

**RECOMMANDATIONS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'AUDIOLOGIE (SFA) ET DE  
LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ORL ET DE CHIRURGIE CERVICO-FACIALE  
(SFORL) POUR LA PRATIQUE DE L'AUDIOMETRIE VOCALE DANS LE BRUIT**

**CHEZ L'ADULTE**

C.A. Joly<sup>1,2</sup>, P. Reynard<sup>1,2</sup>, K. Mezzi<sup>1</sup>, D. Bakhos<sup>3</sup>, F. Bergeron<sup>4</sup>, D. Bonnard<sup>1,5</sup>, S. Borel<sup>6</sup>, D. Bouccara<sup>7</sup>, A. Coez<sup>1,8</sup>, F. Dejean<sup>9</sup>, M. Del Rio<sup>10</sup>, F. Leclercq<sup>11</sup>, P. Henrion<sup>9</sup>, M. Marx<sup>12</sup>, T. Mom<sup>13</sup>, I. Mosnier<sup>6</sup>, M. Potier<sup>14</sup>, C. Renard<sup>15</sup>, T. Roy<sup>16</sup>, F. Sterkers-Artières<sup>17</sup>, F. Venail<sup>18</sup>, P. Verheyden<sup>19</sup>, E. Veuillet<sup>1,2</sup>, C. Vincent<sup>15</sup>, H. Thai-Van<sup>1,2</sup>.

1 : Institut de l'Audition - Centre de Recherche de l'Institut Pasteur, Equipe Exploration clinique et translationnelle des synaptopathies auditives, Inserm U1120, Paris, FRANCE

2 : Service d'Audiologie et d'Explorations Otoneurologiques, Hôpital Edouard Herriot – Pavillon U, HCL, Lyon, FRANCE

3 : Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie du Cou et de la Face, CHRU de Tours, Tours, FRANCE  
iBrain, INSERM U1253, Université de Tours, Tours, FRANCE

4 : Université Laval, Québec, CANADA

Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale, Québec, CANADA

5 : Service d'Oto-rhino-laryngologie, CHU de Bordeaux, Bordeaux, FRANCE

6 : APhP Sorbonne, Centre référent implant cochléaire et du tronc cérébral adulte d'Ile de France, Unité fonctionnelle implants auditifs et explorations audio-vestibulaires, Service Oto-Rhino-Laryngologie, GH Pitié-Salpêtrière, Paris, FRANCE

7 : Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie du Cou et ORL et chirurgie cervico-faciale, Hôpital européen Georges-Pompidou, Paris, FRANCE

8 : Laboratoire de correction auditive Eric Bizaguet, Paris, FRANCE

9 : Société Française d'Audiologie, Paris, FRANCE

10 : Ecole d'Audioprothèse - Université de Bordeaux, Bordeaux, FRANCE

Caudéran Audition, Bordeaux, FRANCE

11 : Laboratoire Dehaussy-Renard, Lille, FRANCE

12 : Service d'Otologie, Otoneurologie et Oto-Rhino-Laryngologie pédiatrique, Hôpital Pierre-Paul Riquet, CHU Toulouse Purpan, Toulouse, FRANCE

Laboratoire Cerveau et Cognition, UMR 5549, Université Toulouse III, Toulouse, FRANCE

13 : Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie Cervico-Faciale, CHU Gabriel Montpied, Clermont-Ferrand, FRANCE

Laboratoire de Biophysique Neurosensorielle, Inserm UMR 1107, Université Clermont Auvergne, Clermont-Ferrand, FRANCE

14 : Laboratoire d'Audiologie Clinique, 26 Boulevard Marcel Sembat, 11100, Narbonne, FRANCE

15 : Service d'Otologie et d'Otoneurologie, Hôpital Salengro, CHU Lille, Lille, FRANCE

Université de Lille, Lille, FRANCE

16 : Laboratoires F. Le Her, Rouen, FRANCE

Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie Cervico-Faciale, CHU Charles Nicolle, Rouen, FRANCE

17 : Service Audiophonologie, Hôpital Institut Saint Pierre, Palavas Les Flots, FRANCE

18 : Unité Otologie et Otoneurologie, Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie Maxillo-Faciale, CHU Gui de Chauliac, Montpellier, FRANCE

Institut des Neurosciences de Montpellier, Equipe Audition, INSERM U 105, Université Montpellier, Montpellier, FRANCE

19 : Département Audiologie, Haute Ecole Léonard de Vinci Site Marie Haps, Bruxelles, Belgique

## **RESUME :**

Ce document présente les particularités des principaux tests d'audiométrie dans le bruit disponibles et utilisés en France. Il précise leurs conditions de réalisation et recense les critères permettant de sélectionner parmi ces tests ceux correspondant aux besoins des professionnels. Les recommandations sont basées sur une analyse systématique de la littérature réalisée par un groupe multidisciplinaire réunissant des médecins, des audiologistes et des audioprothésistes provenant de toute la France, mais aussi de Belgique et du Canada. Elles sont classées en grade A, B, C ou accord professionnel selon un niveau de preuve scientifique décroissant.

Pour être complète, l'évaluation du statut auditif d'un sujet nécessite que soit testée sa compréhension de la parole dans le bruit. L'examen doit débiter par un minimum de deux mesures familiarisant le sujet avec la procédure de passation. Dans le cadre du diagnostic initial, les procédures adaptatives visant à établir le seuil des 50% d'intelligibilité dans le bruit (SIB50) sont à privilégier pour obtenir une mesure rapide et standardisée de la perception de la parole dans le bruit.

Lorsque l'on souhaite mesurer la compréhension de la parole de la façon la plus écologique possible, les tests à base de phrases, les bruits multi locuteurs et la diffusion en champ libre sont à privilégier.

Le gain prothétique est évalué exclusivement en champ libre. Seule cette modalité permet d'évaluer l'apport de la binauralité et de mesurer la perception dans le bruit dans un environnement au plus proche de la réalité. Afin d'éviter les interférences acoustiques en champ libre, l'emploi d'un minimum de cinq haut-parleurs est recommandé, notamment pour l'évaluation de l'efficacité des microphones directionnels, d'un appareillage CROS, ou d'une adaptation bimodale.

## **MOT CLES :**

Recommandation, surdité, audiométrie vocale dans le bruit, langue française

## **ABREVIATIONS :**

ACA : Appareils de Correction Auditive

AV<sub>i</sub>B : Audiométrie Verbo-Fréquentielle

HINT : Hearing In Noise Test

HP : Haut-Parleur

MBAA : Marginal Benefit from Acoustical Amplification

OVG : Onde Vocale Globale

RSB : Ratio Signal sur Bruit

SIB50 : Seuil des 50% d'Intelligibilité dans le Bruit

SWN : Speech Weighted Noise

TCA : Troubles Centraux Auditifs

VCV : Voyelle Consonne Voyelle

VRB : Vocale Rapide dans le Bruit

## **1 INTRODUCTION - CONTEXTE**

L'arrêté du 14 novembre 2018 portant modification sur les modalités de prise en charge des aides auditives introduit dans les indications d'appareillage la dégradation significative de l'intelligibilité, c'est-à-dire de la compréhension de la parole, en présence de bruit. (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037615111>)

Or, les indications pour un appareillage auditif ont initialement été établies à partir des scores d'audiométries tonales et vocales dans le silence. Bien que ces mesures restent utiles et informatives, elles sont peu sensibles lorsqu'il s'agit de mettre en évidence des troubles centraux auditifs (TCA) ou des pertes auditives émergentes et donc peu importantes. En effet, les difficultés à comprendre la parole dans le bruit font partie des premiers signes de perte auditive notamment en cas de presbycousie (perte auditive liée au vieillissement) ou de TCA. L'évaluation et la quantification de ces difficultés en milieu bruyant, permettraient d'effectuer un dépistage précoce des presbycousies et des TCA.

Ainsi, dès 1970, Carhart et Tillman (1) (Niveau de Preuve : 4) suggéraient que les difficultés auditives devaient être testées dans des conditions plus écologiques, c'est-à-dire plus proches des situations rencontrées dans la vie quotidienne, que celles des audiométries tonales ou vocales dans le silence. Ces recommandations ont abouti, à la fin des années 1970, au développement des premiers tests de compréhension de la parole dans le bruit (2,3) (Niveaux de Preuve : 4, 4). L'intérêt de ces tests tant pour le diagnostic des déficiences auditives que dans le cadre de la recherche fondamentale ou clinique a entraîné la mise au point de nombreux tests de perception de la parole dans le bruit dont certains ont été développés ou adaptés en langue française. Tous ces tests reposent sur la mesure de la compréhension de la parole lorsqu'un signal ou bruit perturbant est diffusé simultanément. Généralement, ces tests permettent de déterminer le ratio signal sur bruit (RSB), en décibels, pour lequel la moitié de la parole est comprise. Ces ratios correspondent à la différence entre le niveau de la parole (signal) et du

bruit. Aussi lorsque le niveau de la parole est supérieur à celui du bruit, le RSB est positif (par exemple +5 dB RSB pour un niveau de parole à 70 dB et un niveau de bruit à 65 dB). Il est négatif lorsque le bruit est présenté à un niveau supérieur à celui du signal. Ainsi, en comparant les RSB pour différentes conditions d'écoute (monaurale vs binaurale, avec ou sans appareils de correction auditive (ACA), diotique - un même signal présenté sur les 2 oreilles - ou dichotique - un signal différent présenté sur chaque oreille) il est possible d'évaluer le gain prothétique et/ou celui de la binauralité. Cependant l'utilisation des tests de perception de la parole dans le bruit dans le cadre des indications pour les ACA est très et encore peu pratiquée. Puisque la plus petite variation de RSB susceptible d'entraîner une modification de la perception de la qualité du son est de 3 dB (4) (Niveau de Preuve : 4), le Journal Officiel de la République Française prévoit qu'une dégradation de l'intelligibilité en présence de bruit de 3 dB RSB par rapport à la valeur normative du test utilisé est une indication pour l'ACA. Si cette limite peut paraître rigide face au grand nombre de tests disponibles et à la variation observée entre leurs valeurs normatives, elle reste généralement supérieure aux limites suggérées pour les différents tests (plage de normalité au niveau de confiance 95%) et retranscrit, pour la plupart de ces tests, une perte d'intelligibilité significative.

Si en France la pratique de l'audiométrie vocale dans le silence a été sujette à des recommandations de la SFORL, la pratique de l'audiométrie vocale dans le bruit ne faisait pas jusqu'à ce jour l'objet d'un consensus. Dans cet article, nous aborderons aussi les principaux critères à considérer lors du choix d'un test ou de son utilisation ainsi que l'analyse des fonctions d'intelligibilité. Nous présentons les tests de mesure de l'intelligibilité dans le bruit les plus usités en français, leurs particularités, leurs indications ainsi que leurs valeurs normatives.

## **2 MATERIEL ET METHODES**

L'établissement de ces recommandations est basé 1) sur une revue systématique de la littérature scientifique internationale mais aussi 2) sur les recommandations de pratique de l'audiométrie dans le bruit dans d'autres pays (Belgique, Royaume Uni) et 3) l'étude de la pratique de l'audiométrie dans le bruit rapportée par un groupe multidisciplinaire réunissant des médecins ORL, des audiologistes et des audioprothésistes provenant de toute la France, mais aussi de Belgique et du Canada.

Pour l'analyse systématique de la littérature, la base de données PUBMED a été interrogée sur la période 1967 - 2020 avec pour mots clés « speech », « audiometry », « noise », « french ».

La recherche a aussi ciblé les validations en français de tests publiés initialement en anglais.

Au total 57 articles ont été trouvés grâce à la recherche PUBMED parmi lesquels ont été retenus 7 articles de validation de test d'audiométrie dans le bruit disponible en français (Digit triplet et Triplet antiphasique, FIST, Framatrix, HINT, SUN, VRB), un article de validation supplémentaire a été trouvé via la recherche d'adaptation de tests anglophone (FrBIO), deux derniers tests nous ont été rapportés par les professionnels de l'audition (AVfB-Dodelé, Lafon-Marie Haps).

Conformément aux préconisations de la HAS (<https://www.has-sante.fr/>), les articles ont été classés par niveau décroissant de preuve (1, 2, 3 ou 4) et les recommandations par grade (A, B, C ou Avis d'expert) en fonction des données disponibles dans la littérature.

## **3 CONSIDERATIONS GENERALES SUR L'AUDIOMETRIE DANS LE BRUIT**

### **3.1 Principe général**

L'audiométrie vocale dans le bruit consiste à mesurer la compréhension de la parole, souvent appelée intelligibilité, lorsqu'un signal ou bruit perturbant est diffusé simultanément. Tous les tests d'audiométrie vocale dans le bruit évaluent donc l'intelligibilité en fonction du rapport

signal sur bruit (RSB) en dB qui correspond à la différence entre le niveau de présentation de la parole et celui du bruit concurrent.

Il est possible de représenter intelligibilité en fonction du RSB (Figure 1). Cette fonction d'intelligibilité correspond à une fonction logistique de type :

$$\text{Intelligibilité}(x) = \frac{\text{Max}}{1 + e^{(-4p \times (x - \text{RSB}^{\text{Max}}/2))}}$$

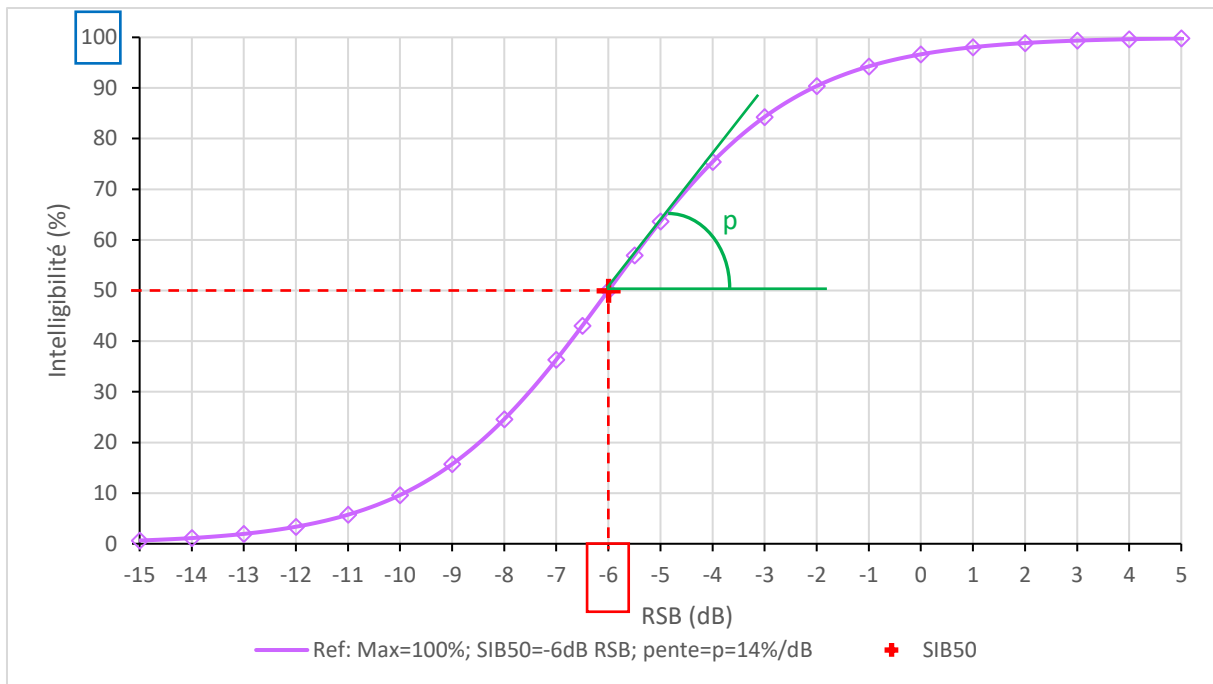
Où Max est le maximum d'intelligibilité (en %) atteint par le sujet.  $\text{RSB}^{\text{Max}}/2$  et p sont des constantes individuelles déterminables par ajustement logistique.

