



**HAL**  
open science

## Apport des tests adaptatifs pour évaluer les surdités en maternelle et chez les enfants sourds

Marie de Lambert Des Granges, Betty Perrel

### ► To cite this version:

Marie de Lambert Des Granges, Betty Perrel. Apport des tests adaptatifs pour évaluer les surdités en maternelle et chez les enfants sourds. Sciences cognitives. 2016. dumas-01357347

**HAL Id: dumas-01357347**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01357347>**

Submitted on 29 Aug 2016

**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.

ACADÉMIE DE PARIS

UNIVERSITÉ PARIS VI PIERRE et MARIE CURIE

MÉMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITÉ  
D'ORTHOPHONISTE

Apport des tests adaptatifs pour évaluer les  
surdités en maternelle et chez les enfants sourds

DIRECTEUR DE MÉMOIRE : Isabelle PRANG

HÔPITAL NECKER – Service du Pr E-N. GARABÉDIAN

ANNÉE 2015 – 2016

**De Lambert des Granges  
Marie**  
02/11/1993

**Perrel Betty**  
03/09/1993



# REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser nos remerciements à toutes les personnes qui nous ont accompagnées cette année pour la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, nos pensées vont à Isabelle Prang, notre maître de mémoire, qui a su nous accorder sa confiance. Nous tenons à la remercier pour sa disponibilité, son écoute et ses conseils avisés qui nous ont permis de venir à bout de ce projet.

Nous exprimons notre gratitude à toute l'équipe du service d'ORL de Necker et nous remercions particulièrement le Professeur Eréa-Noël Garabédian et le Docteur Natalie Loundon de nous avoir accueillies dans leur service.

Nous adressons notre gratitude aux enfants suivis à l'hôpital Necker, et à leurs parents, qui ont accepté de passer un énième test dans leurs journées déjà bien remplies.

Nous remercions également les écoles qui nous ont accueillies : l'école des Châtaigniers à Versailles, l'école Alfred Binet de Samois-sur-Seine et l'école Saint-Jacques à Paris. Merci aux directrices et aux enseignantes qui nous ont donné de leur temps et de leur confiance.

De même, nous avons une vive pensée pour tous les enfants des différentes écoles qui ont accepté avec entrain de passer les tests. Leurs sourires et leur joie nous ont confortées dans la suite de notre étude.

Enfin, nos remerciements vont à nos familles et à nos amis qui ont, par différentes façons, contribué au mémoire, grâce à leurs encouragements, leur soutien indéfectible et leurs relectures.

# ATTESTATION DE NON PLAGIAT

Je soussignée PERREL Betty, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Je soussignée DE LAMBERT Marie, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

# TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
PARTIE THÉORIQUE .....	2
PARTIE A : L'audition ( <i>Marie de Lambert</i> ) .....	2
<b>I. L'anatomie de l'oreille</b> .....	2
1. L'oreille externe.....	2
2. L'oreille moyenne .....	3
3. L'oreille interne .....	3
<b>II. Les surdités</b> .....	4
1. Définition.....	4
2. Les types de surdité .....	4
3. Les degrés de surdité.....	6
<b>III. Le dépistage d'une surdité</b> .....	7
1. L'importance d'un dépistage précoce .....	7
2. Les moyens de dépistage .....	8
2.1 Les otoémissions acoustiques.....	8
2.2 Les potentiels évoqués auditifs.....	9
3. Les signaux d'alerte .....	10
4. Les appareillages proposés .....	11
4.1 Les prothèses conventionnelles .....	11
4.1.1 En conduction aérienne .....	11
4.1.2 En conduction osseuse .....	12
4.2 L'implant cochléaire.....	12
PARTIE B : Le développement perceptif et linguistique ( <i>Betty Perrel</i> ).....	16

<b>I.</b>	<b>L'acquisition du langage.....</b>	<b>16</b>
1.	Définition.....	16
2.	Théories sur l'acquisition du langage.....	16
2.1	Le constructivisme .....	16
2.2	L'innéisme.....	17
2.3	L'interactionnisme.....	17
3.	Le développement perceptif et linguistique .....	17
3.1	Acquisition perceptive.....	17
3.2	Acquisition linguistique .....	18
<b>II.</b>	<b>Le développement perceptif chez l'enfant .....</b>	<b>19</b>
1.	La perception in utero.....	19
2.	La perception pré-linguistique.....	19
2.1	La perception catégorielle .....	19
2.2	La perception des rythmes et de la prosodie .....	22
3.	La perception linguistique .....	22
<b>PARTIE C : L'enfant et la surdité (rédaction commune).....</b>		<b>23</b>
<b>I.</b>	<b>Éléments de psychoacoustique .....</b>	<b>23</b>
1.	Le bruit.....	23
2.	Le rapport signal/bruit (RSB).....	23
3.	Le démasquage de la parole .....	23
<b>II.</b>	<b>Les conséquences des surdités sur la perception de la parole .....</b>	<b>24</b>
1.	Selon le degré de surdité .....	24
1.1	En cas de surdité unilatérale.....	24
1.2	En cas de surdité bilatérale.....	24
1.2.1	Surdité légère.....	24
1.2.2	Surdité moyenne.....	24

1.2.3	Surdité sévère .....	25
1.2.4	Surdité profonde .....	25
2.	Les répercussions dans le bruit .....	26
III.	L'apport de l'appareillage.....	26
1.	Effets recherchés lors d'un appareillage.....	26
2.	Les modes de communication.....	26
IV.	Le rôle de l'orthophoniste.....	27
1.	Les évaluations.....	27
2.	La rééducation orthophonique.....	28
3.	L'accompagnement parental.....	29
<b>PARTIE D : L'évaluation audiométrique (<i>rédaction commune</i>) .....</b>		<b>30</b>
I.	Les tests audiométriques.....	30
1.	Le nourrisson de moins de 9 mois .....	30
2.	L'enfant de 1 an à 3 ans .....	30
3.	L'enfant de 3 ans à 5 ans .....	31
4.	L'enfant de plus de cinq ans.....	31
II.	Les tests adaptatifs .....	31
1.	La méthode adaptative appliquée à l'audiométrie.....	31
2.	L'AAST : test adaptatif dédié aux mots.....	32
3.	Le MATRIX : test adaptatif dédié aux phrases .....	32
<b>PROBLÉMATIQUE ET HYPOTHÈSES .....</b>		<b>33</b>
<b>PARTIE PRATIQUE.....</b>		<b>35</b>
I.	Le test adaptatif d'audiométrie vocale : l'AAST.....	35
1.	Description globale.....	35
2.	Présentation des mots de l'AAST .....	36
2.1	Choix des mots en français.....	36



2.2 Choix des mots selon la langue .....	37
3. Passation du test .....	37
<b>II. Populations.....</b>	<b>38</b>
1. Population contrôle : enfants tout-venants .....	38
2. Population étudiée : enfants déficients auditifs .....	39
<b>III. Méthodologie.....</b>	<b>39</b>
<b>IV. Observations .....</b>	<b>41</b>
1. Population contrôle : enfants tout-venants .....	41
2. Population étudiée : enfants déficients auditifs .....	42
<b>V. Résultats .....</b>	<b>42</b>
1. Résultats attendus dans le silence .....	42
2. Résultats de la population contrôle : enfants tout-venants .....	43
3. Résultats de la population étudiée : enfants déficients auditifs .....	44
4. Résultats à +1 ET et -1 ET.....	45
5. Résultats population contrôle versus population déficients auditifs .....	49
6. Résultats implantés unilatéralement versus bilatéralement dans le bruit ...	50
7. Résultats des enfants sourds implantés avant et après 24 mois .....	50
<b>VI. Cas pratiques .....</b>	<b>50</b>
1. Comparaison de deux enfants déficients auditifs .....	50
2. Présentation du cas de B.J.....	52
<b>VII. Discussion.....</b>	<b>53</b>
1. Confrontation des résultats aux hypothèses .....	53
2. Biais et limites de notre étude.....	59
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>60</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>61</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>67</b>

# LISTE DES ABRÉVIATIONS

OSM : otites séro-muqueuses

Hz : Hertz

BIAP : bureau international d'audiophonologie

dB SPL : décibels sound pressure level

OEA : otoémissions acoustiques

PEA : potentiels évoqués auditifs

BAHA : bone anchored hearing aid

IC : implant cochléaire

OI : oreille interne

ORL : oto-rhino-laryngologiste

IRM : imagerie par résonance magnétique

LPC : langage parlé complété

CV : consonne-voyelle

RSB : rapport signal sur bruit    SNR : signal-to-noise ratio

MAIS : meaningful auditory integration scale

MUSS : meaningful use of speech scale

CAP : categories of auditory performance

SIR : speech intelligibility rating

mFAST : multi-frequency animal sound test

ROI : réflexe d'orientation d'investigation

AAST : adaptive auditory speech test

SRT : speech recognition threshold (seuil d'intelligibilité vocale)

ET : écart-type

# SOMMAIRE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

## Figures :

Figure 1 : Schéma de l'oreille .....	2
Figure 2 : Les différentes zones du champ auditif .....	6
Figure 3 : Les degrés de surdités en fonction de la perte en dB .....	7
Figure 4 : L'implant cochléaire .....	12
Figure 5 : Le triangle vocalique .....	21
Figure 6 : Sélection des mots pour le basic selon la fréquence d'occurrence des phonèmes en français .....	36
Figure 7 : Mots du basic (à gauche) et mots du HF (à droite).....	36
Figure 8 : AAST allemand et AAST arabe .....	37
Figure 9 : Courbe de résultats montrant les trois points d'échec et l'arrêt consécutif du test .....	37
Figure 10 : Enfant de maternelle pendant l'AAST .....	41
Figure 11 : Scores en pourcentages de la population étudiée .....	46

## Tableaux :

Tableau 1 : Signaux d'alerte en perception et en production.....	10
Tableau 2 : Le développement de la compréhension .....	18
Tableau 3 : Le développement de l'expression .....	18
Tableau 4 : Les caractéristiques des voyelles du français .....	20
Tableau 5 : Les caractéristiques des consonnes du français.....	21
Tableau 6 : Graphique représentant le pourcentage selon le sexe d'enfants tout-venants ..	38
Tableau 7 : La population d'enfants sourds en fonction du type de surdité .....	39
Tableau 8 : Enfants tout-venants (hEARd Coninx & al) (à gauche).....	42
Tableau 9 : Enfants déficients auditifs (hEARd Coninx & al) (à droite).....	42
Tableau 10 : Les résultats de la population contrôle comparés aux résultats du hEARd...	43
Tableau 11 : Résultats à l'AAST des enfants déficients auditifs.....	44
Tableau 12 : Résultats à l'AAST des enfants déficients auditifs.....	45
Tableau 14 : Résultats contrôles et étudiés .....	49

Tableau 15 : Résultats surdités congénitales vs surdités évolutives .....	49
Tableau 16 : Les résultats des enfants bi-implantés.....	50
Tableau 17 : Résultats bi-implantés < 24 et > 24 mois .....	50
Tableau 18 : Les résultats de S.P à l'AAST .....	51
Tableau 19 : Les résultats de A.T à l'AAST.....	52
Tableau 20 : Les résultats de B.J lors de la première passation de l'AAST .....	52
Tableau 21 : Les résultats de B.J lors de la seconde passation de l'AAST .....	53
Tableau 22 : Les résultats de B. à l'AAST .....	56

# INTRODUCTION

La surdité est un handicap invisible mais aussi le handicap sensoriel le plus fréquent. En effet, dans le monde, 32 millions d'enfants ont une perte auditive supérieure à 30 dB. Toutefois, l'intégration des enfants sourds dans le monde entendant reste encore un chemin parfois, jalonné d'obstacles.

Ces dernières années, des progrès techniques importants ont permis d'améliorer la vie des enfants sourds. Ainsi, l'arrivée de l'implant cochléaire dans les années 80, puis des programmes pédiatriques dans les années 90, furent un tournant dans le monde des appareillages. Ces derniers ont permis aux enfants d'entrer véritablement dans la communication orale en développant leur perception auditive. Toutefois, un environnement stimulant, associé à un accompagnement pluridisciplinaire de l'enfant et de la famille, est indispensable.

Le dépistage précoce néo-natal vise à limiter le diagnostic tardif de certaines surdités. Plus le diagnostic est retardé, plus les conséquences linguistiques sont majeures. Toutefois, au vu de l'évolutivité de certaines surdités ou encore d'un degré léger à moyen, celles-ci peuvent parfois ne pas être d tect es suffisamment tôt.

Dans un souci d'évolution des tests audiométriques et afin de permettre un meilleur dépistage des surdités évolutives, légères, moyennes, unilatérales, de nombreux pays utilisent les tests adaptatifs. En France, ces tests ne sont pas encore utilisés en clinique mais commencent à être expérimentés auprès d'adultes sourds et d'enfants sourds.

Notre mémoire compare les résultats à l'AASST, test adaptatif de perception auditive de mots, d'enfants normo-entendants, appareillés et implantés. Les résultats nous aiguilleront sur l'apport et l'utilisation possible de l'AASST pour le diagnostic des enfants sourds mais aussi, par la suite, en r education orthophonique. Nous aborderons dans un premier temps une revue de littérature, portant sur l'oreille, les surdités, la perception auditive chez l'entendant et chez les enfants sourds et les tests proposés à ce jour en audiométrie. Dans un second temps, après avoir posé les hypothèses sur l'apport de l'AASST auprès d'enfants sourds et contrôles, nous présenterons et analyserons les résultats obtenus.

# PARTIE THÉORIQUE

## PARTIE A : L'audition (Marie de Lambert)

### I. L'anatomie de l'oreille

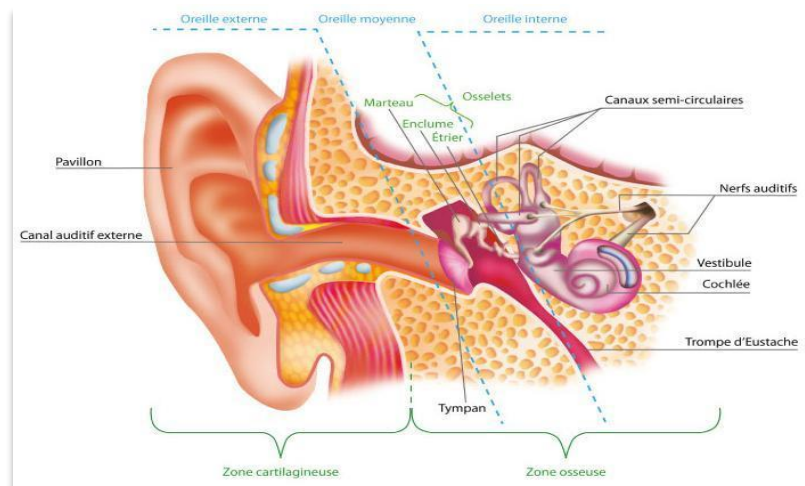


Figure 1 : Schéma de l'oreille

L'oreille se compose de trois parties distinctes, toutes reliées les unes aux autres : externe, moyenne et interne. **(1) (19)**

#### 1. L'oreille externe

L'oreille externe est située à l'extérieur de l'oreille interne et de l'oreille moyenne. Ses rôles sont de protéger l'oreille moyenne et d'amplifier les ondes sonores. **16)**

Ces dernières sont acheminées via le conduit auditif externe jusqu'à une membrane, le tympan, qui les transformera en énergie mécanique. **(39)**

L'oreille externe est divisée en différentes parties. Premièrement, le pavillon de l'oreille représente la forme externe de l'oreille. Il est majoritairement constitué de cartilages et permet de détecter les sons. Ensuite, le conduit auditif externe, en forme de tube, part du pavillon et mène jusqu'à la membrane tympanique. Cette dernière, qui constitue la partie

externe du tympan, est composée de trois couches et délimite l'oreille externe de l'oreille moyenne. (39)

## 2. L'oreille moyenne

L'oreille moyenne est une cavité osseuse creusée dans l'os temporal. Elle comprend plusieurs parties corrélées les unes aux autres :

- La caisse du tympan, constituée de trois osselets - le marteau, l'étrier et l'enclume - qui forment la chaîne ossiculaire et permettent de transmettre puis d'amplifier les ondes sonores,
- La mastoïde,
- La trompe d'Eustache. (39)

Sa fonction principale consiste à transformer les ondes sonores en ondes mécaniques. De plus, elle protège l'oreille interne. (50)

Cette cavité, emplie d'air, communique avec le *cavum*, ou rhinopharynx, par le conduit de la trompe d'Eustache. (39)

## 3. L'oreille interne

L'oreille interne est l'élément essentiel dédié à la perception sonore. Elle abrite deux labyrinthes qui sont constitués d'une partie membraneuse, interne, et d'une partie osseuse, externe :

- Le postérieur, formé du vestibule et des canaux semi-circulaires (au nombre de trois), dédié à l'équilibre.
- L'antérieur, qui comprend l'organe neurosensoriel de l'audition : la cochlée.

La cochlée est une cavité enroulée sur environ deux tours et demi, dont le centre est appelé le *modiolus*.

Elle abrite trois canaux spécifiques :

- La rampe vestibulaire qui démarre de la fenêtre ovale et qui va jusqu'à l'apex de la cochlée.
- La rampe tympanique qui part de l'apex de la cochlée et va jusqu'à la fenêtre ronde.
- Le canal cochléaire, situé entre les deux rampes, qui abrite l'organe sensoriel de l'audition, l'organe de Corti, et est rempli d'endolymphe.

Les deux rampes communiquent via l'*hélicotrema* et sont emplies de périlymphe.

L'organe de Corti est tapissé de cellules ciliées externes et internes se situant le long de la membrane basilaire. La base de la cochlée se spécialise pour les fréquences aiguës, tandis que le haut de la cochlée se consacre aux basses fréquences : c'est la « tonotopie cochléaire ». **(39) (55)**

La transformation des vibrations des liquides avoisinants la cochlée en message nerveux est effectuée par les cellules ciliées. Elles envoient ce message aux neurones de la cochlée. Ces derniers le font parvenir au cerveau via le nerf auditif. **(55)**

## **II. Les surdités**

### **1. Définition**

Selon le Dictionnaire d'Orthophonie **(10)**, la surdité est « une déficience auditive, quelle que soit son origine et quelle que soit son importance. Elle peut être transitoire ou définitive, parfois même évolutive, et ses conséquences sont multiples : trouble de la communication préverbale avec incidences développementales, absence ou retard de langage, troubles de la parole et de la voix. »

Il est possible de se baser sur plusieurs critères afin d'évaluer la surdité chez un enfant. Le paramètre de latéralité, par exemple, peut être pris en compte afin de spécifier une surdité. En effet, celle-ci peut être unilatérale, ne concerner donc qu'une seule oreille, ou bilatérale, et concerner les deux oreilles.

