

# **Consensus Formalisé d'Experts concernant L'Audiométrie de l'Adulte et de l'Enfant**



## **1. Méthodologie**

---

Cette méthodologie est inspirée du « Guide méthodologique » publié en janvier 2006 par la Haute Autorité de Santé concernant les « Bases méthodologiques pour l’élaboration de recommandations professionnelles par consensus formalisé » (disponibles sur le site internet de la HAS à l’adresse « <http://www.has-sante.fr> »). La méthode choisie est dite RAND/UCLA (« RAND appropriateness method »), dans sa version courte (sans groupe de lecture). Le choix de la version courte a été dicté par le fait que cette conférence de consensus avait pour sujet un thème très ciblé et que les experts de ce thème sont peu nombreux.

Tous les participants au CF ont signé une déclaration de non conflit d’intérêt.

### **1.1. Le promoteur**

Il s’agit de la Société Française d’ORL. Les cibles concernées sont les ORL et les audioprothésistes et les orthophonistes. Aucune source de financement extérieure à la Société Française d’ORL n’a été nécessaire à l’élaboration de ce texte.

### **1.2. Le groupe de pilotage**

#### **1.2.1. Membres du groupe de pilotage**

**Présidente :**

**ARTIERE-STERKERS Françoise, ORL, Service d’Audiophonologie, Institut-Saint Pierre, Palavas ; Service Otologie-Otoneurologie, CHU Montpellier**

**Copilote :**

**VINCENT Christophe, service ORL et CCF, Université et CHU Lille**

BOUCCARA Didier, ORL et CCF, Groupe Hospitalier Pitié Salpêtrière, Paris.

BIZAGUET Éric, Audioprothésiste, Laboratoire de Correction Auditive, Paris.

DAUMAN René, ORL et CCF, Unité d’Audiologie, Université et CHU de Bordeaux.

FRACHET Bruno, ORL et CCF, Hôpital Rothschild, APHP, Paris / Centre de réglage des implants cochléaires, Hôpital Rothschild, APHP, Paris / Association Agir pour l’Audition / Association France Presbyacousie

LE HER François, Audioprothésiste, Rouen

MEYER-BISCH Christian, ancien attaché des Hôpitaux de Paris, consultant en audiolgie, Narbonne.

TRONCHE Sophie, ORL Paris et médecin coordonnateur commission expertise et évaluation de la SFORL et CCF.

VENAIL Frédéric, Service Otologie-Otoneurologie / Plateforme d’Audiologie I-PaudioM, CHU Montpellier / Inserm 1051

#### **1.2.2. Rôles du groupe de pilotage**

Ses rôles ont été :

- l’organisation logistique de la conférence de consensus
- le choix des membres du groupe de cotation
- la définition précise des thèmes spécifiques à traiter

- l'analyse de la littérature et la rédaction d'un argumentaire étayé par cette analyse. Ce travail avait initialement été fait pour la rédaction du Rapport de la société Française d'ORL et de chirurgie cervico faciale sur l'Audiométrie, paru en 2014 La bibliographie a été faite par consultation de la base de données PubMed .La liste bibliographique s'est enrichie au fur et à mesure de la lecture des articles initialement sélectionnés.
- la rédaction d'une première série de recommandations réunies dans un questionnaire (voir l'annexe 1 sur le déroulement des différentes phases de la conférence de consensus). Une échelle visuelle analogique de cotation allant de 1 à 9 figurait en regard de chaque recommandation.
- Envoi aux différents membres du groupe de cotation de l'argumentaire et du questionnaire accompagnés d'un courrier explicatif sur les modalités de remplissage du questionnaire
- Analyse des cotations en précisant les données suivantes :
  - Pour chaque niveau d'accord (de 1 à 9), nombre de membres du groupe de cotation ayant choisi ce niveau ;
  - Niveau médian et niveaux extrêmes choisis par les membres du groupe de cotation ;
  - Pour chaque question, classement en «accord fort», «accord relatif» et «désaccord» :
    - Séparation en 3 catégories des niveaux de réponse en 3 catégories : (i) désapprobation (réponses de niveaux 1, 2 ou 3) ; (ii) indécision (réponses de niveaux 4, 5 ou 6) ; (iii) approbation de la proposition (réponses de niveaux 7, 8 ou 9)
    - Si toutes les réponses sont dans une même catégorie de niveau, on dit qu'il y a Accord Fort ;
    - Si les réponses empiètent sur deux catégories voisines (exemple : 5 à 9), on dit qu'il y a Accord Relatif ;
    - Si certaines réponses sont situées dans la catégorie «approbation» et d'autres dans la «désapprobation», on dit qu'il y a désaccord.

### **1.3. Le groupe de cotation**

#### **1.3.1. Membres du groupe de cotation**

Les membres du groupe de cotation choisis par le groupe de pilotage sont :

CALMELS Paul, Médecine Physique et de Réadaptation, Saint-Etienne

DEGUINE Olivier, service ORL et CCF, Hôpital de Purpan, CHU Toulouse

ELIOTT Marie Madeleine, ORL-Phoniatrie, Strasbourg

HENRION Pascale, ORL, Paris

MOM Thierry, service ORL et CCF, Hôpital Gabriel Montpied, CHU de Clermont-Ferrand, Université d'Auvergne Clermont 1

MOSNIER Isabelle, service ORL et CCF, CHU Pitié-Salpêtrière, Paris

NOEL-PETROFF Natalie, service ORL et CF CHU Robert-Debré, Paris

ROMAN Stéphane, service ORL et CCF, PH, CHU La Timone, Marseille

THAI-VAN Hung, service ORL et CCF Hospices Civils de Lyon, membre du Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, Université Lyon 1.

TRUY Éric, service ORL et CCF, Hôpital Edouard Herriot, Lyon

### 1.3.2. Rôles du groupe de cotation

Le rôle du groupe de cotation a été de répondre au questionnaire élaboré par le groupe de pilotage selon les modalités décrites.

## 2. Argumentaire bibliographique

### 2.1. Définition et contexte

#### **Recommandation 1 - Accord Fort**

Il est recommandé de réaliser les examens audiométriques cliniques dans un environnement sonore maîtrisé (< 30 dBA) et de veiller à la qualité de l'audiomètre en faisant contrôler son étalonnage régulièrement.

#### 2.1.1. Principes généraux de l'audiométrie

L'audiométrie est la mesure de certains paramètres permettant de caractériser la sensibilité de l'oreille à des stimulations sonores dans des conditions définies. Cette mesure de sensibilité est à distinguer de celle de capacité de discrimination (acuité) ou sélectivité des fréquences ou des niveaux. Aussi, il est impropre de parler d'acuité auditive à propos de l'audiométrie.

L'audiométrie liminaire est la mesure des seuils d'audition, tandis que l'audiométrie supraliminaire s'intéresse aux performances de l'oreille à des niveaux supérieurs. La détermination d'une courbe d'audiométrie vocale, par exemple, nécessite de s'intéresser aux niveaux supraliminaires.

L'audiométrie, comme les autres mesures, nécessite de définir les bornes entre lesquelles peut varier la grandeur à mesurer de façon à construire une échelle permettant de la quantifier.

Il a donc fallu définir une échelle et une unité de mesure permettant de quantifier les seuils d'audition de façon reproductible. La première difficulté se rencontre déjà en parlant de seuil d'audition, notion qu'il convient de définir avec précision. Il faudra ensuite définir les intervalles de variation de ces seuils, donc les zéros et les valeurs maximum, et enfin trouver un moyen de maîtriser la reproductibilité des mesures, au plan méthodologique et matériel, notamment calibrer les chaînes audiométriques.

Ces différents aspects font l'objet d'une série de normes internationales<sup>1</sup> (International Standards) établies au sein de commissions incluant la France, sur la base de consensus évoluant depuis plus de quarante ans. Ces normes, insuffisamment connues dans notre pays, permettent d'obtenir des résultats quels que soient les matériels utilisés et les conditions de mesures, à condition qu'ils satisfassent à ces normes.