Le  $\text{RSB}^{\text{Max}}/2$  correspond, pour un test donné et un niveau de parole ou de bruit fixé, au RSB (en dB) nécessaire pour que le sujet comprenne la moitié de ce qu'il perçoit au maximum. Chez le normo-entendant, il s'agit donc du seuil des 50% d'intelligibilité dans le bruit (SIB50), c'est-à-dire le RSB nécessaire pour comprendre  $100\%/2 = 50\%$  de la parole qui lui est présentée.

La pente est calculée au niveau du SIB50 et représente le gain d'intelligibilité par unité de RSB, elle est souvent exprimée en %/dB. Dans ce cas, une valeur de pente de 14%/dB indique que si l'on augmente (ou diminue) le RSB de 1 dB par rapport au SIB50, l'intelligibilité augmentera (ou diminuera) de 14% et sera ainsi de 64% (ou 36%).

Pour les sujets normo-entendants, chez qui les valeurs normatives sont établies, le maximum d'intelligibilité est 100% et la formule devient :

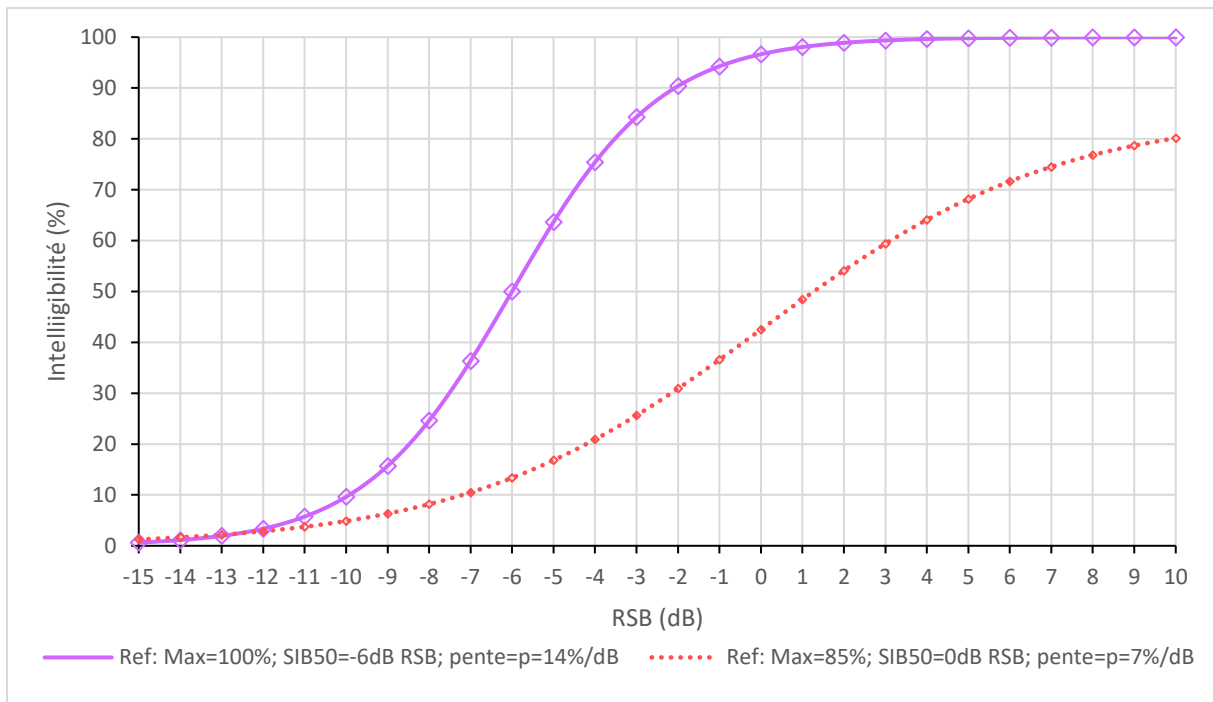
$$\text{Intelligibilité}(x) = \frac{100}{1 + e^{(-4p \times (x - \text{SIB50}))}}$$



**Figure 1 : Exemple de fonction d'intelligibilité dont avec un maximum d'intelligibilité de 100% ; un SIB50 = -6 dB RSB et une pente  $p = 14\%/dB$**

Lorsque l'audition dans le bruit est dégradée, chaque paramètre peut être affecté. La valeur « Max » peut alors plafonner à des valeurs inférieures à 100% ; la pente peut être plus faible, traduisant la nécessité d'une augmentation plus importante du RSB pour obtenir le même gain d'intelligibilité ; et surtout, le SIB50 - lorsqu'atteint - se trouvera augmenté par rapport aux valeurs normatives établies chez le normo-entendant.





**Figure 2 : Exemple de 2 fonctions d'intelligibilité.** En violet la courbe de référence avec un maximum d'intelligibilité de 100%, un SIB50 de -6 dB RSB et une pente de 14%/dB ; en rouge une courbe altérée où le maximum d'intelligibilité est de 85%, le RSB pour atteindre la moitié de ce maximum est  $SIB(85/2) = SIB42.5 = 0$  dB et la pente égale à 7%/dB.

Chaque test a sa propre fonction d'intelligibilité avec des paramètres (SIB50, pente) définis chez les sujets normo-entendants par ajustement logistique des mesures d'intelligibilité pour différents RSB fixés.

### 3.2 Calibration

Comme toute audiométrie, l'audiométrie vocale dans le bruit est réglementée par des normes ISO (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8253:-3:ed-2:v1:fr>).

Les valeurs normatives des tests étant établies dans ces conditions, toute évaluation d'audiométrie vocale dans le bruit doit être faite dans des conditions répondant aux normes réglementaires pour rester informative et pertinente.

### **3.3 Particularités des tests**

De nombreux tests d'audiométrie vocale dans le bruit en langue française ont été créés ou adaptés à partir de tests anglophones. S'ils proposent tous une évaluation plus ou moins complète de la compréhension de la parole lorsqu'un signal ou bruit perturbant est diffusé, ils comportent de nombreuses différences et particularités selon le type de signal, de bruit, le matériel utilisé, et la procédure choisie.

#### *3.3.1 Matériel audio*

##### **3.3.1.1 Signal**

Le matériel vocal constituant le signal est l'une des principales différences entre les tests proposés. On distinguera ainsi les pseudos mots - tels que les logatomes de Dodelé (5) (Niveau de Preuve : 4) ou les syllabes VCV (voyelle consonne voyelle) (6) (Niveau de Preuve : 4), les mots dissyllabiques - par exemple ceux de Lafon (7) (Niveau de Preuve : 4) utilisé dans le cadre de la procédure Marie Haps (8) (Niveau de Preuve : 4) pour l'audiométrie vocale dans le bruit, ou encore les phrases utilisées dans de nombreux tests (9-16) (Niveaux de Preuve : 4).

Il est communément admis que les logatomes permettent de tester la périphérie du système auditif alors que les mots et les phrases font intervenir la suppléance mentale, la connaissance sémantique du sujet et permettent donc de tester l'audition dans des conditions plus proches des situations rencontrées dans la vie quotidienne.

Il est à noter que certains tests utilisent pour matériel vocal les chiffres (17,18) (Niveaux de Preuve : 4) qui présentent l'intérêt d'être connus de tous, indépendamment du niveau linguistique.

### **Choix du matériel vocal**

- Lorsque l'on souhaite mesurer la compréhension de la parole dans un environnement au plus proche de la réalité, les tests à base de phrases sont à privilégier (Grade A).
- En revanche, si l'on souhaite s'affranchir des capacités langagières du sujet et des effets de suppléance mentale, les pseudo-mots ou logatomes peuvent être utilisés (Avis d'expert).

#### 3.3.1.2 Bruit

Les bruits utilisés lors de ces tests n'ont pas été choisis aléatoirement : afin d'obtenir un effet de masquage proche de celui généré par une conversation de groupe, les bruits sont construits afin de représenter plus ou moins fidèlement le spectre de la voix humaine par superposition de plusieurs voix (masquage informatif) ou filtrat de bruit blanc selon le spectre à long terme des items des listes (masquage stationnaire). Il ne s'agit pas de bruit standard (blanc, rose, etc.), car diffuser ce type de bruit lors d'une audiométrie vocale ne conduit pas à une mesure efficace de l'audition dans le bruit.

### **Choix du bruit masquant**

- Les bruits stationnaires proposent un masquage uniforme et constant et sont à privilégier lorsque l'on souhaite des conditions de bruit reproductibles d'une passation à l'autre (Avis d'expert).
- Les bruits multi locuteurs sont proches des bruits rencontrés dans la vie réelle et permettent des évaluations en situation écologique (Avis d'expert).

#### 3.3.2 Procédure

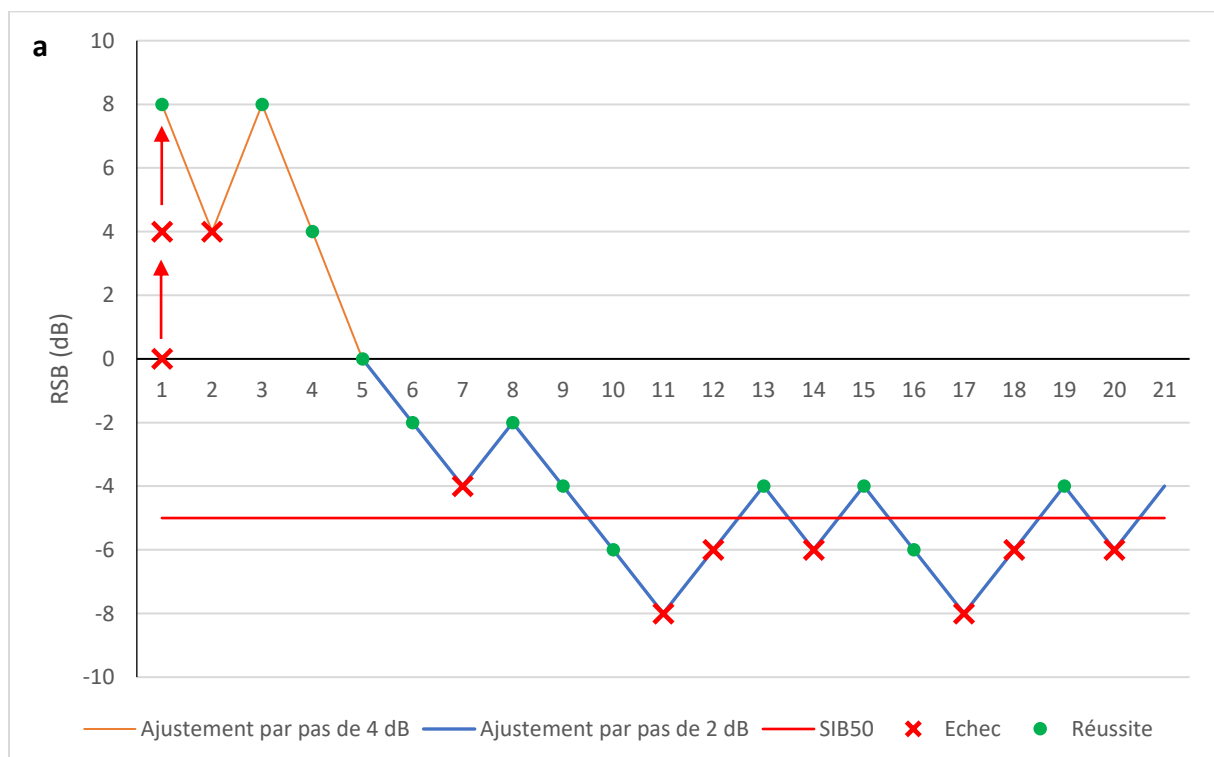
##### 3.3.2.1 Type de procédure

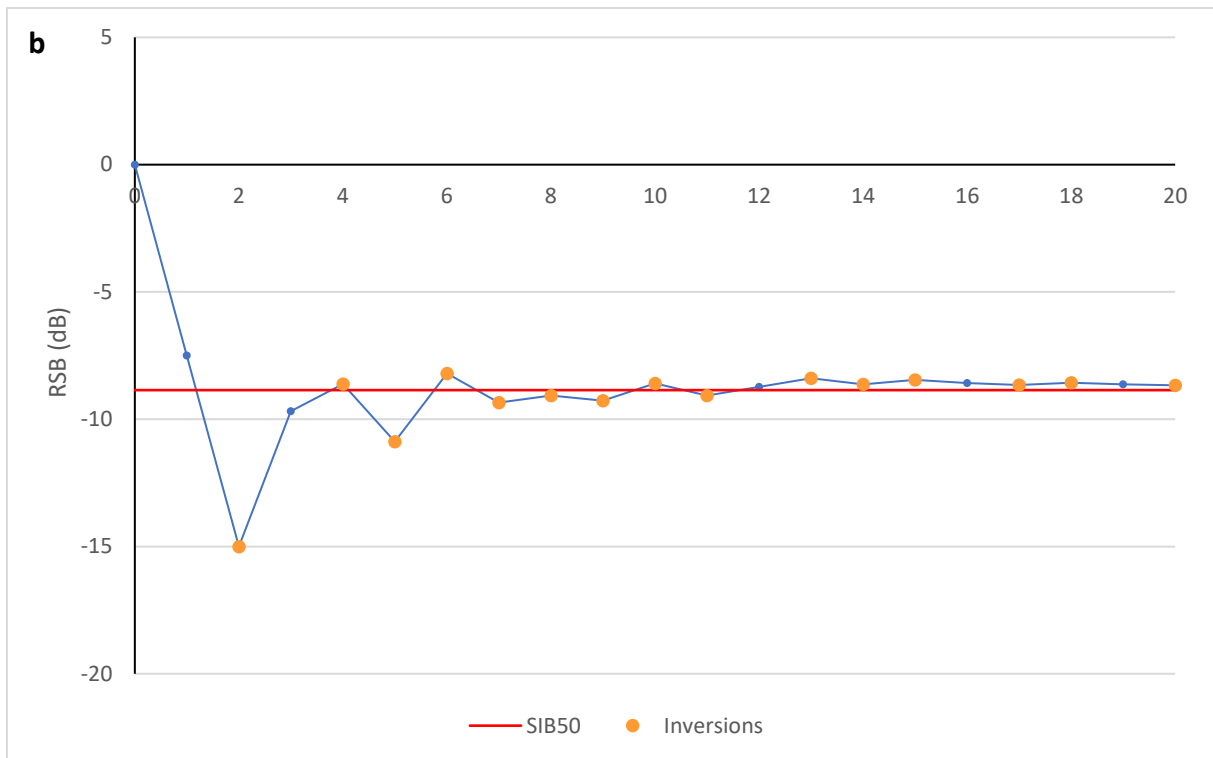
Si les valeurs normatives des différents tests sont généralement établies chez les normo-entendants en mesurant l'intelligibilité pour différents RSB fixés, beaucoup de tests n'ont pas vocation à être réalisés ainsi et proposent des procédures adaptatives où le RSB est ajusté en fonction des réponses du participant (9,10,16,17,11,8,18) (Niveaux de Preuve : 4) (Figure 3a et

b). Ce choix méthodologique permet de réduire considérablement la durée des tests et, malgré cette différence, les valeurs normatives établies à RSB fixe, restent valides pour les procédures adaptatives. Le plus souvent, le niveau de présentation du bruit est fixe pendant le test et le niveau de présentation du signal est ajusté : il décroît lorsque le sujet a répété correctement l’item précédent (augmentation du RSB) et décroît lorsque le sujet a échoué (diminution du RSB). Les procédures adaptatives ont toutefois le désavantage de se focaliser sur une mesure unique de l’intelligibilité, généralement le SIB50, et rares sont ceux proposant une estimation de la pente de la fonction d’intelligibilité (11) (Niveau de Preuve : 4).