### **2. Les types de surdité**

Il existe quatre types de surdité :

- La surdité de transmission, due à une déficience de l'oreille externe ou de l'oreille moyenne, est la plus répandue chez l'enfant. Les étiologies sont nombreuses mais les otites séreuses, décrites par la suite, ou les bouchons de cérumen, sont très fréquents. Elle n'entraîne pas plus 60 dB de perte et il n'y a pas de distorsions. Les sons graves sont les plus affectés.



- La surdité de perception, due à une déficience des voies acoustiques et/ou de l'oreille interne, est fréquemment accompagnée de distorsions de fréquences ou d'amplitude, et donc de recrutement. La perte peut alors s'étendre de 20 à 100 dB, et prédomine sur les fréquences aiguës.
- La surdité mixte, résultat d'une combinaison entre une surdité de perception et une surdité de transmission.
- La surdité centrale, liée à une atteinte centrale, qui est peu fréquente chez l'enfant.

Il est primordial de tenir compte du moment de survenue de la surdité. Effectivement, les répercussions sont différentes dès lors qu'un enfant a pu exercer sa boucle audio-phonatoire ou bien s'il n'a jamais eu accès à l'audition.

Par conséquent, différents types de surdités liés à l'âge de survenue sont retrouvés. On appelle surdité congénitale toute surdité présente dès la naissance, pré-linguale dès lors qu'elle apparaît avant 2 ans, péri-linguale entre 2 et 5 ans et, enfin, post-linguale si elle survient plus tardivement. **(42)**

#### Les otites séro-muqueuses :

Nous les décrivons car la population de notre mémoire, des enfants de 4-5 ans, pourrait être concernée par cette pathologie.

Les otites séro-muqueuses toucheraient 5 à 13 % d'enfants d'un an, 11 à 20 % d'enfants de trois ans et 13 à 18 % d'enfants de cinq ans.

L'otite séro-muqueuse (OSM) est une inflammation et une métaplasie épithéliale de l'oreille moyenne, qui se caractérise par un épanchement de liquide dont la viscosité varie.

80 % des OSM sont bilatérales. **(64)**

Elle engendre plusieurs symptômes chez l'enfant :

- Une hypoacousie due à la présence de liquide rachidien dans l'oreille moyenne. Cette perte auditive est majoritairement bilatérale et se situe aux alentours de 27 dB selon l'étude réalisée par Fria.
- Une otalgie : cette douleur n'est généralement pas accompagnée de fièvre.

Il est donc important de s'attacher aux signes révélateurs des OSM : changement d'attitude de l'enfant, demande de répétition de mots, nécessité d'augmenter les volumes sonores voire l'existence d'un retard de langage. **(64)**

On propose essentiellement un traitement reposant sur des antibiotiques ou sur des corticoïdes. S'ils ne suffisent pas et en cas de réelle nécessité, on se tourne alors vers la chirurgie. On procède alors le plus souvent à la pose « d'aérateurs transtympaniques », dont le rôle est de permettre l'aération de la caisse tympanique. **(18)**

### 3. Les degrés de surdité

Un son se caractérise par sa fréquence, en Hertz (Hz), son intensité, en décibels (dB), et son timbre, enrichi d'harmoniques. **(10) (41) (48)**

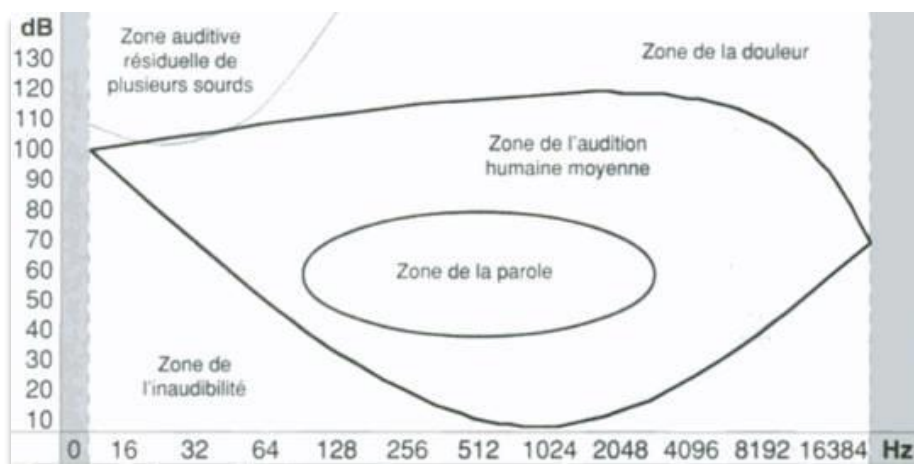


Figure 2 : Les différentes zones du champ auditif

Les vibrations sonores ont plus ou moins d'impact sur l'oreille humaine. Leurs fréquences doivent être comprises entre 20 et 20 000 Hz pour qu'elles soient perçues. Les fréquences primordiales pour la compréhension de la parole se situent entre 500 et 4000 Hz au niveau fréquentiel, concordant avec le champ auditif de l'intensité compris de 25 à 75 dB pour être le plus performant. Ainsi, on distingue différents seuils auditifs : **(31)**

- Le seuil d'audibilité, à 0dB
- Le seuil de reconnaissance, à 10dB
- Le seuil d'intelligibilité, à 20dB
- Le seuil d'apprentissage, de 30 à 40dB
- Le seuil de confort, de 40 à 60dB
- Le seuil d'inconfort, de 60 à 90dB

D'après la classification du Bureau International d'Audiophonologie (BIAP), on définit les surdités en se basant sur la perte auditive moyenne (PAM) que l'on calcule ainsi :

$$(Perte \text{ sur les fréquences } 500 + 1000 + 2000 + 4000) / 4.$$

On obtient ainsi une perte auditive moyenne en dB. On classe alors les degrés de surdité en quatre catégories : **(38)**

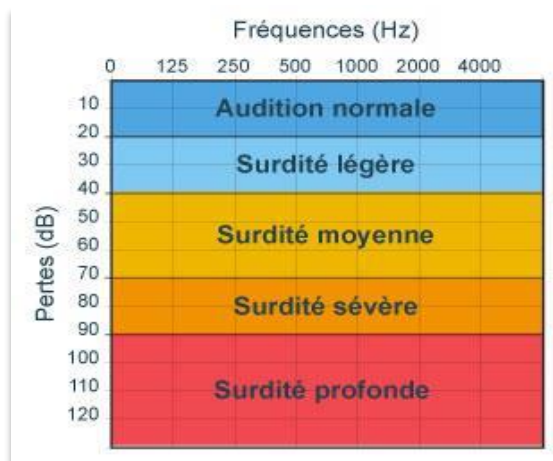


Figure 3 : Les degrés de surdités en fonction de la perte en dB

La surdité légère de 21 à 40 dB de perte auditive, la surdité moyenne de 41 à 70 dB de perte auditive, la surdité sévère de 71 à 90 dB de perte auditive et la surdité profonde qui induit toute perte auditive au-delà de 91 dB.

### III. Le dépistage d'une surdité

#### 1. L'importance d'un dépistage précoce

Depuis l'arrêté du 23 avril 2012 (2) relatif à l'organisation du dépistage de la surdité permanente néonatale, un examen de repérage des troubles de l'audition est systématiquement proposé. Il se met en place avant la sortie de l'enfant de l'établissement de santé dans lequel a eu lieu l'accouchement ou dans lequel l'enfant a été transféré.

Les premières années de vie de l'enfant sont les plus importantes et les plus décisives pour l'acquisition du langage. En effet, le développement des aires auditives se fait grâce à la stimulation. Celle-ci permet d'entraîner une maturation neurologique périphérique puis une

intégration centrale des informations. Sans stimulation, on observe une réorganisation des aires auditives. **(58)**

La notion de « plasticité cérébrale » est donc primordiale pour la maturité des aires auditives, l'accès à la perception auditive ainsi que l'émergence du langage. En conséquence, le dépistage et le diagnostic précoce sont justifiés. **(29)**

Plus tôt l'enfant sera exposé au monde sonore, moins les effets de privation sensorielle se feront ressentir. Ainsi, en proposant une prise en charge rapidement, la réactivation des voies auditives centrales permettra à l'enfant de développer un langage équivalent à celui d'enfants normo-entendants du même âge. **(26)**

Ainsi, qu'il s'agisse d'une surdité unilatérale ou profonde, il est important de dépister celle-ci et ce le plus précocement possible. Même des surdités légères ou moyennes peuvent être la cause de problèmes scolaires non reliés en premier lieu à la surdité si elles ne sont pas diagnostiquées. **(33)** Quel que soit le degré de la perte auditive, le dépistage doit s'effectuer avant les apprentissages fondamentaux, en moyenne et en grande section de maternelle.

## **2. Les moyens de dépistage**

On dispose aujourd'hui de plusieurs moyens pour dépister une éventuelle surdité chez l'enfant. Ce dépistage repose sur des examens objectifs : les potentiels évoqués auditifs (PEA) et les otoémissions acoustiques (OEA). Les tests objectifs sont indépendants des réactions de l'enfant. **(11) (25) (47)**

À la naissance, le dépistage est proposé de façon systématique aux parents des nouveau-nés. Financé par les Agences Régionales de Santé, l'audition est évaluée par des PEA ou des OEA. Un test de contrôle automatisé à distance (un re-test) est effectué par la suite si les résultats en maternité n'ont pas abouti. Le diagnostic est posé par des médecins ORL ou des centres spécialisés plus tardivement. **(24)**

### **2.1 Les otoémissions acoustiques**

L'oreille, en retour d'une perception sonore, va émettre à son tour des sons. Les OEA représentent la collecte de ces sons. Ils sont enregistrés grâce à une sonde que l'on place dans le conduit auditif externe. Elle enregistre les réponses acoustiques produites par les cellules

ciliées externes cochléaires, en réponse à une stimulation externe sonore, et ce durant l'endormissement du nouveau-né.

On note ensuite soit l'absence soit la présence des otoémissions acoustiques. La présence des OEA signifie que le nourrisson ne présente pas de surdité supérieure à 30 dB environ.

Cependant, cet examen reste limité puisqu'il ne dépiste pas les surdités légères et moyennes ou évolutives qui ne sont pas présentes à la naissance. De plus, les résultats sont peu fiables car il peut y avoir des biais extérieurs lors de la passation. **(11)**

## 2.2 Les potentiels évoqués auditifs

On enregistre les PEA durant le sommeil de l'enfant, grâce à des électrodes placées sur la tête de celui-ci. Ce test recherche une réponse à des bruits d'intensité variable des voies auditives reliées au cerveau. Il enregistre donc l'activité du nerf auditif. Tout comme les OEA, en cas d'absence des PEA, il faudra se questionner sur une éventuelle surdité chez le nouveau-né et explorer grâce à des examens plus approfondis son audition.

On complètera ces tests, par la suite, par des tests subjectifs et objectifs, tels que la tympanométrie, l'otoscopie et des audiométries afin de dresser un bilan exhaustif. **(11) (34)**

### 3. Les signaux d'alerte

Le langage de l'enfant se développe progressivement grâce au bain de langage. Des signes peuvent alerter sur un potentiel trouble auditif selon les compétences attendues dans le développement normal du langage de l'enfant. Les observations des parents sont alors primordiales, tant sur le plan de ce que l'enfant semble ou non percevoir et de ce qu'il peut produire.

	Perception	Production
0 - 3 mois	L'enfant ne montre pas de réaction aux bruits même forts	
3 - 9 mois	Absence d'intérêt pour les jouets sonores, ne recherche pas la provenance du son	Peu de vocalises voire disparition du babillage
9 - 12 mois	Ne réagit pas aux consignes simples, ne répond pas à son prénom	Absence de lallation (émissions vocales prélinguistiques)
12 - 24 mois	Incapacité à montrer les parties du corps	Ne prononce pas de mots, les productions vocales ne sont pas contrôlées
3 ans	Ne comprend pas les demandes complexes	N'utilise pas les pronoms personnels, n'arrive pas à prendre part à des discussions
4 ans		En cas de trouble articulaire, se questionner sur une surdité légère

*Tableau 1 : Signaux d'alerte en perception et en production (5) (9) (25)*

Il est donc crucial de veiller à l'éveil de l'enfant et de noter ce qui semble alertant ou peu adapté pour son âge.

Le diagnostic précoce s'avère indispensable, afin de proposer à l'enfant des solutions le plus tôt possible et un appareillage adapté à sa surdité. **(34)**

Grâce à ce diagnostic précoce, l'enfant aura la possibilité d'être exposé au langage, notamment au vocabulaire et à la syntaxe, éléments qui se mettent en place avant même que l'enfant ne sache s'exprimer. Une prise en charge basée sur l'appareillage couplée à des séances d'orthophonie pourra découler du dépistage de la surdité. **(49)**

## 4. Les appareillages proposés

Une fois le diagnostic de surdité posé, il faut s'interroger sur l'appareillage le plus adapté à l'enfant.

Si l'oreille moyenne est touchée et donc en cas de surdité de transmission, il est possible d'envisager :

- Une chirurgie, si cela est possible.
- Une prothèse conventionnelle, en cas de surdité bilatérale atteignant 30 dB sur les « fréquences conversationnelles ».
- Une prothèse à ancrage osseux, si le conduit auditif n'est pas appareillable.

Si l'oreille interne est touchée, ou les voies acoustiques, c'est-à-dire face à une surdité de perception, on proposera généralement et en premier lieu une prothèse auditive conventionnelle. Celle-ci est susceptible de suffire si la perte auditive n'est pas trop importante.

En cas de surdité profonde ou sévère, l'équipe médicale proposera une implantation cochléaire, après avoir étudié l'apport du gain prothétique et son évolution suite au port de l'appareil installé de prime abord. **(11) (25)**

### 4.1 Les prothèses conventionnelles

#### *4.1.1 En conduction aérienne*

La prothèse conventionnelle, grâce à un amplificateur, augmente et traduit le signal sonore. Elle capte ce dernier grâce à un microphone placé dans le conduit auditif externe. Il s'agit donc d'une prothèse amplificatrice.

Ces prothèses sont efficaces et utiles dans les surdités de perception, de transmission ou même mixtes sous plusieurs conditions. Tout d'abord, il faut que le conduit auditif externe soit fonctionnel, tout comme le nerf auditif, et que les cellules ciliées soient suffisamment nombreuses. Ces prothèses conventionnelles peuvent être envisagées dès l'âge de trois ou quatre mois. **(42)**

#### 4.1.2 En conduction osseuse

Ce sont les prothèses BAHA, préconisées en cas d'atteinte de l'oreille moyenne, donc en cas de surdité de transmission, mixte ou bilatérale, sur laquelle aucun acte chirurgical ne peut être effectué. Elles passent donc par la voie osseuse.

Il existe également les prothèses Tactaid. Ces prothèses fonctionnent grâce aux vibrations dorsales. Elles sont utilisées uniquement si l'appareillage et l'implantation sont un échec.

(42) (56)

#### 4.2 L'implant cochléaire

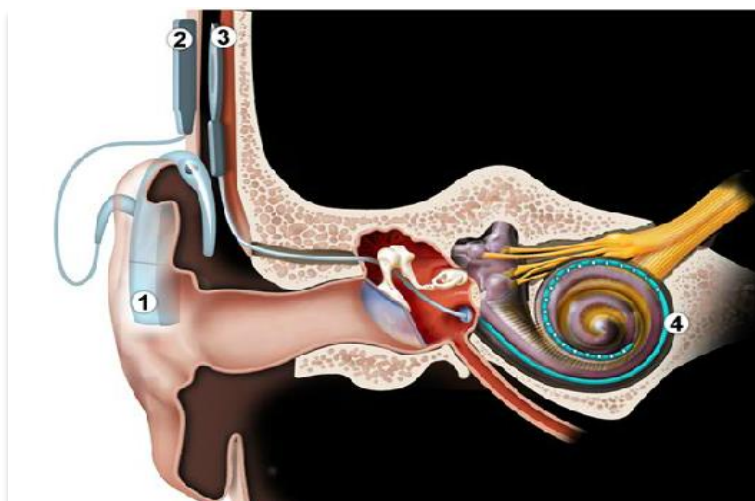


Figure 4 : L'implant cochléaire (55)

En cas de surdité de perception, d'une atteinte de la cochlée ou des cellules ciliées, l'enfant ne profitera pas d'un gain assez satisfaisant de la prothèse conventionnelle. Il est alors possible de proposer un autre appareillage : l'implant cochléaire. (42)

L'implant cochléaire (IC) est une prothèse électronique visant à pallier une déficience de l'oreille interne (OI). Son principe est « de transformer les signaux analogiques enregistrés par un microphone en signaux numériques qui stimulent directement les fibres du nerf auditif par l'intermédiaire d'électrodes insérées dans la rampe tympanique de la cochlée ». (27)

L'implant cochléaire est constitué :

- D'une partie externe mobile : celle-ci est constituée d'un microphone ainsi que de processeurs capables de transformer les différents sons perçus en informations



électriques. On y trouve également une antenne aimantée, qui relaie les impulsions vers la partie interne.

- D'une partie interne implantée sous la peau, constituée d'un microprocesseur et d'un porte-électrodes. **(23) (33)**

Les microphones du processeur (1) captent les sons. Le processeur les transforme en informations électriques.

Ces informations sont envoyées par l'antenne (2) à la partie implantée sous la peau (3). Cette partie interne reçoit les signaux électriques et les envoie jusqu'aux électrodes situées dans la cochlée (4), qui vont envoyer des stimulations électriques, agissant directement sur les fibres nerveuses auditives. Celles-ci vont ensuite les envoyer au cerveau, où le son pourra être déchiffré. **(55)**

La partie interne implantée joue donc à la fois un rôle de récepteur et de stimulateur. **(23)**

En premier lieu, on insère la partie interne sous anesthésie générale. La partie externe, elle, sera sujette à plusieurs adaptations après l'opération et de nombreux réglages seront nécessaires durant l'année suivante et s'espaceront au fil du temps. **(33)**

### **Les indications d'implantation et le bilan pré-implant :**

Les programmes d'implantation pédiatrique ont débuté en 1990.

L'implantation cochléaire bilatérale est prise en charge depuis 2012 et a pour objectif de restituer la perception auditive de l'enfant.

L'arrivée de l'implant a bouleversé la prise en charge de l'enfant sourd profond puisque l'implant cochléaire permet désormais l'accès à l'acquisition d'une « audition utile », ainsi qu'à une communication orale. **(44)**

En effet, la réhabilitation des fréquences aiguës permet de percevoir la parole, et ce dans toutes ses composantes.

