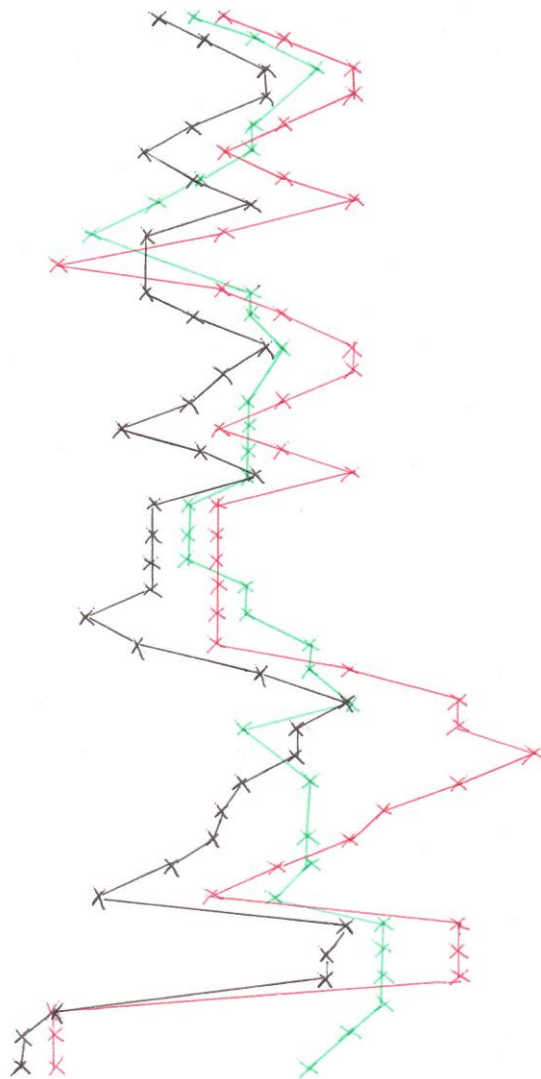
ALOUETTE

Enfant M

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V X Y

do³ mi³ sol³ do⁴

A
LU
E
TØ
ZÅ
TI
JA
LU
E
TØ
A
LU
E
TØ
ZØ
TØ
PLY
ME
RE
ZØ
TØ
PLY
MØ
RE
LA
TET
ZØ
TØ
PLY
MØ
RE
LA
TET
E
LA
TET
E
LA
TET



x-x partition d'origine
 x-x enfants entendants MSM
 x-x enfant sourd.

PROMENONS-NOUS DANS LES BOIS

Enfant M

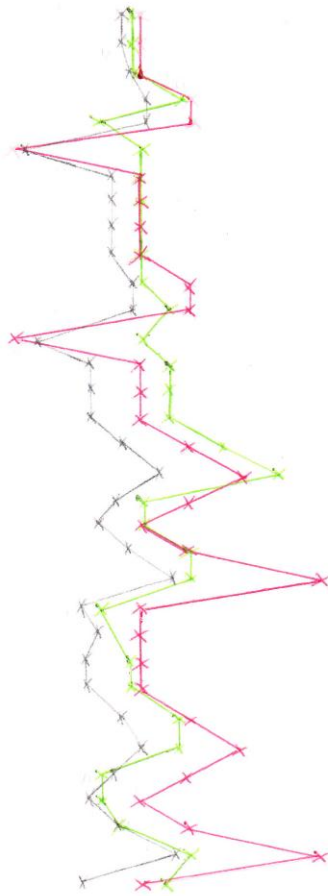
X-X enfant entendait NSN

X-X enfant accout

X-X partition d'origine

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y

PROM
 NÖ
 NU
 DÄ
 LE
 BWA
 PÄ
 DÄ
 KØ
 LØ
 LU
 NJE
 PA
 SI
 LØ
 LU
 JE
 TE
 IL
 NU
 MÄ
 ZE
 RE
 ME
 KOM
 IL
 NJE
 PA
 IL
 NU
 MÄZ
 RA
 PA