- Seuils d'audition

La notion de seuil d'audition peut paraître évidente. Elle demande pourtant à être précisée, car elle tient compte d'une variabilité individuelle physiologique importante puisque le système neurosensoriel ne fonctionne pas en tout ou rien. Si bien qu'un seuil d'audition ne peut être

<sup>1</sup> En effet, toutes les normes méthodologiques relatives à l'audiologie sont établies par des groupes de travail internationaux. Ainsi, les normes internationales (ISO : International Standard Organisation), européennes (EN : European Normalisation) et nationales (Afnor : Agence française de Normalisation pour la France, DIN pour l'Allemagne, BSA pour la Grande-Bretagne par exemple, etc) sont quasiment identiques et leurs références aussi. Les normes matérielles répondent aux mêmes exigences. Elles sont établies par des groupes de travail internationaux : IEC (International Electrotechnic Commission) qui possèdent aussi leurs commissions miroirs européen et français.

défini que statistiquement en contrôlant tous les paramètres de variation qui peuvent l'être. Parmi ceux-ci, citons le type de stimulus (son pur, message vocal...), la méthode de mesure (ascendante, descendante, par balayage...), le nombre de validations, les conditions d'examen (bruit ambiant, état du sujet, expérience et qualification de l'audiométriste...), etc.

Ainsi, un seuil d'audition est le niveau minimal de pression acoustique ou de force vibratoire pour lequel un sujet donne 50% de réponses correctes de détection au cours d'essais répétés. C'est cette définition que l'on trouve dans toutes les séries de normes internationales, notamment les NF EN ISO 389-x et les NF EN ISO 8253-x.

Ceci est vrai quel que soit le type de signal ; que ce soit un son pur, un bruit filtré ou un signal vocal. On comprend dès lors la signification du « seuil d'intelligibilité vocale » qui correspond bien au niveau de pression sonore permettant de reconnaître 50% des items présentés. On comprend aussi pourquoi un seuil d'intelligibilité vocale différera selon le type d'item qu'il s'agit de répéter (phonème, spondée ou mot dissyllabique, logatome).

- Les seuils de référence ou zéros audiométriques

Les seuils de référence correspondent aux seuils d'audition les plus bas que l'on puisse mesurer, c'est-à-dire aux seuils d'une population de jeunes gens des deux sexes, âgés de 18 à 25 ans [ISO 389-x]2. Il s'agit d'une valeur statistique (médiane) tenant compte des variations individuelles et ce sont ces seuils de référence que l'on appelle les zéros audiométriques. Ils sont définis en champ libre et mesurés à l'aide d'un sonomètre linéaire.

En fait, un niveau de pression sonore s'exprime en décibels<sup>3</sup> physiques (dBSP). Zéro dBSP est le seuil d'audition de référence à 1 kHz, donc obtenu sur un groupe de sujets normaux. C'est dire que l'échelle des décibels acoustiques n'existerait pas sans l'oreille humaine. Ce zéro correspond à une pression de 20µPa, l'unité de pression étant le Pa (Pascal). Zéro Pa ne peut exister que dans le vide et cette unité ne pouvait pas être utilisée comme zéro audiométrique.

Comme l'oreille n'est pas également sensible à toutes les fréquences (courbes de Wegel ou courbes de Fletcher), il a fallu exprimer les zéros audiométriques (les seuils d'audition pour chaque fréquence) en dBSP.

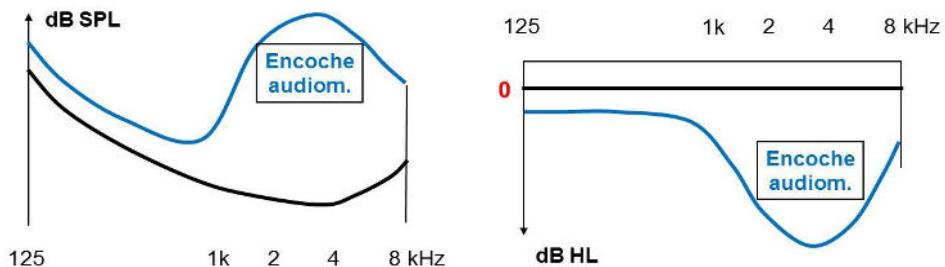
- Zéros audiométriques et audiogrammes

En audiométrie tonale, la mesure des seuils d'audition, c'est-à-dire l'audiométrie liminaire, se fait donc par référence aux zéros audiométriques. Les résultats de mesures s'expriment alors en dBHL (Hearing Level). Pour ne pas confondre ces décibels avec le décibel physique, les graphiques tonals sont tracés à l'envers, vers le bas, par rapport à une droite des zéros.

---

<sup>2</sup> Au sens de la norme, un sujet otologiquement normal est «une personne en bonne santé, ne présentant aucun signe ou symptôme d'affections otologiques, dont le conduit auditif externe n'est pas obstrué par du cérumen, qui n'a subi antérieurement aucune exposition anormale au bruit, qui ne prend pas de médicaments potentiellement ototoxiques et qui n'a pas d'antécédents familiaux».

<sup>3</sup> dBSP ou SPL pour Sound Pressure Level. Le décibel est une unité qui repose sur le logarithme décimal du rapport de deux grandeurs. En acoustique, ce rapport est celui des carrés de pression sonore, donc de Pa<sup>2</sup>. Le décibel acoustique est donc une grandeur qui évolue comme le logarithme du carré de la pression sonore. Ainsi, 60 dB correspondent à un son 1 million de fois plus fort que le seuil exprimé en Pa.



*Fig 1-La transformation de la courbe des zéros exprimés en dB SPL (physiques) en dB HL (physiologiques) facilite la lecture des audiogrammes tonals. La droite des zéros étant construite sur une base statistique (médianes), il est possible d'obtenir des seuils d'audition inférieurs à zéro, jusque -10 dBHL.*

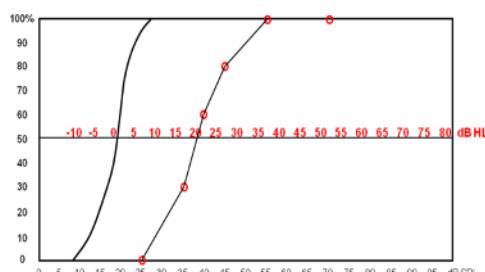
Cela dit, les seuils tonals sont plus souvent mesurés, non pas en champ libre, mais à l'aide d'écouteurs, ce qui permet de les mesurer pour chaque oreille séparément. L'usage d'un écouteur, malgré sa qualité, introduit toujours une erreur en raison de sa non linéarité, mais nous verrons plus loin que cela peut être maîtrisé par l'étalonnage.

- Niveau vocal et sa référence

Le niveau vocal est, selon les définitions de la norme internationale ISO 8253-3, le «niveau de pression acoustique continu équivalent du message vocal, mesuré dans un coupleur ou un simulateur d'oreille approprié ou dans un champ acoustique en utilisant la pondération fréquentielle C...». Dans cette définition, la notion de «niveau continu équivalent» (L<sub>eq</sub>) est simplement l'intégration du signal de pression sonore sur une période donnée (la durée du phonème, de la spondée, de la phrase). Les sonomètres intégrateurs permettent ces mesures de L<sub>eq</sub>.

Les niveaux vocaux sont à comparer au zéro vocal qui est le niveau liminaire d'intelligibilité vocale de référence. Ainsi le «zéro vocal» ne peut pas coïncider avec un zéro dB SPL qui est souvent représenté sur l'échelle inférieure du diagramme. Il diffère d'une vingtaine de dB, dépendant du type de message vocal.

La courbe d'intelligibilité vocale est à comparer à la courbe d'intelligibilité vocale de référence.



*Fig.2– Le zéro de référence en audiométrie vocale n'est pas le niveau sonore (en dB SPL) le plus faible délivré par l'audiomètre. C'est le seuil d'intelligibilité de référence, qui est décalé d'environ 20 dB par rapport au niveau le plus faible.*

La courbe vocale de référence n'est donc pas unique et comporte d'ailleurs, comme les zéros tonals, une incertitude puisque c'est une construction à l'aide de valeurs médianes provenant d'un groupe de sujets. Répétons qu'à chaque matériel vocal doit correspondre une courbe vocale de référence.