Aujourd'hui, on décide d'implanter un enfant si son profil remplit des critères définis par la Haute Autorité de Santé **(27)**. Ces critères évoluent et s'élargissent au cours des années au vu des études montrant les bénéfices de celui-ci. Actuellement, l'implantation cochléaire est indiquée :

- Si l'enfant présente une surdité profonde et que l'apport de la prothèse reste insuffisant pour l'émergence du langage,

- Si l'enfant présente une surdité sévère et, suite aux tests d'audiométrie vocale, la discrimination ne dépasse pas 50 %,
- Après 5 ans de privation sensorielle, l'indication d'implantation sera liée à l'histoire de la surdité de l'enfant. En revanche, l'implantation est indiquée à tout âge pour une surdité congénitale profonde si l'enfant est rentré dans la communication orale, et dans les cas de surdité évolutive.
- Concernant l'implantation bilatérale, elle est préconisée en cas de syndrome d'Usher, de méningite ou de surdité bilatérale profonde.

Un bilan préimplantatoire est proposé par le centre d'implantation. Il s'effectue avec une équipe pluridisciplinaire composée d'un médecin ORL, d'un psychologue, d'une orthophoniste et d'un audioprothésiste. Des examens plus approfondis, tels qu'un scanner des rochers et un IRM permettront de vérifier que l'implantation est réalisable **(23) (33) (44)**. Nous détaillerons l'évaluation orthophonique dans la partie des évaluations.

### **Les facteurs prédictifs et les résultats :**

L'implant permet une nette amélioration des capacités auditives, langagières et communicationnelles. Il facilite la découverte et l'entrée dans le monde sonore.

Les profils des enfants sont cependant différents. Certaines données sont favorables et prédictives d'une implantation réussie. **(37)**

Ces premières études (Lutman 2007, Kane et al 2004) ont établi que l'âge d'implantation influence l'acquisition du langage : cela reste lié à la plasticité cérébrale. (Leybaert et al 2005). Mondain et al expliquent que l'absence de stimulation auditive serait la cause de la réorganisation des voies auditives. La période sensible est respectée si l'implantation s'effectue avant l'âge de 3 ans et demi. (Tyler et al, 1997) **(30)**. Aujourd'hui, les études montrent une entrée plus rapide dans la communication lorsque l'implantation a lieu avant 18 mois. **(38)**

L'audition résiduelle est elle aussi un facteur prédictif. En effet, en ayant déjà entraîné sa perception sonore, par le port de prothèses conventionnelles par exemple ou dans le cadre d'une surdité évolutive, l'enfant pourra s'appuyer sur cette "organisation de perception auditive" qu'il aura mise en place. **(26)**

Le mode de communication est lui aussi favorable à cette capacité à rentrer dans le monde sonore. En effet, afin de faciliter l'entrée dans la communication, on peut proposer à l'enfant implanté plusieurs moyens qui étayeront ce développement linguistique tels que le français signé ou le langage parlé complété (LPC), afin qu'il possède une communication verbale et signée. On lui proposera donc une communication multimodale, motrice, visuelle, auditive et mimo-gestuelle. **(30)**

Depuis la loi de 1991, le choix du mode de communication de l'enfant revient aux parents. **(35)**

Les résultats de l'implant, et les bénéfices tirés, prennent également en compte les profils des enfants et leurs différences interindividuelles : les stades de production et de perception linguistique, le niveau socio-culturel, la relation aux autres ainsi que l'intégration scolaire. Cependant, les apports de l'implantation, tant sur le développement de la perception que sur celui de la communication orale, sont aujourd'hui reconnus. **(37)**

La perception des bruits et de la parole démarre dès trois mois post-implantation, et se poursuit par la suite, en parallèle avec le protocole de suivi post-implantation du centre hospitalier.

L'enfant sourd, une fois implanté, doit parallèlement apprendre et comprendre le sens des sons qu'il perçoit. Peu après la mise en place de l'implant, il est capable de différencier le rythme, l'intensité, ou encore la durée des sons perçus dans la parole. **(23)**

## **PARTIE B : Le développement perceptif et linguistique (Betty Perrel)**

### **I. L'acquisition du langage**

#### **1. Définition**

Le langage est commun à tous les hommes. Il est caractérisé par l'utilisation de signes et de symboles qui sont interprétés selon les différentes conventions présentes dans chaque langue. La linguistique correspond à l'étude des mécanismes du langage à travers les différentes langues parlées par les hommes.

Ferdinand de Saussure (1916) définit le langage en le distinguant de la parole et de la langue. Ces deux notions sont mêlées au langage tout en étant différentes de par leurs objectifs. La langue serait « sociale dans son essence et indépendante de l'individu » puisqu'il doit en apprendre les règles et les conventions. La parole, elle, est « la partie individuelle du langage » et est « un acte (...) de volonté et d'intelligence ». Le langage, enfin, est généralement défini comme la capacité propre à l'homme de communiquer à l'aide de signes verbaux. (17)

Les signes, selon Saussure, sont une association entre une forme sonore et un concept. La combinaison des deux permet de créer des signes, donc des mots.

La linguistique regroupe des écoles ayant le même objet d'étude, le langage, mais ne partageant pas les mêmes convictions. Nous allons nous intéresser à trois grandes théories sur l'acquisition du langage par l'enfant : le constructivisme, l'innéisme et l'interactionnisme.

#### **2. Théories sur l'acquisition du langage**

##### **2.1 Le constructivisme**

Selon Piaget, l'acquisition du langage se fait par étapes. L'enfant doit interagir avec le monde extérieur, notamment à l'école, pour développer son langage. Ce dernier serait lié au développement de l'intelligence que Piaget a scindé en quatre périodes distinctes. Le langage

se mettrait en place à partir de la deuxième période, appelée pré-opératoire, qui dure de 2 à 6-7 ans. Le langage est donc une véritable construction. (7)

## 2.2 L'innéisme

Portée par Chomsky, cette théorie vise à montrer l'existence d'une faculté langagière innée dans l'esprit humain. Si le sujet possède un système avec des règles, il peut comprendre et créer des phrases.

Selon Chomsky, il existerait une « grammaire universelle ». Ce système permettrait d'appréhender la grammaire retrouvée dans les différentes langues. Ce que l'enfant doit apprendre, ce ne sont que les règles propres à sa langue maternelle.

Ainsi, le langage serait un mécanisme se déclenchant lorsqu'une certaine maturité biologique est possible. (7) (12)

## 2.3 L'interactionnisme

Bruner et Tomasello voient dans l'interaction de l'adulte avec l'enfant un contexte prédisposant l'enfant à parler. En effet, avant la mise en place du langage chez l'enfant, les adultes interagissent de manière non-verbale avec l'enfant. Par la suite, ces interactions rendent propices le développement du langage.

Tomasello cite notamment les temps d'attention conjointe. Effectivement, le fait de s'intéresser ensemble à une même chose extérieure serait un facteur prédictif du développement du langage et de sa production. (53)

# 3. Le développement perceptif et linguistique

## 3.1 Acquisition perceptive

Des études ont observé que les bébés possèdent des capacités d'apprentissage. En effet, l'attention sélective et le traitement d'une information sonore sont déjà spécialisés. Les bébés traitent certaines informations comme l'adulte. Dehaene-Lambertz et coll. (2002) ont montré que les bébés traitent déjà la parole dans l'hémisphère gauche. (12)

Nous détaillerons dans le prochain chapitre le développement et l'évolution de la perception chez l'enfant.

### 3.2 Acquisition linguistique

D'après Rondal et Seron, les deux grandes branches du langage sont l'expression et la compréhension. L'enfant peut comprendre le langage bien avant de s'exprimer. (57)

#### **Le versant compréhension : (57)**

La compréhension suit la perception.

Avant 8 mois	Comprend un message grâce à l'intonation, les gestes et les mimiques
8-9 mois	Comprend le « non » et quelques mots en contexte
12 mois	Comprend une cinquantaine de mots
16 mois	Comprend une centaine de mots
20 mois	Comprend un ordre simple
24 mois	Comprend un ordre complexe
2 ans et demi – 3 ans	Compréhension lexicale : il identifie un mot dans la phrase énoncée par l'adulte et le met en rapport avec le contexte
3 ans et demi – 4 ans	Tient compte des marques morphosyntaxiques : utilise le thème du message et le contenu

*Tableau 2 : Le développement de la compréhension*

#### **Le versant expression : (12) (45)**

0 – 2 mois	Vocalisations réflexes : cris et sons végétatifs
1 – 4 mois	Syllabes non spécifiées : ni des consonnes, ni des voyelles
3 – 8 mois	Mise en place du babillage rudimentaire : l'enfant joue avec sa voix
5 – 10 mois	Développement du babillage canonique : les syllabes sont bien formées et de type CV
12 – 13 mois	Stade des premiers mots
16 – 20 mois	Brusque accroissement du vocabulaire : explosion lexicale
12 à 26 mois	Stade des énoncés de 1 à 2 mots
31 à 34 mois	Production de phrases simples
35 à 40 mois	Production de phrases complexes
> 47 mois	Construction de récits

*Tableau 3 : Le développement de l'expression*

Nous consacrons maintenant un chapitre approfondi sur le développement de la perception puisque le sujet de notre mémoire concerne un test sur la perception auditive.

## **II. Le développement perceptif chez l'enfant**

Selon les travaux de Golinkof et coll. (2002), on peut séparer en deux stades le développement de la perception du langage oral chez l'enfant. En premier, le stade des capacités de perception précoce, qui se met en place de 0 à 9 mois. Le deuxième stade permet de développer les capacités d'alliance de mots entre eux de 9 mois à 24 mois. Par la suite, la perception du langage oral ne cesse de s'accroître sur le plan quantitatif. **(12)**

Toutefois, avant de venir au monde, le fœtus déploie déjà de nombreuses capacités perceptives.

### **1. La perception in utero**

Dès le sixième mois de grossesse, le fœtus développe son audition. Il peut intégrer des éléments prosodiques qu'il entend durant cette période fœtale. Il les mémorise et il sera capable de les reconnaître peu après sa venue au monde. **(38)**

La voix humaine est discriminée par le fœtus et ce dernier distingue et préfère la voix maternelle. **(30)**

Les capacités du fœtus sont décrites à l'aide de tests d'observation des mouvements et de la fréquence cardiaque du fœtus ou utilisant la « succion non-nutritive ». **(38)**

### **2. La perception pré-linguistique**

#### **2.1 La perception catégorielle**

##### **Définition :**

Au sein d'un signal sonore, nous allons classer les sons que l'on entend en différentes classes phonémiques. La perception catégorielle est donc la capacité à percevoir les sons « de façon discontinue ». Ainsi, une différence est perçue si les deux phonèmes n'appartiennent pas à la même catégorie phonémique. **(8) (28) (40)**

La perception catégorielle correspond donc à « la capacité de faire abstraction des

différences acoustiques entre les sons de la parole, à l'exception de celles qui sont nécessaires pour reconnaître les phonèmes. » (59)

La perception catégorielle est impliquée dans la communication verbale. Petit à petit, elle se spécialise en fonction de la langue maternelle des nourrissons. Ainsi, le jeune enfant pourra discriminer des sons, des phonèmes et des mots de sa propre langue. (40)

### **La catégorisation des sons de la langue française :**

Le français comporte 36 phonèmes répartis en deux catégories : les voyelles et les consonnes.

Ces deux systèmes, vocalique et consonantique, peuvent être décrits d'un point de vue acoustique ou d'un point de vue articulaire. Nous détaillerons seulement la représentation acoustique de ces deux systèmes.

Les voyelles déclenchent une « sensation sonore » et sont caractérisées selon des formants : barres d'énergie à certaines fréquences que l'on voit sur un spectrogramme (F1 correspond à l'aperture, F2 à la fréquence et F3 au caractère antérieur – postérieur). Le changement de fréquence du second formant permet de distinguer de manière acoustique les voyelles. Ainsi, les voyelles peuvent être regroupées en trois catégories : (30)

Voyelles aiguës	/i, e, ε, y/	Energie acoustique concentrée dans les hautes fréquences : grande distance entre F1 et F2
Voyelles moyennes	/a, œ, ø/	Leurs F2 se situent aux alentours de 1500 Hz
Voyelles graves	/u, o, ɔ, α/	Énergie acoustique située principalement dans les basses fréquences : F1 et F2 sont proches

*Tableau 4 : Les caractéristiques des voyelles du français*

Le système vocalique du français a été modélisé et représente les voyelles en fonction de leurs formants, notamment du F2.



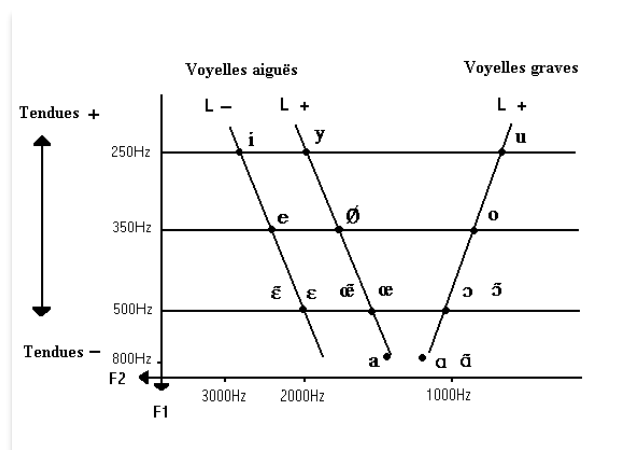


Figure 5 : Le triangle vocalique

Les consonnes sont des bruits brefs, contenant plus ou moins d'énergie, produits par les lèvres, la bouche ou la langue et sont le socle de la compréhension. (30)

Occlusives	Silence suivi d'une barre d'explosion	Bilabiales : /p,b/	Fréquences relativement basses
		Coronales : /t,d/	Hautes fréquences
		Vélaires : /k,g/	Concentration d'énergie plus compacte
Fricatives	Bruit de friction	Alvéolaires : /s,z/	Hautes fréquences
		Post-alvéolaires : /ʃ,ʒ/	Moyennes fréquences
		Labio-dentales : /f,v/	Toutes les fréquences
Sonantes	Présence de formants	/l,m,n,r/	Pas de situation précise
Semi-consonnes	Ressemblent aux voyelles avec des caractères consonantiques	/j/	Hautes fréquences
		/w/	Basses fréquences
		/y/	Plutôt hautes fréquences

Tableau 5 : Les caractéristiques des consonnes du français

## 2.2 La perception des rythmes et de la prosodie

À la naissance, le nouveau-né distingue la voix de sa mère et est capable de différencier des champs acoustiques.

Il devient sensible à la prosodie et au rythme de la parole de sa langue maternelle. Il préfère écouter sa langue maternelle plutôt qu'une langue étrangère, qu'importe le locuteur. **(30)**

Lorsque le nourrisson entend un son, il est attiré vers celui-ci et tourne la tête. **(54)**

À cinq mois, ils peuvent discriminer deux langues ayant les mêmes propriétés rythmiques (Nazzi et al., 1998). Ainsi, les bébés utilisent des éléments de leur langue maternelle afin d'élaborer leur perception. **(30)**

La méthode verbo-tonale, développée par le professeur Guberina auprès des enfants sourds, met donc en valeur les rythmes et les prosodies dans la langue orale.

### 3. La perception linguistique

Vers 9-10 mois, la perception pré-linguistique se spécialise et se réorganise. Le jeune enfant sélectionne alors les éléments lui permettant d'acquérir sa langue maternelle. C'est la perception linguistique. L'enfant appréhende les sons à partir des éléments phonologiques. Il commence à acquérir des mots à partir de la première année. Boysson-Bardies a montré qu'à 10-11 mois, les « représentations lexicales » ne sont pas fixes. En changeant une syllabe dans un mot, l'enfant peut tout de même reconnaître le mot. C'est la « méthode d'écoute préférentielle ». **(30)**

Le jeune enfant va d'abord comprendre des mots et choisir de les conserver. Il développe donc un stock lexical qui lui permet, entre 12 et 15 mois, de comprendre des phrases courtes et simples. À partir de 15 mois, son lexique réceptif ne cesse de s'accroître. On parle ensuite de compréhension. **(6)**

Nous avons détaillé ce sujet dans le chapitre précédent.

## **PARTIE C : L'enfant et la surdité (rédaction commune)**

L'enfant sourd présente une perception lacunaire de la parole. Aujourd'hui, dans le silence, les enfants sourds implantés précocement accèdent à une réhabilitation auditive en milieu silencieux. Cependant, le milieu bruyant reste toujours plus difficile à acquérir. Les tests adaptatifs permettent donc d'évaluer précisément ces modalités.

### **I. Éléments de psychoacoustique**

#### **1. Le bruit**

Le bruit se compose « de bruits stationnaires, fluctuants, répétitifs, impulsionnels. » **(22)**

Il est l'expression extrême des sons inharmoniques. Il n'y a aucune relation entre les fréquences.

Le bruit gêne, voire empêche, la réception et la compréhension d'un message oral.

#### **2. Le rapport signal/bruit (RSB)**

Le rapport signal sur bruit, aussi abrégé SNR (« signal-to-noise ratio » en anglais) est « la différence en décibels entre un signal, tel que la voix, et un bruit ». Il correspond au rapport des pressions ou des intensités acoustiques. **(31) (46)**

Si l'intensité de la voix est plus grande que le RSB, celui-ci est positif. Tandis que si l'intensité de la voix est plus basse que le RSB, ce dernier est négatif.

#### **3. Le démasquage de la parole**

« La notion de démasquage est définie comme l'écoute sélective permettant d'isoler la parole du bruit de fond. Il s'agit de la capacité d'un sujet à tirer profit de l'information de parole présente dans les creux de fluctuations du bruit ». **(14)**

Pour que la parole soit intelligible dans le bruit, il faut des capacités de démasquage de la parole. Ce processus est présent chez le normo-entendant. En effet, le système auditif peut préférer la parole au bruit environnant. **(22)**

## II. Les conséquences des surdités sur la perception de la parole

### 1. Selon le degré de surdité

Nous ne détaillerons pas le versant production, notre étude s'intéressant à la perception auditive.

#### 1.1 En cas de surdité unilatérale

Même si la surdité est complète, on n'observera pas de réel impact sur le développement du langage de l'enfant. Cependant, une surdité unilatérale mettra l'enfant en difficulté dans les milieux bruyants, car il n'aura pas accès à la stéréophonie. **(33) (38)**

Ainsi, l'enfant sera fortement gêné pour localiser la source sonore et lors de situations d'écoute dans un environnement bruyant. **(33)**

Ce type de surdité est aujourd'hui pris en compte dans de plus en plus d'études internationales et en France.