Enfant T

ASSISTANCE PUBLIQUE-HÔPITAUX DE PARIS
HÔPITAL D'ENFANTS ARMAND-TROUSSEAU

26, AVENUE DU Dr ARNOLD NETTER - 75012 PARIS

Service d'Oto-Rhino-Laryngologie

Pr E.N. GARABEDIAN

Unité d'Audiophonologie Infantile - Tél. : 01 44 73 67 83

Nom:
Prénom
Adresse

Adressé par

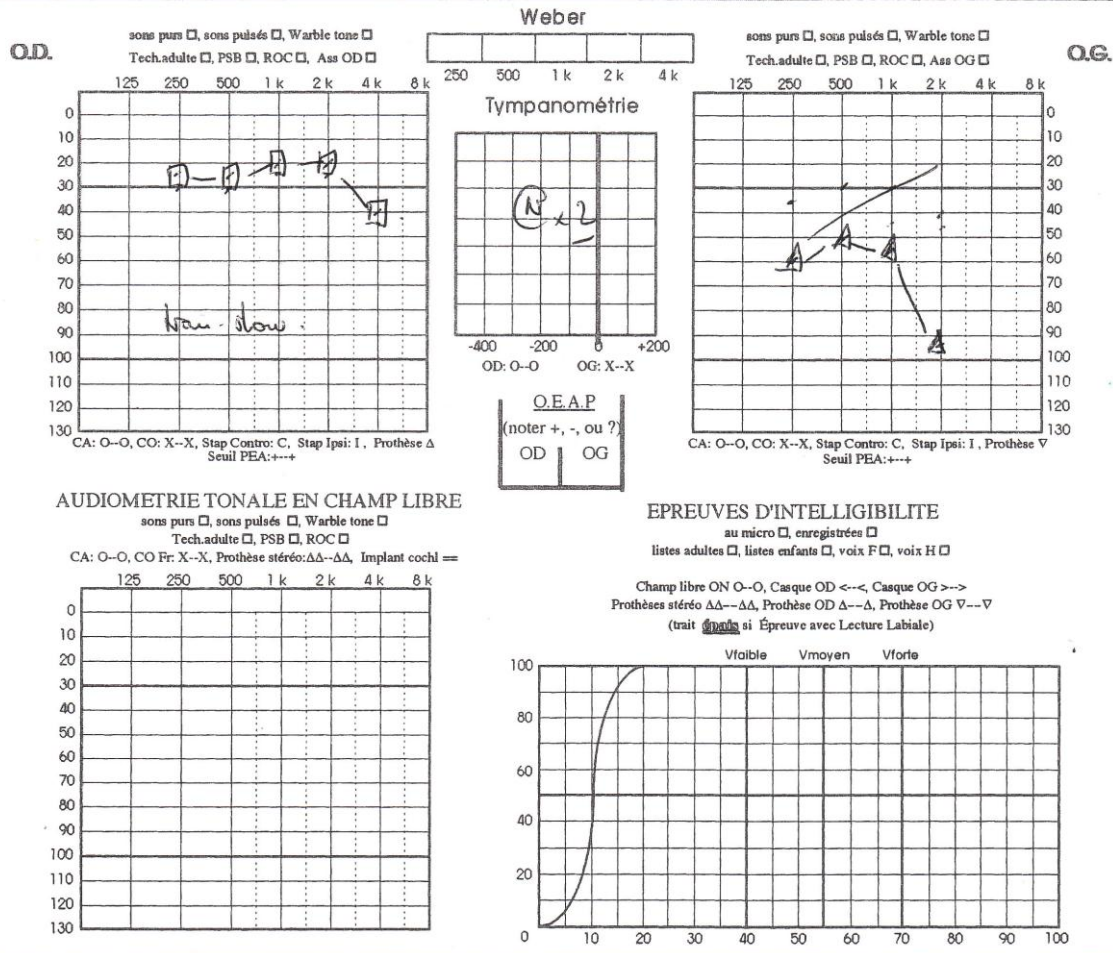
NIP: _____

♀ 4 ans

DDN: _____

IC 3 ans

Date de l'examen 8/09/2014



CONCLUSIONS

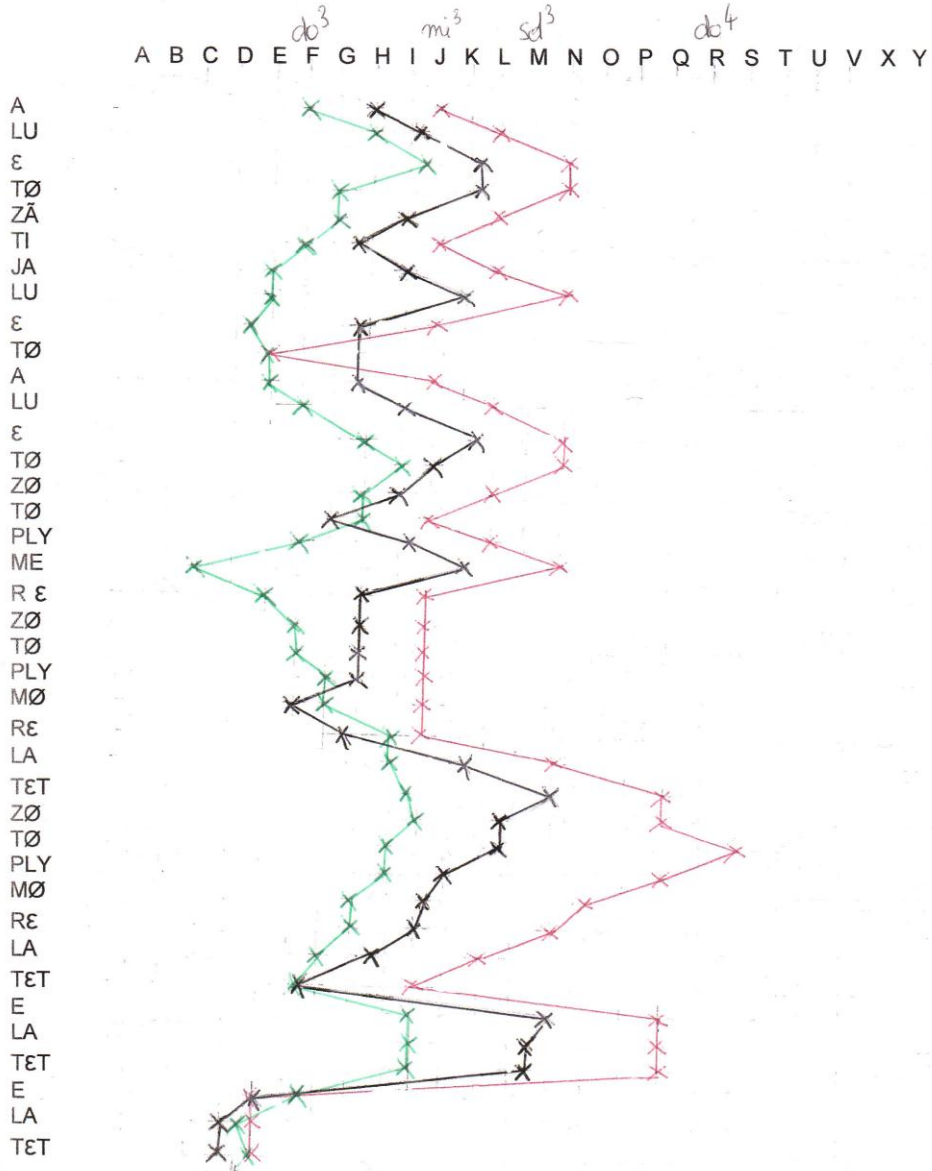
- Induite de perception globale
- □-□. Sauts avec IC
- Δ-Δ. ACA

AP/HPF RD 359 / 95

Docteur.....

ALOUETTE

Enfant T



X—X portation d'origine
 X—X enfants entendants
 MSM
 X—X enfant sourd

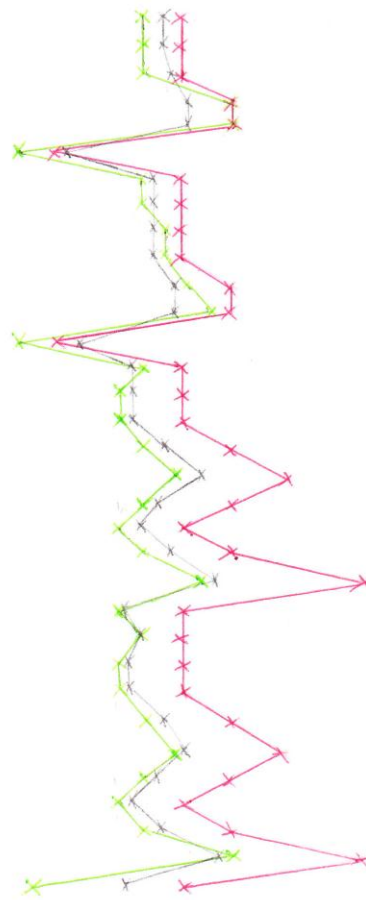
PROMENONS-NOUS DANS LES BOIS

Enfant T

x-x enfants entendants NSN
 x-x enfant sourd
 x-x partition d'origine

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y

PROM
 NÖ
 NU
 DÄ
 LE
 BWA
 PÄ
 DÄ
 KØ
 LØ
 LU
 NJE
 PA
 SI
 LØ
 LU
 JE
 TE
 IL
 NU
 MÄ
 ZE
 RE
 ME
 KOM
 IL
 NJE
 PA
 IL
 NU
 MÄZ
 RA
 PA



Enfant L

ASSISTANCE PUBLIQUE-HÔPITAUX DE PARIS
HÔPITAL D'ENFANTS ARMAND-TROUSSEAU

26, AVENUE DU Dr ARNOLD NETTER - 75012 PARIS
Service d'Oto-Rhino-Laryngologie
Pr E.N. GARABEDIAN
ophonologie Infantile - Tél. : 01 44 73 67 83

