

MESURES IN-SITU

Un peu de glossaire, traductions, interprétations

COUPLEUR de ZWISLOCKI : coupleur créé par Jozef Zwislocki vers 1970, pour simuler au mieux les paramètres acoustiques propres à une oreille réelle. Son utilisation reste confidentielle, principalement à cause de ses réglages requérant une très bonne connaissance de l'acoustique de l'oreille externe et moyenne.

KEMAR (Knowles Electronics Manikin for Acoustics Research) : ensemble constitué, à l'origine, par un torse et une tête artificiels, utilisé pour simuler avec réalisme les propriétés acoustiques du corps humain et y mesurer les différents paramètres des aides auditives. Dans l'oreille du mannequin trouve souvent place un coupleur de Zwislocki ou un coupleur IEC711, parfois d'autres coupleurs plus ou moins exotiques.

REPONSE OREILLE OCCLUSE : courbe de réponse (pression acoustique) relevée dans le conduit auditif, à la place du tympan, avec KEMAR, en bouchant plus ou moins l'entrée du conduit auditif externe. Destinée à l'origine pour le test de perte d'insertion faible, cette mesure sert avec plus ou moins de fantaisie à plusieurs besoins, comme l'établissement d'une courbe d'atténuation pour des bouchons antibruit ou encore pour mesurer les fuites d'un embout. La philosophie de ce mesurage, déjà controversée (Non-Hearing Aid Uses Of The Kemar Manikin, M. D. Burkhard, 1976) a été extrapolée **à la barbare** vers REOR.

RAPPORT OUVERT-FERMÉ : la sonde d'un analyseur in-situ (ensemble micro + tubule) est apte, après calibration, à mesurer des pressions acoustiques à une condition près : il est nécessaire que la pression acoustique à proximité de l'orifice libre du tubule soit supérieure à la valeur de champ libre à proximité de la zone de test. Ce qui peut être vrai pour une oreille appareillée et l'est beaucoup moins pour une oreille bouchée. La plupart des sondes testées ne permet guère de descendre en dessous d'une dizaine de dB, par rapport à la valeur d'intensité acoustique de champ libre.

Pour mesurer le rapport ouvert-fermé, on peut procéder – par exemple – de la sorte :

- effectuer une calibration de la sonde, afin que cette dernière puisse se comporter comme un sonomètre SPL,
- choisir un tableau en dB_{SPL},
- effectuer un premier balayage,
- boucher l'orifice du tubule,
- effectuer un deuxième balayage.

La distance entre ces deux courbes point par point, diminuée d'une marge de sécurité d'au moins 6 dB, montre les limites physiques de la sonde. Limites atteintes dès que l'on cherche à mesurer une atténuation comparable ou supérieure à celle obtenue en bouchant le tubule même.

Pour l'évaluation de l'atténuation apportée par un obturateur, un casque ou un scaphandre, la méthode la plus adéquate demeure l'audiométrie en champ libre.

Positionnement du Tubule : le plus près possible du tympan. Idéalement, la distance entre l'orifice du tubule et la membrane tympanique ne devrait pas excéder 2 mm, pour une certitude de la réalité de mesure jusqu'à 8 kHz dans la fourchette de 3 dB. Si l'on se contente d'une précision de ± 3 dB jusqu'à 4 kHz, 5 mm suffisent.

En règle générale, il faut être attentif à positionner l'orifice du tubule toujours plus près du tympan que de la sortie du son de l'embout ; ceci est nécessaire pour éviter l'effet de proximité par rapport à l'extrémité distale de l'embout.

GAIN ETYMOLOGIQUE (d'après suggestion par M. Killion, 197?) : conceptuellement, expression de l'augmentation de la pression acoustique normalement constatée à certaines fréquences, au niveau du tympan, par rapport à la pression acoustique mesurée à proximité de la tête et de l'oreille testée. Le gain étymologique est dû à l'existence et à la conformation de l'ensemble torse-tête-pavillon-conque-conduit auditif par rapport au tympan. Du grec « etumos », vrai, véritable.