D’autres tests proposent cependant d’évaluer l’intelligibilité dans le bruit pour différents RSB fixés (5,15) (Niveaux de preuve : 4). Cette approche permet une évaluation de la perception de la parole pour différents RSB plus proches des conditions réelles (RSB positifs), mais comporte un risque d’effet seuil ou plafond (0% ou 100% de réponses pour tous les RSB testés).

Dans le cas du test de Vocale Rapide dans le Bruit (14) (Niveau de Preuve :4), une formule permet d’estimer le SIB50 à partir du score obtenu pour des RSB prédéterminés allant de -3 à +18 dB.





**Figure 3 : Exemple d'ajustement du RSB au cours de procédure adaptatives.**

a) Pour le HINT, lorsque le sujet ne parvient pas à répéter la première phrase, le niveau de signal est augmenté de 4 dB. Dès que la première phrase est correctement répétée, le test se poursuit sans discontinuer avec des ajustements du niveau de signal de 4 dB pour les 4 premières phrases (orange) puis de 2 dB pour les 16 ajustements suivants (bleu). Le SIB50 correspond à la moyenne des 17 derniers niveaux (de 5 à 21, tracé bleu).

b) Pour le Framatrix, le niveau de présentation du signal est ajusté pour faire varier le RSB après chaque phrase en fonction du nombre de mots correctement répétés (de 0/5 jusqu'à 5/5) et du nombre d'inversions (en orange) ayant eu lieu au cours du test. Le SIB50 est calculé automatiquement par le logiciel.

### 3.3.2.2 Habituation

Lors de l'utilisation répétée d'un test, il est important de considérer la notion « d'habituation » : les sujets ayant tendance à améliorer significativement leurs performances entre les 3 premières réalisations (11). Il est donc particulièrement important de réaliser 2 entraînements avant de comparer plusieurs conditions d'écoute chez un même sujet.

### **Familiarisation avec la procédure de test**

- Pour s'assurer de sa validité, toute audiométrie vocale dans le bruit doit débuter par au moins 2 mesures blanches afin de familiariser le sujet avec la procédure de passation (Grade A).

#### 3.3.2.3 Importance du retest

Similairement, en plus de la familiarisation, un minimum de 2 évaluations successives est conseillé afin de s'assurer de la reproductibilité des résultats

#### 3.3.2.4 Type d'écoute

Les valeurs normatives de chaque test sont définies pour un type d'écoute (casque/inserts ou champ libre). Certains tests ont des valeurs normatives pour différentes conditions d'écoute. Le test doit ainsi être choisi en fonction de son utilisation : si les inserts ou le casque sont recommandés dans le cadre du dépistage des surdités ou pour le diagnostic initial, ils ne sont pas compatibles avec l'évaluation chez les sujets appareillés.

### **Conduction aérienne avec transducteurs (inserts ou casque)**

- L'utilisation de transducteurs en conduction aérienne est recommandée chaque fois qu'une évaluation oreilles nues séparées est indiquée (Avis d'expert)

Le champ libre, en plus de permettre de tester les sujets appareillés, permet aussi de tester le sujet dans des conditions plus écologiques et/ou plus variées. Si un seul haut-parleur (HP) peut suffire dans certaines indications, un minimum de 4 HP est nécessaire pour restituer la sensation de bruit diffus (19) (Niveau de Preuve : 4).

### **Champ Libre**

- Seule la réalisation en champ libre permet d'évaluer ou de comparer des gains prothétiques, l'apport de la binauralité ou de mesurer la perception dans le bruit dans un environnement au plus proche de la réalité (Avis d'expert).
- Les configurations à 2 HP peuvent servir à émettre sur 2 HP différents le signal et le bruit face au sujet ou à l'évaluation du bénéfice binaural, car ils permettent la restitution de différences interaurales physiologiques d'intensité et de temps (Grade A).
- Un minimum de 5 HP (4 pour le bruit et un pour le signal) ou plus est recommandé afin d'éviter les interférences acoustiques (Grade C).

### **3.4 Utilisation**

Le choix du test doit être fait en fonction des objectifs de sa réalisation : dépistage, diagnostic, mesure du gain prothétique ou de l'apport de la binauralité.

#### *3.4.1 Dépistage*

Les tests à base de chiffres (17,18) (Niveaux de Preuve : 4) sont des tests de dépistage des surdités. Ils sont facilement accessibles (internet ou application smartphone) et sont conçus pour être auto-administrés. Ainsi, en tant que tests de dépistage, ils permettent de mettre en évidence des difficultés auditives significatives (surdité de perception symétrique mais aussi surdité de perception asymétrique ou surdité de transmission pour le test antiphasique) mais ne suffisent pas au diagnostic. Lorsque leurs résultats suggèrent une détérioration de l'audition, il convient de s'orienter vers un spécialiste afin d'établir un diagnostic précis.

#### *3.4.2 Diagnostic initial*

Les valeurs normatives des tests sont établies chez le sujet normo-entendant. Ainsi, quand ces tests sont réalisés dans des conditions cliniques adéquates, ils peuvent participer au diagnostic voire à la quantification de troubles de l'audition.

- Lorsqu'elle est réalisée dans le cadre du diagnostic initial, l'audiométrie dans le bruit doit s'inscrire dans le cadre d'une évaluation complète de l'audition du sujet (audiométrie tonale, audiométrie vocale dans le silence, mesures objectives) (Grade A).
- Les procédures adaptatives visant à établir le SIB50 sont à privilégier dans le cadre du diagnostic initial lorsqu'on souhaite obtenir pour tous les sujets une mesure rapide et standardisée de la perception de la parole dans le bruit (Grade A)

Au-delà du diagnostic des surdités neurosensorielles ou de transmission, l'audiométrie vocale dans le bruit peut aussi servir à la mise en évidence d'autres troubles auditifs dont le diagnostic pourra être confirmé par une série de tests dédiée (<http://www.biap.org/fr/recommandations/%20recommandations/ct-30-processus-auditifs-centraux-p-a-c>).

- En cas de discordance entre l'audiométrie tonale et vocale, et en l'absence d'anomalie rétro cochléaire visible en IRM, un trouble spécifique de l'audition (trouble du traitement auditif, spectre des neuropathies auditives, surdité cachée) doit être recherché (Grade A).

### 3.4.3 Indication de l'appareillage auditif

Le décret de 2018 relatif à la nouvelle nomenclature des prothèses auditives (<https://beta.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037615111>) définit l'éligibilité à l'appareillage auditif sur la base d'un écart  $>3$  dB par rapport à la référence établie chez le normo-entendant.

- Seuls les tests dont les valeurs normatives sont établies en RSB (dB) peuvent servir de base à l'indication pour l'appareillage auditif (Avis d'expert).



#### 3.4.4 *Mesure du gain prothétique*

Chez le patient appareillé, ces tests peuvent aussi servir à mesurer le gain prothétique afin de vérifier l'apport des dispositifs de réhabilitation auditive (appareillage conventionnel par voie aérienne, implant cochléaire, prothèse à ancrage osseux, par conduction osseuse) et éventuellement d'adapter leurs réglages.

- Le gain prothétique est évalué exclusivement en champ libre (Avis d'expert).
- Si l'on veut obtenir son estimation rapide, les tests adaptatifs visant à mesurer le SIB50 sont à privilégier (Avis d'expert).
  - Les procédures utilisant plusieurs RSB fixes donnent une idée plus complète des performances des patients dans le bruit (Avis d'expert).
  - En cas de découragement du patient en raison d'un test jugé trop difficile et afin d'éviter les effets de seuils ou de plafond inhérents aux tests à RSB fixes, mieux vaut délivrer le signal de parole à des niveaux plus favorables par rapport au bruit, permettant par exemple la mesure du SIB70, c'est-à-dire le RSB permettant au sujet de reconnaître 70% du signal de parole (Grade B).
- L'apprentissage entraînant une amélioration du SIB50 à mesure des passations, le gain prothétique sera surestimé si les mesures sont d'abord conduites dans les conditions les plus défavorables (oreilles nues). À l'inverse, si on mesure le SIB50 d'abord avec prothèses, on évitera de surestimer le gain prothétique (Avis d'expert).

Similairement, les tests d'audiométrie vocale dans le bruit peuvent aussi servir à évaluer l'utilité et l'efficacité des traitements de signal implémentés dans les dispositifs de réhabilitation les plus récents.

- Pour prendre en compte les algorithmes de traitement du signal présents dans les dispositifs médicaux actuels, le bruit doit être diffusé par au moins 4 HP en amont du signal et de façon continue (Avis d'expert).
- L'évaluation de l'efficacité des microphones directionnels, d'un appareillage CROS, ou d'une adaptation bimodale, nécessite un minimum de 5 HP pour restituer un environnement le plus écologique possible. Les modalités d'évaluation doivent permettre de faire varier l'azimut du signal de parole pour tester différentes configurations spatiales (Avis d'expert).

#### 3.4.5 *Mesure du gain binaural*

L'audiométrie vocale dans le bruit peut aussi servir à mesurer l'apport de la binauralité (gain binaural) c'est-à-dire l'amélioration des performances lorsque le sujet perçoit son environnement sonore avec ses 2 oreilles. Dans ce cas, le signal provient généralement d'un HP situé face au sujet, le bruit venant d'un HP situé soit à gauche, soit à droite du sujet.

- Les principales mesures de gain binaural (démasquage, ombre de tête, sommation) sont obtenues en champ libre avec 2 HP placés sur un héli cercle de 1 m de rayon (Grade A).
- Avant d'effectuer les mesures de gain binaural avec les sources de signal et de bruit séparées, une familiarisation au test avec le signal et le bruit provenant tous deux de face est recommandée (Grade A).

#### 3.4.6 *Etudes cliniques*

Ces tests ont été conçus pour le dépistage ou le diagnostic d'atteintes auditives dans un cadre clinique, mais peuvent être utilisés dans le cadre d'un protocole de recherche. Les tests ayant des équivalents internationaux (Framatrix, FrBIO, VRB) sont alors particulièrement intéressants, car ils font l'objet d'autres études dans la littérature internationale.

- Si l'objectif est d'inclure dans une étude à large échelle des patients gênés dans le bruit, un test de dépistage trouvera toute son utilité (Grade A).
- Sinon, des tests dont les conditions de passation permettent une évaluation fine et stratifiée du bénéfice d'une intervention thérapeutique sont à privilégier (Grade A).

## **4 DESCRIPTION DES TESTS**

### **4.1 Audiométrie Verbo-Fréquentielle (AVfB) / DODELÉ**

#### *4.1.1 Matériel*

##### 4.1.1.1 Format du test :

CD audio spécialement enregistré pour la méthode dite « automatique », N°4 du Collège National d'Audioprothèse.

##### 4.1.1.2 Matériel Audio :

###### *4.1.1.2.1 Parole*

5 listes de logatomes (mots sans sens) de 3 phonèmes chacun + 2 listes d'entraînement.

Chaque liste est composée de 18 logatomes qui sont de la forme voyelle-consonne-voyelle (VCV) dont le premier sert à capter l'attention du patient.

L'unité d'erreur est le phonème.

Voix masculine.

Equilibré pour des patients presbycusiques.

###### *4.1.1.2.2 Bruit*

Bruit Onde Vocale Globale (OVG), constitué par un mélange de paroles issues de deux couples mixtes (femme homme), l'un parlant anglais l'autre français.

## 4.1.2 Procédure

### 4.1.2.1 Durée

L'AV<sub>f</sub>B utilise 6 listes, dont une d'entraînement, et dure moins de 10 minutes (une liste dure 72 secondes).

### 4.1.2.2 Conditions d'écoute

-Monaurale au casque.

-Binaurale diotique en champ libre. Pour la procédure dite « automatique », lorsque deux haut-parleurs (HP) sont utilisés, ils doivent être situés à hauteur d'oreille et à 1m, la parole est diffusée en face du patient et le bruit en arrière (à 180°). D'autres configurations sont possibles avec 4 et 7 HP. Dans ces cas, il est recommandé de diffuser la parole au moyen d'un seul haut-parleur situé face au sujet et de diffuser le bruit sur les autres haut-parleurs situés à intervalles réguliers autour du sujet (par exemple : signal de face + 3 HP situés à 90°, 180° et -90) pour le bruit en configuration 4 HP).

### 4.1.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'un test à RSB fixes.

Pour un sujet normo-entendant ou non appareillé, il est conseillé de fixer le niveau de parole au Seuil Subjectif de Confort Vocal, soit l'intensité minimale pour atteindre le pourcentage maximal d'intelligibilité vocale.

La description ci-dessous correspond à la procédure dite « automatique ».

La première liste d'entraînement non évaluée est lue à +12 dB RSB afin de familiariser le patient à l'exercice, puis, pour le test, on fait varier le RSB de +9 à -9 dB en faisant varier le niveau de bruit par pas de 3 dB.