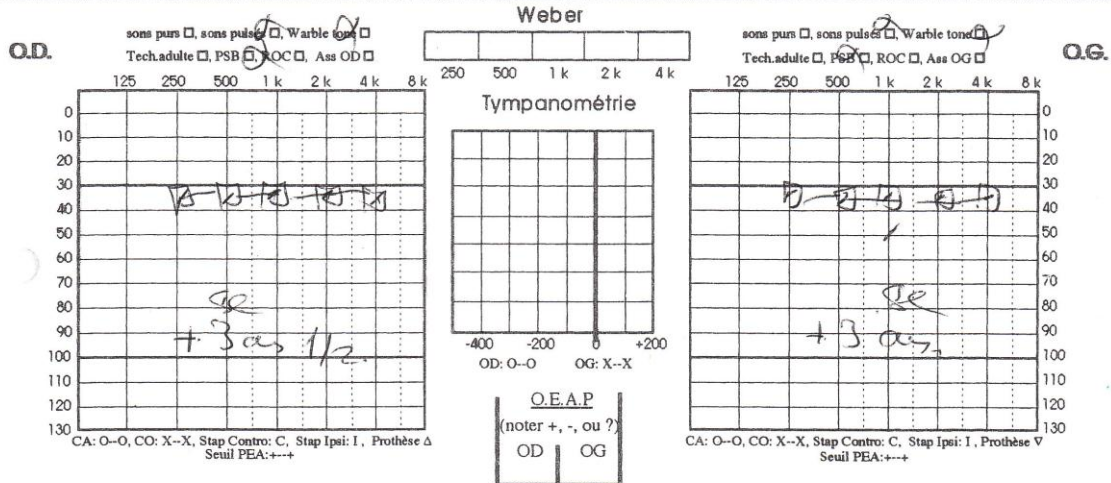
Nom
Prén
Adre

Adressé par

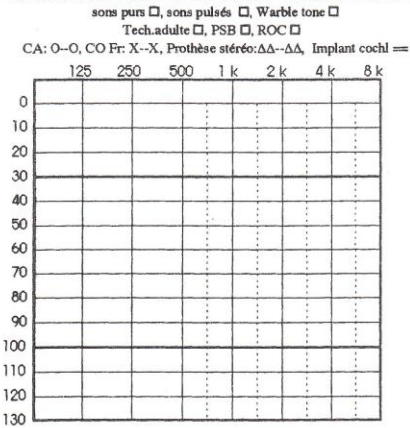
NIP: _____

DDN: _____

Date de l'examen 31/05/2011



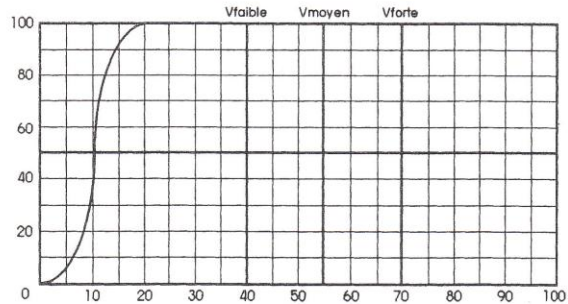
AUDIOMETRIE TONALE EN CHAMP LIBRE



EPREUVES D'INTELLIGIBILITE

au micro , enregistrées
listes adultes , listes enfants , voix F , voix H

Champ libre ON O-O, Casque OD <-<, Casque OG >->
Prothèses stéréo ΔΔ--ΔΔ, Prothèse OD Δ--Δ, Prothèse OG V--V
(trait de si Épreuve avec Lecture Labiale)



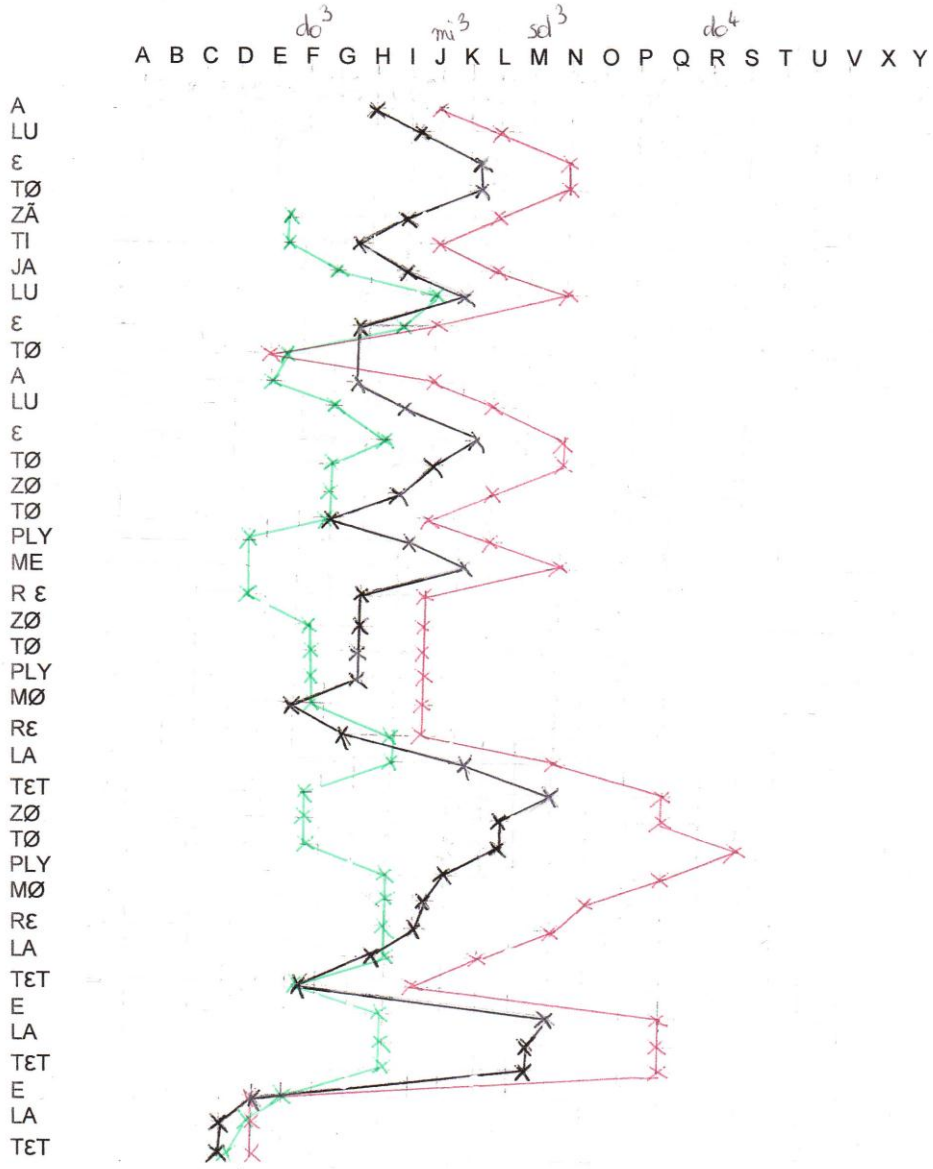
CONCLUSIONS

- Excellent audiologist au T8000

Docteur.....

ALOUETTE

Enfant L



×—× enfants entendants
 MSM
 ×—× enfant sourd
 ×—× partition d'origine

PROMENONS-NOUS DANS LES BOIS

Enfant L

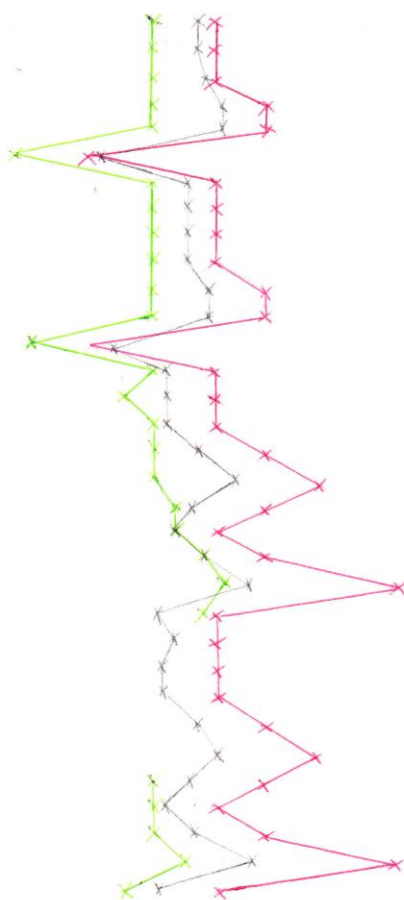
X → enfants entendants NSN

X → enfant sourd

X → partition d'origine

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y

PROM
NŌ
NU
DĂ
LE
BWA
PĂ
DĂ
KØ
LØ
LU
NJE
PA
SI
LØ
LU
JE
TE
IL
NU
MĂ
ZE
RE
ME
KOM
IL
NJE
PA
IL
NU
MĂZ
RA
PA



Enfant H

ASSISTANCE PUBLIQUE-HÔPITAUX DE PARIS
HÔPITAL D'ENFANTS ARMAND-TROUSSEAU

26, AVENUE DU Dr ARNOLD NETTER - 75012 PARIS
Service d'Oto-Rhino-Laryngologie
Pr E.N. GARABEDIAN
Unité d'Audiophonologie Infantile - Tél. : 01 44 73 67 83