#### 1.2 En cas de surdité bilatérale

##### 1.2.1 *Surdité légère*

Le fonctionnement auditif de l'enfant est normal. Il peut donc distinguer la parole, toutefois certains composants phonétiques sont absents. De plus, il reste en difficulté pour percevoir la voix à intensité faible. Si le ton et le flux de parole de l'enfant restent normaux, on note cependant un léger retard de langage, pouvant être exacerbé en cas de troubles associés. **(38)** Si le bilan orthophonique est grandement recommandé, l'appareillage ne s'avère pas nécessaire sauf au cas par cas.

##### 1.2.2 *Surdité moyenne*

Les répercussions sont plus importantes pour l'enfant qui n'entend pas clairement la voix à intensité normale. Même perçue, la parole n'est pas pour autant compréhensible. De plus, il parvient moins facilement à maîtriser sa voix et à développer son langage, ce qui peut impliquer un retard de parole ou de langage. **(58)**

L'appareillage, ainsi qu'une rééducation orthophonique, se révèlent donc indispensables. Effectivement, l'enfant sait que le langage existe mais il ne parvient pas à distinguer et à

percevoir l'ensemble des informations sonores. En stimulant la zone de l'audition, le nerf auditif sera d'autant plus myélinisé.

### *1.2.3 Surdité sévère*

L'enfant ne perçoit que quelques bruits alentours et quelques voyelles. La perception de la voix et des consonnes se révèle presque impossible. Or, ce sont les consonnes qui permettent la compréhension du langage.

L'appareillage est indispensable, tout comme la mise en place d'une rééducation orthophonique, afin de rétablir la perception sonore puis l'émergence linguistique.

Comme l'enfant ne perçoit pas la parole, on observe une sous-stimulation du système auditif central. Les zones auditives d eg en erent car la plasticité c erebrale, très efficace chez le jeune enfant, va utiliser la zone normalement dévolue à l'audition pour une autre activité. **(58)**

### *1.2.4 Surdité profonde*

Ni les bruits ni la parole ne sont perçus par l'enfant. Celui-ci parvient tout de même à préserver la prosodie et la rythmique. Les fréquences aiguës, à partir de 2000 Hz, sont fortement atteintes, comme nous pouvons le voir sur l'audiogramme ci-dessus. On indique fréquemment une implantation cochléaire ainsi qu'une rééducation orthophonique en parallèle. Ici, le gain apport e par des prothèses conventionnelles s'av erera insuffisant pour permettre à l'enfant de récupérer une audition efficace. Sans stimulation, les zones corticales auditives finissent par disparaître. **(58)**

Ce handicap sensoriel reste courant aujourd'hui puisqu'un enfant sur mille, à la naissance, est atteint de surdité sévère à profonde. La surdité profonde concerne au total un enfant sur 750. **(11) (37)**

Dans une surdité profonde, les fréquences aiguës – 1000, 2000, 4000 et 8000 Hz - sont plus touch es que les fréquences graves.

## **2. Les répercussions dans le bruit**

Les enfants atteints de surdité de perception, et avec un implant cochléaire, ont peu, voire pas, cette aptitude de démasquage de la parole.

Sur les basses fréquences, on note une augmentation de l'effet de masque. Ce dernier correspond au fait que lorsque deux sons, différents par leurs fréquences, sont envoyés simultanément, un des deux sons n'est pas perçu, étant masqué par l'autre. La séparation de la cible et d'un masque devient difficile du fait de la mauvaise utilisation des indices spatiaux. **(4) (22) (52)**

## **III. L'apport de l'appareillage**

### **1. Effets recherchés lors d'un appareillage**

Le choix de l'appareillage, prothèse conventionnelle ou implant cochléaire, dépend de l'histoire de la surdité de l'enfant.

Ainsi, l'objectif premier après une implantation est que l'enfant perçoive l'environnement sonore. À partir de là, le développement de l'audition permet d'accéder à la compréhension du langage oral. Le développement linguistique est décalé par rapport au développement perceptif. Aujourd'hui, pour des enfants sans troubles associés, implantés avant l'âge de 18 mois, les attentes sont une communication proche de leurs pairs en fin de grande section de maternelle.

L'appareillage stéréophonique facilite l'acquisition de la perception dans le bruit, la localisation sonore et apporte un confort auditif général. **(15) (38) (60)**

### **2. Les modes de communication**

Appareillé, l'enfant sourd va modifier sa façon de communiquer. Celle-ci va tendre à utiliser préférentiellement la communication verbale orale. Toutefois, la communication peut parfois être accompagnée d'aides visuelles, gestuelles etc. Pour choisir un mode de communication, il faut tenir compte de la surdité de l'enfant et de ses capacités.

Différents moyens de communications peuvent donc être proposés : la langue des signes française, l'oralisme, le français signé, le langage parlé complété (LPC) etc. Toutefois, depuis le décret datant de 1991, le choix du mode de communication revient aux parents. Aujourd'hui, chez le jeune enfant, les parents et les professionnels utilisent une communication multimodale, parfois bilingue à la maison. **(20) (26) (62) (63)**

#### **IV. Le rôle de l'orthophoniste**

Appareiller un enfant permet de restituer la fonction auditive. Les résultats après appareillage ne cessent de s'améliorer, particulièrement depuis l'arrivée des implants cochléaires.

Ce gain prothétique qualitatif et quantitatif doit être associé à un suivi orthophonique orthophoniste afin de mettre en place des repères perceptifs stables et d'optimiser les capacités de traitement des informations. Au sujet de l'enfant implanté, Annie Dumont a dit qu'il « reste un malentendant qui doit faire des efforts de décodage pour analyser et comprendre les informations auditives qui lui parviennent ». Ces efforts s'amenuisent dans le cas d'une implantation cochléaire précoce. **(21)**

L'orthophoniste est donc présent auprès de l'enfant sourd pour un suivi à moyen ou à long terme.

##### **1. Les évaluations**

L'orthophoniste doit évaluer l'enfant sourd régulièrement en le soumettant à différents tests. L'évaluation doit être proposée à différents moments : avant un appareillage - implant ou prothèse -, après un appareillage, puis de façon régulière pour suivre le développement de la communication orale de l'enfant.

Les tests, normalisés, permettent de connaître les difficultés mais aussi les capacités de l'enfant. L'orthophoniste doit veiller à examiner différents domaines : les habiletés de communication, la perception auditive - avec et sans appareillage -, la compréhension orale - des phonèmes, des mots et des phrases -, l'expression de la parole etc. Les habiletés de communication peuvent être évaluées via différentes échelles comme la MAIS,

questionnaire donné aux parents qui permet de renseigner le « comportement auditif » de l'enfant.

Après le bilan initial, l'orthophoniste effectue un bilan plus tard dans la rééducation, appelé bilan de renouvellement, afin de noter les progrès de l'enfant et l'effet de la prise en charge.

Le bilan pré-implant, lui, permet de déterminer si l'implant permettrait une meilleure évolution de l'audition de l'enfant qu'avec un appareillage conventionnel. Ces résultats aux épreuves du bilan seront à mettre en comparaison par la suite aux résultats du bilan post-implant. **(38)**

## **2. La rééducation orthophonique**

Une prise en charge adaptée et individualisée doit se développer autour du patient. Le bain de langage oral seul ne suffit pas et doit être accompagné d'un véritable entraînement auditif individualisé afin qu'il puisse acquérir un langage efficient, tant en perception qu'en production. **(38)**

Les enfants bénéficiant d'un implant cochléaire sont le plus souvent sourds congénitaux et n'ont donc pas ou peu été confrontés aux informations sonores. La rééducation orthophonique est donc essentielle pour stimuler les aires corticales liées au traitement des informations auditives et développer la boucle audio-phonatoire. **(37)**

L'éducation auditive permet d'utiliser la voie auditive en la stimulant spécifiquement. Les objectifs de l'éducation auditive sont de développer les capacités perceptives de la parole et de la musique aussi par le contrôle audiophonatoire. L'orthophoniste doit respecter les étapes de l'éducation auditive (détection, alerte, discrimination, identification, compréhension) en ayant soin de travailler plusieurs étapes en même temps tout en revenant à une étape plus simple si nécessaire. La mémoire auditive et la localisation sonore sont également des aspects à travailler en rééducation.

En parallèle, la rééducation orthophonique vise à améliorer le contrôle de la boucle audiophonatoire. Ce processus, inconscient, permet à l'enfant entendant d'apprendre à parler en reproduisant ce qu'il entend. En cas de déficience auditive, l'orthophoniste va l'aider à se rapprocher le plus possible du contrôle audiophonatoire d'un enfant entendant. Si les repères auditifs de l'enfant sont bons, la production suit.



L'évolution du langage de l'enfant doit être suivi par l'orthophoniste. Ce dernier va mettre en œuvre un programme visant l'amélioration du langage oral et de la communication de l'enfant. Des premiers mots à l'enrichissement du lexique et de la syntaxe, il est primordial de travailler l'appétence à l'échange et aux interactions. L'enfant doit avoir envie de communiquer. Afin de pallier un manque de communication orale et de continuer à faire évoluer l'enfant, il est intéressant de mettre en place des supports à cette communication ou de développer des moyens augmentatifs. **(12) (38)**

### **3. L'accompagnement parental**

Les parents doivent se sentir soutenus et entendus lors d'une décision d'implantation, puis tout au long du suivi de leur enfant.

L'accompagnement a pour objectif d'ajuster les relations entre les parents et leur enfant. Il permet de montrer aux parents les évolutions possibles de leur enfant mais aussi d'insister sur le fait qu'un appareillage, notamment l'implant cochléaire, n'est pas une panacée. Il faut donc informer les parents sur le potentiel, mais aussi sur les lacunes de leur enfant. Les parents sont les premiers interlocuteurs de l'enfant. Au quotidien, ce sont eux qui interagissent avec l'enfant.

Le thérapeute et les parents doivent donc se rencontrer régulièrement afin d'échanger sur de possibles aides à la communication.

L'orthophoniste, qui reçoit régulièrement l'enfant en séances, va être un interlocuteur privilégié pour les parents. Il devra être présent pour répondre aux questions des parents, voire les anticiper, afin de lever le voile sur des ambiguïtés. Le travail concret effectué en séances d'orthophonie peut aussi permettre aux parents de transposer ce qu'ils ont vu, ou observé, dans leur vie quotidienne.

L'accompagnement parental n'est pas l'apanage de l'orthophoniste ; c'est toute l'équipe médicale qui soutient, guide et conseille les parents. **(38) (43)**

## **PARTIE D : L'évaluation audiométrique (rédaction commune)**

### **I. Les tests audiométriques**

Après avoir recueilli préalablement des éléments cliniques, qui donnent une idée du développement de l'enfant et de la probabilité qu'il soit déficient auditif, des audiométries sont réalisées. Les tests peuvent être proposés aux enfants dès leur plus jeune âge, en adaptant la présentation. On pourra éventuellement ajouter à l'examen subjectif, effectué en tonale et/ou en vocale, un test d'indépendancemétrie, qui est un examen objectif. Ce test, composé d'une tympanométrie et de l'étude des réflexes stapédiens, permet d'évaluer l'oreille moyenne. Il est important en raison de la fréquence des pathologies touchant l'oreille moyenne chez l'enfant, notamment des otites séro-muqueuses évoquées précédemment.

Nous détaillerons ici seulement les tests audiométriques subjectifs, en lien avec le sujet de notre étude.

#### **L'audiométrie subjective chez :**

##### **1. Le nourrisson de moins de 9 mois**

Pour un nourrisson de moins de 9 mois, on utilise une stimulation sonore externe par le biais d'un casque si cela est possible, ou bien en champ libre. L'examineur doit noter les réactions de l'enfant aux stimulations sonores. Il peut s'agir de mouvements palpébraux, ou d'arrêts des mouvements de succion. Les stimulations sonores sont faites de façon ludique ; Les sons envoyés doivent commencer à plus de 65dB puis baisser progressivement. Ainsi, un seuil auditif peut être déterminé. (36)

##### **2. L'enfant de 1 an à 3 ans**

Le principe est de déclencher un réflexe d'orientation vers la source sonore, appelé Réflexe d'Orientation Investigation (ROI). On peut utiliser un casque ou un écouteur. On commence par émettre un signal à une intensité autour de 70-80 dB, en illuminant la niche (boîte qui s'allume et est remplie de jeux). L'enfant tourne la tête à cause de la lumière et perçoit le son en même temps. C'est le conditionnement. Puis, on passe au test. On envoie le signal avant d'allumer le dispositif. On allume ce dernier dès que l'enfant a tourné la tête.

Il faut ajouter à cela une audiométrie vocale effectuée en répétition ou en désignation. On peut utiliser les planches de dessins, qui sont l'équivalent des listes de Lafon pour les petits.

Par la suite, on effectue le test en conduction aérienne en complétant par quelques éléments en osseux.

### **3. L'enfant de 3 ans à 5 ans**

Il faut continuer à proposer des tests audiométriques ludiques car les réponses sont obtenues par conditionnement.

L'enfant doit signifier à l'examineur qu'il a entendu le son en faisant une action. Pour que l'enfant puisse détecter le son, il est important de commencer l'examen à une intensité abordable. On commence d'abord par du conditionnement en utilisant le principe sonore de la niche, comme expliqué précédemment. Puis, le test débute et l'intensité diminue rapidement. On commence en conduction aérienne puis on effectuera, si possible, le test en conduction osseuse (quelques points au moins) afin d'explorer le fonctionnement de la cochlée. Il faut contrôler les courbes avec une vocale, comme pour l'enfant de 1 à 3 ans, avec un support adapté.

### **4. L'enfant de plus de cinq ans**

À cet âge là, on propose à l'enfant un test audiométrique tonal et vocal, au casque. La technique de test est la même que chez l'adulte. L'étude des seuils sera effectuée en monaural sur les fréquences situées entre 250 et 4000 Hz. On commence en conduction aérienne puis en conduction osseuse. Le comportement, indécis ou sûr de lui, de l'enfant est à noter. L'étude et la confrontation des deux courbes obtenues en conduction aérienne et osseuse permet d'aiguiller vers le type de surdité. **(11) (36)**

## **II. Les tests adaptatifs**

### **1. La méthode adaptative appliquée à l'audiométrie**

La technique adaptative permet de passer outre le niveau constant des tests audiométriques linéaires et de détourner leur plafonnement. En effet, *a contrario*, le test adaptatif va évoluer en fonction de la réponse, correcte ou erronée, donnée précédemment par l'enfant. Ainsi, la méthode adaptative permet de présenter à l'enfant un examen ni trop compliqué ni trop simple. Le test se poursuit jusqu'à ce que le critère établi pour la fin du test soit atteint.

Les tests audiométriques linéaires ont donc tendance à perdre leur sensibilité. Les effets de plafond et de plancher sont inévitables dans ces examens.

## **2. L'AAST : test adaptatif dédié aux mots**

L'Adaptive Auditory Speech Test (AAST) est un test adaptatif de perception de la parole. Développé par le Professeur Coninx en Allemagne, il peut être proposé à une population âgée d'au moins quatre ans.

L'AAST contient trois modalités de test différentes : dans le silence (appelé basic silence), dans le bruit (appelé basic bruit) et dans les hautes fréquences (HF), de 2000 à 3000 Hz.

Il se fonde sur l'écoute de mots que l'enfant connaît. Ce dernier doit cliquer sur l'image correspondant au mot entendu.

Il a été validé dans plusieurs pays et dans différentes langues : allemand, néerlandais, turc etc. Le choix des mots diffère selon les langues.

L'AAST peut être utilisé aussi bien en champ libre (haut-parleur) qu'au casque. Il permet de donner des valeurs simples et rapides du seuil de reconnaissance de la parole (SRT – Speech Recognition Threshold), dans le bruit comme dans le silence. Les mots entendus couvrent l'ensemble du champ fréquentiel ou sont dédiés aux hautes-fréquences. **(3) (51)**

Étant l'objet de notre mémoire, nous décrirons plus en détail l'AAST dans notre partie pratique.

## **3. Le MATRIX : test adaptatif dédié aux phrases**

Ce test adaptatif permet de définir le SRT (seuil de reconnaissance de la parole) sur la base de reconnaissance de phrases, dans le silence et dans le bruit. Le principe est le même que pour l'AAST. Pour ce test, la génération de phrases est aléatoire, donc aucune habitude au test n'est possible.

Il est validé dans de nombreux pays et est en cours de validation chez l'adulte et chez l'enfant en France. **(7)**

# PROBLÉMATIQUE ET HYPOTHÈSES

Dans notre partie théorique, nous avons rassemblé les données de la littérature concernant les surdités chez l'enfant, leurs conséquences sur le développement perceptif, les moyens de diagnostic notamment l'audiométrie et les appareillages existants.

Nous avons comparé ces données avec celles de l'enfant entendant afin de décrire le décalage que la surdité engendre sur la perception auditive.

Nous avons constaté qu'un dépistage et un diagnostic précoces corrélés à un appareillage adapté permettent à l'enfant sourd, dans la plupart des cas, de développer sa perception de l'environnement sonore puis de la parole. Avec un entraînement auditif intégré à une prise en charge orthophonique individualisée, l'enfant sourd peut accéder à la compréhension verbale et entrer dans la communication orale.

Après le diagnostic de surdité, l'accompagnement des enfants sourds permet d'évaluer quantitativement et qualitativement les résultats obtenus aux tests. L'évaluation de la parole est proposée dans différentes situations, notamment complexes, qui se rapprochent de la vie quotidienne de l'enfant : en milieu bruyant, avec des voix de fréquences différentes etc.

Nous nous sommes intéressées plus précisément aux tests adaptatifs. En 2015, plusieurs études ont validé en France ces tests, déjà validés à l'international. Nous nous sommes intéressées à un test d'audiométrie vocale adaptative reposant sur l'écoute de mots : l'AAST, Adaptive Auditory Speech Test. **(11)**

Cette étude aura pour but d'apporter des éléments de réponse à notre problématique générale :

- Quel est l'apport d'un test adaptatif par rapport à un test classique ?
- Comment interpréter les résultats obtenus par des enfants normo-entendants, appareillés et implantés ?
- Les résultats diffèrent-ils selon la modalité d'appareillage ?
- Les résultats diffèrent-ils selon la modalité de passation, silence, bruit ou fréquences aiguës ?
- Que nous apporte l'utilisation de tests adaptatifs en rééducation orthophonique avec des enfants sourds ?
- Les tests adaptatifs peuvent-ils être considérés comme une évaluation systématique auprès des enfants entendants dans les écoles ?