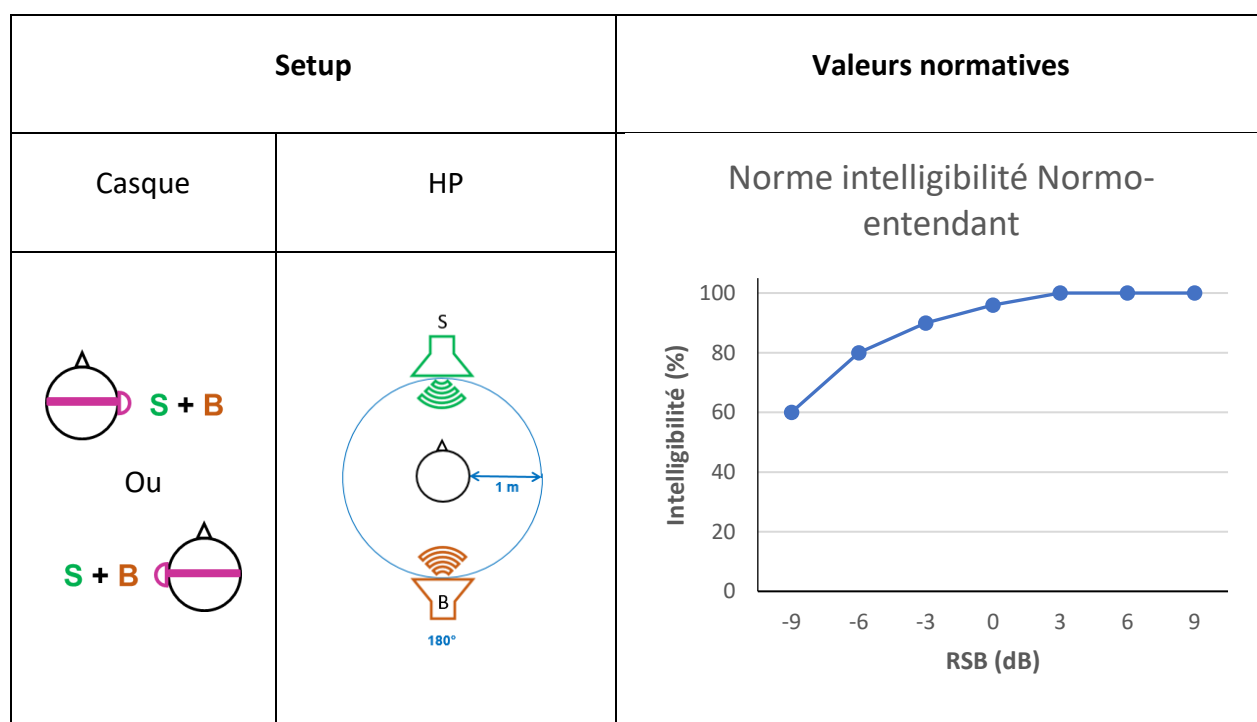
Le premier logatome n'a pour but que de fixer l'attention du sujet et n'est pas pris en compte pour l'évaluation. Les 17 logatomes suivants comportent au total 51 phonèmes, nombre arrondi à 50. Le nombre de phonèmes incorrects est comptabilisé puis multiplié par 2 afin d'obtenir le pourcentage d'erreur. puis on multiplie ce résultat par deux pour obtenir le pourcentage de confusion phonémique. Le score d'intelligibilité est alors calculé selon la formule :

$$\text{Score intelligibilité} = 100 - 2 \times \text{nombre de phonèmes incorrects}$$

Le test peut être arrêté lorsque que le patient atteint un score d'intelligibilité inférieur à 50%

#### 4.1.3 Valeurs normatives

n=51 normo-entendants, âges non précisés.



**Tableau 1 : Setup et courbe de référence de l'AVfB**

Le score d'intelligibilité devient inférieur à 100% pour les RSB inférieurs à 3 dB ; à -9 dB, le score d'intelligibilité est de 60%.

#### *4.1.4 Utilisation*

L'AV<sub>f</sub>B est utilisé dans le diagnostic de la surdité chez l'adulte et permet de comparer le gain prothétique après appareillage.

#### *4.1.5 Références bibliographiques*

(5,21) (Niveaux de Preuve : 4, Non Concerné)

### **4.2 Speech Understanding in Noise (SUN)**

*Développé initialement en italien, le SUN a été adapté en plusieurs langues dont le français.*

#### *4.2.1 Matériel*

##### 4.2.1.1 Format du test :

Logiciel + ordinateur + audiomètre

##### 4.2.1.2 Matériel audio :

###### *4.2.1.2.1 Parole :*

Liste de 12 consonnes intercalées entre deux voyelles (VCV)

###### *4.2.1.2.2 Bruit :*

Speech Weighted Noise = Bruit blanc filtré pour présenter la même densité spectrale qu'un signal de parole.

#### *4.2.2 Procédure*

##### 4.2.2.1 Durée

Moins d'une 1 minute par liste

Un entraînement à RSB fixe (+8 dB) est recommandé avant l'évaluation, l'ensemble entraînement et test représente moins de 2 minutes par oreille.

#### 4.2.2.2 Conditions d'écoute

Monaurale au casque.

#### 4.2.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'une procédure à RSB fixes où le niveau de la parole est fixe (il est conseillé de tester au niveau de parole de 60 dB SPL). Le niveau de présentation initial du bruit est à 58 dB SPL (RSB +2 dB) et croît de 2 dB à chaque présentation jusqu'à 68 dB SPL (-8 dB RSB).

A chaque présentation le sujet doit choisir parmi 3 réponses via un écran tactile (choix forcé).

Le nombre de bonne réponse est comptabilisé à l'issue de la liste.

#### 4.2.3 Valeurs normatives

n=150 adultes avec moyennes tonales variées, de 40 à 89 ans

Les résultats correspondent aux nombres de bonnes réponses :

- 9 bonne réponses ou plus : aucune difficulté d'écoute
- 7 ou 8 bonne réponses : contrôle de l'audition souhaitable
- 6 bonnes réponses ou moins : contrôle de l'audition recommandé

#### 4.2.4 Utilisation

C'est un test de dépistage de la presbyacousie permettant une évaluation rapide de l'audition afin d'aiguiller le patient vers un spécialiste lorsque le nombre de bonne réponse est inférieur à

En utilisant les VCV et un paradigme de réponse en choix forcé automatisé, l'influence des interactions auditives-cognitives et le rôle des fonctions non auditives sont limités par rapport à une tâche ouverte et permettrait ainsi de tester les auditeurs maîtrisant mal le français.

#### 4.2.5 Références bibliographiques

(6) (Niveaux de Preuve : 4)

### 4.3 Lafon dissyllabique - Procédure Marie Haps

*La procédure Marie Haps est une adaptation des listes de mots dissyllabiques de Lafon à l'audiométrie dans le bruit, cette procédure a été mise au point en Belgique et fait partie des tests recommandés par l'Institut national d'assurance maladie-invalidité belge (<https://www.inami.fgov.be/fr/professionnels/sante/audiciens/Pages/circulaires-audicien.aspx>)*

#### 4.3.1 Matériel

##### 4.3.1.1 Format du test :

CD audio N°2 du Collège National d'Audioprothèse.

##### 4.3.1.2 Matériel Audio :

###### 4.3.1.2.1 Parole

Listes dissyllabiques de Lafon : 10 listes de 10 mots.

L'unité d'erreur est le mot.

En Français.

Voix féminine.

Équilibrées phonétiquement.



#### 4.3.1.2.2 *Bruit*

Bruit vocal = bruit blanc filtré pour ne conserver que les fréquences basses et médiums (atténuation des aigus).

#### 4.3.2 *Procédure*

##### 4.3.2.1 *Durée*

Moins de 2 minutes par liste.

Il est recommandé de faire une liste d'entraînement avant d'effectuer les tests, soit moins de 10 minutes pour 1 entraînement + 3 listes.

##### 4.3.2.2 *Conditions d'écoute*

Monaurale au casque.

Binaurale diotique en champ libre soit avec le signal et le bruit sur un même HP situé face au sujet, à hauteur d'oreille et à 1m ; soit avec 3 HP situés à hauteur d'oreille et à 1m : l'un situé face au sujet et diffusant le signal, les 2 autres situés de part et d'autre du premier à 45° et -45° et diffusant le bruit.

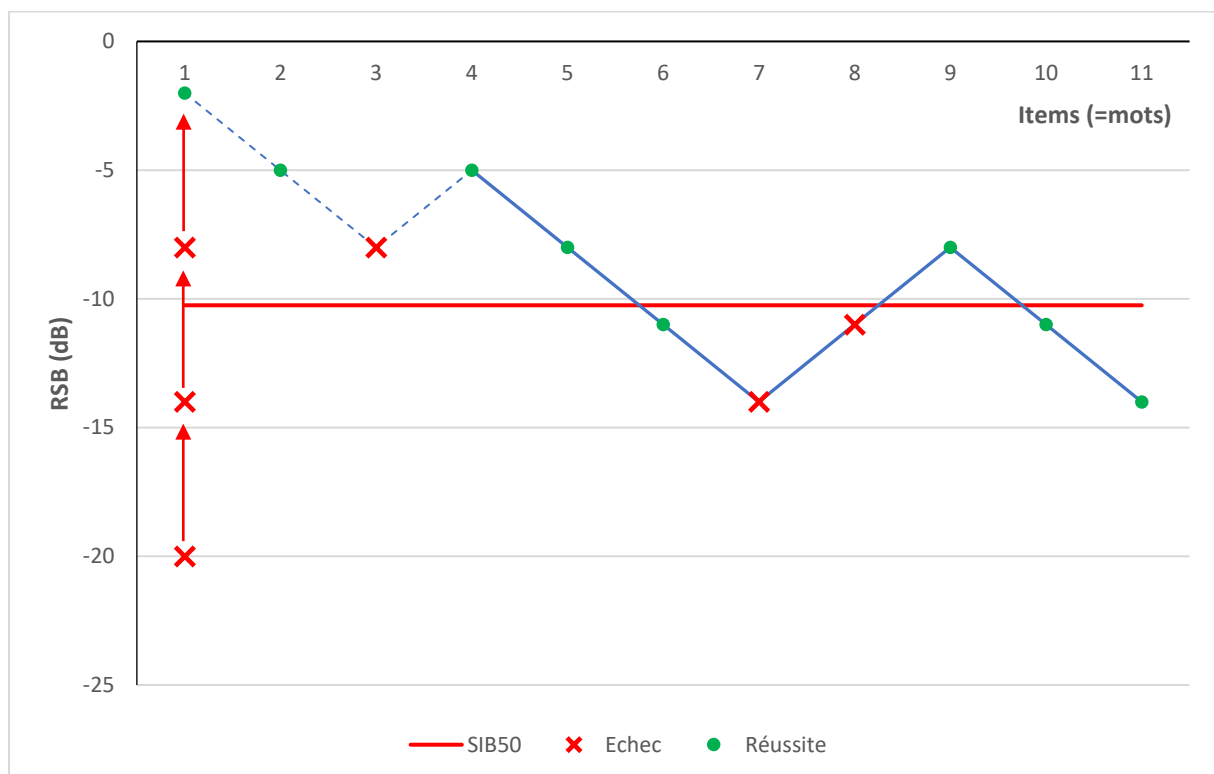
##### 4.3.2.3 *Déroulement du test*

Il s'agit d'une procédure adaptative où le bruit est fixé à 75 dB SPL. Initialement le niveau de signal (parole) est réglé à 55 dB (RSB = -20 dB) ; pour un sujet appareillé ou implanté il est possible de commencer avec un RSB plus favorable en choisissant un niveau de présentation de la parole plus élevé : 65 dB SPL par exemple (RSB = -10). Le niveau de la parole (et donc le RSB) diminue de 3 dB lorsque le sujet répète correctement le mot, le niveau de la parole

(RSB) augmente de 3 dB lorsque le mot n'a pas été correctement répété, ou de 6 dB s'il s'agit du premier mot.

Les conditions initiales sont telles que le sujet ne doit normalement pas réussir à identifier le premier mot. Tant que le premier mot n'est pas correctement identifié, le niveau de la parole (donc le RSB) est augmenté de 6 dB et le premier mot est à nouveau présenté au sujet. Dès que celui-ci est correctement répété, le niveau de la parole est diminué de 3 dB et le test se poursuit sans interruption jusqu'à la fin de la liste en conservant un pas de 3 dB.

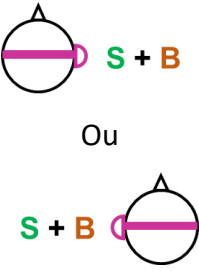
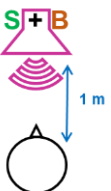
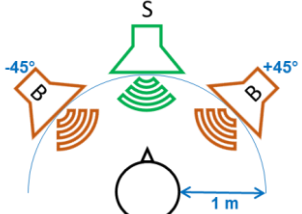
Le score (RSB correspondant à une intelligibilité de 50%, appelé SIB50 pour seuil des 50% d'intelligibilité dans le bruit) correspond à la moyenne des 8 derniers RSB ajustés en prenant en compte le RSB ajusté après le 10<sup>ème</sup> mot bien que celui-ci ne soit pas présenté ensuite.



**Figure 4 : Exemple de RSB au cours du test adaptatif utilisant les listes de Lafon dissyllabiques.** Le niveau du signal est ajusté par pas de 6 dB jusqu'à ce que le premier mot soit répété, puis par pas de 3 dB ensuite (tracé bleu). Le SIB50 (ligne rouge) correspond à la moyenne des 8 derniers RSB (tracé plein).

### 4.3.3 Valeurs normatives

n=131 normo-entendants, moyenne tonale BIAP <20 dB, de 17 à 30 ans.

Setup	Valeurs normatives SIB50 en dB RSB		
	Bruit vocal		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
<p>Casque</p> 	3.2	1.5	[0.2 ; 6.2]
<p>1 HP</p> 	0	1.2	[-2.4 ; 2.4]
<p>3 HP</p> 	-2.9	1.5	[-5.9 ; 0.1]

**Tableau 2 : Setup et valeurs normatives du test Lafon dissyllabique pour les différentes conditions d'écoute en présence de bruit vocal chez l'adulte**

### 4.3.4 Utilisation

Le test adaptatif dissyllabique de Lafon peut permettre de mettre en évidence des troubles auditifs dans le bruit lorsque les résultats du sujet sont hors des intervalles de confiance correspondants aux conditions d'écoute : par exemple hors de l'intervalle [0.2 ; 6.2] lorsqu'il est administré monoralement au casque.

Il peut également être utilisé pour mesurer le gain prothétique en comparant les scores avec et sans appareillage.

#### *4.3.5 Références bibliographiques*

(8) (Niveaux de Preuve : 4)

### **4.4 French Digit Triplet Test**

*Le French Digit Test est la version francophone du test de dépistage de l'Organisation Mondiale de la Santé.*

#### *4.4.1 Matériel*

##### 4.4.1.1 Format du test :

Site internet + écouteurs (existe en version application smartphone = hearWHO mais uniquement en anglais pour l'instant).