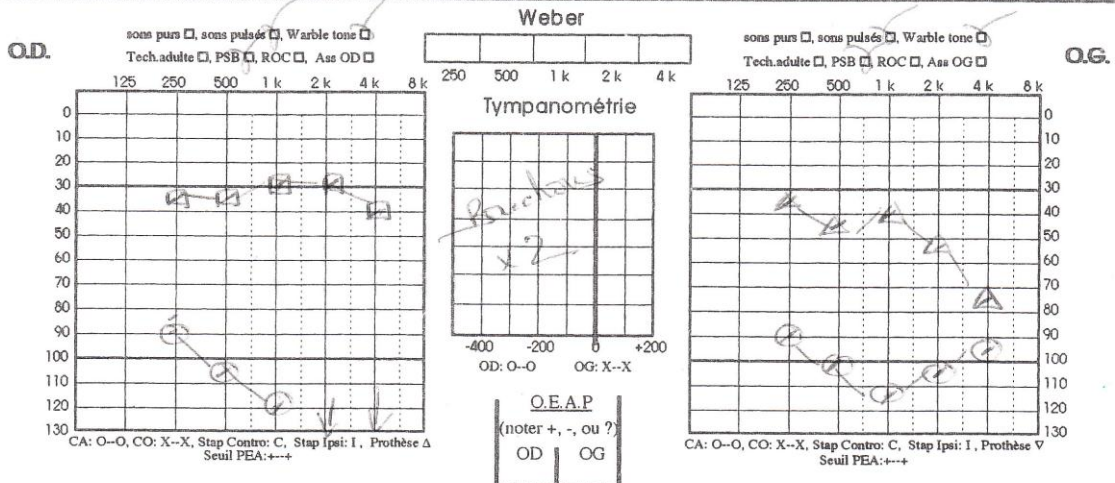
Nom:
Prénom
Adresse

Adressé par

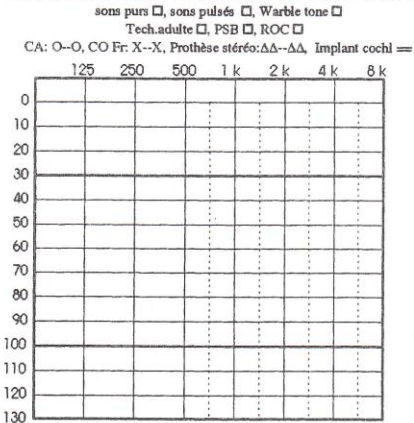
NIP: _____

DDN: _____

Date de l'examen 07/09/11

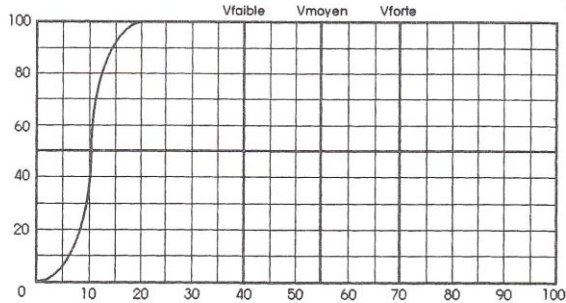


AUDIOMETRIE TONALE EN CHAMP LIBRE



EPREUVES D'INTELLIGIBILITE

au micro , enregistrées
listes adultes , listes enfants , voix F , voix H
Champ libre ON O-O, Casque OD <-<, Casque OG >->
Prothèses stéréo ΔΔ-ΔΔ, Prothèse OD Δ-Δ, Prothèse OG ∇-∇
(trait à la main si Épreuve avec Lecture Labiale)



CONCLUSIONS

- SC ⊕ 30 dBm
- Seuil avec prothèse

APHIP RD 359 / 95

Docteur.

PROMENONS-NOUS DANS LES BOIS

Enfant H

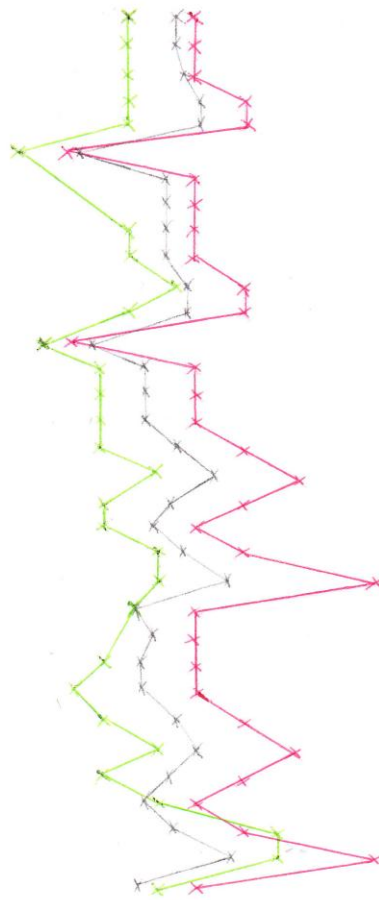
X-X enfants entendants NSN

X-X enfant sourd

X-X partition d'origine

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y

PROM
 NÖ
 NU
 DÄ
 LE
 BWA
 PÄ
 DÄ
 KØ
 LØ
 LU
 NJE
 PA
 SI
 LØ
 LU
 JE
 TE
 IL
 IL
 NU
 MÄ
 ZE
 RE
 ME
 KOM
 IL
 NJE
 PA
 IL
 NU
 MÄZ
 RA
 PA



Enfant A

ASSISTANCE PUBLIQUE-HÔPITAUX DE PARIS
HÔPITAL D'ENFANTS ARMAND-TROUSSEAU

26, AVENUE DU Dr ARNOLD NETTER - 75012 PARIS

Service d'Oto-Rhino-Laryngologie

Pr E.N. GARABEDIAN

Unité d'Audiophonologie Infantile - Tél. : 01 44 73 67 83

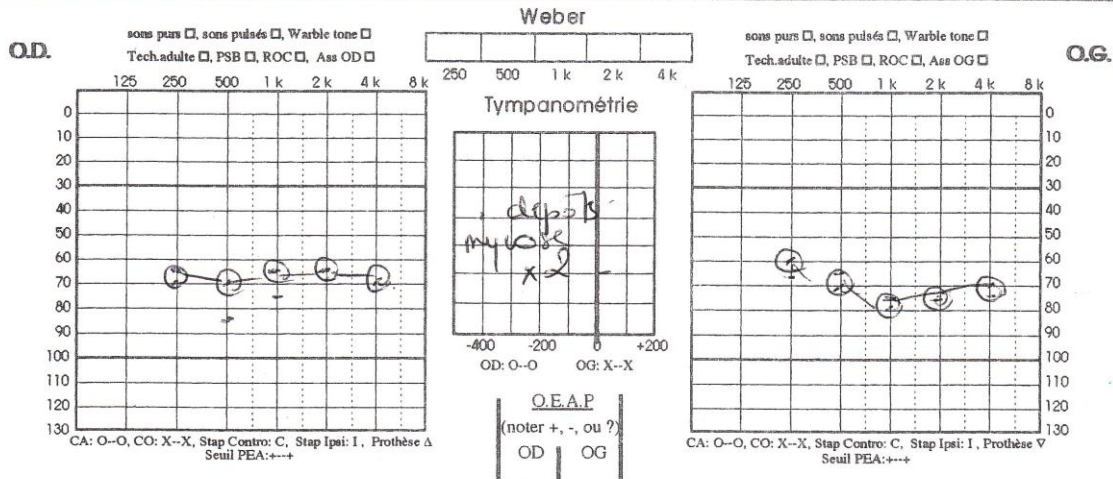
Nom:
Prénom
Adresse

Adressé par

NIP: _____

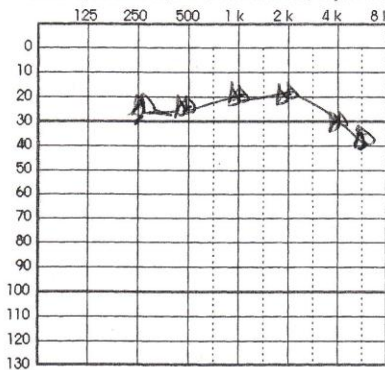
DDN: _____

Date de l'examen 6/02/12



AUDIOMETRIE TONALE EN CHAMP LIBRE

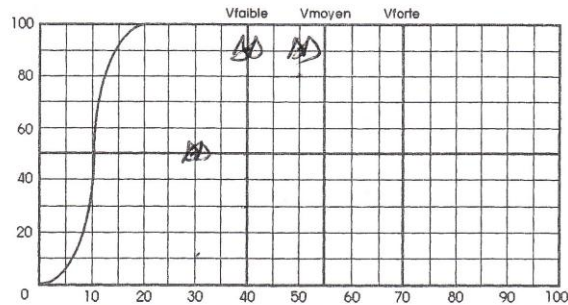
sons purs , sons pulsés , Warble tone
Tech. adulte , PSB , ROC
CA: O--O, CO Fr: X--X, Prothèse stéréo: ΔΔ--ΔΔ, Implant cochl ==