Partant de ce questionnement, nous avons développé plusieurs hypothèses :

- 1) On peut supposer que le diagnostic précoce, l'appareillage précoce ou l'implantation précoce sont des critères prédictifs pour une audition efficace dans différentes situations.
- 2) Les résultats de ces tests permettent de comprendre les difficultés propres de chaque enfant dans les situations complexes de la vie quotidienne et de guider les rééducations orthophoniques.
- 3) Les résultats des tests adaptatifs pourraient améliorer le réglage de l'appareillage et la perception fine de la parole. On suppose que les résultats permettent de vérifier l'intégrité de l'appareil.
- 4) On peut supposer que la présence d'audition résiduelle dans les surdités évolutives engendre de meilleures performances en perception auditive de la parole.
- 5) La passation de l'AAST chez l'enfant tout-venant permettrait de détecter une perte auditive unilatérale légère ou moyenne.
- 6) La bi-implantation permet une meilleure audition dans les situations d'écoute simples comme complexes.

# PARTIE PRATIQUE

## I. Le test adaptatif d'audiométrie vocale : l'AAST

### 1. Description globale

Nous avons proposé l'Adaptive Auditory Speech Test (AAST) qui se trouve intégré dans une tablette tactile Auricheck, développée par la société Auritec, basée à Hanovre en Allemagne. Auricheck abrite un autre test adaptatif, le mFAST, dédié à la perception des bruits d'animaux. De plus, on retrouve un audiomètre inclus dans Auricheck qui permet de vérifier l'audition en cas d'échec à l'AAST.

Le support de la tablette tactile permet un transport facile, offre une certaine autonomie à l'enfant et permet d'apporter un côté ludique au test. Nous présentons un visuel de la tablette Auricheck en annexe B.

L'AAST est un test d'audiométrie vocale adaptatif qui permet de déterminer le seuil de reconnaissance de la parole (SRT = Speech Recognition Threshold). Il a été validé dans un Centre Hospitalier Universitaire allemand par l'équipe du professeur Coninx et est utilisé dans plusieurs pays dans le cadre du dépistage de la surdité dans les écoles maternelles. L'AAST a été validé dans de nombreuses langues : polonais, néerlandais, allemand, turc, arabe, russe, suisse et chinois. En Allemagne, le Professeur Coninx a validé l'AAST via le European Heard Project en 2012. **(13)**

En France, le test a été validé chez les enfants par l'équipe du Professeur Garabédian à l'Hôpital Necker-Enfants Malades en partenariat avec l'équipe du Professeur Coninx en juin 2015.

L'AAST propose trois tests : le basic silence, le basic bruit et sur les hautes fréquences (HF) de 2000-3000 Hz. Les mots proposés dans les modalités silence et bruit sont les mêmes et diffèrent dans le test HF. Le test adaptatif peut être passé au casque, en binaural ou en monaural, ou en champ libre avec un haut-parleur (voir annexe C). L'AAST propose quatre mots trisyllabiques en français, couvrant tout le champ fréquentiel pour le basic silence et le basic bruit, et quatre mots monosyllabiques pour le test HF. **(3)**

## 2. Présentation des mots de l'AAST

### 2.1 Choix des mots en français

Les mots dans l'AAST sont adaptés à chaque langue. Ils ont été choisis en fonction de la fréquence d'occurrence des phonèmes dans la langue en question et selon le vocabulaire adapté à l'âge de l'enfant.

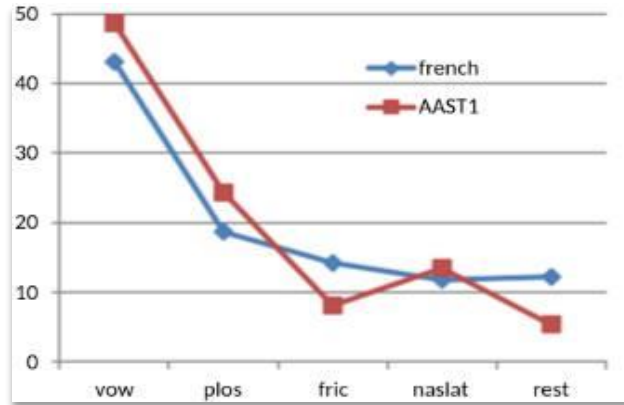


Figure 6 : Sélection des mots pour le basic selon la fréquence d'occurrence des phonèmes en français

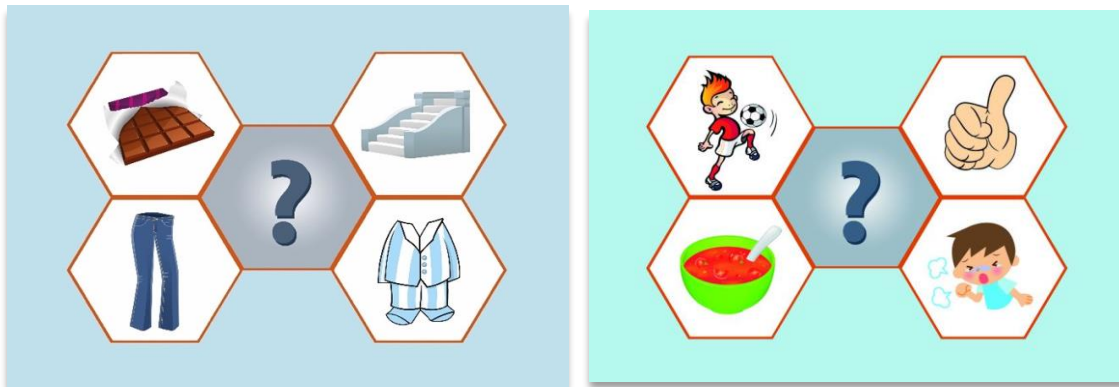


Figure 7 : Mots du basic (à gauche) et mots du HF (à droite)

En français, les mots du basic silence et du basic bruit sont « *escalier* », « *pyjama* », « *chocolat* » et « *pantalon* ».

Pour le HF, les mots ont été sélectionnés de la même façon et sont « *tousse* », « *soupe* », « *pouce* » et « *foot* ».

L'association mot-image est simple. Le protocole de l'AAST est donc indépendant du niveau de langage de l'enfant.



## 2.2 Choix des mots selon la langue

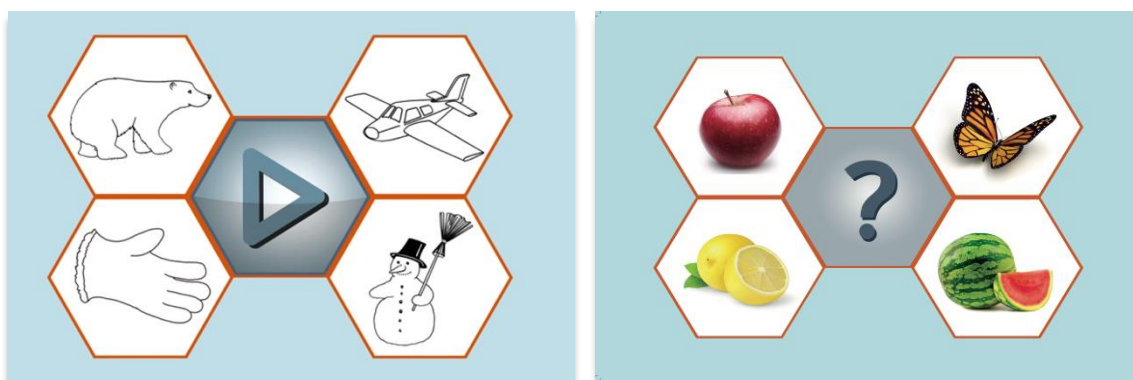


Figure 8 : AAST allemand et AAST arabe

Dans chaque langue, les mots ont été choisis sur le même principe de fréquence d'occurrence et de champ fréquentiel. Par exemple, en allemand, les mots du basic silence et du basic bruit sont « ours », « avion », « gant » et « bonhomme de neige ». En arabe, les mots sont « pomme », « citron », « pastèque » et « papillon ».

### 3. Passation du test

Après avoir sélectionné la modalité du test – dans le silence, dans le bruit ou dans les HF –, l'enfant se munit d'un stylet. Ce dernier lui permet de cliquer sur l'image qui correspond au mot énoncé. Les mots sont énoncés une seule fois et de manière aléatoire. Les trois premiers mots entendus sont proposés comme un entraînement pour l'enfant. Le niveau de début est de 65 dB SPL ou de 55 dB SPL en comptant la phase d'entraînement.

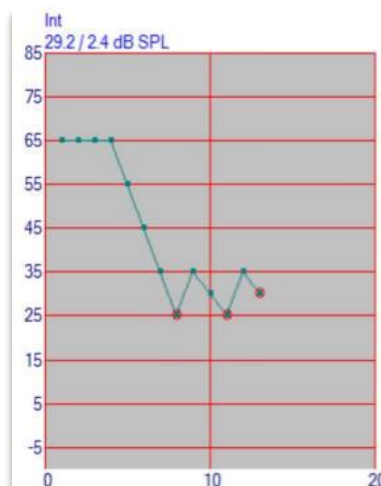


Figure 9 : Courbe de résultats montrant les trois points d'échec et l'arrêt consécutif du test

Si l'enfant clique sur la bonne image, l'intensité du mot suivant baisse de 10 dB. Au contraire, s'il échoue, le signal augmente de 10 dB. Dès le premier échec, le mot suivant sera donc envoyé avec une baisse de 10 dB puis, alors, l'intensité des autres mots présentés sera baissée de 5 dB à chaque nouvel échec. C'est ce qu'on appelle un test adaptatif.

Le test se poursuit puis s'arrête automatiquement au bout de deux minutes, ou lorsqu'il y a trois échecs ou si le niveau maximum d'intensité est atteint, soit 100 dB.

À la fin du test, un signal lumineux indique le résultat de l'enfant au test. Une lumière verte indique un test réussi, une lumière rouge apparaît lorsque le test a été échoué. On peut ainsi savoir rapidement si l'enfant a potentiellement une perception normale de la parole. En cas d'échec au test, l'AAST propose un audiogramme intégré à la tablette.

## II. Populations

### 1. Population contrôle : enfants tout-venants

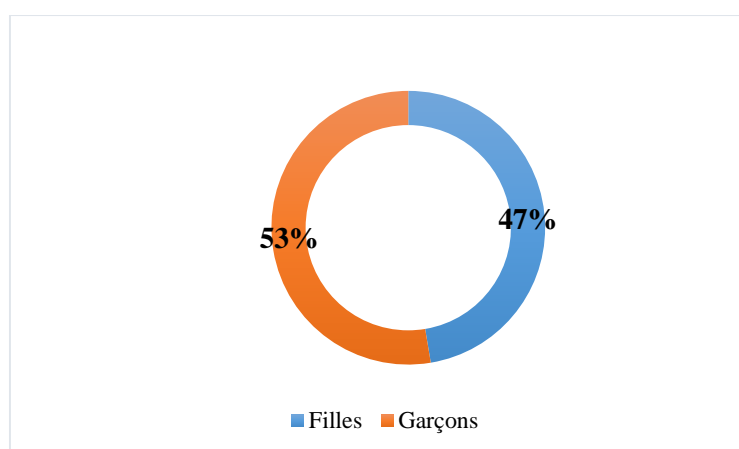


Tableau 6 : Graphique représentant le pourcentage selon le sexe d'enfants tout-venants

Nous avons obtenu une population de trente-huit enfants de grande section maternelle issus de deux écoles différentes situées dans le 77 et dans le 75.

Nous ne connaissons pas la langue maternelle des enfants mais tous s'expriment en français et sont scolarisés depuis l'âge de trois ans. Nous avons testé dix-huit filles et vingt garçons.

Les enfants contrôles sont âgés de 5 ans 4 à 7 ans 3 mois.

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

Dans l'école de Seine-et-Marne, un enfant n'avait pas obtenu l'accord parental. Ces derniers ont justifié ce refus par le fait que leur enfant avait déjà subi des tests de dépistage de la surdité. Toutefois, l'accord parental a été donné pour la seconde passation dans cette école.

## 2. Population étudiée : enfants déficients auditifs

La population étudiée est une population d'enfants sourds, âgés de 5 ans 1 mois à 18 ans. Notre échantillonnage est constitué de vingt-trois enfants sourds (N = 23). Dans notre population, on retrouve des enfants sourds :

- 1- Porteurs d'aides auditives N = 4
- 2- Porteurs d'un implant cochléaire unilatéral N = 13
- 3- Porteurs d'un implant cochléaire bilatéral séquentiel N = 6

Le tableau suivant présente les enfants en fonction de l'histoire de la surdité et du degré de surdité : surdité congénitale profonde d'emblée et surdité évolutive moyenne à profonde. Pour ces données, nous avons donc des enfants porteurs de prothèses et des enfants implantés.

<b>Surdités congénitales</b>	16		De 5 ans 1 à 18 ans
	6 filles	10 garçons	
<b>Surdités évolutives</b>	7		De 5 ans 7 à 15 ans
	6 filles	1 garçon	

*Tableau 7 : La population d'enfants sourds en fonction du type de surdité*

Un tableau en annexe D reprend toutes les données des surdités des enfants.

## III. Méthodologie

Une première passation a eu lieu en novembre avec une vingtaine d'enfants pour tester le matériel, le temps de passation et les difficultés éventuelles rencontrées par les enfants pour manipuler le boîtier. L'AAST a été proposé en avril 2016 pour la population contrôle.

Nous sommes venues dans les écoles durant la matinée. Les enfants, et leurs parents, avaient été avertis par leur maîtresse de notre venue.

Les trois tests sont rapides à faire passer puisqu'il faut compter entre trois et cinq minutes par enfant pour les trois tests.

Les passations des enfants déficients auditifs se sont déroulées sur une durée de deux mois, de mars à avril.

Les enregistrements pour les passations se sont déroulés dans les écoles.

La directrice nous a proposé un lieu au sein de l'école comme son bureau ou une salle de repos mise à notre disposition ce jour-là. Le lieu, relativement calme, restait toutefois intégré à l'école. Nous avons donc pu reproduire, pour les tests, des conditions se rapprochant de la vie quotidienne des enfants.

Les passations des enfants sourds se sont déroulées à l'Hôpital Necker-Enfants Malades, dans le même bureau pour tous, afin de garder des conditions de passation similaires.

Lors de l'essai du matériel en novembre, nous avons remarqué que la passation au casque était plus difficile, empêchant les consignes d'être bien reçues par l'enfant.

Pour cette étude, nous avons donc utilisé le haut-parleur en champ libre pour toutes les passations.

En premier test, nous avons toujours proposé le basic silence – avec les mots *escalier*, *pyjama*, *pantalon* et *chocolat*. Ce test représente le spectre le plus large au niveau fréquentiel et permet de mettre en confiance l'enfant. Puis, nous proposons le basic bruit puisque celui-ci reprend les mêmes mots que le test dans le silence. Enfin, nous finissons par le test HF qui introduit des nouveaux mots – *tousse*, *soupe*, *pouce*, *foot* - centrés sur les contrastes phonétiques et situés entre 2000 Hz et 3000 Hz, zone souvent déficitaire pour les enfants sourds appareillés.

Les enfants sont venus à tour de rôle afin de maintenir le lieu calme et leur concentration au maximum.

Avant de commencer les tests, nous avons énoncé les consignes suivantes aux enfants pour les tests dans le silence et dans le bruit :

- « *Tu vas entendre des mots. Il y en a quatre : (en montrant les images) escalier, chocolat, pyjama et pantalon. Tu les connais tous ?* »
- « *Tu vas devoir montrer l'image du mot que tu as entendu et je clique à ta place.* »

- « Si tu n'entends pas bien le mot, ce n'est pas grave, soit tu me dis que tu n'as pas entendu soit tu montres le bouton du milieu. »
- « Tu vas entendre de moins en moins bien les mots, ils vont baisser ; c'est normal, moi non plus à un moment je n'entendrai plus rien. Quand tu n'entends plus rien, tu me le dis et je clique sur l'image du milieu. »
- « On va commencer, est-ce que tu as bien tout compris ? »



Figure 10 : Enfant de maternelle pendant l'AASST

## IV. Observations

### 1. Population contrôle : enfants tout-venants

Les enfants ont tous été heureux de venir passer les tests qu'ils ont considérés comme un jeu, ce qui ne les a pas empêchés d'être, pour la plupart, très concentrés et attentifs.

Lors de notre seconde venue à l'école de Samois-sur-Seine, les enfants se souvenaient de notre passage et des tests proposés. Ils étaient ravis d'avoir l'opportunité d'y participer à nouveau.

Les enfants se sont montrés enjoués et coopératifs. Cependant, certains plus timides que d'autres, ont eu besoin qu'on les mette d'abord en confiance. Nous avons utilisé le mot « jeu » à la place de « test » pour apaiser les enfants et rendre ce moment plus ludique. Le matériel utilisé, à savoir la tablette tactile, a renforcé ce sentiment ludique pour les enfants.

Nous avons noté les comportements et leurs réactions que vous retrouverez plus précisément en annexe E.

## 2. Population étudiée : enfants déficients auditifs

La population d'enfants sourds nous a semblé déjà bien conditionnée aux passations de tests, sûrement de par leur habitude à en passer depuis leur plus jeune âge. Ils nous ont également confié avoir apprécié le côté ludique de ce test comparé aux autres tests audiométriques. Enfin, le temps de passation de l'AAST, plus court par rapport aux autres tests audiométriques auxquels ils sont habitués, les a surpris. Les enfants ayant des troubles associés à la surdité ont aussi pu participer. Ceux ayant moins de 5 ans n'ont par contre pas pu prendre part au test.

## V. Résultats

### 1. Résultats attendus dans le silence

Nous citons ici les scores moyens obtenus par la population contrôle d'enfants tout-venants et par la population étudiée d'enfants déficients auditifs en Allemagne par l'équipe du Professeur Coninx. Ces résultats concernent l'AAST dans le silence. (13)

	average	st.dev.		average	st.dev.
basic	19,2	2,8	basic	32,0	5,1
HF	28,5	5,2	HF	41,7	6,8

Tableau 8 : Enfants tout-venants (hEARd Coninx & al) (à gauche)

Tableau 9 : Enfants déficients auditifs (hEARd Coninx & al) (à droite)

## 2. Résultats de la population contrôle : enfants tout-venants

	Enfants tout-venants N = 38		Normo-entendants Coninx & al	
	Moyenne (dB SPL)	ET	Moyenne (dB SPL)	ET
<b>AAST Basic silence</b>	14,49	5,63	19,2	2,8
<b>AAST HF</b>	25,6	8,06	28,5	5,2
<b>AAST Basic bruit</b>	-19,8	7,24	En cours	En cours

*Tableau 10 : Les résultats de la population contrôle comparés aux résultats du hEARd*

Les résultats obtenus par le hEARd concernent une passation de l'AAST dans le silence sur un ordinateur portable, en champ libre. Notre population a été étudiée avec le boîtier Auricheck. On observe un score moyen amélioré pour la passation avec le boîtier versus l'ordinateur.