### 2.1.2. Requis matériels

L'évaluation de l'audition d'un patient dépend du technicien audiométriste (formation, méthode, temps), de l'audiomètre, de ses transducteurs, de leur calibration, et enfin de

l'environnement sonore de la mesure. Bien que toute mesure soit entachée d'incertitude, il faut s'attacher à bien installer sa cabine insonorisée, choisir un matériel audiométrique adapté à ses besoins et l'entretenir régulièrement. Toutes ces conditions sont spécifiées dans la norme ISO 8253-1, dont la dernière révision ne date que de 2011.

- Choisir sa cabine et son installation

Le sujet doit être installé confortablement dans une salle calme, à température agréable. Son attention ne doit pas être perturbée. En pratique, on ne devrait pas tolérer un niveau global de pression acoustique supérieur à 27 ou 30 dB (A) dans les locaux où est pratiquée l'audiométrie clinique. Pour obtenir des niveaux de bruit de fond aussi faibles, il faut installer la cabine audiométrique sur un sol très stable (lourd), sans contact avec une paroi sonore (cage d'escalier ou d'ascenseur, mur côté rue...), les bruits les plus difficiles à éliminer étant les bruits de basse fréquence transmis par voie solidaire.

Il est utile de disposer d'une double cabine<sup>4</sup>, les parties réservées au testeur et au sujet testé étant isolées au plan phonique, la liaison électrique étant assurée par une platine de prises Jack. Un double vitrage de séparation permet la communication visuelle entre testeur et testé. La communication orale est assurée par un interphone, souvent intégré à l'audiomètre.

Si on utilise un ordinateur, il doit être silencieux, ce qui est désormais possible avec les matériels modernes. Les écrans cathodiques doivent céder la place à des écrans plats, silencieux et diffusant peu de chaleur.

Une ventilation (ou climatisation) suffisante, filtrée et construite en chicane<sup>5</sup>, arrêtée pendant les examens, doit permettre d'assurer une température agréable en toute saison. Enfin, un éclairage basse tension à variateur (transformateur et variateur à l'extérieur de la cabine) présente le triple avantage d'être silencieux, froid et de spectre agréable.

Pour les examens en champ libre (ou plus exactement acoustique), le sujet doit être assis à 1 mètre des hauts parleurs (HP), situés à hauteur de sa tête [ISO 8253-2]. Pour les tests binauraux, on utilise un HP frontal. Pour les tests vocaux en présence d'un bruit de fond, le signal vocal doit être appliqué au HP frontal tandis que le bruit de fond provient de deux HP situés à 45°. Toute autre disposition est possible à condition d'être précisée. L'isolement électromagnétique de la cabine, difficile à obtenir, est rarement indispensable, sauf pour la pratique des PEA.

## 2.2. Audiométrie tonale liminaire chez l'adulte

### Recommandation 2 - Accord Fort

Il est recommandé au cours de l'examen audiométrique tonal par voie aérienne et par voie osseuse de suivre systématiquement les règles de l'assourdissement adaptées au sujet.

L'évaluation audiométrique tonale est, avec l'audiométrie vocale et l'impédancemétrie, l'un des éléments principaux de l'orientation diagnostique et thérapeutique face aux troubles de l'audition : hypoacusie, acouphènes, hyperacusie.... Il ne s'agit pas de faire un diagnostic sur un simple audiogramme, mais de le confronter aux données cliniques et aux résultats des autres examens complémentaires éventuels. Les renseignements fournis par l'audiométrie tonale contribuent à établir un diagnostic otologique: siège probable de la lésion, pronostic, possibilités thérapeutiques et résultats fonctionnels obtenus.

4 Il ne suffit pas de cloisonner une pièce en deux pour obtenir une double cabine. Il s'agit en réalité de deux cabines juxtaposées.

5 Il est recommandé que tous les câbles et gaines entre les deux cabines et l'extérieur ne suivent pas un chemin direct mais un tracé non rectiligne pour éviter les ponts phoniques entre les deux cabines. Les espaces laissés libres sur le trajet doivent être comblés par un absorbant.

### **2.2.1. Principes généraux de l'audiométrie tonale**

Le principe de l'audiométrie tonale est de déterminer les seuils en conduction aérienne et osseuse, pour les deux oreilles testées séparément. La recherche des seuils est effectuée en testant octave par octave, de 125 à 8000 Hz, en incorporant éventuellement les demi-octaves: 750, 1500, 3000, et 6000 Hz.

La qualité du recueil dépend du matériel, des conditions d'examen et de l'opérateur.

L'évaluation audiométrique doit être précédée d'un examen otoscopique des deux côtés. Celui-ci permet de rechercher, et d'enlever avant l'examen audiométrique, un obstacle dans le conduit auditif externe (bouchon de cérumen), et devant la découverte d'une anomalie, d'orienter le diagnostic étiologique et de prévoir une surdité de transmission.

Les tests acoustiques réalisés habituellement avec des diapasons de fréquence 250 ou 500 Hz permettent une orientation quant au type d'atteinte auditive. Ils sont essentiels pour préciser le type d'atteinte auditive en cause : transmission ou perception. Il s'agit des tests de Weber, Rinne, Bing et de conduction chondrale (Lewis). Réalisés en consultation, ou « au lit du malade » en situation d'urgence ou post opératoire immédiat, ils permettent une première orientation, par exemple en cas de surdité brutale.

Il s'agit d'un examen subjectif, nécessitant une participation active du patient testé, et son attention soutenue. L'installation dans de bonnes conditions et les explications fournies par l'examineur sont donc essentielles à son bon déroulement.

Chez certaines personnes il peut apparaître rapidement, en cours d'examen, une fatigabilité liée à différents éléments : âge, pathologie en cours. Il faut alors réduire l'examen en termes de fréquences testées afin de privilégier la précision des réponses.

Différents types de stimulus peuvent être utilisés : sons continus ou pulsés, réguliers ou intermittents aléatoires. Les sons pulsés sont préférés car ils sont plus faciles à identifier que les sons continus, en particulier chez les sujets présentant un acouphène, la distinction entre le son de l'audiomètre et l'acouphène pouvant, sinon, être difficile en cabine.

### **2.2.2. Déroulement de l'examen en conduction aérienne**

La procédure est la suivante

- Positionnement correct du casque, en regard du conduit auditif externe. Des écouteurs mal centrés vont se traduire par une perte surajoutée de 5 à 20 dB sur les fréquences aiguës. Si le casque n'est pas suffisamment appuyé il y aura un risque de perte de 5 à 20 dB sur les fréquences graves.
- Prudence en cas d'acouphènes, avec ou sans hyperacusie: il y a un risque de mauvaise tolérance de l'assourdissement et des stimuli utilisés lors de l'étude du réflexe stapédiien. Le risque de majoration des acouphènes, parfois source de revendications, doit être pris en compte et faire limiter les stimulations acoustiques trop intenses.
- La compréhension des consignes utilisées doit être validée dès le début du test. Si l'attention de la personne difficile à maintenir, il faut savoir se contenter d'un examen limité en termes de fréquences testées.
- Débuter par l'oreille présumée la meilleure à partir des données de l'interrogatoire. Cette première mesure ne sera considérée comme définitive qu'à la fin de l'examen.
- Commencer le test en conduction aérienne à partir de 1000 Hz, fréquence la plus familière, puis fréquences aiguës : 2000, 4000, 6000 et 8000 Hz, et enfin fréquences graves : 500, 250, 125 Hz.
- La recherche des seuils peut être réalisée soit selon la méthode des seuils ascendants (Hughson et Westlake - 1944), soit selon celle des seuils descendants (Carhart et Jerger

– 1959). La méthode des seuils descendants peut être utile pour l'évaluation des personnes âgées.

### 2.2.3. L'assourdissement

#### Recommandation 3 - Accord Fort

Il est recommandé de s'assurer durant le test audiométrique que le niveau d'assourdissement n'est pas retentissant.