ÉPREUVES D'INTELLIGIBILITE

au micro , enregistrées
listes adultes , listes enfants , voix F , voix H

Chap libre ON O--O, Casque OD <--<, Casque OG >-->
Prothèses stéréo ΔΔ--ΔΔ, Prothèse OD Δ--Δ, Prothèse OG ∇--∇
(trait épais si Épreuve avec Lecture Labiale)



BA - DD;
APP X2

CONCLUSIONS

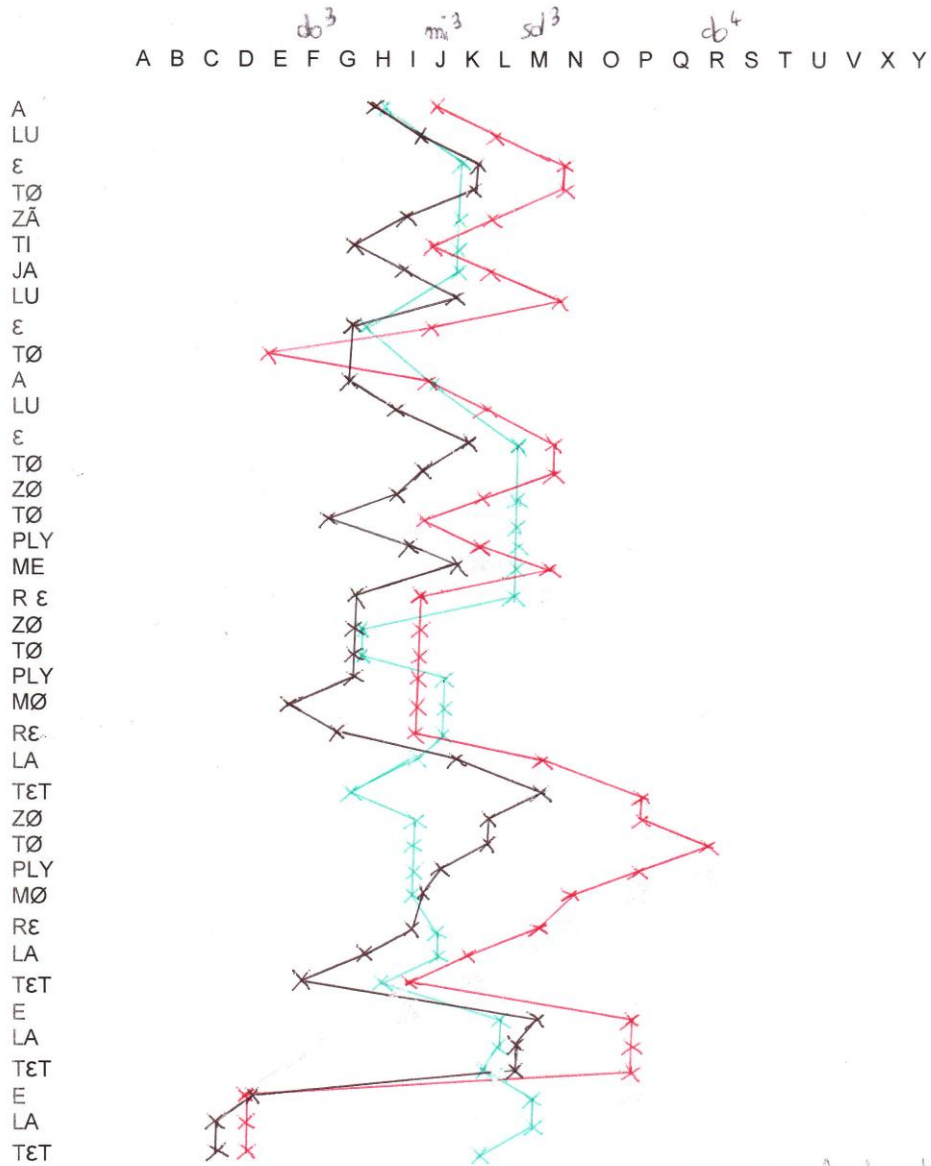
- surdité moyenne à sévère bilatérale
- sans aide auditive BA-DD
- résultats de 6 mois

APHHP RD 369 / 95

Docteur.....

ALOUETTE

Enfant **A**



x—x enfants entendants
MSM

x—x enfant sourd

x—x partition d'origine

PROMENONS-NOUS DANS LES BOIS

Enfant A

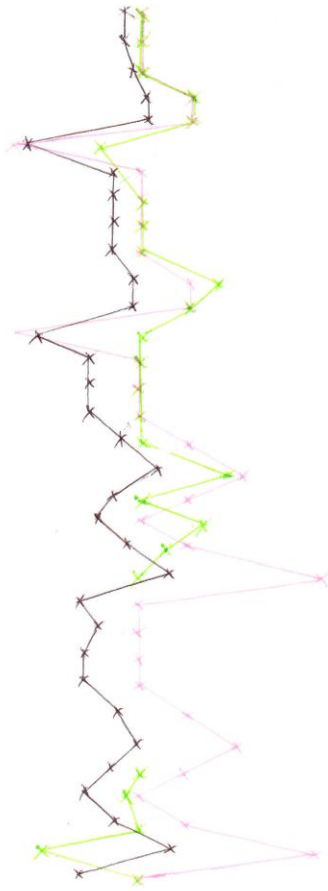
x → enfant

x → enfant sand

x → partition d'origine

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y

PROM
 NÖ
 NU
 DÄ
 LE
 BWA
 PÄ
 DÄ
 KÖ
 LÖ
 LU
 NIF
 PA
 SI
 LÖ
 LU
 JÉ
 TE
 IL
 NU
 MÄ
 ZE
 RE
 ME
 KOM
 IL
 NIE
 PA
 IL
 NU
 MÄZ
 RA
 PA



Enfant E

(14)