Tous ont obtenu une lumière verte à la fin de l'AAST ; aucun audiogramme n'a donc été proposé par la suite. Leurs résultats se trouvent en annexe A.

### 3. Résultats de la population étudiée : enfants déficients auditifs

N = 23	Âge	Moyenne NE 14,49	Moyenne NE -19,8	Moyenne HF 25,6
		AAST basic silence	AAST basic bruit	AAST HF
<b>T</b>	5 ans	39,2	-14,5	49,2
<b>B. L</b>	5 ans 1	22,5	-16,5	39,2
<b>Le. L</b>	5 ans 6	27,5	-10,5	40
<b>A. T</b>	5 ans 6	40	-6,5	59,5
<b>T. G</b>	5 ans 8	15,8	-18,5	42,5
<b>S. P</b>	5 ans 9	17,5	-17,5	45
<b>N</b>	6 ans 1	30,8	-16,5	NP
<b>M. E</b>	6 ans 8	22,5	-15,5	57,5
<b>R</b>	6 ans 9	24,2	-12,5	45
<b>J</b>	7 ans 5	17,5	-8,5	35
<b>Si. B</b>	7 ans 7	27,5	-16,5	32,5
<b>L. DV</b>	7 ans 8	15,8	-18,5	25
<b>H. O</b>	9 ans 2	12,5	-13,5	32,5
<b>E</b>	9 ans 5	17,5	-13,5	32,5
<b>Se. B</b>	9 ans 5	25,8	-25,5	37,5
<b>S. G</b>	9 ans 11	25	-4,5	52,5
<b>Li.L</b>	10 ans 1	29,2	-19,5	50
<b>H</b>	10 ans 2	20,8	-14,5	39,2
<b>A. B</b>	11 ans 2	29,2	-5,5	62,5
<b>B. J</b>	11 ans 10	23	-14,5	40
<b>L. D</b>	12 ans 8	17,5	-22,5	40
<b>M. T</b>	14 ans 10	14,2	-9,5	40,8
<b>Z</b>	17 ans 11	34,2	-13,5	39,2
		<b>Moyenne basic silence</b>	<b>Moyenne basic bruit</b>	<b>Moyenne HF</b>
		<b>23,9 dB SPL</b>	<b>-14,3 dB SPL</b>	<b>42,6 dB SPL</b>
		<b>ET 7,6</b>	<b>ET 5,7</b>	<b>ET 9,4</b>

Tableau 11 : Résultats à l'AAST des enfants déficients auditifs

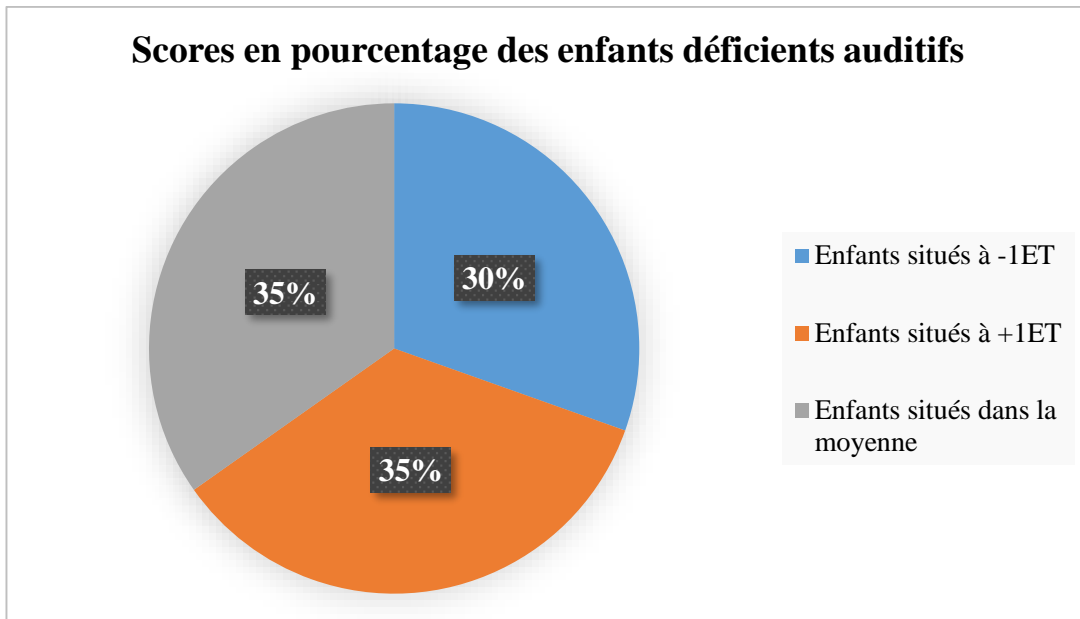


#### 4. Résultats à +1 ET et -1 ET

Ce tableau spécifie les enfants situés à -1 ET en rouge et les enfants situés à +1 ET en vert.

N = 23	Âge	Moyenne NE 14,49	Moyenne NE -19,8	Moyenne HF 25,6
		AAST basic silence	AAST basic bruit	AAST HF
T	5 ans	39,2	-14,5	49,2
B. L	5ans 1	22,5	-16,5	39,2
Le. L	5 ans 6	27,5	-10,5	40
A. T	5 ans 6	40	-6,5	59,5
T. G	5 ans 8	15,8	-18,5	42,5
S. P	5 ans 9	17,5	-17,5	45
N	6 ans 1	30,8	-16,5	NP
M. E	6 ans 8	22,5	-15,5	57,5
R	6 ans 9	24,2	-12,5	45
J	7 ans 5	17,5	-8,5	35
Si. B	7 ans 7	27,5	-16,5	32,5
L. DV	7 ans 8	15,8	-18,5	25
H. O	9 ans 2	12,5	-13,5	32,5
E	9 ans 5	17,5	-13,5	32,5
Se. B	9 ans 5	25,8	-25,5	37,5
S. G	9 ans 11	25	-4,5	52,5
Li.L	10 ans 1	29,2	-19,5	50
H	10 ans 2	20,8	-14,5	39,2
A. B	11 ans 2	29,2	-5,5	62,5
B. J	11 ans 10	23	-14,5	40
L. D	12 ans 8	17,5	-22,5	40
M. T	14 ans 10	14,2	-9,5	40,8
Z	17 ans 11	34,2	-13,5	39,2
		<b>Moyenne basic silence</b>	<b>Moyenne basic bruit</b>	<b>Moyenne HF</b>
		<b>23,9 dB SPL</b>	<b>-14,3 dB SPL</b>	<b>42,6 dB SPL</b>
		<b>ET 7,6</b>	<b>ET 5,7</b>	<b>ET 9,4</b>

Tableau 12 : Résultats à l'AAST des enfants déficients auditifs



*Figure 11 : Scores en pourcentages de la population étudiée*

On remarque que 70% des enfants déficients auditifs obtiennent des scores supérieurs ou dans la moyenne des enfants déficients auditifs aux trois tests : basic silence, basic bruit et HF. 30% des enfants sourds restent en difficulté dans au moins un test de l'AASST.

Nous allons dorénavant analyser les résultats au regard des critères suivants :

- L'âge de dépistage
- L'âge d'implantation cochléaire
- L'implantation unilatérale ou bilatérale
- Le type de surdité : congénitale ou évolutive

## **Sept enfants sourds ont au moins un score à -1 ET de la moyenne des enfants déficients auditifs, qui sont-ils ?**

**A.T** a obtenu des scores à **-1 ET aux trois tests**, en basic silence, en HF et dans le bruit.

Il a été dépisté à 3 ans et a été implanté tardivement de façon unilatérale, à 4 ans 4 mois, et présente un recul à l'implant de 1 an. Il n'a donc pas profité d'un dépistage précoce ni d'une implantation précoce.

**S.G** et **A.B** ont obtenu des scores **-1 ET au test HF et dans le bruit**.

**S. G** présente une surdité évolutive sévère à droite et profonde à gauche. Elle est appareillée depuis ses 22 mois et va être implantée dans les prochains mois.

**A. B** présente une surdité évolutive profonde et a été diagnostiqué et appareillé à 2 ans 6 mois.

Avec un appareillage prothétique, la perception de la parole reste lacunaire. En effet, le champ fréquentiel total n'est pas perçu, ce qui peut expliquer les difficultés de perception dans les HF. De plus, les prothèses auditives n'assurent pas un réel confort auditif dans le bruit, ce qui peut justifier leurs performances abaissées.

**T, Z, J** et **M.E** ont obtenu des scores à **-1 ET à un seul test : T et Z dans le basic silence, J dans le bruit et M.E dans les HF**.

**T** a été bi-implanté à 1 an 4 mois. Toutefois, son recul à l'implant gauche est seulement de 5 mois.

**Z** a été implantée tardivement de façon bilatérale à 3 ans 5 mois et son recul à l'implant est de 6 mois. Elle n'a donc pas bénéficié d'un dépistage précoce ni d'une implantation précoce. Pour **Z** et **T**, l'échec au basic silence puis la réussite au HF et dans le bruit peuvent s'expliquer par la mise en place d'un regain attentionnel. En effet, avant de commencer le HF et le basic bruit, nous avons spécifié aux enfants que ces tests étaient plus difficiles. **Z** et **T** ont donc dû mobiliser plus d'attention et plus de concentration, ce qui leur a permis d'obtenir de meilleurs scores.

**J** a été diagnostiquée à 17 mois et a été implantée tardivement, à 5 ans 5 mois, de façon unilatérale. Son recul à l'implant est de 2 ans 3 mois. Elle a donc été diagnostiquée et implantée de façon tardive.

**M. E.** a été implantée unilatéralement à 2 ans 10. Son recul est de 3 ans. Elle se plaint toutefois d'un manque de gain de sa prothèse controlatérale et est dans l'attente d'un deuxième implant.

## **Huit enfants sourds ont au moins un score situé à +1 ET de la moyenne des enfants déficients auditifs, qui sont-ils ?**

Aucun enfant sourd n'obtient de scores supérieurs à +1 et aux trois tests.

**H.O** a obtenu des scores à **+1 ET dans deux tests : basic silence et HF**. Elle a été dépistée et implantée unilatéralement de façon précoce à l'âge de 1 an 10 mois et a un recul à l'implant supérieur à 5 ans.

**Si.B, L. DV** et **E** ont obtenu des scores à **+1 ET dans les HF**.

**Si. B** a été bi-implanté de façon précoce à 1 an 6 mois ; son recul à l'implant est de 3 ans 10 mois.

**L. DV** a un implant unilatéral qui a été posé de façon précoce à 2 ans 6 mois. Il a 5 ans de recul à l'implant.

**E** a été dépisté à 2 mois et a été implanté unilatéralement à 3 ans 6 mois. Son recul est de 5 ans 11 mois.

On remarque que, malgré la difficulté du HF, les scores tendent à se rapprocher de la moyenne des enfants sourds. Les huit enfants ont tous bénéficié d'un dépistage précoce.

**Se.B** et **L.D** ont obtenu des scores à **+1 ET dans le bruit**.

**Se. B** a été dépisté à 5 mois et a été bi-implanté à 1 an 2 mois précocement.

**L. D** a été dépistée à 11 mois et a été implantée unilatéralement de façon précoce à 1 an 2 mois.

Ces enfants ont donc bénéficié d'un dépistage précoce ainsi que d'une implantation précoce. On remarque qu'ils obtiennent des scores supérieurs, donc meilleurs, que les scores moyens des normo-entendants.

**T.G** et **M.T** ont obtenu des scores à **+1 ET dans le basic silence**.

**T. G** présente une surdité évolutive moyenne appareillée.

**M. T** a une surdité évolutive et est implantée unilatéralement.

Dans le basic silence, la présence d'audition résiduelle et donc de connaissances linguistiques, due à l'évolutivité de leur surdité, peuvent justifier les bons résultats.

## 5. Résultats population contrôle versus population déficients auditifs

	<b>Moyenne population contrôle (dB SPL)</b>	<b>ET</b>	<b>Moyenne population sourde (dB SPL)</b>	<b>ET</b>
<b>AAST Basic silence</b>	14,49	5,6	23,9	7,6
<b>AAST HF</b>	25,6	8,1	42,59	9,4
<b>AAST Basic bruit</b>	-19,8	7,2	-14,28	5,7

Tableau 13 : Résultats contrôles et étudiés

	<b>Surdités congénitales N = 16</b>		<b>Surdités évolutives N = 7</b>	
	<b>Moyenne (dB SPL)</b>	<b>ET</b>	<b>Moyenne (dB SPL)</b>	<b>ET</b>
<b>AAST Basic silence</b>	24,25	8,2	23,1	6,2
<b>AAST HF</b>	40,64	9,4	46,8	8,6
<b>AAST Bruit</b>	-15,37	4,6	-11,8	5,9

Tableau 14 : Résultats surdités congénitales vs surdités évolutives

On remarque que, dans l'AAST basic silence, les scores moyens des surdités évolutives tendent à se rapprocher de la moyenne des normo-entendants et sont meilleurs que ceux des congénitales. Tandis que dans le HF, les scores des enfants avec une surdité congénitale sont ici meilleurs que les scores des surdités évolutives.

## 6. Résultats implantés unilatéralement versus bilatéralement dans le bruit

	NE N = 38	Bi-implantés N = 6	Implant unilatéral N = 10
	Moyenne (dB SPL)	Moyenne (dB SPL)	Moyenne (dB SPL)
<b>AAST Basic bruit</b>	-19,8	-17,3	-14,2

Tableau 15 : Les résultats des enfants bi-implantés

Dans le bruit, on remarque un score moyen amélioré pour les bilatéraux. En effet, les résultats des implants bilatéraux se rapprochent des normo-entendants.

## 7. Résultats des enfants sourds implantés avant et après 24 mois

	Moyenne NE (dB SPL) N = 38	Moyenne implantés < 24 mois (dB SPL) N = 7	Moyenne implantés > 24 mois (dB SPL) N = 9
<b>AAST Basic silence</b>	14,49	23,2	25,05
<b>AAST HF</b>	25,6	39,41	41,71
<b>AAST Bruit</b>	-19,8	-18,07	-13,27

Tableau 16 : Résultats bi-implantés < 24 et > 24 mois

Les scores moyens des enfants sourds congénitaux implantés avant 24 mois sont améliorés et se rapprochent nettement de la moyenne des normo-entendants dans les trois tests.

## VI. Cas pratiques

### 1. Comparaison de deux enfants déficients auditifs

Nous avons choisi deux enfants, un ayant des scores chutés pour les trois tests et un autre avec des scores supérieurs à la moyenne. Nous avons analysé les critères pouvant expliquer ces résultats.

### S.P.:

S.P est une petite fille âgée de 5 ans 9 mois à l'âge de l'étude. Elle est atteinte d'une surdité profonde bilatérale et a été **diagnostiquée à trois mois**. Elle a été appareillée à six mois et a profité d'une implantation cochléaire à droite, d'abord, à un an. Par la suite, une **implantation bilatérale** lui a été proposée et a été effectuée en décembre 2013, soit à l'âge de 3 ans 6 mois. Son implantation cochléaire est donc **précoce**.

Aujourd'hui, S.P est en classe de moyenne section de maternelle. Elle bénéficie de l'aide d'une codeuse et une éducatrice spécialisée est présente à l'école. S.P voit un orthophoniste deux fois par semaine. Elle a un niveau de langage évalué au-dessus de la moyenne de sa classe d'âge. Elle grandit dans une famille de **musiciens** et a reçu des **stimulations** adaptées et riches. La littérature rapporte que le spectre fréquentiel de la musique est plus large que celui de la parole. S.P utilise le téléphone avec les personnes connues (CAP=7). L'intelligibilité de la parole (SIR) est à 5. La MAIS et la MUSS saturent à 40.

S.P réunit les critères prédictifs favorisant le développement de la perception et du langage. Ses scores à l'AAST basic silence et basic bruit se rapprochent des scores des enfants normo-entendants. Ses scores au test hautes fréquences restent dans la norme basse des normo-entendants.

AAST Basic silence (dB SPL)	AAST Basic bruit (dB SPL)	AAST Hautes fréquences (dB SPL)
17,5	-17,5	45

Tableau 17 : Les résultats de S.P à l'AAST

### A.T.:

A.T est un petit garçon âgé de 5 ans 7 mois à l'âge de l'étude. Il est atteint d'une surdité sévère profonde bilatérale **diagnostiquée à trois ans** et appareillée un mois plus tard. Il a été par la suite implanté **unilatéralement** à gauche à 4 ans 4 mois et a gardé sa prothèse controlatérale. Son implantation cochléaire est **tardive**.

Aujourd'hui, A.T est en classe de moyenne section de maternelle. Il bénéficie d'une Assistante de Vie Scolaire et voit un orthophoniste quatre fois par semaine. Son niveau lexical correspond au niveau « médiocre » (EVIP) des enfants normo-entendants. Il comprend des phrases du quotidien sans aide de la lecture labiale (CAP=5). Sa MAIS est à 36.

Ses scores à l'AAST le situent dans la norme basse des normo-entendants pour les trois modalités de test.

AAST Basic silence (dB SPL)	AAST Basic bruit (dB SPL)	AAST Hautes fréquences (dB SPL)
40	-6,5	59,5

Tableau 18 : Les résultats de A.T à l'AAST

→ La bi-implantation de S.P explique son score supérieur à A.T dans le bruit. La précocité du diagnostic – 3 mois – et de l'implantation – 1 an – justifient les scores meilleurs dans les trois tests – basic silence, basic bruit et HF – par rapport à A.T. En effet, A.T a été diagnostiqué, et implanté, d'une surdité profonde de façon tardive.

## 2. Présentation du cas de B.J

B.J est un garçon né le 23 mai 2004. Il présente une surdité profonde de perception bilatérale congénitale. Il a été **implanté précocement** à l'âge de 2 ans 6 mois et il porte une prothèse controlatérale.

B.J est scolarisé en 6ème sans aide et il bénéficie de trois séances d'orthophonie par semaine dans un cabinet libéral. On note un contexte de bilinguisme français-polonais à la maison. Il peut utiliser le téléphone avec une personne connue (CAP = 7) et l'intelligibilité de la parole est à 5 (SIR).

Lors de son bilan post-implant annuel à l'Hôpital Necker-Enfants Malades, en mars 2016, nous lui avons proposé de passer l'AAST. Nous avons relevé ses scores dans les trois conditions de passation :

AAST basic silence (dB SPL)	AAST basic bruit (dB SPL)	AAST Hautes fréquences (dB SPL)
29,2	-9	65

Tableau 19 : Les résultats de B.J lors de la première passation de l'AAST

Le signal rouge, synonyme de scores hors-normes, s'est allumé et nous a donc alertées. En effet, au vu des résultats aux bilans post-implant des années précédentes, B.J avait obtenu de bons résultats en audiométrie et semblait donc avoir bien investi son implant cochléaire.