Le Weber audiométrique est destiné à mettre en évidence une éventuelle asymétrie de la perception sonore en conduction osseuse, permettant de préciser les modalités du masquage. Il est testé, soit en tout début d'examen, soit après les mesures en conduction aérienne. Le vibrateur étant maintenu sur le front par le serre-tête, la stimulation est réalisée aux fréquences 250, 500, 1000, 2000 et 4000 Hz, à un niveau suffisant supraliminaire, continu ou pulsé. En cas de réponse latéralisée, seule une latéralisation franche est à prendre en compte.

On doit systématiquement utiliser un masquage (ou assourdissement) lors des tests en conduction osseuse, et également en conduction aérienne en cas de différence importante entre les deux oreilles (40 à 50 dB). Le transfert transcrânien controlatéral est en effet source de mesures erronées (courbes fantômes). Différentes méthodes de masquage sont utilisables. Celle qui est proposée ici, basée sur une augmentation progressive du niveau de bruit présenté à l'oreille non testée, comporte différents temps :

- Première évaluation des courbes aériennes et osseuses sans aucun assourdissement.
- Confrontation aux résultats du test de Weber, fréquence par fréquence : la première oreille à tester est indiquée par une latéralisation franche du Weber.
- Observation de la différence entre la CO de cette oreille et la CA de l'autre : au-delà de 45 dB d'écart entre les 2 courbes, appliquer un assourdissement.
- Utiliser une bande étroite de bruit blanc (désignée par narrow band (NB) sur l'audiomètre) centrée sur la fréquence testée.
- Appliquer les règles d'efficacité et de non retentissement :
  - Critère d'efficacité : valeur minimale de l'assourdissement = niveau du son test + delta d'assourdissement (Paramètre propre à l'audiomètre, indiqué sur la notice. En pratique il est de l'ordre de 15 dB) + la valeur du Rinne du côté de l'oreille à masquer.
  - Critère de non retentissement : valeur maximale de l'assourdissement = niveau du son test + énergie de transfert transcrânien (60 dB).

Entre ces 2 valeurs, utiliser un niveau d'assourdissement progressif.

Dans certains cas (Rinne important sur l'oreille à masquer, Rinne bilatéral), ce type d'assourdissement peut se révéler impossible. On doit alors utiliser d'autres techniques dont celle de Rainville. Le Test de Rainville réalise un masquage ipsilatéral par voie osseuse progressif jusqu'à faire disparaître un signal délivré par voie aérienne du même côté. Les limites de ce masquage sont celles de l'intensité possible par voie osseuse. Au niveau trouvé doit être retranchée la valeur d'assourdissement propre à chaque fréquence (définie sur des sujets normaux).

### 2.2.4. Les pièges et difficultés de l'audiométrie tonale

Les causes les plus simples doivent être systématiquement éliminées : problèmes de branchement, d'étalonnage, d'isolement sonore...

La mauvaise compréhension des consignes données est toujours possible, en particulier lors du masquage.

La simulation d'une surdité est parfois suspectée : réponses non reproductibles, discordance des tests en tonale et en vocale : vocale meilleure que ce que laisse présumer la tonale. Il est alors utile de se baser sur des tests objectifs : impédancemétrie et réflexe stapédiens, otoémissions acoustiques et PEA, pour avoir plus de précision sur les seuils « réels ».

La discordance des résultats en tonale et en vocale, sous la forme d'une vocale « effondrée » alors que la tonale est relativement conservée fait suspecter une atteinte rétrocochléaire, schwannome vestibulaire, neuropathie auditive..., avec là aussi intérêt d'effectuer des tests électrophysiologiques.

Les asymétries auditives, mêmes modérées, doivent de principe faire suspecter une atteinte rétrocochléaire. Il n'est pas rare que l'écart entre les deux oreilles soit plus important en audiométrie vocale qu'en audiométrie tonale.

Les gênes auditives, à audiométrie tonale normale. Dans ce cas il faut poursuivre les investigations : audiométrie vocale, étude des hautes fréquences, tests en situation bruyante et tests des fonctions auditives centrales.

Les surdités mixtes bilatérales posent le problème des difficultés d'assourdissement pour lesquelles la précision des valeurs est parfois difficile à affirmer.

### 2.3. L'audiométrie vocale chez l'adulte

#### **Recommandation 4 - Accord Fort**

Il est recommandé d'interpréter l'audiométrie tonale de l'adulte en la confrontant avec les données cliniques, l'audiométrie vocale et l'impédancemétrie.

L'audiométrie vocale est une mesure globale de la fonction auditive chargée d'évaluer les capacités de reconnaissance de la parole. Elle joue un rôle essentiel dans l'appréciation des facultés de communication orale d'un individu.

Son association à l'audiométrie tonale est indispensable.

C'est un examen qui implique non seulement l'appareil neurosensoriel de l'audition, mais aussi la connaissance de la langue, la culture et les capacités de suppléance mentale.

L'audiométrie vocale permet une appréciation qualitative et objective de certaines plaintes auditives du patient. Elle oriente le diagnostic. Elle est fondamentale dans le choix et les adaptations des différentes techniques de réhabilitation des surdités.

L'audiométrie tonale ne peut pas, à elle seule, rendre compte de la gêne sociale du patient.

L'audiométrie vocale est souvent un indicateur plus sensible que l'audiométrie tonale dans certaines pathologies comme les surdités brusques. La perte initiale y est souvent plus importante qu'en audiométrie tonale, l'amélioration auditive est plus aisée à traduire visuellement et plus facile à accepter si elle n'est pas complète.

Ainsi, l'audiométrie vocale occupe une place majeure dans l'exploration auditive. Elle contribue largement à l'évaluation des capacités de compréhension et des progrès du malentendant. Elle est donc réellement irremplaçable.

Les tests utilisés en audiométrie vocale ont pour but d'évaluer la qualité de la réception/reconnaissance des items utilisés. La répétition correcte du message permet de juger du niveau et de la qualité de réception. Néanmoins, un message bien répété peut ne pas avoir été compris.

En effet, la compréhension du message dépend également d'autres facteurs, comme le niveau linguistique du sujet, son niveau culturel...

L'audiométrie vocale courante complète les informations de l'audiogramme tonal, évalue le retentissement social d'une surdité et permet d'apprécier l'intérêt de la prescription d'un appareillage auditif.

L'audiométrie vocale apporte des éléments d'orientation diagnostique par l'allure de la courbe d'intelligibilité en comparaison avec la tonale.

Avec les listes de Fournier, la différence entre le seuil vocal sur l'échelle des seuils d'intelligibilité et le seuil tonal moyen (500, 1000, 2000Hz) en dB HL ne doit pas excéder 6-7 dB. Une différence d'au moins 10 dB doit amener à la réalisation de tests vocaux plus spécifiques tels que les tests cochléaires et les tests d'intégration.

Deux types de discordance peuvent se rencontrer :

- Audiométrie vocale meilleure que l'audiométrie tonale dans les situations suivantes :
  - Certains acouphènes peuvent, au voisinage du seuil auditif, être difficiles à distinguer d'un son audiométrique de fréquence similaire ;
  - Dans certaines surdités anciennes et progressives, la bonne conservation des fréquences graves (utilisation des transitions phonétiques) peut amener à une identification efficace de la parole en milieu silencieux ;
  - Lorsque l'écart entre les deux types de mesures (tonale et vocale) est important, il faut avant tout penser à une simulation ou à une pathologie psychiatrique.
- Audiométrie vocale moins bonne que l'audiométrie tonale dans trois situations :
  - Si la disparité est unilatérale, on recherchera une atteinte rétrocochléaire ;
  - Si la disparité est bilatérale, on évoquera des troubles centraux, à confirmer en audiométrie vocale par des tests d'intégration ;
  - Les «neuropathies auditives» sont à évoquer de façon systématique. L'altération des PEA contraste avec la normalité des oto-émissions acoustiques.