##### 4.4.1.2 Matériel audio :

###### *4.4.1.2.1 Parole*

10 listes de 27 triplets de chiffres.

Voix féminine.

###### *4.4.1.2.2 Bruit*

Speech Weighted Noise = Bruit blanc filtré pour présenter la même densité spectrale qu'un signal de parole.

## 4.4.2 Procédure

### 4.4.2.1 Durée

La durée de l'examen est de 5 minutes environ.

### 4.4.2.2 Conditions d'écoute

Le French Digit Triplet test a été originellement développé pour permettre une réalisation du test en monaurale via un téléphone fixe et en utilisant le pavé numérique pour répondre aux différentes présentations.

Il est désormais disponible sur le site internet <https://www.hein-test.fr/> et peut être réalisé à l'aide d'écouteurs standards.

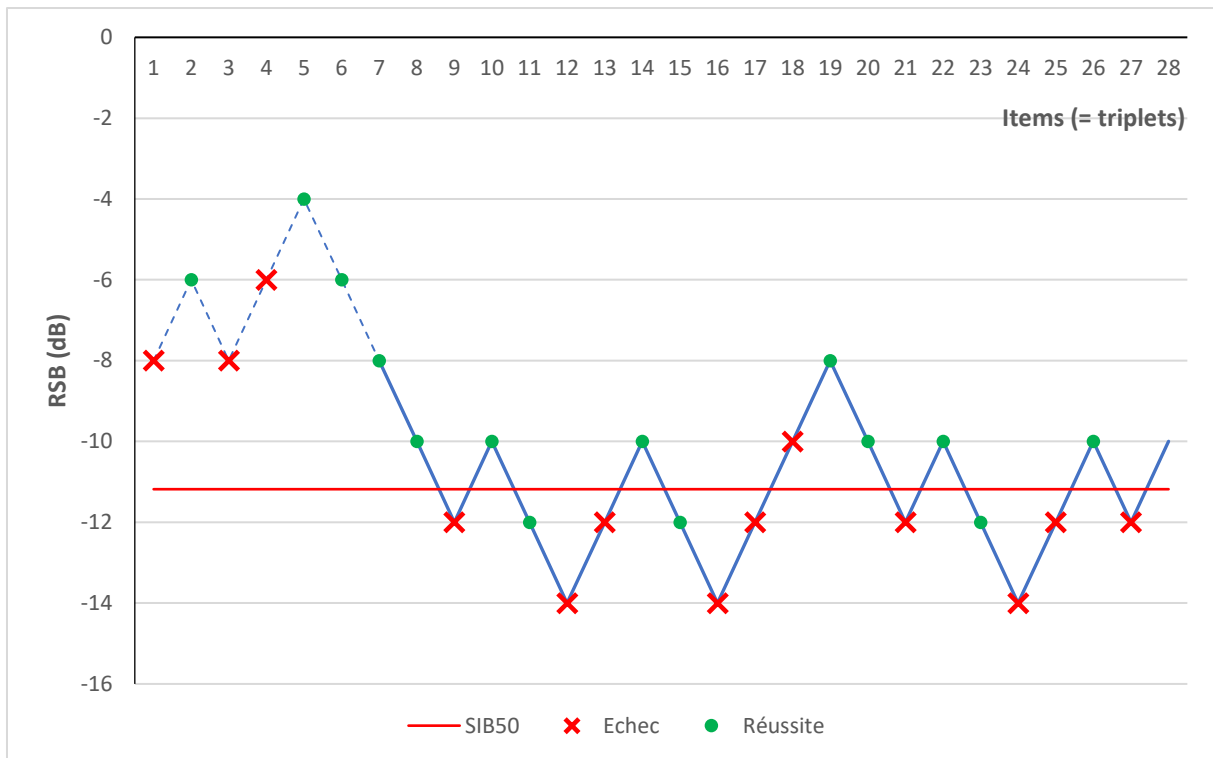
### 4.4.2.3 Déroulement du test

La procédure ci-dessous correspond à la version téléphonique du test.

Il s'agit d'une procédure adaptative où le bruit est fixé.

On commence la présentation de la parole -8 dB RSB par la présentation d'une séquence de trois chiffres (compris de 1 à 9) choisi aléatoirement. Le sujet doit alors indiquer ses 3 réponses via un pavé numérique et le triplet est considéré comme correct lorsque tous les chiffres sont restitués. Le niveau de parole est ajusté par ajustement -2 dB RSB si le triplet est correct et de +2 dB RSB si le triplet est faux. Au total, 27 triplets sont présentés à chaque test.



Le résultat est donné par la moyenne RSB des 22 dernières itérations (incluant le RSB ajusté après la 27<sup>ème</sup> présentation).



**Figure 5 : Exemple de RSB au cours du test adaptatif French Digit Test au casque.** Le niveau du signal est ajusté par pas de 2 dB. Le SIB50 correspond à la moyenne des 22 derniers RSB ajustés (tracé plein).

#### 4.4.3 Valeurs normatives

n=6 normo-entendants, moyenne tonale BIAP <20 dB, de 16 à 49 ans.

Setup	Valeurs normatives SIB50 en dB RSB		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
 Ou 	-10.2	0.5	[-11.2 ; -9.2]

**Tableau 3 : Setup et valeurs normatives du French Digit Triplet Test**

#### *4.4.4 Utilisation*

Le French Digit Test permet une auto-administration du test grâce au site internet. C'est un test qui a pour but le dépistage de la presbycusie, afin d'aiguiller le patient vers un spécialiste pour évaluer la fonction auditive ultérieurement lorsque ses résultats sont en dehors des intervalles de confiance.

#### *4.4.5 Références bibliographiques*

(17) (Niveau de Preuve : 4)

### **4.5 Test des 3 chiffres antiphasique**

#### *4.5.1 Matériel*

##### **4.5.1.1 Format du test :**

Application smartphone (Höra) + écouteurs

##### **4.5.1.2 Matériel audio :**

###### *4.5.1.2.1 Parole*

120 listes de 3 chiffres tirés aléatoirement.

Voix féminine.

###### *4.5.1.2.2 Bruit*

Speech Weighted Noise = Bruit blanc filtré pour présenter la même densité spectrale qu'un signal de parole

## 4.5.2 Procédure

### 4.5.2.1 Durée

La durée du test est de 3 minutes par liste.

### 4.5.2.2 Conditions d'écoute

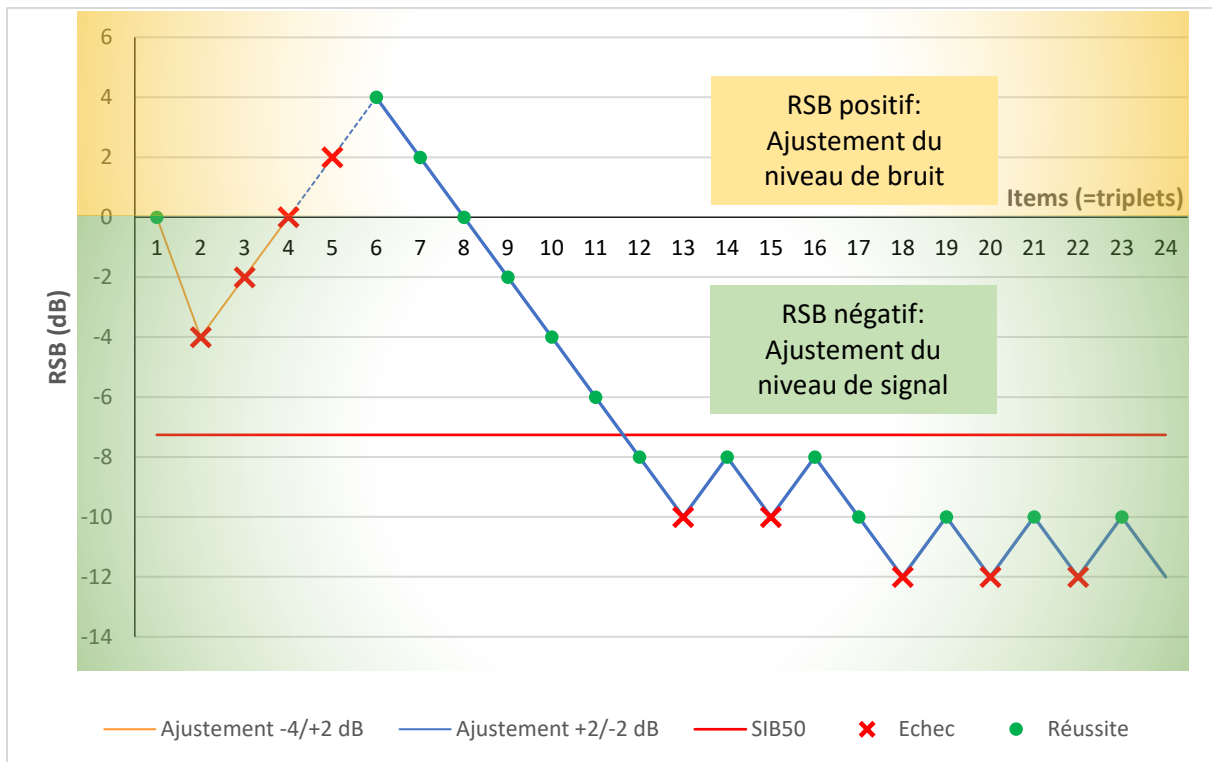
Binaurale dichotique au casque. La parole est émise en dichotique antiphasique, c'est-à-dire que les signaux sont en opposition de phase entre les deux oreilles. Le bruit est émis en diotique.

### 4.5.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'une procédure adaptative. On commence la présentation à 0 dB RSB. On présente successivement trois chiffres de 0 à 9 au patient. Le triplet est considéré comme correct si tous les chiffres sont restitués. Pour les trois premiers triplets, le pas est de -4 dB RSB en cas de réussite et de +2 dB RSB en cas d'échec. Pour le reste de la procédure le pas est de -2 dB en cas de réussite et de +2 dB en cas d'échec. Pour les RSB est négatifs, c'est le niveau de parole qui varie tandis que pour les RSB positifs c'est le niveau de bruit qui est ajusté. 23 triplets sont présentés à chaque test.

Le SIB50 est calculé en faisant la moyenne des 19 dernières itérations (incluant le RSB ajusté après la 23<sup>ème</sup> présentation).






**Figure 6 : Exemple de RSB au cours du test des trois chiffres antiphase.** Les ajustements sont de -4/+2 dB RSB pour les 3 premiers triplets (tracé orange), puis de -2/+2 dB RSB pour les suivants (tracé bleu) en ajustant le niveau de bruit lorsque le RSB est positif (zone supérieure jaune) et le niveau de signal lorsque le RSB est négatif (zone inférieure verte). Le SIB50 correspond à la moyenne des 19 derniers RSB ajustés (tracé plein).

#### 4.5.3 Valeurs normatives

n=26 anglophones normo-entendants, moyenne tonale BIAP <15 dB, de 19 à 67 ans.

Setup	Valeurs normatives SIB50 en dB RSB		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
	-18.4	1.4	[-21.2 ; -15.6]

**Tableau 4 : Setup et valeurs normatives du test des trois chiffres antiphase.**

#### 4.5.4 Utilisation

Le test des 3 chiffres antiphasique permet l'auto-administration grâce à l'application smartphone. La sensibilité est grandement améliorée dans le cas du test antiphasique comparé au French digit triplet test, particulièrement dans le cas des surdités unilatérales et des troubles centraux de l'audition (auxquels le French Digit Test n'est pas sensible). C'est un outil de dépistage précoce de la presbyacousie, mais aussi des « surdités cachées » telles que les neuropathies et les troubles centraux de l'audition.

L'OMS met à disposition l'application et la version française (Höra) est disponible depuis novembre 2019

#### 4.5.5 Références bibliographiques

(18) (Niveau de Preuve : 4)

### 4.6 French Intelligibility Sentence Test (FIST)

#### 4.6.1 Matériel

##### 4.6.1.1 Format du test :

CD audio

##### 4.6.1.2 Matériel Audio :

###### 4.6.1.2.1 Parole

14 listes de 10 phrases + 1 liste d'entraînement de 20 phrases ;

Voix masculine ;

Équilibrées en difficulté.

#### 4.6.1.2.2 *Bruit*

Speech Weighted Noise = Bruit blanc filtré pour présenter la même densité spectrale qu'un signal de parole.

#### 4.6.2 *Procédure*

##### 4.6.2.1 *Durée :*

Moins de 4 minutes par liste

##### 4.6.2.2 *Condition d'écoute :*

Test binaural au casque ; il n'existe aucune indication concernant le champ-libre mais avec une calibration adéquate, ce test pourrait être réalisé dans cette configuration en utilisant une source de signal et de bruit située face au sujet.

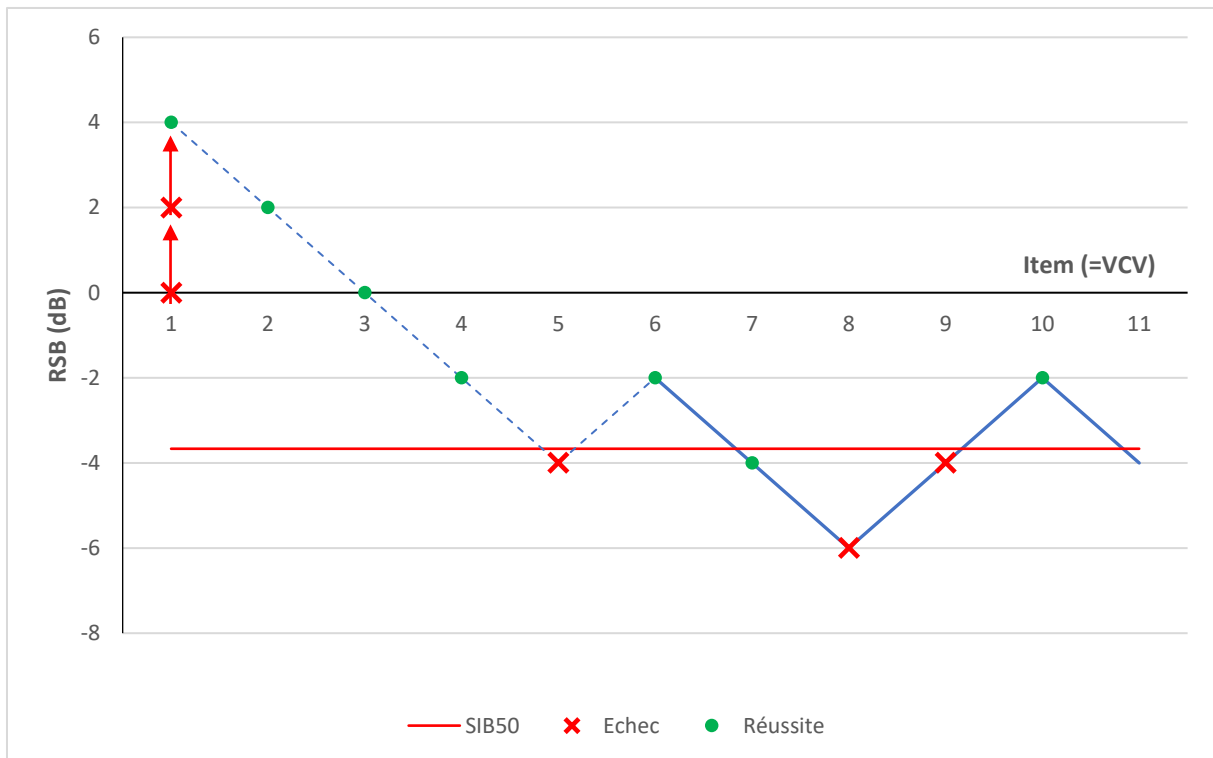
##### 4.6.2.3 *Déroulement du test :*

Il s'agit d'une procédure adaptative où le bruit est fixé à 65 dB SPL, initialement le niveau de signal (parole) est réglé à 65 dB SPL (RSB = 0).