**Ces résultats étaient donc contradictoires** au vu de l'histoire de B.J. De plus, lors du bilan post-implant de mars, il s'est plaint d'une gêne auditive qu'il attribuait à son implant. **Cette plainte a donné lieu à de nouvelles consultations au cours du mois et a engendré un changement d'antenne de son implant cochléaire.**

Nous avons donc choisi de reprogrammer une entrevue un mois plus tard afin de proposer un bilan dans des conditions optimales d'audition.

En avril, B.J est revenu pour son bilan post-implant à l'Hôpital Necker-Enfants Malades. Nous lui avons donc proposé de nouveau la passation de l'AAST dans les trois conditions.

**Voici ses résultats après le changement d'antenne en avril 2016 :**

<b>AAST basic silence (dB SPL)</b>	<b>AAST basic bruit (dB SPL)</b>	<b>AAST Hautes fréquences (dB SPL)</b>
23	-14,5	40

*Tableau 20 : Les résultats de B.J lors de la seconde passation de l'AAST*

Nous observons donc qu'après le changement d'antenne de B.J, ses scores se sont normalisés et se rapprochent de ceux de la moyenne des normo-entendants. Ils correspondent maintenant aux compétences attendues d'un enfant implanté précocement.

## **VII. Discussion**

Maintenant que les scores ont été présentés, nous allons les confronter à nos hypothèses. Par la suite, nous exposerons les biais de notre étude.

### **1. Confrontation des résultats aux hypothèses**

***Hypothèse 1:*** *On peut supposer que le diagnostic précoce, l'appareillage précoce et l'implantation précoce sont des critères prédictifs pour une audition efficace dans différentes situations.*

Selon les données de la littérature, plusieurs critères influencent l'acquisition d'une perception auditive de qualité. Parmi ces critères, l'âge d'implantation est un élément

primordial. En effet, des études ont montré qu'une implantation est plus efficace chez l'enfant de moins de trois ans, voire de moins de dix-huit mois selon les dernières études.  
**(34) (49)**

Dans notre étude, nous avons effectué deux comparaisons. Tout d'abord, la première porte sur les enfants ayant obtenu des scores supérieurs ou inférieurs aux moyennes des enfants sourds dans les trois modalités de l'AAST.

L'analyse des deux études a montré des convergences. En effet, on remarque que les enfants ayant obtenu des bons scores ont profité de diagnostic et d'implantation précoces.

De plus, nous nous sommes appuyées sur les enfants ayant des scores se situant à plus ou moins 1 ET, en séparant les trois modalités du test.

Dans le basic silence comme dans le basic bruit, les enfants les plus performants ont tous bénéficié d'un diagnostic précoce couplé à une implantation précoce. Les enfants aux performances abaissées n'ont pas profité d'une prise en charge précoce.

En nous appuyant sur les résultats de S.P et de A.T, nous observons que l'histoire de la surdité de S.P coïncide avec ses résultats, performants, puisqu'elle a été diagnostiqu e et bi-implant e précocement. *A contrario*, le diagnostic plus tardif de A.T pourrait expliquer ses résultats moindres aux trois tests.

On remarque que le diagnostic précoce, cumulé à une implantation précoce, favorisent la perception auditive de la parole et ce dans toutes les situations, simples comme complexes.

Enfin, en comparant les enfants sourds implantés avant et après 24 mois, nous remarquons que les scores moyens des enfants sourds congénitaux implantés avant 24 mois sont améliorés et se rapprochent nettement de la moyenne des normo-entendants dans les trois tests.

**→ Notre hypothèse 1 est valid e.**

**Hypothèse 2 : Les résultats de ces tests permettent de comprendre les difficultés propres de chaque enfant dans les situations complexes de la vie quotidienne et de guider les rééducations orthophoniques.**

Les données de la littérature apportent des éléments de réponse quant aux axes de rééducation à proposer aux enfants déficients auditifs appareillés ou implantés. En effet, on sait que l'implant cochléaire permet un accès à l'ensemble du champ fréquentiel. Grâce aux progrès et aux avancées récentes dans l'implant, il est désormais possible d'élargir les axes de rééducation. Il est possible de proposer un travail dans des situations complexes, comme le bruit ou les HF. Auparavant, ces axes n'étaient pas accessibles chez les enfants atteints de surdité profonde et appareillés. (15) (38) (30) (44)

L'AAST est intéressant car il propose trois situations différentes, dont deux complexes : le bruit et les HF (2000-3000 Hz). Au vu des résultats d'un enfant, il est possible de savoir où se situent ses principales difficultés et donc de guider la rééducation orthophonique.

Prenons l'exemple de M.E. Ses résultats à l'AAST montrent qu'elle est plutôt performante dans le bruit (-15,5 dB SPL) mais que ses scores indiquent une faiblesse sur les hautes fréquences (57,5 dB SPL). Ainsi, ses scores peuvent influencer la rééducation orthophonique en proposant un travail plus approfondi sur les hautes fréquences.

L'éducation auditive peut être accentuée dans le bruit, en proposant des exercices de bruits inopinés, fluctuants ou de type « cocktail party ». Les hautes fréquences, elles, seront travaillées en insistant sur les phonèmes se situant autour de 2000-3000 Hz : /i, e, ε, y, t, d, s, z, f, v/.

L'implant cochléaire ouvre des axes de travail pour les orthophonistes : éducation auditive dans le bruit, dans les situations complexes, mots proches, voix chuchotées, sur toutes les fréquences, avec et sans lecture labiale. Afin de cibler certains axes prioritaires de la prise en charge, il peut être intéressant de proposer l'AAST. Celui-ci donnera des indications sur les capacités mais aussi sur les difficultés propres à chaque enfant.

**→ Notre hypothèse 2 est validée.**

***Hypothèse 3:*** *Les résultats aux tests adaptatifs pourraient améliorer le réglage de l'appareillage et la perception fine de la parole. On suppose que les résultats aux tests permettent de vérifier l'intégrité de l'appareil.*

Afin de répondre à notre hypothèse, nous avons présenté le cas de B.J :

	Première passation (dB SPL)	Seconde passation (dB SPL)
<b>AAST Basic silence</b>	29,5	23
<b>AAST HF</b>	65	40
<b>AAST Basic bruit</b>	-9	-14,5

*Tableau 21 : Les résultats de B. à l'AAST*

Les scores moyens de B.J passent de 29,5 dB à 23 dB dans le basic silence, de -9 dB à -14,5 dB dans le bruit et de 65 dB à 40 dB dans les hautes fréquences.

Les premiers résultats obtenus, contradictoires par rapport aux résultats attendus, couplés à des examens complémentaires ont finalement conduit à la conclusion que l'antenne de l'implant cochléaire de B.J était endommagée. Suite au changement de cette dernière, les résultats concordent maintenant avec le profil de B.J et donc avec ses capacités.

Ainsi, au vu de l'histoire de la surdité de l'enfant - de l'âge d'implantation, du recul à l'implant, du type et du degré de surdité - il est possible d'anticiper les scores attendus à l'AAST, et de vérifier si les résultats obtenus coïncident et sont adéquats.

Dans le cas contraire, les résultats à l'AAST permettent de tirer un signal d'alarme et de s'interroger sur l'efficacité de l'appareillage ou de l'implant cochléaire.

La passation de l'AAST permettrait donc de vérifier l'intégrité des appareils auditifs et de s'interroger sur un éventuel dysfonctionnement en cas de résultats contradictoires aux attentes.

On peut supposer qu'après des réglages de l'appareil auditif, des résultats abaissés pourraient indiquer dans quelles situations – hautes fréquences, bruit ou silence - se situent les gênes de l'enfant. Cela permettrait d'adapter par la suite les réglages ultérieurs ou à l'orthophoniste de vérifier rapidement la perception de l'enfant avant de diriger vers un ORL.

**→ Notre hypothèse 3 est validée.**

***Hypothèse 4:*** *On suppose que la présence d'audition résiduelle dans les surdités évolutives engendre de meilleures performances en perception auditive de la parole dans les situations simples.*

Nous avons choisi de calculer les moyennes d'enfants sourds congénitaux, sans audition résiduelle, et d'enfants sourds évolutifs, avec audition résiduelle. Les résultats montrent que les surdités évolutives obtiennent de meilleurs scores au basic silence. Toutefois, les surdités congénitales ont de meilleures performances au basic bruit et dans les HF.

	Surdités congénitales N = 16		Surdités évolutives N = 7	
	Moyenne (dB SPL)	ET	Moyenne (dB SPL)	ET
<b>AAST Basic silence</b>	24,25	8,2	23,1	6,2
<b>AAST HF</b>	40,64	9,4	46,8	8,6
<b>AAST Bruit</b>	-15,37	4,6	-11,8	5,9

*Tableau 15 : Les résultats des surdités congénitales et des surdités évolutives*

Les enfants atteints de surdités évolutives ont acquis des connaissances linguistiques. Ainsi, dans le silence, ils peuvent profiter d'un langage installé et d'un niveau linguistique qui aide à la perception globale de la parole.

Cependant, la perte auditive atteint en priorité les fréquences aiguës à partir de 2000 Hz. Ces enfants sont souvent gênés dans le bruit – situation qui nécessite une perception fine de la parole – et dans les HF, qui oblige à avoir une couverture totale du champ fréquentiel.

De plus, les scores supérieurs des enfants sourds congénitaux peuvent être expliqués par le fait que cette population est composée seulement d'enfants implantés. Comme dit plus haut, l'implant cochléaire permet une meilleure écoute dans le bruit et couvre tout le champ fréquentiel, donc également les hautes fréquences.

Notre population d'enfants sourds évolutifs est, elle, constituée d'enfants appareillés et implantés. Or, la prothèse conventionnelle limite les performances dans les situations complexes. En effet, l'appareillage prothétique ne permet qu'une perception lacunaire de la parole et ne couvre pas l'ensemble du champ fréquentiel. Les hautes fréquences ne sont donc pas, ou mal, perçues avec cette réhabilitation prothétique.

Par conséquent, la présence d'audition résiduelle, et donc de langage, dans les surdités évolutives augmente les performances dans le silence.

**→ Notre hypothèse 4 est validée.**

**Hypothèse 5 : La passation de l'AAST chez l'enfant tout-venant permettrait de détecter une perte auditive unilatérale légère ou moyenne.**

Lors de nos passations avec les enfants tout-venants de maternelle, nous n'avons pas rencontré le cas d'un score assez faible pour qu'un signal rouge s'allume. Il aurait été intéressant, si nous y avions été confrontées, d'effectuer un audiogramme disponible sur la tablette Auricheck, et par la suite, en cas de doute, de diriger l'enfant vers un médecin ORL. L'AAST serait donc utile pour un dépistage plus précoce des surdités légères à moyennes bilatérales, facilement utilisable par des professionnels de santé. Toutefois, nous n'avons pas pu le prouver avec nos passations.

**→ Notre hypothèse 5 n'est pas validée.**

**Hypothèse 6 : La bi-implantation permet une meilleure audition dans le bruit.**

En s'appuyant sur les données de la littérature, nous observons que la bi-implantation cochléaire permet un réel confort auditif. Elle permet aux enfants d'accéder à la fonction binaurale, à la stéréophonie et à une meilleure localisation sonore. **(15) (38) (60)**

Nos résultats vont dans le sens de la littérature : la moyenne des scores des enfants bi-implantés est significativement supérieure à celle des enfants implantés unilatéralement.

	Moyenne bi-implantés N = 6	Moyenne implant unilatéral N = 10
	Moyenne (dB SPL)	Moyenne (dB SPL)
AAST Basic bruit	-17,3	-14,2

Tableau 16 : Les résultats des enfants bi-implantés

En conséquence, la bi-implantation a un réel impact sur l'accès à la fonction binaurale et donc à la stéréophonie, primordiale pour la perception de la parole dans le bruit.

**→ Notre hypothèse 6 est validée.**

## **2. Biais et limites de notre étude**

Notre étude, bien que la plus objective possible, comporte des limites.

### **Biais lié au moment des passations :**

Les passations de l'AASST ont été proposées à un moment précis pour les enfants. En effet, nos résultats ont pu pâtir de leur fatigue, de leur stress et ne sont donc peut être pas tout à fait révélateurs de leurs réelles compétences.

### **Biais des bruits environnants :**

Lors des passations, nous avons choisi un endroit au calme mais intégré à l'école. Ce lieu a permis de tester les performances des enfants dans leur vie de tous les jours. Toutefois, au cours des matinées de passations, les bruits ont été plus ou moins présents et ont différé selon le moment. En effet, dans l'école, nous n'avons pas pu empêcher les bruits de sonnerie, de cour de récréation ou des cris lointains dans les couloirs.

# CONCLUSION

Aujourd'hui, les enfants bénéficiant d'un diagnostic précoce et d'un implant cochléaire précoce ont rapidement de bons résultats aux tests perceptifs dans le silence (reconnaissance de mots). Toutefois, il est capital de continuer à proposer des tests sensibles à ces enfants, qui tendent à normaliser leurs performances. Les tests doivent diversifier leurs objectifs et peuvent maintenant tester les enfants dans des conditions complexes. Celles-ci sont justement intégrées aux tests adaptatifs. Notre étude vise à montrer l'apport des tests adaptatifs dans le dépistage et leur utilisation auprès d'une population sourde. Nous avons montré que :

- Le diagnostic précoce associé à l'appareillage précoce ou à l'implantation précoce est un critère prédictif pour une audition efficace dans différentes situations.
- Les résultats aux différentes situations proposées par l'AAST permettent de guider les axes de la prise en charge orthophonique.
- Les résultats à l'AAST permettent de vérifier l'intégrité de fonctionnement de l'appareillage.
- L'utilisation de l'AAST pourrait permettre de détecter des surdités légères, moyennes, unilatérales chez les enfants de maternelle.
- La présence d'audition résiduelle est un facteur prédictif de performances accrues dans les situations simples d'écoute.
- Une implantation cochléaire bilatérale permet, en plus de restaurer une audition utile, d'acquérir un confort auditif en permettant d'accéder à la perception auditive dans le bruit et dans les hautes fréquences.

Si les tests adaptatifs en sont à leurs balbutiements en France, ils sont utilisés dans d'autres pays. Il serait donc intéressant de profiter de ces tests en les introduisant dans les protocoles de dépistage de la surdité, par exemple en les mettant à disposition des médecins scolaires. En effet, suite à des scores hors-normes à l'AAST, un suivi de l'enfant en ORL pourrait permettre de diagnostiquer une possible perte auditive. De plus, l'AAST pourrait avoir son importance pour les orthophonistes. Effectivement, leur utilisation auprès des thérapeutes pourrait apporter des données sur l'évolution d'une surdité dans une modalité précise et serait donc un plus pour la prise en charge et l'orientation des axes de rééducation.



# BIBLIOGRAPHIE

- 1) Anatomie de l'oreille. Consulté à l'adresse <http://www.toutsurloreeille.fr/tout-savoir-sur-loreeille/lanatomie/>
- 2) Arrêté du 23 avril 2012 relatif à l'organisation du dépistage de la surdité permanente néonatale. Consulté à l'adresse <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025794966>
- 3) Auritec. AAST Test - Adaptiver Auditiver Speechtest. [http://www.auritec.de/uploads/media/Sprachverfahren\\_FR\\_AAST\\_01.pdf](http://www.auritec.de/uploads/media/Sprachverfahren_FR_AAST_01.pdf)
- 4) Bacon, S. P., Opie, J. M., & Montoya, D. Y. (1998). The effects of hearing loss and noise masking on the masking release for speech in temporally complex backgrounds. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 41(3), 549-563.
- 5) Beley G., Buisson G., Dehetre A., Dupont A-C., Foucault C., François M., Wilmet A. (2009). Dépistage des troubles de l'audition chez l'enfant, p. 17.
- 6) Bertoncini, J., & Cabrera, L. (2014). La perception de la parole de 0 à 24 mois. *Archives de Pédiatrie*, 21(10), 1153-1156
- 7) Bertrand, A., & Garnier, P.-H. (2005). *Psychologie cognitive*. Studyrama
- 8) Boysson-Bardies B. (1996). *Comment la parole vient aux enfants*. Odile Jacob.
- 9) Bozet, C., & Perier, O. (1998). Déficience auditive et prématurité signes d'alerte, diagnostic et suivi. *Archives de Pédiatrie*, 5(6), 690-693.
- 10) Brin F., Courrier C., Lederle E., & Masy M. (2011). *Dictionnaire d'orthophonie* (3ème éd.). Orthoédition.
- 11) Broca, A. de. (2012). *Le développement de l'enfant* (5e édition). Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine) : Elsevier Masson.
- 12) Chevrie-Muller C., & Narbona J. (2007). *Le langage de l'enfant, aspects normaux et pathologiques* (3ème éd.). Masson.

- 13) Coninx, F., & Vermeulen, A. M. (2011). Development of an intra-European auditory speech perception standard for hearing impaired children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 75, Supplement 1, 23.
- 14) Corbin, J. (2010). Tests phonétiques pouvant être instrumentalisés dans le processus global de l'audibilité dans le bruit. Henri Poincaré Nancy 1, Nancy. Mémoire de l'Université de Nancy
- 15) Cotte C., Loundon N., Descourtieux C., & Legendre I. (2006). Georric 2005 - Connaissances Surdités, (15).
- 16) Delas B, & Dehesdin D. (2008). Anatomie de l'oreille externe. *EMC - Oto-rhino-laryngologie*, 3(1), 1-9.
- 17) De Saussure F. (1995). Cours de linguistique générale, édition critique préparée par Tullio de Mauro. Paris : Payot.
- 18) Ducroz, V., & Garabédian, E. N. (1996). Traitement de l'otite sérumuqueuse. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 26, Supplement 4, 53-58.
- 19) Dulguerov, P., & Remacle, M. (2005). Précis d'audiophonologie et de déglutition : Tome 1, L'oreille et les voies de l'audition. Marseille : Solal Editeurs.
- 20) Dumont, A. (2008). Orthophonie et surdité : *communiquer, comprendre, parler*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- 21) Favier, S. (2009). Adaptation à la langue française d'un test anglo-saxon de perception de la parole : le FAAF test (Four Alternative Auditory Feature test). Lyon, France : Université Claude Bernard Lyon 1.
- 22) Fournet, F., Guindéo Roccia, M., & Lamaze, A. de. (2014). La perception auditive dans le bruit chez le jeune enfant normo-entendant et implanté cochléaire. France. Mémoire de l'Université de Paris
- 23) Garabedian, E. N., Loundon, N., Mondain, M., Piron, J. P., Roman, S., & Triglia, J. M. (2003). Les implants cochléaires pédiatriques.
- 24) Garabédian, N. (2015). Le dépistage néonatal de la surdité en cours de généralisation en France. *Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*, 132(6), 287.