## 2.4. L'impédancemétrie, l'étude du réflexe stapédiens

### 2.4.1. L'impédancemétrie

Elle permet de caractériser facilement, par voie non invasive, les propriétés acoustiques de l'oreille moyenne. Sa réalisation doit être systématique car elle fait partie du bilan auditif de base chez l'enfant et l'adulte. Les appareils de mesure actuellement disponibles sont le plus souvent automatisés, ils réalisent la séquence suivante : tympanométrie puis étude du réflexe stapédiens. Ces appareils étant sensibles à la variation de différents paramètres : température, humidité...ils doivent être contrôlés et étalonnés régulièrement.

Le tracé du tympanogramme objective certaines anomalies du système tympano-ossiculaire (épanchement dans l'oreille moyenne, dysfonctionnement tubaire, flaccidité tympanique, interruption de la chaîne ossiculaire).

Après un examen otoscopique, la tympanométrie permet de mesurer la compliance du système tympano ossiculaire avec l'obtention des courbes pour lesquelles les abscisses représentent les valeurs de la pression appliquée en mm d'eau et les ordonnées les variations de compliance du tympan. Elle évalue donc de fait l'élasticité du tympan (sa compliance).

Le patient est informé des modalités de l'examen, avec les variations de pression qui vont être effectuées au niveau du conduit auditif externe, et des désagréments éventuels. Il lui est recommandé de signaler immédiatement toute douleur.

On obtient différents types de courbes :

- Normale, en forme de «chapeau chinois» : égalité de pression de part et d'autre du tympan.
- Pic en dépression, décalé vers la gauche : trompe d'Eustache insuffisamment fonctionnelle : dysfonctionnement tubaire.
- Courbe en dôme ou plate : quelle que soit la pression appliquée il n'y a pas de modification de la réponse tympanique. Ceci se retrouve en cas de fixation de la membrane tympanique ou le plus souvent en cas d'épanchement dans les cavités de l'oreille moyenne.
- Courbe avec pic très élevé en «Tour Eiffel» : flaccidité majeure du tympan ou interruption de la chaîne ossiculaire, ce dernier cas pouvant aussi s'accompagner d'une courbe aplatie.

#### **2.4.2. Le Réflexe Stapedien (RS)**

Il résulte de la contraction du muscle de l'étrier dès que l'intensité d'une stimulation acoustique franchit un seuil. L'innervation du muscle de l'étrier dépend d'une branche du nerf facial. Ce réflexe implique donc à la fois le nerf facial et le nerf cochléaire.

Il est recherché au pic du tympanogramme, soit au point d'équilibre pressionnel du tympan et pour différents sons purs de fréquences d'octaves entre 500 et 4000 Hz. Deux éléments sont à distinguer : le réflexe stapedien (RS) et le seuil du réflexe stapedien. Lors d'une stimulation acoustique, suffisamment intense, quel que soit le côté stimulé, le RS est normalement déclenché des deux côtés. Le seuil du RS dépend de caractéristiques de l'oreille du côté où le stimulus sonore est émis. En pratique, si la stimulation est controlatérale il conviendra de noter les seuils stapediens sur l'oreille opposée à la sonde, si en revanche elle est ipsilatérale on les notera du même côté que la sonde.

Les principaux résultats sont les suivants.

- Cophose : on ne retrouve évidemment aucun seuil.
- Surdité de perception endocochléaire : classiquement tous les seuils sont «au-dessus» de la barre des 95 dB. Le recrutement est mesuré par le test de Metz. Il est considéré comme positif si l'écart entre le seuil tonal d'une fréquence donnée et le seuil stapedien est inférieur à 60 dB. Surdité rétrocochléaire : le seuil stapedien est situé sous la « barre des 95 dB », au moins pour deux fréquences de stimulation, pratiquement toujours les deux fréquences aiguës testées. La sensibilité de ce test est inférieure à celle des Potentiels Evoqués Auditifs (un bon nombre de tumeurs des voies auditives présentant de fait dans un premier temps un aspect endocochléaire).
- Otospongiose : le réflexe stapedien est considéré comme absent le plus souvent. En fait, le réflexe lui-même est présent, se traduisant par une contraction du muscle stapedien, mais le blocage de l'étrier ne permet pas de le visualiser sur la tympanométrie. Cependant, lorsque l'étrier n'est pas totalement bloqué, le réflexe stapedien peut être visualisé sous une forme particulière dite On-Off. Celle-ci est caractérisée par une double réponse fugace (contrairement au RS qui dure) de sens inverse par rapport à celui du RS, la première au début de la stimulation (ON), la seconde à l'arrêt (OFF). Une seule des deux réponses (ON en général) doit être considérée comme non significative.
- Paralysie Faciale (PF): l'abolition du réflexe stapedien permet d'orienter la topographie de l'atteinte. Son intérêt pronostique au cours des PF idiopathiques a été proposé.
- Lésions Centrales : Certaines lésions du tronc cérébral peuvent altérer la réponse pour une stimulation controlatérale, alors que persiste la réponse à une stimulation ipsilatérale.

## Intérêt dans la démarche diagnostique

Examen « pivot » de l'évaluation auditive, l'audiométrie tonale reste un examen subjectif, dont les résultats sont dépendants des conditions de réalisation. La standardisation des tests et l'expérience de l'opérateur sont essentielles. L'audiométrie vocale et l'impédancemétrie sont les compléments indispensables pour d'une part évaluer l'impact de l'atteinte auditive sur l'intelligibilité et d'autre part rechercher une atteinte de la chaîne tympano-ossiculaire. Dans un certain nombre de cas, il sera nécessaire de compléter les investigations par des tests spécifiques ou objectifs.

## 2.5. Audiométrie objective

### **Recommandation 5 - Accord Fort**

Il est recommandé en cas de discordance entre les données cliniques et audiométriques tonales et vocales de réaliser des tests auditifs objectifs.

#### 2.5.1. Les otoémissions

Découvertes en 1979 par D. Kemp, les otoémissions sont des sons produits par les cellules ciliées externes cochléaires, qui peuvent être recueillies à l'aide d'un microphone miniaturisé placé dans le conduit auditif externe.

Il existe plusieurs sortes d'otoémissions : les otoémissions acoustiques provoquées (OEAP) qui sont obtenues en réponse à une stimulation par des clics en routine clinique, ou plus rarement par des tone-bursts; les otoémissions acoustiques spontanées, qui sont présentes en l'absence de stimulation (OEAS) ; et les produits de distorsion acoustique (PDA), qui sont obtenus par une stimulation par deux sons purs.

L'intensité sonore en dB SPL et le spectre des otoémissions peuvent être mesurés, permettant l'étude de la fonction des cellules ciliées externes cochléaires.

#### Interprétation, corrélation avec les seuils auditifs tonals :

Les otoémissions sont absentes lors des surdités de perception endocochlériques, lorsque la perte auditive moyenne est supérieure à 30 dB HL, et lorsque la perte auditive sur toutes les fréquences d'octave est supérieure à 40 dB HL.

Les otoémissions ne permettent pas de mesure du seuil auditif, mais leur présence indique une fonction cochléaire normale ou subnormale ; leur absence fait suspecter un problème auditif, sans préciser son degré ni son origine. Les otoémissions doivent donc s'inscrire dans un bilan global, explorant l'oreille moyenne (otoscopie et/ou tympanométrie), les cellules ciliées internes (électrocochléographie) et les neurones afférents (PEA).

Par ailleurs, il n'y a pas de corrélation absolue entre l'amplitude des otoémissions sur les différentes bandes de fréquence et le seuil audiométrique sur ces fréquences. En particulier, du fait du spectre du clic utilisé comme stimulus, les otoémissions n'explorent pas précisément les fréquences inférieures à 500 Hz et supérieures à 4000 Hz. La corrélation est cependant meilleure en utilisant une stimulation par tone-bursts, qui ne sont pas disponibles sur la plupart des appareils de recueil de routine.

#### Confirmation objective rapide d'une surdité de perception :

L'absence d'OEAP est une preuve objective d'une atteinte cochléaire, utile lorsque l'audiométrie tonale n'est pas fiable : en cas de suspicion de pseudohypoacusie, de retard mental ou de troubles du comportement. Néanmoins l'interprétation requiert de bonnes conditions de recueil, chez un sujet immobile, et une fonction normale de l'oreille moyenne.