Le niveau de la parole (et donc le RSB) diminue de 2 dB lorsque le sujet répète correctement la phrase (aux substitutions acceptées près), le niveau de la parole (RSB) augmente de 2 dB lorsque le sujet n'a pas correctement répété la phrase.

Pour définir le RSB initial, le sujet doit répéter la première phrase, si celle-ci n'est pas correctement répétée le niveau de la parole est augmenté de 2 dB et la première phrase est rediffusée. Dès que celle-ci, est correctement répétée, le niveau de la parole est diminué de 2 dB et le test se poursuit sans interruption jusqu'à la fin.

Le SIB50 correspond à la moyenne des 6 derniers RSB.


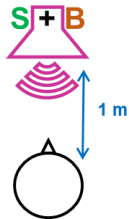


**Figure 7 : Exemple de RSB au cours du test adaptatif FIST.** Lorsque le sujet ne parvient pas à répéter la première phrase, le niveau de signal est augmenté de 2 dB. Dès que la première phrase est correctement répétée, le test se poursuit sans discontinuer avec des ajustements du niveau de signal de 2 dB. Le SIB50 correspond à la moyenne des 6 derniers RSB ajustés (tracé plein).

#### 4.6.3 Valeurs normatives

n=20 adultes francophones normo-entendants (10 Français + 10 Belges), moyenne tonale BIAP

<25 dB, âge non précisé.

Setup		Valeurs normatives SIB50 en dB RSB			Valeurs normatives Pente en %/dB		
Casque	Haut-Parleur	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance	Moyenne	Erreur de la moyenne	Intervalle de confiance
		-7.4	0.7	[-8.8 ; -6.0]	20.2	2.6	[15.0 ; 25.4]

**Tableau 5 : Valeurs normatives du test FIST chez l'adulte**

#### 4.6.4 Utilisation

Lorsqu'administré binauralement au casque, le FIST peut servir à diagnostiquer une perte d'intelligibilité dans le bruit lorsque le SIB50 d'un sujet n'est pas dans l'intervalle de confiance [-8.8 ; -6.0] dB RSB.

#### 4.6.5 Références bibliographiques

(16) (Niveau de Preuve : 4)

### 4.7 Framatrix

*Le Framatrix est l'adaptation francophone du test international Matrix.*

#### 4.7.1 Matériel

##### 4.7.1.1 Format du test :

Setup complet (ordinateur + logiciel + audiomètre + casque et/ou HP)

#### 4.7.1.2 Matériel Audio :

##### 4.7.1.2.1 Parole

28 listes de 10 phrases de 5 mots générées à partir de 50 mots (10 noms + 10 verbes + 10 nombres + 10 objets + 10 couleurs) ; regroupées par 2 ou 3 (20 ou 30 phrases)

Voix féminine ;

Équilibrées phonétiquement.

##### 4.7.1.2.2 Bruit

Bruit spectralement équilibré avec le signal issu de la concaténation des 280 phrases possibles du test.

#### 4.7.2 Procédure

##### 4.7.2.1 Durée

Environ 4 minutes par liste de 20 phrases.

Il est recommandé d'utiliser 2 listes de 20 phrases pour entraîner le sujet (10 minutes environ) ; il faut donc compter une vingtaine de minutes pour 2 listes de 20 phrases avec entraînement préalable.

##### 4.7.2.2 Conditions d'écoute

-Monaurale au casque.

-Binaurale diotique de face en champ libre avec 2 HP situés face au sujet, à hauteur d'oreille et à 1m (procédure clinique standard). D'autres configurations d'écoute sont possibles en séparant les sources de signal et de bruit pour mesurer l'apport de la binauralité par exemple.

Quel que soit le mode de diffusion, le calibrage doit être effectué et être approuvé par la société commercialisant le Framatrix (HörTech Institute).

#### 4.7.2.3 Déroulement du test

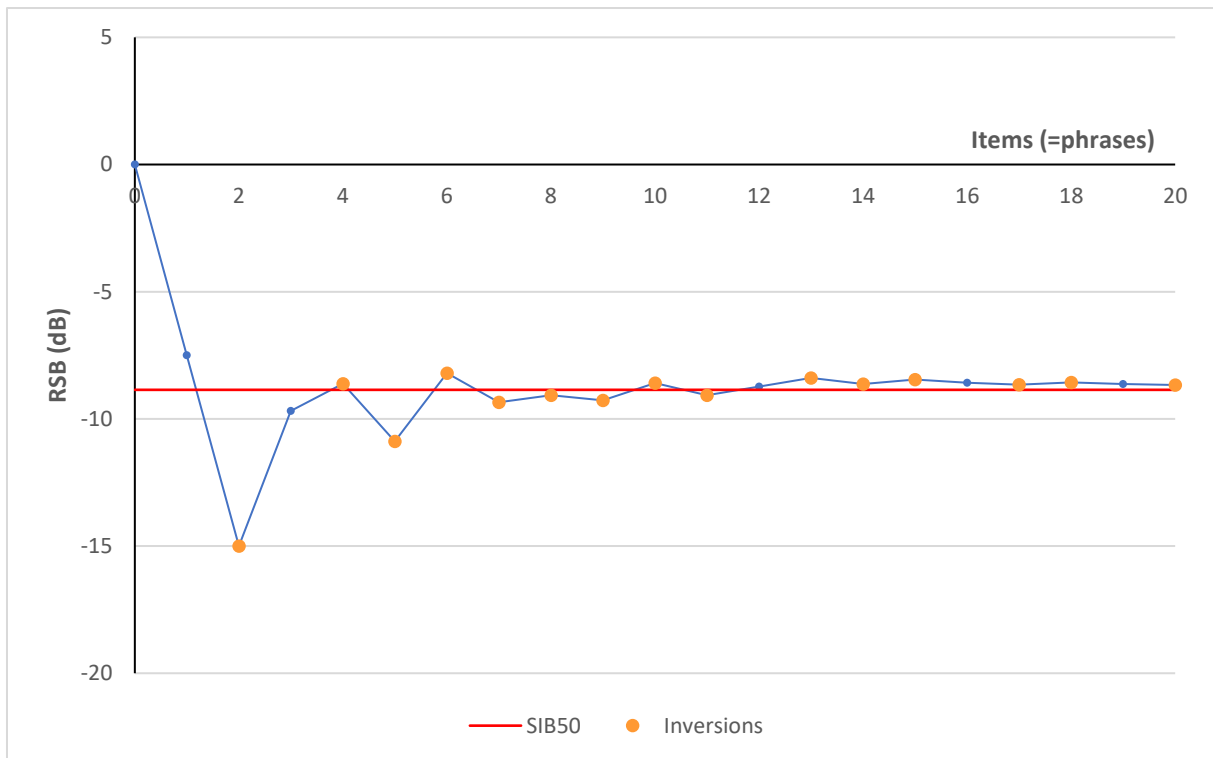
Il s'agit d'une procédure adaptative où le bruit est fixé à 65 dB SPL. Initialement, le niveau de signal (parole) est réglé à 65 dB SPL (RSB = 0 dB).

Le sujet doit - soit répéter la phrase de 5 mots (condition ouverte),

- soit choisir les mots entendus à partir de la matrice contenant les 50 mots du test répartis en catégories (condition fermée), cette condition peut permettre de rendre le test accessible à certains patients ne pouvant effectuer le test en condition ouverte (défaut de maîtrise du français, troubles cognitifs).

Le RSB est ajusté après chaque phrase en prenant en compte le nombre de mots correctement répétés et le nombre d'inversions. Une inversion correspond au passage d'une séquence décroissante du RSB à une séquence croissante ou inversement. Dans le cas du Framatrix, une inversion intervient lorsque le sujet passe d'une séquence où il reconnaît plus de la moitié de la phrase (3 mots ou plus) à une séquence où il reconnaît moins de la moitié de la phrase (2 mots ou moins), ou inversement.

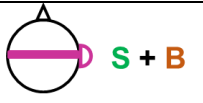
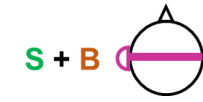
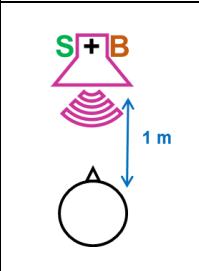
Le logiciel détermine automatiquement le SIB50 (en dB RSB) à la fin de la liste.



**Figure 8 : Exemple de RSB au cours du test Framatrix.** Le niveau de présentation du signal est ajusté pour faire varier le RSB après chaque phrase en fonction du nombre de mots correctement répétés (de 0/5 jusqu'à 5/5) et du nombre d'inversions (en orange) ayant eu lieu au cours du test. Le SIB50 est calculé automatiquement par le logiciel.

#### 4.7.3 Valeurs normatives

n=20 normo-entendants, moyenne tonale BIAP <20 dB, de 20 à 29 ans.

Setup		Valeurs normatives SIB50 en dB			Valeurs normatives Pente en %/dB		
		RSB			% /dB		
Casque	Haut-Parleur	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
 Ou 		-6.0	1	[-8.0 ; -4.0]	14	1.6	[10.8 ; 17.2]

**Tableau 6 : Setup et valeurs normatives du test Framatrix chez l'adulte.**



#### 4.7.4 Utilisation

Lorsqu'il est administré monoralement au casque, le Framatrix peut servir à diagnostiquer une perte d'intelligibilité dans le bruit lorsque le SIB50 d'un sujet n'est pas dans la plage de normalité [-8 ; -4] dB RSB.

Il peut également être utilisé pour mesurer le gain prothétique ou mesurer l'apport de la binauralité (démasquage binaural) par comparaison des scores obtenus en condition binaurale et monaurale.

#### 4.7.5 Références bibliographiques

(11,12,22) (Niveaux de Preuve : 4, 4, Non Concerné)

## 4.8 FrBIO

*Le FrBio est l'adaptation francophone internationale du test AzBio très utilisé en Amérique anglophone.*

### 4.8.1 Matériel

#### 4.8.1.1 Format du test :

Fichiers audios audio au format WAV (phrases et bruit compétitifs) disponible sur CD ou à partir de la plateforme Happy Neuron.

#### 4.8.1.2 Matériel Audio :

##### 4.8.1.2.1 Parole

30 listes équilibrées de 20 phrases (longueur entre 3 et 12 mots, 2 voix féminines et 2 voix masculines).

#### 4.8.1.2.2 *Bruit*

Le bruit peut être multi-locuteurs (créé à partir du mélange de 10 phrases produites par les 4 locuteurs) ou un bruit de spectre de parole (speech noise). Le test AzBio d'origine propose un bruit multi-locuteur.

#### 4.8.2 *Procédure*

##### 4.8.2.1 *Durée*

La passation d'une liste requiert environ 5 minutes. Il est proposé d'utiliser 2 listes pour chaque condition d'évaluation afin de contrôler la variance, soit 15 minutes au total avec entraînement préalable.

##### 4.8.2.2 *Conditions d'écoute*

Binaurale diotique en champs champ libre.

Le test peut être diffusé soit avec le matériel clinique classique (1 ou 2 HP de face, à hauteur d'oreille et à 1m + audiomètre + ordinateur) soit avec le Système Immersion 360 (8 haut-parleurs réels et 8 virtuels disposés sur les 360 degrés d'un cercle horizontal situé à hauteur d'oreille et à 1m). Dans ce cas, toutes les configurations de positionnement du signal et du bruit sont possibles.

Le FrBio peut aussi être administré sur un ordinateur à partir de la plate-forme Happy Neuron.

##### 4.8.2.3 *Déroulement du test*

Il s'agit d'un test à RSB fixes. Pour chaque liste, la parole est envoyée à 63 dB Level A-weighted equivalent (LAeq) et le bruit est émis à 53, 58 ou 63 dB LAeq soit des RSB de +10, +5 et 0 dB respectivement. Le score correspond au pourcentage de mots correctement restitués par liste (mot restitué/mot dans la liste  $\times 100$ ).

#### 4.8.3 Valeurs normatives

n = 15 sujets Français et 15 sujets Québécois, tous normo-entendants, de 18 à 30 ans.

Conditions d'écoute	RSB	Moyenne (% de mots correctement restitués)	Ecart-type	Intervalle de confiance
Silence		99.42	0.61	[98.2 ; 100.64]
Bruit de parole (de face)	+10 dB	99.19	0.96	[97.27 ; 101.11]
	+5 dB	99.19	0.96	[97.27 ; 101.11]
	0 dB	93.19	3.37	[86.45 ; 99.93]
Bruit multi-locuteur (de face)	+10 dB	98.62	0.71	[97.2 ; 100.04]
	+5 dB	96.06	2.31	[91.44 ; 100.68]
	0 dB	80.25	6.77	[66.71 ; 93.79]

**Tableau 7 : Valeurs normatives des scores du FrBio pour les différentes conditions d'écoute**

#### 4.8.4 Utilisation

Le FrBio est applicable auprès de tout patient adulte francophone et permet de diagnostiquer une perte d'intelligibilité dans le bruit lorsque la performance individuelle se situe sous l'intervalle de confiance.

#### 4.8.5 Références bibliographiques

(13,15) (Niveaux de Preuve : 4, 4)

## **4.9 Hearing In noise Test (HINT)**

### *4.9.1 Matériel*

#### 4.9.1.1 Format du test :

CD audio N°3 du Collège National d'Audioprothèse (5 listes)

#### 4.9.1.2 Matériel Audio :

##### *4.9.1.2.1 Parole*

12 listes de 20 phrases + 2 listes d'entraînement ;

En Français Québécois (les 5 premières listes utilisables en France sont celles présentes sur le CD3 du Collège national d'audioprothèse) ;

Voix masculine ;

Equilibrées phonétiquement ;

Substitution autorisée (par exemple : ma/ta/sa, les substitutions autorisées sont indiquées dans les listes).