ASSISTANCE PUBLIQUE-HÔPITAUX DE PARIS
HÔPITAL D'ENFANTS ARMAND-TROUSSEAU

26, AVENUE DU Dr ARNOLD NETTER - 75012 PARIS

Service d'Oto-Rhino-Laryngologie

Pr E.N. GARABEDIAN

Unité d'Audiophonologie Infantile - Tél. : 01 44 73 67 83

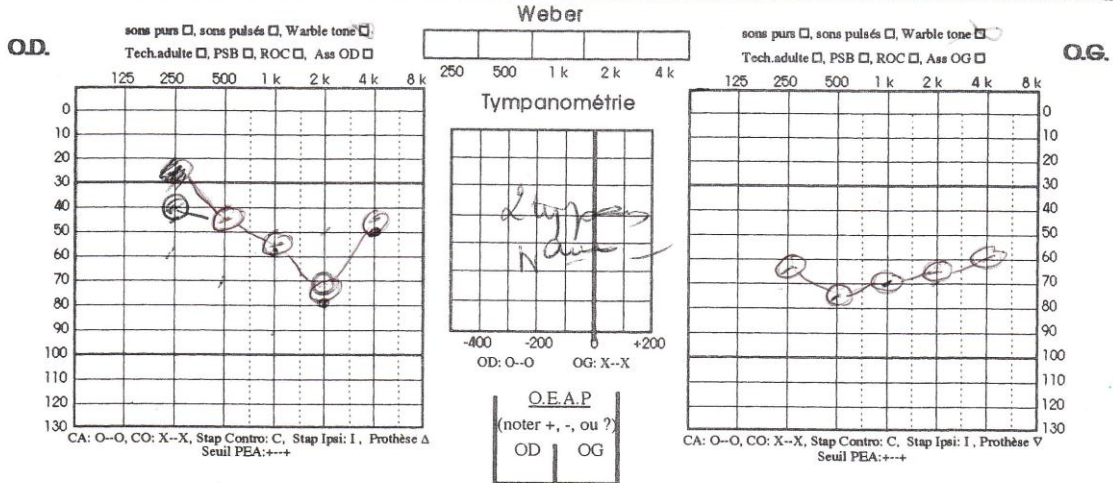
Nom:
Prénom
Adresse

Adressé par

NIP: _____

DDN: _____

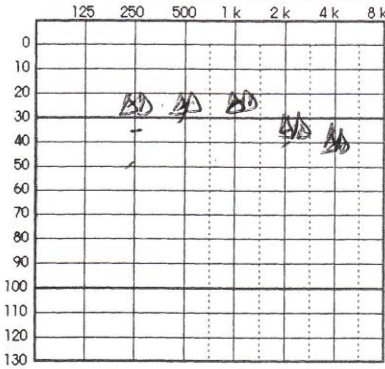
Date de l'examen 14/12/2011



AUDIOMETRIE TONALE EN CHAMP LIBRE

sons purs , sons pulsés , Warble tone
Tech.adulte , PSB , ROC

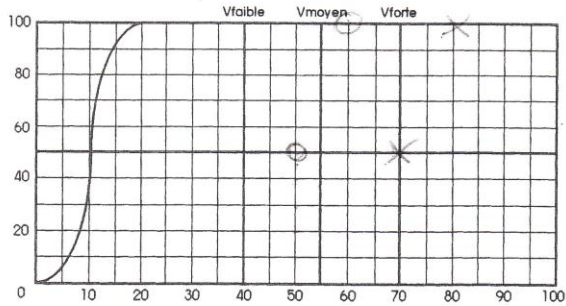
CA: O-O, CO Fr: X-X, Prothèse stéréo: ΔΔ-ΔΔ, Implant cochl ==



EPREUVES D'INTELLIGIBILITE

au micro , enregistrées
listes adultes , listes enfants , voix F , voix H

Champ libre ON O-O, Casque OD <-<, Casque OG >->
Prothèses stéréo ΔΔ-ΔΔ, Prothèse OD Δ-Δ, Prothèse OG ∇-∇
(trait apda si Épreuve avec Lecture Labiale)



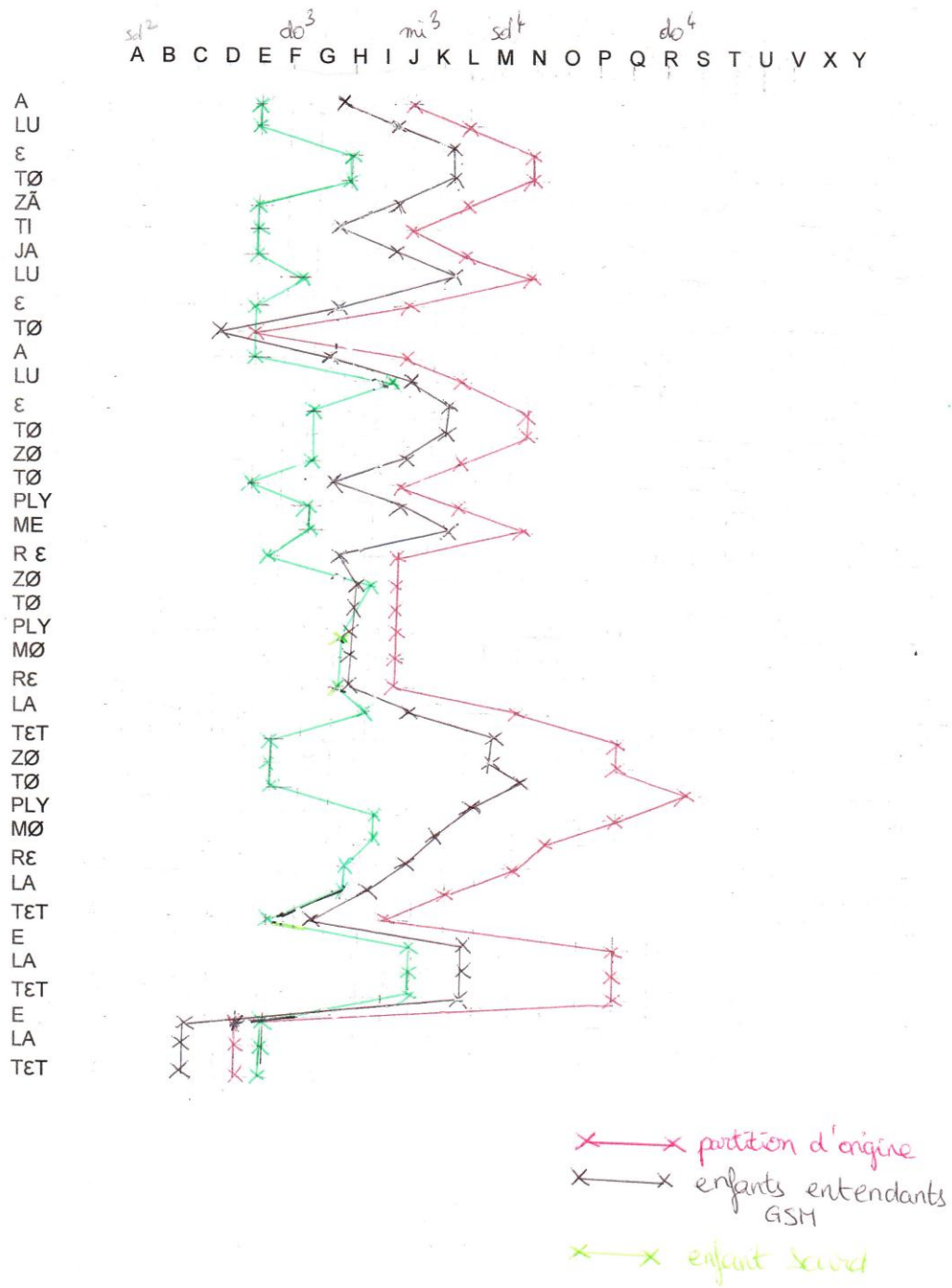
CONCLUSIONS

- Bon conditionnement au train
- Surdité moyenne à sévère bilatérale : oo.
- suit aux appareils 1

Docteur....