#### Orientation vers une atteinte rétrocochléaire dans les surdités de perception :

La présence d'otoémissions malgré une surdité de perception, surtout si elles ont un large spectre, oriente vers une atteinte rétrocochlaire. En cas de surdité unilatérale, un neurinome doit être évoqué

Orientation vers une maladie du spectre des neuropathies auditives:

La présence d'otoémissions ne signifie pas une audition normale, et doit systématiquement être confrontée au résultat de l'audiométrie tonale et vocale et des potentiels évoqués auditifs précoces. En effet, les OEAP peuvent être présentes si l'atteinte auditive épargne les cellules ciliées externes, orientant vers le diagnostic de «maladie du spectre des neuropathies auditives» (Auditory Neuropathy Spectrum Disorder, ANSD).

Cette pathologie, qui représenterait jusqu'à 10% des surdités de perception de l'enfant, est caractérisée par l'association d'une désynchronisation des réponses neuronales, mise en évidence par les potentiels évoqués auditifs précoces, et d'une fonction normale des cellules ciliées externes reflétée par des OEAP présentes.

Les neuropathies sont plus fréquemment observées chez des nouveau-nés ayant nécessité une réanimation néonatale (en particulier, l'anoxie et l'hyperbilirubinémie pourraient être impliquées), en particulier chez les grands prématurés. Une anomalie génétique de l'Otoferline est impliquée dans certains cas dus à une atteinte sélective de la synapse.

Pronostic de certaines surdités de perception,

La présence d'otoémissions est un facteur de bon pronostic de récupération auditive dans les surdités brusques, et de préservation auditive après chirurgie du neurinome de l'acoustique.

### **2.5.2. Les potentiels évoqués auditifs**

Parmi les méthodes objectives d'évaluation de la fonction auditive, les potentiels évoqués font partie de la pratique courante du diagnostic audiologique réalisé par l'ORL. Bien qu'ayant vu le jour dans les années 1950, ces techniques d'électrophysiologie ne cessent d'évoluer dans leur technicité, mais aussi dans leurs indications.

En 1971, JEWETT et WILLISTON donnent une description complète des réponses auditives et de leurs générateurs. La classification de Jewett comporte sept pics numérotés de I à VII, les pics IV et V étant souvent fusionnés. L'onde V est habituellement la plus ample et la plus résistante à la baisse de l'intensité de stimulation, c'est donc elle que l'on étudie dans les recherches de seuils électrophysiologiques. L'onde VII, souvent diphasique, est parfois masquée par l'onde N0 des potentiels évoqués semi-précoces, imposant alors le recours à des techniques particulières pour être obtenue.

La latence de chaque pic est remarquablement constante d'un sujet à l'autre pour un même niveau acoustique de stimulation. En effet, quand le niveau de stimulation augmente, les latences des différentes ondes diminuent. Les valeurs normales pour des niveaux de 80 dB au-dessus du seuil auditif du sujet sont habituellement proches de 1,5 ms, 2,5 ms, 3,5 ms pour les ondes I, II et III, et de 5,5 ms pour le complexe IV-V. Les intervalles de confiance à 95 % diffèrent selon les ondes, le niveau acoustique de stimulation et les différents paramètres d'enregistrement, mais les latences varient généralement de 0,10 à 0,20 ms maximum.

Il est également important d'étudier les latences entre les ondes elles-mêmes. En pratique, les latences sont étudiées entre les ondes I-V (fixe quelle que soit l'intensité), I-III, et III-V. En effet, un allongement du temps de latence de l'ensemble des ondes laisse suspecter un trouble de conduction. Une augmentation de la latence I-III est typiquement attribuée à un problème de conduction sur le nerf auditif (tumeur, neuropathie, etc...) ou dans la partie basse du tronc cérébral, alors qu'un allongement de la latence III-V est souvent associé à une anomalie située plus haut dans le tronc cérébral (tumeurs, sclérose en plaque ...). Chez les sujets normaux, les différences interaurales I-III ou III-V sont généralement inférieures à 0,35ms.

## Indications et positionnement dans la stratégie diagnostique

La recherche du seuil de détection des ondes de PEAP ne doit pas être considérée comme la recherche d'un seuil auditif stricto sensu. En effet, l'obtention des ondes se fait à un niveau de stimulation supraliminaire, ce qui ne permet que d'inférer l'audition du sujet avec une précision de l'ordre de 15 dB en moyenne, pour les fréquences principales contenues dans le clic de stimulation, c'est-à-dire les fréquences comprises entre 2000 et 4000 Hz.

L'obtention d'ondes auditives est donc un élément rassurant quant à l'existence d'une audition fonctionnelle jusqu'à un certain point, cet examen n'explorant pas l'intégrité des voies auditives au-delà du tronc cérébral.

L'utilisation des PEAP pour situer approximativement les seuils auditifs est utile dans les suites du dépistage de la surdité chez l'enfant en bas âge, mais aussi chez l'adulte ne voulant pas ou ne pouvant pas participer aux épreuves d'audiométrie tonale liminaire et chez le simulateur.

L'absence de réponse ne doit pas systématiquement être assimilée à une surdité profonde. Il convient tout d'abord de vérifier son installation pour être certain que l'absence de réponse n'est pas liée à un problème technique. Si le problème technique est écarté, il faut garder à l'esprit que certaines surdités concernent préférentiellement les hautes fréquences, notamment au-delà de 2000 Hz, et peuvent être associées à un tracé des PEA plat alors même qu'il existe une excellente conservation des fréquences graves. Les fréquences inférieures à 1000 Hz ne sont pas explorées lorsque des clics sont utilisés pour obtenir les PEA. Par ailleurs, dans les cas de neuropathies auditives, il n'est pas rare d'avoir une audiométrie tonale moins dégradée que ce que ne laisseraient présager les PEAP.

Aussi, une concordance entre les techniques objectives et l'audiométrie comportementale de l'enfant et de l'adulte est primordiale, et toute discordance doit conduire à répéter les examens, et à les compléter par d'autres tests électrophysiologiques comme les ASSR, ou les PEA utilisant des bouffées tonales comme stimuli. C'est la concordance et la permanence des résultats qui permettra d'affiner au mieux les seuils réels d'audition.

### 2.5.3. L'Electrococchléographie

L'electrococchléographie (ECochG) est un examen électrophysiologique qui permet l'enregistrement des potentiels électriques de l'organe de Corti et des fibres nerveuses constituant le nerf auditif à l'intérieur de la cochlée, en réponse à une stimulation sonore.

Ces phénomènes électriques sont enregistrés par l'ECochG grâce à une électrode qui doit être posée le plus proche possible de la cochlée. L'emplacement idéal, chez l'homme, est au niveau de la membrane de la fenêtre ronde.

L'ECochG est essentiellement pratiquée dans les indications suivantes :

- mise en évidence d'une onde I lorsqu'elle n'apparaît pas sur les tracés des PEA et détermination du seuil auditif ;
- recherche d'une activité cochléaire résiduelle, en particulier chez l'enfant ;
- monitoring auditif per opératoire ;
- diagnostic d'un trouble de pression endolymphatique (hydrops endolymphatique, fistule périlymphatique).

L'application de l'ECochG, en complément des PEA, à la recherche d'un seuil auditif chez l'adulte ou chez l'enfant sourd profond est bien connue. En effet, la sensibilité de l'ECochG pour détecter une activité cochléaire est plus grande que les PEA. Ainsi, lorsqu'aucune réponse n'est retrouvée sur un tracé de PEA, l'ECochG peut mettre en évidence la présence d'un reste auditif ou d'un potentiel microphonique.

#### **2.5.4. Les potentiels évoqués auditifs stationnaires multifréquentiels**

L'utilisation des potentiels évoqués auditifs stationnaires ou Auditory Steady-State Response (ASSR) est devenue une option pour l'évaluation objective de l'audition des enfants. La possibilité d'évaluer l'audition à de multiples fréquences de façon bilatérale et simultanée, d'évaluer l'audition résiduelle en cas de surdité profonde, la détection automatique des réponses réduisant le risque d'interprétation subjective sont des avantages des ASSR. Il s'agit d'une technique d'évaluation audiométrique pédiatrique prometteuse.