- 25) Gavilan-Cellie, I. (1995). Troubles auditifs chez le très jeune enfant. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, 8(6), 345-352.
- 26) Hage, C., Charlier, B., & Leybart, J. (2013). Compétences cognitives, linguistiques et sociales de l'enfant sourd : *Pistes d'évaluation*. Primento.
- 27) Haute Autorité de Santé. (2012, janvier). Le traitement de la surdité par implants cochléaires ou du tronc cérébral, p. 4.
- 28) Kleinknecht, M., Muracciole (2014). *Perception catégorielle et autres compétences phonologiques : pertinence pour l'évaluation de la dyslexie*. France. Mémoire de l'Université de Paris
- 29) Le Driant, B., Kolski, C., Sauvage-Verrier, V., Strunski, V., & Vandromme, L. (2012). Dépistage néonatal de la surdité : l'avis du psychologue. *Archives de Pédiatrie*, 19(6, Supplement 1), H32-H33.
- 30) Legendre, C. (2014). Intelligibilité de la parole d'enfants sourds porteurs d'un implant cochléaire unilatéral et d'enfants normo-entendants (Thèse de doctorat). Université de la Sorbonne Nouvelle, Paris, France.
- 31) Legent F., Bordure P., Calais C., Malard O., Chays A., Garnier S., & Debruille X. (2011). *Audiologie pratique, audiométrie : du dépistage au diagnostic, tests audiométriques, éléments d'acoustique, notions d'appareillage auditif*. Elsevier Masson.
- 32) Lina-Granade, G., Gallego, S., Thai-Van, H., & Truy, é. (2010). Appareillage auditif conventionnel par voie aérienne. *EMC - Oto-rhino-laryngologie*, 5(2), 1-15.
- 33) Lina-Granade G., & Truy E. (2015). Stratégie diagnostique et thérapeutique devant une surdité de l'enfant, p. 17.
- 34) Lina-Granade, G., Truy, E., Porot, M., Collet, L., & Disant, F. (2000). Surdités de l'enfant : un diagnostic précoce est impératif. *Archives de Pédiatrie*, 7(9), 991-1000.
- 35) Loi n° 91-73 du 18 janvier 1991 portant dispositions relatives à la santé publique et aux assurances sociales. - Article 33.
- 36) Loundon N. (2007). Comment réaliser une exploration de l'audition chez l'enfant ? *Annales d'Otolaryngologie et de Chirurgie Cervico-faciale*, 124(6), 333-336.

- 37) Loundon, N., Busquet, D., Denoyelle, F., Roger, G., & Garabedian, E.-N. (2003). L'implant cochléaire chez l'enfant : résultats et perspectives. *Archives de Pédiatrie, 10, Supplement 1*, s161-s163.
- 38) Loundon, N., Busquet, D., & Garabedian, E. N. (2009). Implant cochléaire pédiatrique et rééducation orthophonique : *comment adapter les pratiques ?* Paris, France : Médecine-Sciences Flammarion.
- 39) McFarland, D. H., & Netter, F.-H. (2009). L'anatomie en orthophonie : *parole, déglutition et audition* (2e édition). Paris : Elsevier Masson.
- 40) Medina V., Loundon N., Busquet D., Petroff N., & Serniclaes W. (2004). Perception catégorielle des sons de parole chez des enfants avec implant cochléaire.
- 41) Menner A. (2005). Guide de poche affections de l'oreille. Paris : Médecine Sciences Flammarion.
- 42) Mondain, M., Blanchet, C., Venail, F., & Vieu, A. (2005). Classification et traitement des surdités de l'enfant. *EMC - Oto-rhino-laryngologie, 2(3)*, 301-319.
- 43) Mondain M., & Brun V. (2009). Les surdités de l'enfant. Masson.
- 44) Mondain, M., & Uziel, A. (2003). Implantation cochléaire chez l'enfant : bilan, indications. *Archives de Pédiatrie, 10, Supplement 1*, s158-s161.
- 45) Moreau, M.-L., & Richelle, M. (1997). L'acquisition du langage. Editions Mardaga.
- 46) Morgon, A. (1999, janvier 1). L'aide auditive. *EM-Consulte*, p. 11. Paris.
- 47) Moulin, A., Ferber-Viart, C., Berland, M., Dubreuil, C., & Duclaux, R. (2001). Dépistage systématique de la surdité en maternité par otoémissions acoustiques provoquées : aspects pratiques et attitudes parentales. *Archives de Pédiatrie, 8(9)*, 929-936.
- 48) Munot, P., & Nève, F.-X. (2002). *Une introduction à la phonétique* : manuel à l'intention des linguistes, orthophonistes et logopèdes. Editions du CEFAL.

- 49) Noël-Pétroff, N. (2012). Ce que l'on fait après le dépistage de la surdité. *Archives de Pédiatrie*, 19(6), H34-H35.
- 50) Nouvian, R., Malinvaud, D., Van den Abbeele, T., Puel, J.-L., Bonfils, P., & Avan, P. (2006). Physiologie de l'audition. *EMC - Oto-rhino-laryngologie*, 1(2), 1-14.
- 51) Offei, Y. N. (2013, avril 15). Educational audiology in Ghana- *developing screening tools for hearing in infants and children*. Universität zu Köln.
- 52) Paquier, M. (2013). Traitement du bruit et de la parole par le système auditif chez l'entendant et le déficient auditif
- 53) Plateau, S. (2006). M. Tomasello : aux origines de la cognition humaine. *L'orientation scolaire et professionnelle*, (35/4), 600-602.
- 54) Pomerleau, A., & Malcuit, G. (1983). L'enfant et son environnement : *une étude fonctionnelle de la première enfance*. Editions Mardaga
- 55) Pujol R. Consulté à l'adresse <http://www.cochlea.eu/cochlee>
- 56) Roman, S., Nicollas, R., & Triglia, J.-M. (2011). Prothèses auditives à ancrage osseux chez l'enfant. *Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*, 128(5), 298-303.
- 57) Rondal, J.-A., & Seron, X. (2000). Troubles du langage : *bases théoriques, diagnostic et rééducation*. Editions Mardaga.
- 58) Rousseau T., Gatignol P., & Dumont A. (2013). Les approches thérapeutiques en orthophonie. Tome 3 : prise en charge orthophonique des pathologies oto-rhino-laryngologiques (3ème éd.). Orthoédition.
- 59) Serniclaes W., & Medina V. (2009). Le Développement de la Perception Catégorielle chez les enfants sourds avec implant cochléaire, (27).
- 60) Société française d'Audiologie. (2006). Guide des bonnes pratiques en audiométrie de l'adulte, p. 35.
- 61) Société française d'Audiologie. (s. d.). Guide des bonnes pratiques en audiométrie vocale, 38.

- 62) Tardy, J. (2012). Prise en charge orthophonique de l'enfant sourd et accompagnement familial : création d'un support imagé en lien avec le vécu de la surdité par l'enfant. Mémoire de l'Université de Bordeaux.
- 63) Transler C., Leybaert J., & Gombert J-E. (2005). L'acquisition du langage par l'enfant sourd. *Les signes, l'oral et l'écrit*. Marseille : Solal.
- 64) Triglia, J.-M., Roman, S., & Nicollas, R. (2004). Otites séromuqueuses. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, 17(2), 83-100.

# ANNEXES

## Annexe A :

**Tableau des résultats obtenus par les enfants tout-venants dans le basic silence, dans le basic bruit et dans les hautes fréquences de l'AASST**

<b>Enfants N = 38</b>	<b>Résultats au basic silence (en dB SPL)</b>	<b>Résultats au basic bruit (en dB SPL)</b>	<b>Résultats au test hautes fréquences (en dB SPL)</b>
1	15,8	-14,5	20,8
2	7,5	-18,5	17,5
3	15	20,8	-18
4	17,5	-21	29,2
5	30	-18,5	22,5
6	7,5	-25,5	24,2
7	10,8	-17,5	15,8
8	19,2	-21,5	19,2
9	25,8	-21,5	35,8
10	10	-20,5	19,2
11	14,2	-15,5	20
12	14,2	-21,5	20,8
13	19,2	-24	24,2
14	15,8	-18,5	27,5
15	14,2	-19,5	27,5
16	7,5	-27	22,5
17	9,2	-19,5	25,8
18	20,8	-20,5	29,2
19	12,5	-19,5	20
20	14,2	-19,5	19,2
21	14,2	-19,5	17,5
22	14,2	-21,5	15
23	10,8	-19,5	19,2
24	10	-15,5	17,5
25	7,5	-24	19,2
26	17,5	-18,5	20,8
27	15,8	-16,5	25,8
28	15,8	-20,5	19,2
29	12,5	-24	19,2
30	12,5	-17,5	27,5
31	17,5	-19,5	15
32	17,5	-21	25,8
33	30	-16,5	32,5
34	7,5	-13,5	19,2
35	17,5	-18,5	24,2
36	7,5	-20,5	19,2
37	10,8	-18,5	20,8
38	10,8	-25,5	19,2



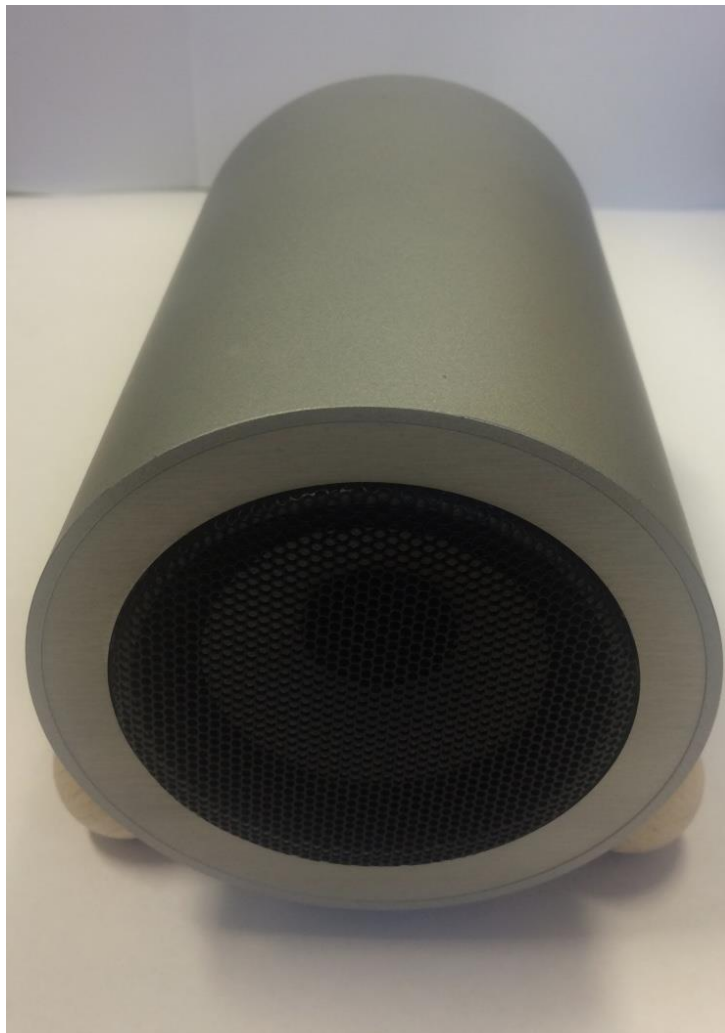
Annexe B :

**Page d'accueil Auricheck**



Annexe C :

**Haut-parleur Auricheck**



## Annexe D :




### Tableau descriptif des enfants sourds

Nom de l'enfant	Date de naissance	Type de surdité	Type d'appareillage	Âge à l'appareillage	Recul à l'implant
B. L	07/03/2011	Congénitale	Bi-implant	Implanté à 1 an	Recul 4 ans et 1 an 8 mois
Z	27/04/1998	Congénitale	Bi-implant	Implantée à 3 ans 5 mois	Recul 14 ans 5 mois et moins de 6 mois
T	29/04/2011	Congénitale	Bi-implant	Implanté à 1 an 4 mois	Recul 3 ans 5 mois et moins de 6 mois
Se. B	23/10/2006	Congénitale	Bi-implant	Implanté à 1 an 2 mois	Recul 8 ans et 10 mois
Si. B	19/08/2008	Congénitale	Bi-implant	Implanté à 1 an 6 mois	Recul 7 ans et 3 ans 10 mois
S. P	10/06/2010	Congénitale	Bi-implant	Implantée à 1 an	Recul 4 ans 4 et 2 ans 6 mois
H. O	12/01/2007	Congénitale	Implant unilatéral	Implantée à 1 an 10 mois	Recul 7 ans
L. L	10/02/2006	Évolutive	Implant unilatéral	Implantée à 8 ans 8 mois	Recul 1 an 6 mois
J	22/10/2008	Congénitale	Implant unilatéral	Implantée à 5 ans 5 mois	recul 2 ans 3 mois
L. DV	07/07/2008	Congénitale	Implant unilatéral	Implanté à 2 ans 6 mois	Recul 5 ans
A. T	09/09/2010	Congénitale	Implant unilatéral	Implanté à 4 ans 4 mois	Recul 1 an
N	24/02/2010	Congénitale	Implant unilatéral	Implantée 5 ans 8 mois	Recul moins de 6 mois

M. T	16/05/2001	Évolutive	Implant unilatéral	Implantée à 14 ans 8 mois	Recul moins de 6 mois
H	18/01/2006	Évolutive	Implant unilatéral	Implantée à 7 ans 6 mois	Recul 2 ans 3 mois
B. J	23/05/2004	Congénitale	Implant unilatéral	Implantée à 2 ans 6 mois	Recul 9 ans 6 mois
L. D	20/07/2003	Congénitale	Implant unilatéral	Implantée à 1 an 9 mois	Recul 11 ans
E	27/10/2006	Congénitale	Implant unilatéral	Implanté à 3 ans 6 mois	Recul 5 ans 11 mois
R	28/06/2009	Congénitale	Implant unilatéral	Implanté à 3 ans 2 mois	Recul 3 ans 7 mois
M. E	27/07/2009	Congénitale	Implant unilatéral	Implanté à 2 ans 10 mois	Recul de 3 ans 10 mois
S. G	07/04/2006	Évolutive Sévère à droite, profonde à gauche découverte à 22 mois	2 prothèses		
A.B	18/01/2005	Évolutive moyenne devenue profonde découverte à 30 mois	2 prothèses		
Le. L	24/09/2010	Évolutive profonde découverte à 24 mois	2 prothèses		
T. G	07/07/2010	Évolutive moyenne découverte à 3 ans 7 mois	2 prothèses		

## **Légende :**



### **Types d'appareillage :**

-  Bi-implant
-  Implant unilatéral
-  Prothèses



### **Types de surdité :**

-  Congénitales
-  Évolutives

### **Âge à l'implantation :**

-  Implantation < 3 ans, précoce
-  Implantation après 3 ans

### **Recul à l'implant :**

-  Recul de plus de six mois
-  Recul de moins de six mois

## Annexe E :

### Tableau des observations du comportement des enfants tout-venants

Enfants N = 38	Sexe	Comportement
1	F	Concentrée
2	F	Correct
3	M	Correct
4	M	Difficultés à se concentrer
5	M	Très précipité, maladroit, stressé. Difficulté à distinguer les items pantalon/pyjama
6	F	Correct
7	F	Correct
8	F	Correct
9	F	Quelques difficultés à se focaliser sur la tâche, nous regarde pendant le test
10	M	Correct
11	F	Correct
12	F	Correct
13	M	Correct
14	F	Correct
15	F	Correct
16	M	Correct
17	M	Correct
18	M	Distract, répète les mots à haute voix très fort, rit
19	M	Précipité au début puis prend plus son temps
20	M	Précipité au début
21	M	Correct
22	F	Correct
23	F	Correct
24	M	Correct
25	M	Très concentré

<b>26</b>	M	Correct
<b>27</b>	F	Correct
<b>28</b>	F	Correct
<b>29</b>	F	Difficultés de concentration, grande inhibition verbale et motrice, besoin de stimulation à chaque son pour qu'elle nous réponde
<b>30</b>	F	Correct
<b>31</b>	M	Correct
<b>32</b>	M	Correct
<b>33</b>	M	Difficultés à se concentrer
<b>34</b>	M	Correct
<b>35</b>	M	Correct
<b>36</b>	F	Correct
<b>37</b>	F	Correct
<b>38</b>	M	Très concentré

## **Apport des tests adaptatifs pour évaluer les surdités en maternelle et chez les enfants sourds**

Cette étude vise à rendre compte de l'apport des tests adaptatifs, qui proposent une mesure rapide des seuils d'audition. Pour cela, nous avons soumis soixante-cinq enfants tout-venants d'au moins quatre ans à l'Auditory Adaptive Speech Test (AAST), le test adaptatif d'audiométrie vocale, dans le silence, dans le bruit et sur les hautes fréquences. De plus, nous avons recueilli les données d'enfants sourds bi-implantés, implantés unilatéralement et appareillés. Les résultats révèlent qu'une prise en charge précoce de l'enfant sourd lui permet de se rapprocher des seuils de reconnaissance de la parole des enfants normo-entendants, que les tests adaptatifs pourraient guider la rééducation orthophonique, que l'AAST permet de vérifier la fonctionnalité des prothèses comme des implants et qu'il pourrait être un outil de dépistage chez les enfants de maternelle. Les tests adaptatifs pourraient se généraliser, être intégrés au dépistage des surdités et être utiles dans le suivi des enfants sourds.

Mots-clés : surdité, enfants, maternelle, perception auditive, tests adaptatifs

## **Contribution of adaptive tests to the evaluation of deafness in preschool children and deaf children**

The aim of this study is to determine the impact of adaptive tests as a measure of auditory thresholds. To achieve this, sixty-five unselected children above the age of 4 were submitted to the Auditory Adaptive Speech Test (AAST) in noise, in silence and in high frequencies. Furthermore, we collected data from deaf children with bilateral and unilateral implantation and with hearing aids. Results show that when treated early, deaf children perform closer to normal-hearing children, that adaptive tests can lead to early speech rehabilitation, that AAST checks whether the settings of hearing aids or cochlear implants are right. It could also be used as a screening tool for preschool children. In such a way, adaptive tests could be broadened and integrated into early hearing screening and be useful for the monitoring of deaf children.

Keywords: deafness, children, preschool, adaptive tests, auditory perception

Nombre de pages du mémoire : 60 pages + 8 pages d'annexes

Nombre de références bibliographiques : 64