ALOUETTE

Enfant 1 E



PROMENONS-NOUS DANS LES BOIS

Enfant

E

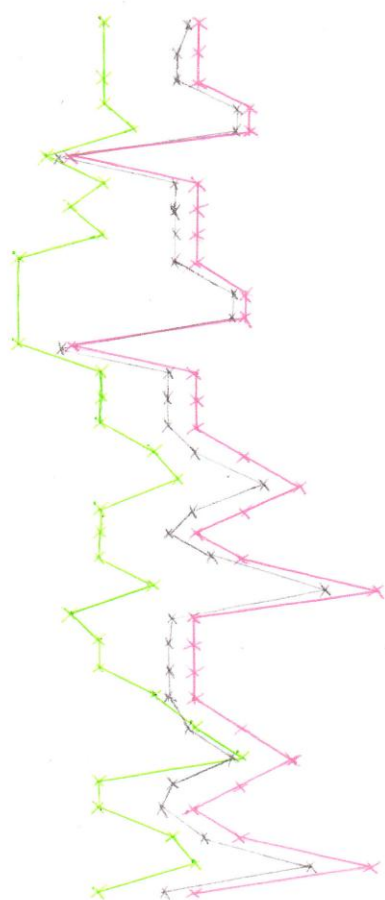
x-x enfants entendants G-SN

x-x enfant sourd

x-x partition d'origine

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y

PROM
NÖ
NU
DÄ
LE
BWA
PÄ
DÄ
KØ
LØ
LU
NJE
PA
SI
LØ
LU
JE
TE
IL
NU
MÄ
ZE
RE
ME
KOM
IL
NJE
PA
IL
NU
MÄZ
RA
PA



Enfant D

ASSISTANCE PUBLIQUE-HÔPITAUX DE PARIS
HÔPITAL D'ENFANTS ARMAND-TROUSSEAU

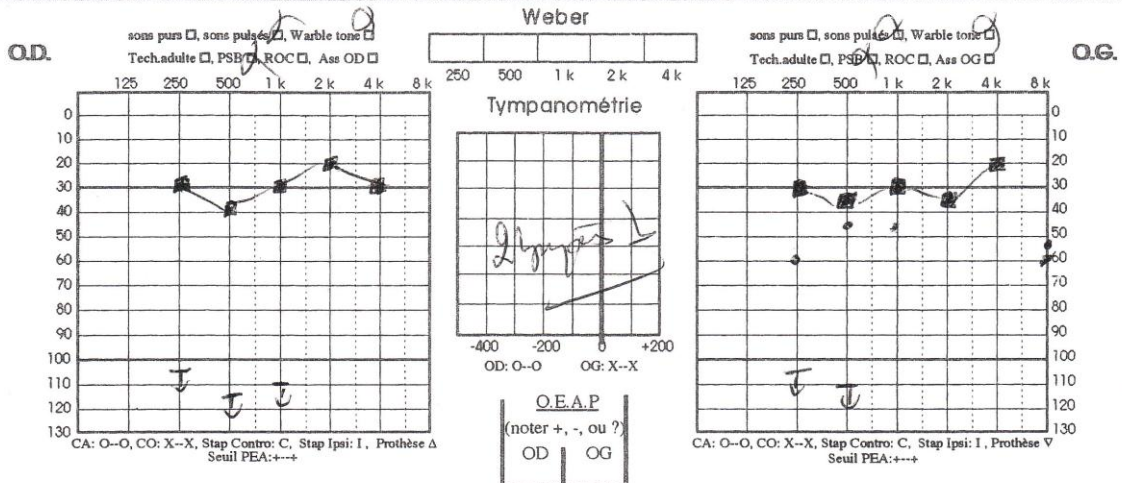
26, AVENUE DU Dr ARNOLD NETTER - 75012 PARIS
Service d'Oto-Rhino-Laryngologie
Pr E.N. GARABEDIAN

Unité d'Audiophonologie Infantile - Tél. : 01 44 73 67 83

Adressé par

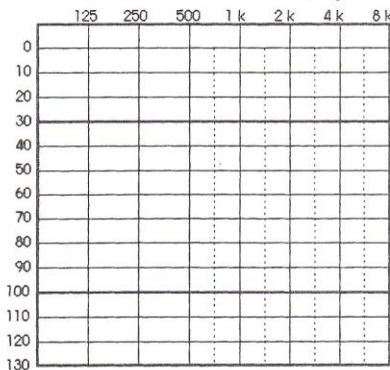
DDN: _ _ _

Date de l'examen 30-05-11



AUDIOMETRIE TONALE EN CHAMP LIBRE

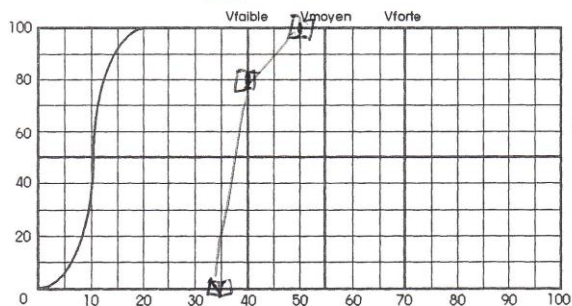
sons purs , sons pulsés , Warble tone
Tech.adulte , PSB , ROC
CA: O-O, CO Fr: X-X, Prothèse stéréo: ΔΔ--ΔΔ, Implant cochl ==



EPREUVES D'INTELLIGIBILITE

au micro , enregistrées
listes adultes , listes enfants , voix F , voix H

Champ libre ON O-O, Casque OD <--<, Casque OG >-->
Prothèses stéréo ΔΔ--ΔΔ, Prothèse OD Δ--Δ, Prothèse OG ∇--∇
(trait épais si Épreuve avec Lecture Labiale)



CONCLUSIONS

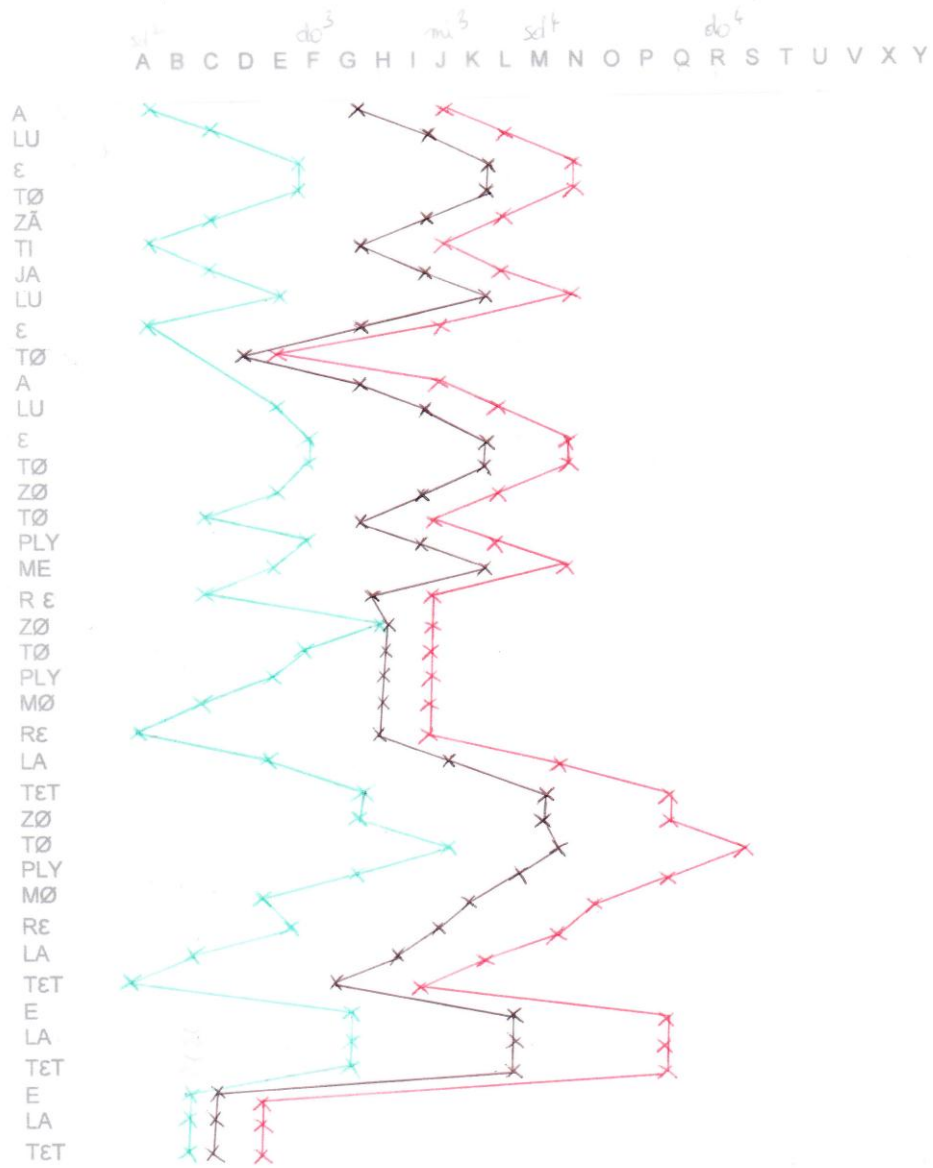
- Seuil avec implants cochléaire @ 12 mois
- Cophon bilatérale

APHHP - RD 359 / 95

Docteur.....