Les ASSR reposent sur un stimulus continu et périodique qui varie selon une fréquence de modulation (40Hz-90Hz) et qui est composé d'une seule fréquence dite fréquence porteuse (500, 1000, 2000 et 4000Hz). L'enregistrement de la réponse est un enregistrement électroencéphalographique (EEG) continu. La stimulation et l'enregistrement sont concomitants et synchronisés. Il s'agit d'un enregistrement EEG. Pour les ASSR, le stimulus excite de façon continue une zone précise de la cochlée à une fréquence particulière que l'on pourra retrouver dans l'EEG.

Les sons purs continus sont des stimuli périodiques sinusoïdaux à une fréquence donnée produisant une synchronisation des neurones auditifs. Ils permettent de tester les basses fréquences porteuses jusqu'à 1000Hz.

L'amplitude de la réponse chute pour des fréquences plus élevées mais reste détectable jusqu'à 4000Hz.

Chez l'enfant les seuils obtenus par ASSR ont été comparés aux seuils comportementaux pour des sujets sourds sévères ou profonds chez lesquels les PEA étaient absents [13]. Les seuils déterminés par ASSR étaient dans 82 % des cas dans les 10 dB de la valeur déterminée par les méthodes comportementales et dans 95 % des cas dans les 15 dB. L'audiogramme d'enfant atteint de surdité sévère à profonde peut donc être prédit de façon assez fiable par cette méthode.

On peut également utiliser les ASSR pour tester l'audition résiduelle en peropératoire (lors de la pose d'implant cochléaire). Les ASSR peuvent être réalisés par stimulation électrique ou par conduction osseuse. Ils sont actuellement étudiés pour l'évaluation des atteintes centrales de l'audition.

Les deux examens ASSR et PEA recherchent des réponses à des stimuli fréquentiels. La participation du patient n'est pas nécessaire. Les stimuli ASSR sont plus précis par fréquence que les PEA et permettent de tester des niveaux supérieurs, jusqu'à 120 dB (évaluation de l'audition résiduelle, sur 500,1000, 2000, 4000 Hz).

Les stimuli ASSR peuvent être présentés simultanément sur les 2 oreilles à la fois. La détection de réponse est différente de celle des PEA. Pour les PEA, la réponse est étudiée dans le domaine temporel (amplitude en fonction du temps) nécessitant une expertise du clinicien pour identifier les ondes. L'analyse des ASSR porte sur le domaine fréquentiel par une analyse de Fourier et des algorithmes de détection automatique de la réponse. On peut enregistrer des réponses ASSR à des fréquences allant de 250 Hz à 12 KHz, mais avec une baisse des performances de la réponse aux fréquences extrêmes. Les seuils ASSR sont plus près des seuils comportementaux que les seuils en PEA.

Les ASSR constituent un outil diagnostic important notamment pour les surdités sévères et profondes. L'importance de la perte auditive diagnostiquée de façon précoce permet de prédire l'intérêt de l'utilisation d'une audioprothèse ou d'un implant cochléaire, particulièrement chez le jeune enfant. Cependant la durée d'examen reste relativement longue chez l'enfant (30 à 45 minutes) pour une utilisation de routine et en particulier pour le dépistage.

## 2.6. L'audiométrie de l'enfant

### **Recommandation 6 - Accord Fort**

Il est recommandé chez tout enfant de 2 ans ou moins, de réaliser l'audiométrie subjective avec les tests d'audiométrie comportementale adaptés à l'âge de l'enfant.

### **Recommandation 7 - Accord Fort**

Il est recommandé chez l'enfant de 2 ans ou moins dès la suspicion d'une atteinte auditive de compléter systématiquement l'audiométrie comportementale par la réalisation de tests objectifs de l'audition pour préciser et confirmer le niveau et le type de l'atteinte auditive.

L'audiométrie de l'enfant est, à part entière, une discipline de l'ORL pédiatrique et de l'audiophonologie.

La plupart des examens audiométriques demandés chez des enfants seront liés à des problèmes d'oreille moyenne, première cause de surdité chez l'enfant.

Mais il faut toujours garder à l'esprit l'éventualité d'une surdité de perception isolée ou associée à un facteur transmissionnel qu'il serait grave de méconnaître.

Les examens audiométriques sont demandés soit dans le cadre du dépistage systématique, soit dans le cadre des protocoles mis en place pour le suivi auditif des enfants, soit encore devant des signes d'appel potentiellement révélateurs d'un trouble auditif.

Outre les dépistages systématiques, l HAS préconise aux médecins généralistes, médecins de PMI et pédiatres, de vérifier l'audition et le développement langagier tout au long de la croissance de l'enfant.

Dès le moindre doute sur les résultats de ces dépistages, les enfants doivent être adressés à une consultation ORL d'audiologie infantile pour un examen audiométrique.

L'évaluation de l'audition dépend évidemment des particularités du patient, ici un enfant, mais aussi du technicien audiométriste (formation, méthode, temps), de l'audiomètre, de ses transducteurs, de leur calibration et, enfin, de l'environnement sonore de la mesure. Tout comme pour l'adulte et quoique toute mesure soit entachée d'incertitude, il convient d'installer au mieux sa cabine insonorisée, choisir un matériel audiométrique adapté à ses besoins et l'entretenir régulièrement.

L'évaluation précoce de l'audition nécessite une stratégie rigoureuse adaptée à chaque enfant. Dans tous les cas, le bon déroulement des examens nécessite la mise en confiance de l'enfant et de ses parents, et une attention soutenue de la part du testeur.

La stratégie audiométrique concernant le nouveau-né adressé après découverte d'une anomalie lors du dépistage néonatal est spécifique.

- Chez le nouveau-né adressé après dépistage auditif néonatal positif précoce (dépistage effectué à l'aide d'un examen par OEAP ou par PEAA), la priorité est de réaliser des PEA diagnostiques (à cet âge, le sommeil naturel est facilement obtenu) avec une tympanométrie le jour de l'examen.
- Chez l'enfant en dehors du contexte du dépistage néonatal

La fiabilité de l'examen audiométrique dépend des bonnes conditions d'examen, de l'expérience du testeur et du comportement de l'enfant. Trois situations peuvent se présenter à l'issue de ce premier bilan :

- L'examen audiométrique conclut à une audition normale ou met en évidence une

hypoacusie de transmission (conduction normale pour l'âge) avec tympanogramme anormal : il n'est en général pas nécessaire de pratiquer d'autres examens. Un contrôle audiométrique doit être programmé après traitement de la pathologie d'oreille moyenne.

- L'examen audiométrique révèle une déficience auditive par atteinte neurosensorielle ou mixte, ou encore une surdité de transmission à tympanogramme normal.

La poursuite du bilan est, alors, indispensable par des examens objectifs :

- PEA, réalisés chez un enfant endormi (sommeil naturel ou induit) avec tympanogramme le jour de l'enregistrement ;
  - OEAP dont la recherche devrait être systématique ;
  - ASSR qui, actuellement, permettent d'approcher les seuils d'audition à 10 dB - 15dB près sur l'ensemble des fréquences chez la plupart des enfants.
  - ECochG en cas de difficulté d'interprétation des PEA, de contexte neurologique ou de discordance avec l'audiométrie subjective.
- L'examen audiométrique ne peut pas être réalisé (troubles du comportement, handicap associé,...) ou n'est pas fiable. Deux attitudes :
    - Nouvel examen audiométrique dans un court délai (ne dépassant pas quelques semaines) : plusieurs tests peuvent être nécessaires pour obtenir des seuils précis ou confirmer le premier bilan ; il est souvent utile d'adresser l'enfant à une consultation d'audiologie infantile.
    - Recours aux examens objectifs de l'audition.

La systématisation et la précocité du dépistage des troubles de l'audition chez l'enfant exigent en aval une audiométrie subjective et objective adaptée pour poser un diagnostic d'audition satisfaisante ou de déficience auditive le plus précisément possible en fonction de l'âge.