##### *4.9.1.2.2 Bruit*

Bruit blanc filtré spectralement selon le spectre à long terme de l'ensemble des listes

### *4.9.2 Procédure*

#### 4.9.2.1 Durée

Environ 3 minutes par liste.

Il est recommandé de faire une liste d'entraînement dans le silence avant d'effectuer les tests dans le bruit), il faut compter 10 minutes pour 1 liste d'entraînement et 2 listes de test.

#### 4.9.2.2 Conditions d'écoute

Binaurale diotique ou dichotique au casque ou en champ libre (2 HP nécessaires pour 3 emplacements : gauche = -90°, face = 0° et droite 90 ; tous à hauteur d'oreille et à 1m de distance avec calibration pour reproduire les mêmes niveaux sonores qu'au casque).

Source du signal (parole) à 0° (face au sujet) ; bruit soit à -90° (gauche), à 0° (face ; dans ce cas possibilité d'utiliser le même HP que pour le signal) ou à 90° (droite)

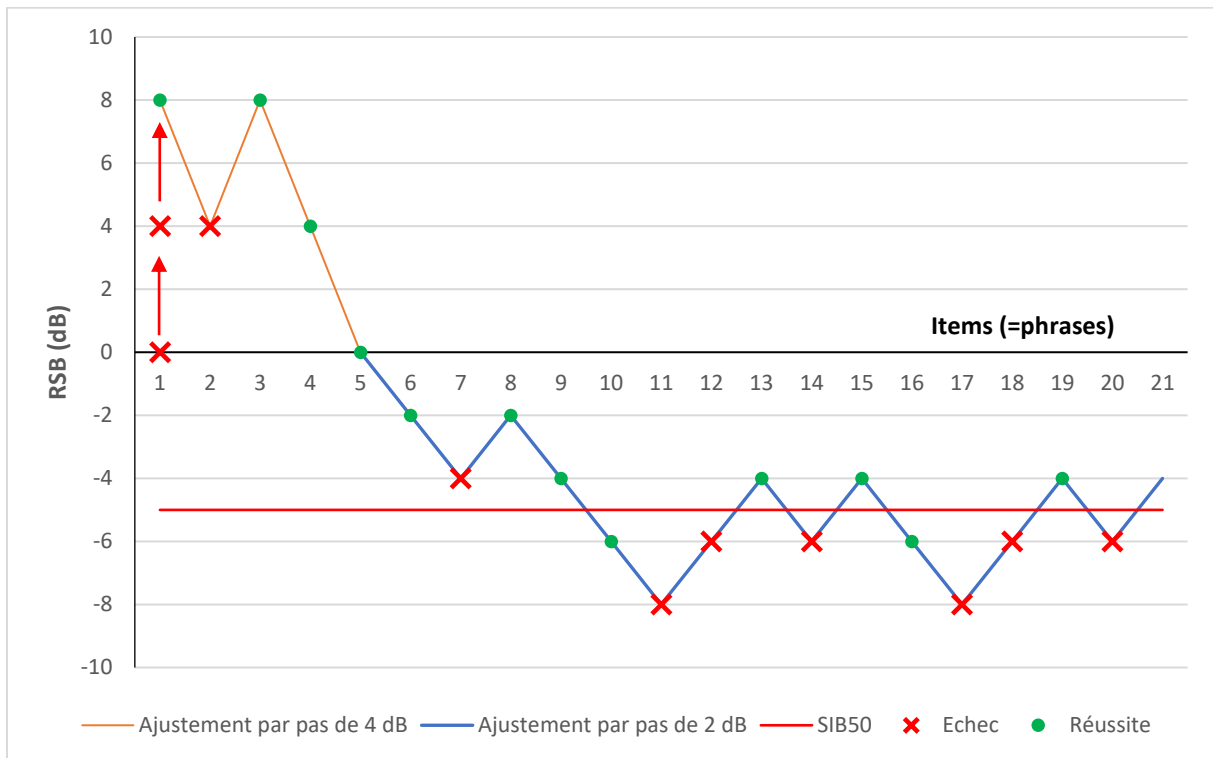
#### 4.9.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'une procédure adaptative pour laquelle le bruit est fixé à 65 dBA. Initialement le niveau de signal (parole) est réglé à 60 dBA (Ratio Signal sur Bruit : RSB = -5 dB) ; pour un sujet appareillé ou implanté il est possible de commencer avec la parole au même niveau que le bruit : 65 dB (RSB = 0). Le niveau de la parole (et donc le RSB) diminue lorsque le sujet répète correctement la phrase (aux substitutions acceptées près), le niveau de la parole (RSB) augmente lorsque le sujet n'a pas correctement répété la phrase.

Pour définir le RSB initial, le sujet doit répéter la première phrase aux substitutions autorisées près. Si celle-ci n'est pas correctement répétée le niveau de la parole est augmenté de 4 dB et la première phrase est rediffusée. Dès que celle-ci, est correctement répétée, le niveau de la parole est diminué de 4 dB et le test se poursuit sans interruption jusqu'à la fin de la liste. Les ajustements sont de 4 dB pour les 4 premières phrases puis de 2 dB ensuite.

Le SIB50 correspond à la moyenne des 16 derniers RSB. En plus des scores pour chacune des configurations, il est également possible de calculer un score composite à partir des scores obtenus dans chacune des conditions de bruit selon la formule :


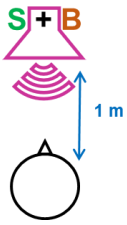

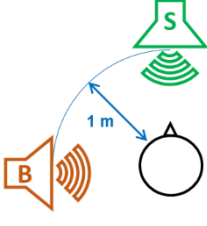

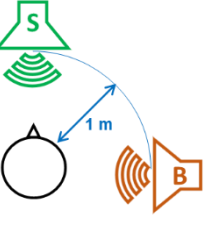
$$ScoreComposite = \frac{2 \times ScoreBruit_{Face} + ScoreBruit_{Gauche} + ScoreBruit_{Droit}}{4}$$



**Figure 9 : Exemple de RSB au cours du test adaptatif HINT.** Lorsque le sujet ne parvient pas à répéter la première phrase, le niveau de signal est augmenté de 4 dB. Dès que la première phrase est correctement répétée, le test se poursuit sans discontinuer avec des ajustements du niveau de signal de 4 dB pour les 4 premières phrases (orange) puis de 2 dB pour les 16 ajustements suivants (bleu). Le SIB50 correspond à la moyenne des 17 derniers RSB ajustés (tracé bleu).

#### 4.9.3 Valeurs normatives

n = 36 sujets québécois normo-entendants, moyenne tonale BIAP <15 dB, de 18 à 45 ans.

Condition	Setup		Valeurs normatives SIB50 en dB RSB		
	Casque	Haut-Parleur	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Bruit de Face (F)			-3	1.1	[-5.2 ; -0.8]
Bruit Gauche (G)			-11.4	1.3	[-14.0 ; -8.8]
Bruit Droit (D)					
Score composite	$= \frac{2 \times F + G + D}{4}$		-7.2	0.8	[-8.8 ; -5.6]

**Tableau 8 : Setup et valeurs normatives du test HINT pour les différentes conditions d'écoute**

#### 4.9.4 Utilisation

Le HINT peut permettre de mettre en évidence des troubles auditifs dans le bruit lorsque les résultats du sujet sont hors des intervalles de confiance correspondants aux conditions d'écoute : par exemple hors de l'intervalle [-5.2 ; -0.8] pour une écoute binaural diotique en champ libre.

Il peut également être utilisé pour mesurer le gain prothétique ou mesurer l'apport de la binauralité (démasquage binaural) par comparaison des scores obtenus en condition binaurale et monaurale.

#### *4.9.5 Références bibliographiques*

(9,10) (Niveaux de Preuve : 4, 4)

### **4.10 Vocale Rapide dans le Bruit (VRB)**

#### *4.10.1 Matériel*

##### 4.10.1.1 Format du test :

En champ libre : logiciel + ordinateur + 1 ou 5 HP

Au casque : CD Audio

##### 4.10.1.2 Matériel Audio :

###### *4.10.1.2.1 Parole*

15 listes de 9 phrases (et 2 listes d'entraînement) issues du corpus Marginal Benefit from Acoustical Amplification (MBAA), avec 3 mots clés par phrase.

Voix féminine.

Equilibrées phonétiquement.

###### *4.10.1.2.2 Bruit*

Bruit Onde Vocale Globale (OVG).

#### *4.10.2 Procédure*

##### 4.10.2.1 Durée

Le test dure environ 5 minutes, il est conseillé d'utiliser la liste d'entraînement avant le test et il est recommandé d'utiliser un minimum de 4 listes pour obtenir une précision statistique suffisante.



#### 4.10.2.2 Conditions d'écoute

-Binaurale diotique au casque THD-39 ou en champ libre.

-En champ libre on utilise soit 1 HP situé face au patient, soit 5 haut-parleurs situés à 0° d'azimut et à 60°, 120°, -120°, -60° autour du patient, à hauteur d'oreille et à 1m de distance.

Dans la configuration 1HP, bruit et signal sont diffusés sur le même haut-parleur. Dans la configuration 5 HP, le signal est émis de face (azimut 0°) et le bruit dans les 5 haut-parleurs.

#### 4.10.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'une procédure à RSB fixes où le niveau de la parole est fixe (il est conseillé de tester au niveau de parole de 65 dB SPL).

Pour chaque liste, la première phrase est énoncée dans le silence, évaluant ainsi l'intelligibilité maximale dans le silence. Les 8 phrases suivantes sont émises avec des RSB compris entre +18 dB et -3 dB échelonnés par pas de 3 dB.

Le score (noté/24 par liste) se compte en nombre de mot-clé correctement restitué (3 points possibles par phrase) sur les 8 dernières phrases de la liste. Le test se termine à la fin des 9 phrases ou précocement si le patient obtient un score de 0 sur deux phrases consécutives.

La procédure est automatisée et permet d'obtenir simultanément la courbe de performance et le SIB50 calculé avec l'équation Spearman-Kärber :

$$SIB50 = i + \frac{d}{2} - \frac{d * r}{n} = 18 + \frac{3}{2} - \frac{3 * r}{3} = 19.5 - r$$

i = Niveau initial de présentation du test (dB RSB)

d = Pas en dB


n = Nombre d'items testés par phrase

r = Nombre de réponses correctes

#### 4.10.3 Valeurs normatives

##### 4.10.3.1 Valeurs normatives pour le casque TDH-39

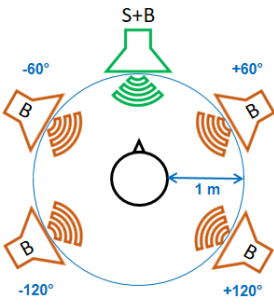
n = 12 sujets normo-entendants, moyenne tonale BIAP <20 dB, de 19 à 39 ans.

Setup	Valeurs normatives SIB50 en dB RSB			Valeur normative pente (%/dB)
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance	Pente
	0.08	0.55	[-1.18 ; 1.02]	19.3

**Tableau 9 : Valeurs normatives du test VRB au casque TDH-39**

##### 4.10.3.2 Valeurs normatives en champ libre 5.1 HP (n=200)

n = 200 sujets normo-entendants, âges inconnus.

Setup	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
	-0.37	0.98	[-2.33 ; 1.59]

**Tableau 10 : Valeurs normatives du test VRB en champ libre 5.1**

#### *4.10.4 Utilisation*

Le test VRB est un outil de diagnostic rapide évaluant la perte de RSB d'un patient par rapport à des sujets normo-entendants par le calcul du SIB50.

Comme pour l'audiométrie tonale en dB HL, le test VRB a été calibré pour qu'un sujet normo-entendant obtienne un SIB50 de 0 dB. Pour un patient, le SIB50 calculé à la fin du test correspond donc directement à sa perte de RSB et permet une évaluation immédiate du niveau de son niveau de gêne dans le bruit en le comparant à un sujet normo-entendant.

Il permet aussi l'évaluation du bénéfice prothétique et mesurer l'apport de la binauralité.

#### *4.10.5 Références bibliographiques*

(14) (Niveau de Preuve : 4)

## **5 DISCUSSION**

Nous avons choisi de présenter ici les tests les plus usités et/ou pour lesquels nous avons suffisamment d'informations concernant leur validation et leurs valeurs normatives. Les préconisations d'utilisations de ces tests sont indiquées dans le tableau 11 et leurs principales caractéristiques tableau 12.

	AVfB	SUN	Marie Haps	French Digit Triplet Test	Triplet Anti-phasiques	Fra matrix	FrBIO	HINT	FIST	VRB
Dépistage	+	+++	+	+++	+++	+/-	+/-	++	+	++
Diagnostic initial	+++	+/-	+++	+/-	+	+++	+++	+++	+++	+++
Indication appareillage auditif	-	-	+++	+/-	+/-	+++	-	+++	+++	+++
Mesure gain audio prothétique	++	-	++	-	-	+++	++	+	+	+++
Implant cochléaire	+	-	++	-	-	+++	++	+	+	+++
Mesure gain binaural	+	-	+	-	-	+++	-	++	+	+/-
Etudes cliniques	+	-	++	+	+	+++	+++	+	++	++