ALOUETTE

Enfant 1^D



- ✕-✕ partition d'origine
- ✕-✕ enfants entendants GSM
- ✕-✕ enfant sourd

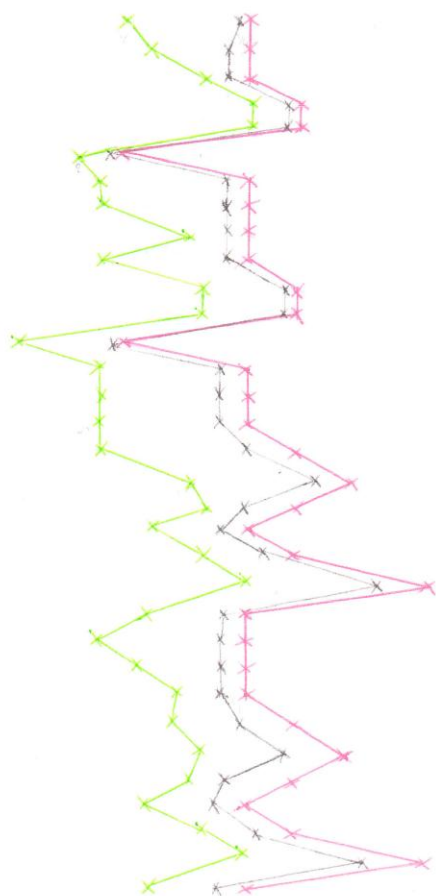
PROMENONS-NOUS DANS LES BOIS

Enfant D

x enfants entendants G-SN
 x enfant sourd
 x partition d'origine

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y

PROM
 NŌ
 NU
 DĂ
 LE
 BWA
 PĂ
 DĂ
 KØ
 LØ
 LU
 NJE
 PA
 SI
 LØ
 LU
 JE
 TE
 IL
 NU
 MĂ
 ZE
 RE
 ME
 KOM
 IL
 NJE
 PA
 IL
 NU
 MĂZ
 RĂ
 PA



Questionnaire aux parents

- 1) Si votre enfant est implanté : Quelles sont les raisons qui vous ont poussés à demander une implantation cochléaire ?
- 2) Est-ce important pour vous que votre enfant ait accès au monde musical? Pourquoi ?
- 3) Ecoutez-vous de la musique à la maison (tous types de musiques, avec ou sans paroles) ? Si oui, votre enfant manifeste-t-il un intérêt en l'entendant?
- 4) Avez-vous des rituels autour de la musique (chanson du bain, berceuse ou autres) ?
- 5) Avez-vous des jeux sonores à la maison ? Est-ce qu'il les aime ?
- 6) Votre enfant a-t-il l'occasion de participer à des activités d'éveil musical (instrument, chant choral etc) ?
- 7) Vous-même jouez-vous d'un instrument ?
- 8) Votre enfant aime-t-il chanter ?
- 9) Vous arrive-t-il de chanter avec ou pour votre enfant ?
- 10) L'entendez-vous parfois chantonner ou fredonner seul ?
- 11) Avez-vous déjà chanté ces deux chansons avec votre enfant (alouette et promenons-nous) ?

Programmes scolaires

Quels sont les objectifs spécifiques du chant à l'école maternelle ?

(compétences des IO 2007 et extraites du document d'accompagnement du livret scolaire CD Ressources 68)

La VOIX et L'ÉCOUTE

Compétences devant être acquises à la fin de l'école maternelle

- avoir mémorisé un répertoire varié de comptines et de chansons ;
- interpréter avec des variantes expressives un chant, une comptine, en petit groupe
- jouer de sa voix pour explorer des variantes de timbre, d'intensité, de hauteur, de nuance

Mais aussi :

- marquer la pulsation corporellement ou à l'aide d'un objet sonore, jouer sur le tempo en situation d'imitation ;
- repérer et reproduire des formules rythmiques simples corporellement ou avec des instruments ;
- coordonner un texte parlé ou chanté et un accompagnement corporel ou instrumental
- tenir sa place dans des activités collectives et intervenir très brièvement en soliste ;
- utiliser le corps et l'espace de façon variée et originale en fonction des caractéristiques temporelles et musicales des supports utilisés ;
- faire des propositions lors des phases de création et d'invention, avec son corps, sa voix ou des objets sonores.

Extrait du document d'accompagnement du livret scolaire

· Avoir mémorisé un répertoire varié de comptines et de chansons

Savoir :

- interpréter des comptines et jeux chantés
- interpréter des chants à répétition – à accumulation
- interpréter des chants simples et courts

- interpréter des chants sur deux ou trois sons
- interpréter des chants en relation avec des thèmes d'études en classe
- interpréter des chants en langue étrangère
- **Interpréter avec des variantes expressives un chant, une comptine, en petit groupe**

Savoir :

- imiter des exemples simples
- jouer sur les paramètres du son (hauteur – durée – intensité – timbre)
- lier sens du texte et expression vocale
- participer à la chorale (regroupement de classes)
- **jouer de sa voix pour explorer des variantes de timbre, d'intensité, de hauteur, de nuance**

Savoir :

- imiter puis varier les propositions vocales
- intégrer les paramètres du son dans sa pratique vocale
- proposer des créations personnelles au groupe
- **marquer la pulsation corporellement ou à l'aide d'un objet sonore, jouer sur le tempo en situation d'imitation**

Savoir :

- se déplacer et marquer la pulsation donnée
- proposer des pulsations
- participer à des jeux rythmiques à partir de textes et de jeux chantés
- **repérer et reproduire des formules rythmiques simples corporellement ou avec des instruments**

Savoir :

- reconnaître des formules rythmiques simples
- reproduire avec son corps les formules rythmiques proposées
- reproduire sur un instrument les formules rythmiques proposées
- **coordonner un texte parlé ou chanté et un accompagnement corporel ou instrumental**

Analyse de la voix chantée en production chez des enfants sourds implantés : étude de cas

Résumé

Cette étude s'intéresse à la capacité à chanter d'un groupe d'enfants sourds profonds porteurs d'un implant cochléaire. Dans ce but, une analyse subjective et objective des productions de deux comptines (rythme et mélodie) a été réalisée pour 63 enfants entendants et 7 enfants sourds implantés ou appareillés, tous âgés de 4 à 5 ans et scolarisés en moyenne et grande section de maternelle. A l'issue de ces travaux, les résultats montrent que, malgré des résultats différents de ceux des enfants entendants, les enfants sourds de notre étude peuvent reproduire non seulement le rythme mais aussi la mélodie des chansons.

Ces observations pourraient donner des indications pour la prise en charge orthophonique.

Mots-clés : Chant, surdité, enfants, implant cochléaire

Abstract

This study concerns the singing ability of deaf children wearing cochlear implants.

For this purpose, a subjective and objective analysis has been conducted on a population of 63 children with normal hearing and 7 deaf children, wearing either a hearing aid or a cochlear implant. These children were aged from 4 to 5 years old and attended kindergarten. Two songs were chosen to compare the rhythmic and melodic skills between the children.

Despite that deaf children had different outcomes on average than others, the results highlighted that they have the capacity to reproduce not only rhythm, but also melody.

These observations provide information in speech and language therapy.

Key words: Singing, deafness, children, cochlear implant

Nombre de pages du mémoire: 100 pages et 25 pages d'annexes

Nombre de références bibliographiques : 105