Les difficultés de l'examen audiométrique subjectif se situent avant l'âge de 2 ans 1/2. Malgré cela il convient savoir pratiquer l'audiométrie comportementale dans cette tranche d'âge, car on ne peut se fier uniquement aux méthodes objectives : en cas de doute et compte tenu de l'importance des enjeux pour l'enfant il ne faut pas hésiter à adresser l'enfant à une consultation d'audiologie infantile.

Il faut réunir l'ensemble des résultats des examens subjectifs et objectifs avant de conclure à une audition normale ou à une déficience auditive. A chaque étape, on doit se contenter d'annoncer les résultats de l'examen et indiquer la conduite tenir en pratique.

Il faut savoir répéter les examens auditifs tout au long de l'enfance même si le bilan initial a révélé une audition normale :

- au moindre doute des parents ou d'un professionnel de la petite enfance,
- pour les enfants ayant des facteurs de risque auditif personnels ou familiaux : la surveillance audiométrique est alors systématique.

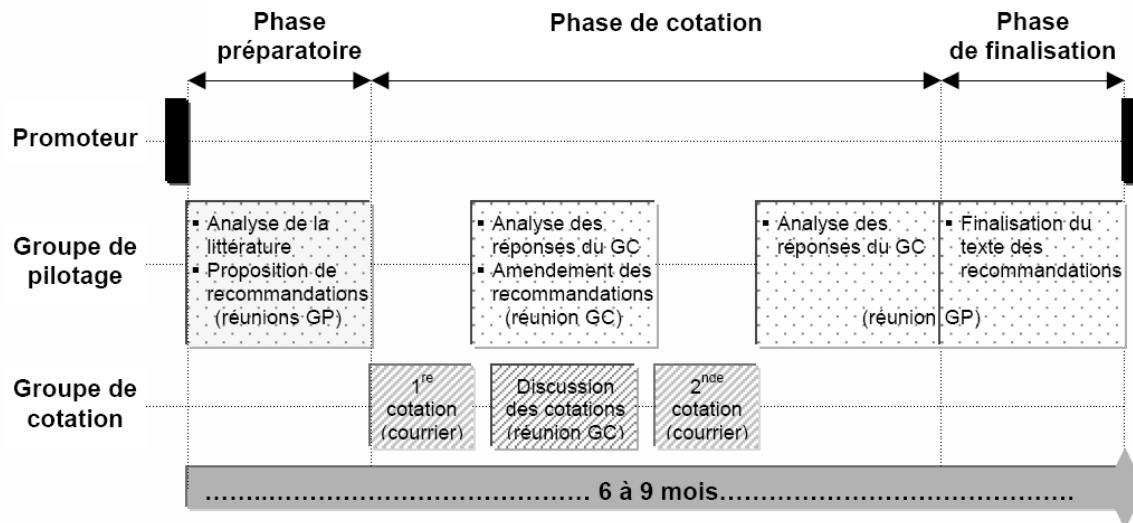
### **3. Références bibliographiques :**

---

1. Portmann M, Portmann CL. Précis d'audiométrie clinique. 6ème édition. Paris : Masson ; 1998.
2. Société Française d'Audiologie. Guide des bonnes pratiques en audiométrie de l'adulte. Paris : Société Française d'Audiologie, 2006.
3. Bonfils P, Van Den Abbeele T, Ané P, Avan P. Exploration fonctionnelle auditive. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés, Oto-rhino-laryngologie, 20-175-A-10, 1998, 16 p.
4. Legent F, Bordure P, Calais C, Malard O. Audiologie pratique. Manuel pratique des tests de l'audition. 2e édition. Paris : Masson ; 2002.
5. Guide des Bonnes Pratiques de l'Audiométrie Vocale. Société Française d'Audiologie 2013. [www.sfaudiologie.fr](http://www.sfaudiologie.fr).
6. Précis d'Audioprothèse, Tome 1, Le Bilan d'Orientation Prothétique. Les Editions du Collège National d'Audioprothèse ;2007.
7. Mom T. Les otoémissions en pratique clinique et chirurgicale. Ann Otolaryngol Chir Cervicofac.2007; 124(2): 80-9.
8. Probst R, Harris FP. Transiently evoked and distortion-product otoacoustic emissions. Comparison of results from normally hearing and hearing-impaired human ears. Arch Otolaryngol Head Neck Surg.1993; 119(8): 858-60.
9. Gartner M., Collet L., Morgan A., Intérêt des oto-émissions acoustiques dans l'exploration fonctionnelle auditive, Journal français d'ORL 1990; vol 39, n°3: 123-128.
10. Jewett, D.L., Williston, J. S., Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans. Brain, 1971; 94(4): 681-96.
11. Eggermont D.M., J.J., Analysis of the clickevoked brainstem potentials in man using high-pass noise masking. Journal of the Acoustical Society of America, 1978; 63: 1084-92.
12. Uziel, A., Venail, F., Garrel, R., Cartier, C., Monitorage peropératoire en chirurgie oto-rhino-laryngologique. 7, 2012. 1(1-15).
13. Mendel, M., Wolf, K., Clinical applications of the middle latency responses. Audiology, 1983; 8: 141-55.
14. Aran JM. L'électrocochléogramme : principe et technique. Les cahiers de la C.F.A. 1971
15. Ohashi T, Akagi M, Ochi K, Kenmochi M, Kinoshita H, Yoshino. Diagnostic significance of electrocochleogram and auditory evoked brainstem response in totally or subtotally deaf patients. Acta Otolaryngol Suppl (Stockh). 1996; 522: 11-6.
16. Wong SH, Gibson WP, Sanli H. Use of transtympanic round window electrocochleography for threshold estimations in children. Am J Otol. 1997 Sep ; 18(5) : 632-6.
17. Rance G, Dowell RC, Richards FW, Beer DE, Clark GM. Steady state evoked potentials and behavioral hearing thresholds in a group of children with absent click-evoked auditory brainstem response. Ear Hearing 1998; 19(1): 48-61.

18. Small, S. A., Stapells, D. R. Multiple auditory steady-state response thresholds to bone-conduction stimuli in young infants with normal hearing. *Ear and Hearing* 2006; 27: 219-28.
19. Tlumak, A.I., Durrant, J.D., Collet, L. 80 Hz auditory steady-state responses (ASSR) at 250 Hz and 12000 Hz. *International Journal of Audiology* 2007;46(1): 26-30.
20. Luts H, Desloovere C, Kumar A, Vandermeersch E, Wouters J. Objective assessment of frequency-specific hearing thresholds in babies. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2004; 68(7):915-26.
21. Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'enfant. Société Française d'Audiologie 2010 .[www.sfaudiologie.fr](http://www.sfaudiologie.fr).
22. Joint Committee on Infant Hearing Year 2007 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007;120(4): 898-921.
23. Haute Autorité de Santé. Recommandations pour la pratique clinique. Propositions portant sur le dépistage individuel chez l'enfant de 28 jours à 6 ans, destinées aux médecins généralistes, pédiatres, médecins de PMI et médecins scolaires. 2005 : <http://www.has-sante>.
24. Gelfand SA. Essentials of audiology. Chapter 12: Assessment of infants and children. Third edition, Thieme New York-Stuttgart; 2009. p. 362-68.
25. Delaroche. M., Thiébaut R., Dauman R. Behavioral Audiometry : protocols of measuring hearing thresholds in babies aged 4-8 months. *Int J Pediatric Otorhinolaryngol* 2004; 68: 1233-43.
26. Portmann M., Portmann C. Précis d'audiométrie Clinique. 6ème édition, Masson, Paris, 1988.
27. Katz J., Lezynski J. Clinical masquing. In 2 J, ed *Handbook of clinical audiology*. 5th edition. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins; 2002 : 124-41.

**Annexe 1.** Déroulement des différentes phases de la conférence de consensus (d'après le guide « Bases méthodologiques pour l'élaboration de recommandations professionnelles par consensus formalisé », disponibles sur le site internet de la HAS à l'adresse « <http://www.has-sante.fr> »)



NB : dans la cadre du présent travail, les différentes réunions et envois de texte ont eu lieu par conférences téléphoniques et courriels.