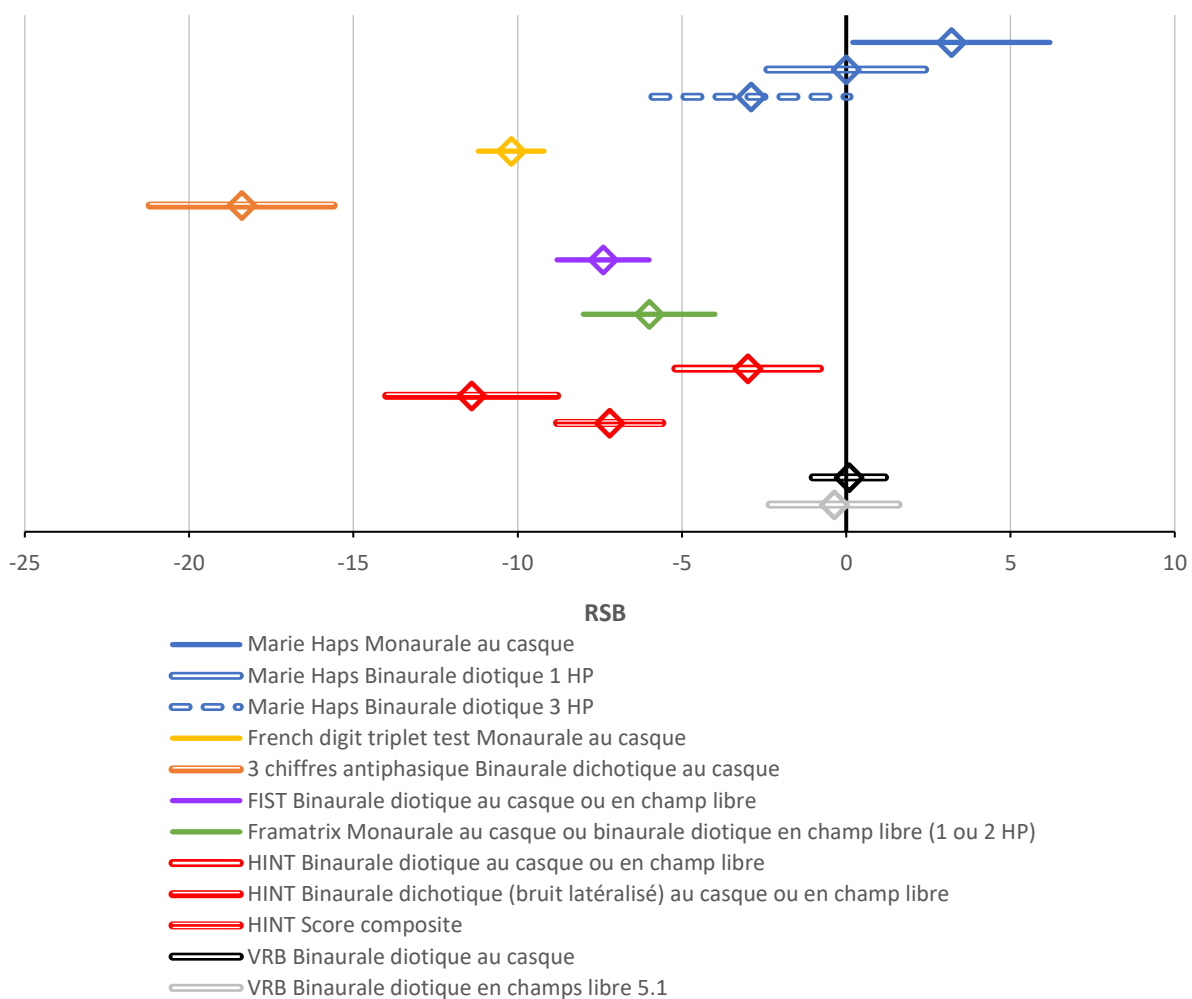
**Tableau 11 : Préconisations d'utilisation pour les différents tests francophones de compréhension de la parole dans le bruit présentés dans ce document**

Test	Matériel vocal	Bruit	Type d'écoute	Durée (entraînement + passation)	RSB
AVfB	Logatomes (correction au phonème)	Bruit d'Onde Vocale Globale (multi-locuteur)	Monaurale au casque Binaurale diotique en champ libre (2, 4 ou 7 HP)	<10 minutes	Fixe (7 niveaux de -9 à +9 par pas de 3)
SUN	VCV (voyelle-consonne- voyelle)	Bruit blanc filtré pour présenter la même densité spectrale qu'un signal de parole = Speech Weighted Noise	Monaurale au casque	<2 minutes	Fixe (11 niveaux de + 2 à -8 par pas de 1 dB)
Marie Haps	Mots dissyllabiques de Lafon (correction au mot)	Bruit vocal	Monaurale au casque Binaurale diotique en champ libre (1 ou 3 HP)	<10 minutes	Adaptatif (bruit fixé)
French Digit Test	Chiffres (correction au triplet)	Speech Weighted Noise	Monaurale au casque en version téléphonique Binaurale au casque en version internet	5 minutes	Adaptatif (bruit fixé)
3 Chiffres Antiphasique	Chiffres (correction au triplet)	Speech Weighted Noise	Binaurale dichotique au casque	2 minutes/liste	Adaptatif (RSB>0 parole fixée ; RSB<0 bruit fixé)
FIST	Phrase (correction à la phrase)	Speech Weighted Noise	Binaurale diotique au ou en champ libre (1 HP)	<4min/liste	Adaptatif (bruit fixé)
Framatrix	Phrase (correction au mot)	Bruit équilibré avec le spectre à long terme de l'ensemble des listes	Monaurale au casque Binaurale diotique (signal et bruit sur une même source) ou dichotique (signal et bruit sur des sources séparées) en champ libre (2 HP)	20 minutes	Adaptatif (bruit fixé)

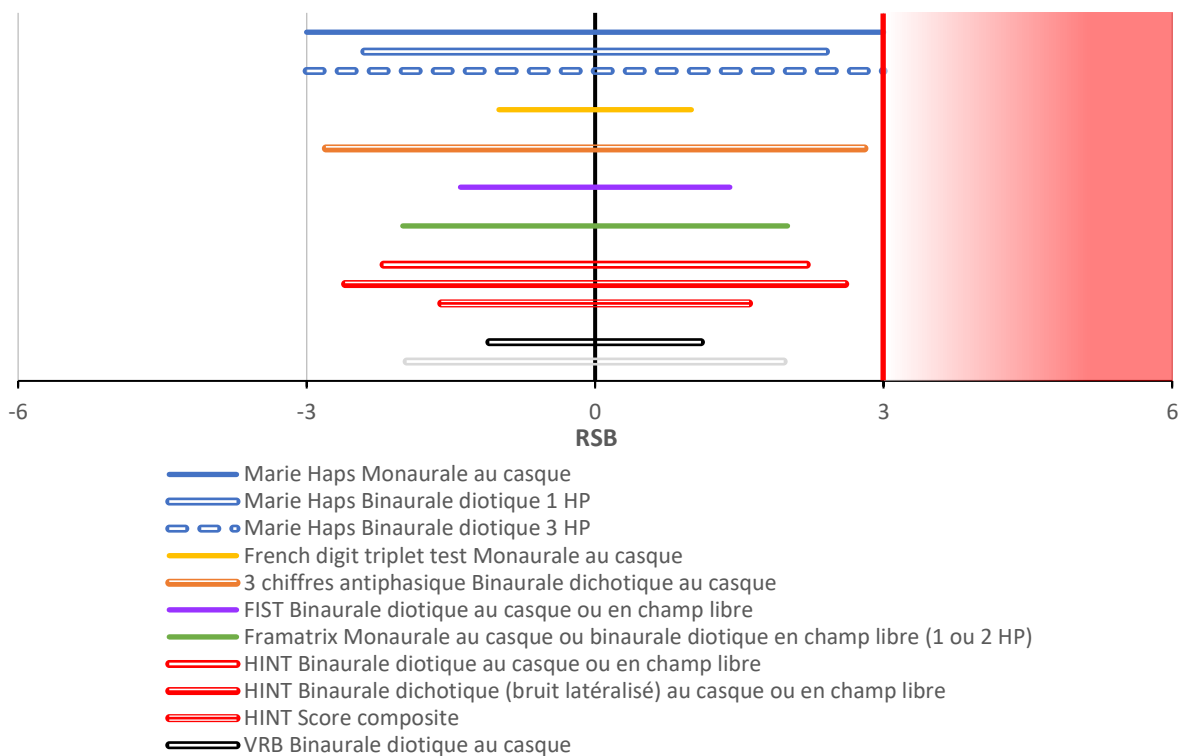
Test	Matériel vocal	Bruit	Type d'écoute	Durée (entraînement + passation)	RSB
FrBIO	Phrase (correction au mot)	Speech Weighted Noise ou Bruit Multi-Locuteur	Binaurale diotique en champ libre (1 ou 2 HP ou système immersion = 8 HP)	15 minutes	Fixe (3 niveaux de 0 à +10 par pas de 5 dB)
HINT	Phrase (correction à la phrase)	Bruit blanc filtré spectralement selon le spectre à long terme de l'ensemble des listes	Binaurale diotique ou dichotique au casque ou en champ libre (2 HP)	10 minutes	Adaptatif (bruit fixé)
VRB	Phrase (correction au mot-clé)	Bruit d'Onde Vocale Globale (multi-locuteur)	Binaurale diotique au casque ou en champ libre (1 ou 5 HP)	5 minutes	Fixe (8 niveaux de + 18 à -3 par pas de 3 dB)

**Tableau 12 : Récapitulatifs des tests francophones de compréhension de la parole dans le bruit présentés dans ce document**

Pour conclure, les valeurs normatives de chaque test diffèrent entre elles mais aussi, pour un même test, en fonction des conditions d'écoute (Figure 10). Cependant et conformément aux indications de prise en charge des appareils de correction auditive, on note qu'un score supérieur de 3 dB ou plus par rapport au SIB50 correspond toujours à un score hors norme (à l'exception du groupe des plus de 70 ans du VRB) (Figure 11).



**Figure 10 : Valeurs normatives SIB50 et plage de normalité des différents tests en fonction des conditions d'écoute.**



**Figure 11 : Plage de normalité au niveau de confiance 95%.** Les plages de normalité ont été centrées sur la valeur normative SIB50 correspondante, elles sont définies comme étant l'intervalle à  $\pm 2$  écart-types par rapport à cette valeur de référence. La zone en rouge correspond à un écart par rapport à la valeur normative de plus de 3 dB RSB, un sujet dont le score se situe dans cette zone est éligible pour un appareillage auditif.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions particulièrement les membres du groupe de lecture :

- Oto-rhino-laryngologistes

Dr Marie-José BOUNAIX, Clinique Ambroise Paré, Toulouse

Dr Philippe BROGNIART, Clinique des Côtes du Rhône, Roussillon

Dr Marie-Valérie CADENE, Cabinet Libéral, Castanet-Tolosan

Dr Liliane DORNIER, Cabinet Libéral, Besançon

Dr Dorothée DOUCHEMENT, Hôpital privé La Louvière, Lille

Dr Michel KOSSOWSKI, Centre d'explorations fonctionnelles otoneurologiques, Paris

Dr Karine MESLIN-HAUCHARD, Cabinet libéral, La Chaussée-Saint-Victor



Dr Nils MOREL, Cabinet libéral Medicentre, Echirolles

Dr Laurent SCHMOLL, Cabinet Libéral, Strasbourg

Dr Sophie TRONCHE, Cabinet Libéral, Paris

- Audioprothésistes

Julie BESTEL, Versailles

Catherine BOITEUX, Aubagne

Sandrine COSTET, Le Péage-de-Roussillon

Luc FRAYSSE, Toulouse

Yves LASRY, Nantes

Samira LE QUEAU, Blois

Johanna SAVIN, Paris

Paul VIUDEZ, Toulouse

#### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

1. Carhart R, Tillman TW. Interaction of competing speech signals with hearing losses. Arch Otolaryngol Chic Ill 1960. mars 1970;91(3):273-9.
2. Kalikow DN, Stevens KN, Elliott LL. Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. J Acoust Soc Am. mai 1977;61(5):1337-51.
3. Plomp R, Mimpen AM. Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences. Audiol Off Organ Int Soc Audiol. févr 1979;18(1):43-52.
4. Mcshefferty D, Whitmer W, Akeroyd M. The Just-Noticeable Difference in Speech-to-Noise Ratio. Trends Hear. 21 déc 2015;19.
5. Dodelé L, Dodelé D. L'audiométrie vocale en présence de bruit et le test AVfB. Les Cahiers de l'Audition. déc 2000;13(6):15-31.
6. Paglialonga A, Tognola G, Grandori F. A user-operated test of suprathreshold acuity in noise for adult hearing screening: The SUN (SPEECH UNDERSTANDING IN NOISE) test. Comput Biol Med. 1 sept 2014;52:66-72.
7. Lafon JC. [AUDIOMETRY WITH THE PHONETIC TEST]. Acta Otorhinolaryngol Belg. 1964;18:619-33.

8. Ragonez E, Markessis E. Vers une procédure de normalisation de la méthode adaptative de l'audiométrie vocale dans le bruit dans le cadre de la nouvelle réglementation INAMI. Bruxelles: Institut Libre Marie Haps (ILMH); 2015. 87 f. (Mémoire audiology).
9. Nilsson M, Soli S, Sullivan JA. Development of the Hearing In Noise Test (HINT) for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *J Acoust Soc Am*. 1 mars 1994;95:1085-99.
10. Vaillancourt V, Laroche C, Mayer C, Basque C, Nali M, Eriks-Brophy A, et al. Adaptation of the HINT (hearing in noise test) for adult Canadian Francophone populations. *Int J Audiol*. juin 2005;44(6):358-69.
11. Jansen S, Luts H, Wagener KC, Kollmeier B, Rio MD, Dauman R, et al. Comparison of three types of French speech-in-noise tests: A multi-center study. *Int J Audiol*. 1 mars 2012;51(3):164-73.
12. Kollmeier B, Warzybok A, Hochmuth S, Zokoll MA, Uslar V, Brand T, et al. The multilingual matrix test: Principles, applications, and comparison across languages: A review. *Int J Audiol*. 1 mai 2015;54(sup2):3-16.
13. Bergeron F, Berland A, Fitzpatrick E, Vincent C, Giasson A, Cloutier D, et al. An ecological approach to assess auditory perception. *Can Acoust* [Internet]. 25 août 2016 [cité 19 nov 2019];44(3). Disponible sur: <https://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/2986>
14. Leclercq F, Renard C, Vincent C. Speech audiometry in noise: Development of the French-language VRB (vocale rapide dans le bruit) test. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 1 oct 2018;135(5):315-9.
15. Bergeron F, Berland A, Fitzpatrick E, Vincent C, Giasson A, Kam K, et al. Development and validation of the FrBio, an international French adaptation of the AzBio sentence lists. *Int J Audiol*. 10 mai 2019;58:1-6.
16. Luts H, Boon E, Wable J, Wouters J. FIST: A French sentence test for speech intelligibility in noise. *Int J Audiol*. 1 juill 2008;47:373-4.
17. Jansen S, Luts H, Wagener KC, Frachet B, Wouters J. The French digit triplet test: a hearing screening tool for speech intelligibility in noise. *Int J Audiol*. mai 2010;49(5):378-87.
18. De Sousa KC, Swanepoel DW, Moore DR, Myburgh HC, Smits C. Improving Sensitivity of the Digits-In-Noise Test Using Antiphase Stimuli. *Ear Hear* [Internet]. 18 oct 2019 [cité 22 oct 2019]; Publish Ahead of Print. Disponible sur: [https://journals.lww.com/ear-hearing/Abstract/publishahead/Improving\\_Sensitivity\\_of\\_the\\_Digits\\_In\\_Noise\\_Test.98760.aspx](https://journals.lww.com/ear-hearing/Abstract/publishahead/Improving_Sensitivity_of_the_Digits_In_Noise_Test.98760.aspx)
19. Hiyama K, Komiyama S, Hamasaki K. The Minimum Number of Loudspeakers and its Arrangement for Reproducing the Spatial Impression of Diffuse Sound Field. In *Audio Engineering Society*; 2002 [cité 19 mai 2020]. Disponible sur: <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=11272>

21. Dodelé L, Dodelé D. Le test d'Audiométrie Vocale en présence de Bruit de Dodelé. *Audio infos.* avr 2007;(110):70-4.
22. HörTech gGmbH. International Matrix Tests [Internet]. [cité 25 oct 2019]. Disponible sur: <https://www.hoertech.de/en/medical-devices/intma.html>