GAIN d'INSERTION : expression de l'augmentation de la pression acoustique à proximité du tympan, par rapport à la pression oreille nue ; à l'origine, l'équivalent du gain étymologique (F. F. Romanov, 1942 ; E. W. Ayers, 1953). A ce jour, l'expression désigne le gain (S. C. Dalsgaard et O. D. Jensen, 1974, supérieur ou égal au gain étymologique) obtenu grâce à l'insertion d'un dispositif amplificateur sur l'oreille en question (casque amplificateur, aide auditive...). Le dispositif peut fournir une amplification inférieure au gain étymologique ; dans ce cas, on devrait parler de perte d'insertion.

Gain étymologique, réponse orthotéléphonique (A. H. Inglis, 1938), gain d'insertion, gain fonctionnel (D. P. Pascoe, 1975), ... une seule réalité pour beaucoup d'expressions qui, en plus, ne sont pas figées. Le terme de gain d'insertion est, je pense, celui qui convient le mieux pour décrire l'apport prothétique de l'appareillage du malentendant. Voir REIG.

RESONANCE DU CONDUIT : assimilation du conduit à un résonateur $\frac{1}{4}$ d'onde, essentiellement pour des besoins didactiques lors de l'étude du comportement acoustique de l'oreille externe. Terminologie à proscrire – pour autant que cela puisse se faire – de la mesure in-situ, car génératrice d'erreurs de compréhension par rapport au gain d'insertion. Cette définition a été utilisée par le passé pour expliquer le pourquoi du comment du gain étymologique, à partir d'un point de vue extérieur à l'oreille ; pourquoi pas, dans un but didactique bien précis. Elle n'a plus aucune consistance à partir du moment où la mesure est effectuée à proximité du tympan ; on est alors situé au-delà du conduit auditif, ce qui est le cas et la raison d'être de la mesure in-situ.

REUR (Real Ear Unaided Response) : visualisation de la pression acoustique à proximité du tympan, en condition d'oreille nue. Il s'agit de la valeur de pression acoustique reçue par le tympan, en l'absence de tout appareillage, embout ou autre. Equivalent au $RESPL_{\text{oreille nue}}$.

La soustraction point par point entre ce que l'oreille reçoit (pression acoustique proche de la tête et de l'oreille testée, SPL) et ce que le tympan reçoit (pression acoustique à proximité du tympan), en conditions d'oreille nue, nous donne la courbe du gain étymotique. Les analyseurs in-situ mémorisent cette soustraction pour pouvoir effectuer la mesure de gain d'insertion par rapport au plateau du REUG

REUG (Real Ear Unaided Gain) : le gain étymotique tout court ; le gain associé à $RESPL_{\text{oreille nue}}$ par rapport à SPL.

REOR (Real Ear Occluded Response) : mesure RESPL effectuée dans l'oreille réelle avec un analyseur in-situ, en utilisant la sonde en lieu et place du coupleur de Zwislocki (ou tout autre coupleur), l'oreille étant totalement ou partiellement bouchée par un embout plus ou moins fermé (et l'AA demeurant éteinte). Ce relevé est souvent entaché d'erreurs dues, en grande partie, aux limites de l'ensemble microphone-tubule ; ce dernier ne possédant pas toujours des performances acoustiques (rapport ouvert-fermé) en adéquation aux mesures caractérisées par une atténuation importante à proximité du tympan.

REOG (Real Ear Occluded Gain) : vue de l'esprit formulée par $REOG = REOR - REUR$. Soumis aux mêmes aléas que REOR.

RECD (Real Ear to Coupler Difference) : mise en évidence de la différence de niveau acoustique fourni par l'AA sur coupleur ou sur l'oreille ; typiquement entre IEC126 (coupleur 2cc) et $RESPL_{\text{oreille appareillée}}$, dans des conditions de stimulation identiques. Autrement dit, ce que le coupleur reçoit, par rapport à ce que le tympan reçoit.

REIR (Real Ear Insertion Response) : vue de l'esprit, à l'origine douteusement formulée par $REIR = REAR - REUR$; conceptuellement égal à REIG. Peu usité.

REIG (Real Ear Insertion Gain) : le gain d'insertion, expression du gain apporté au niveau du tympan grâce à l'appareillage. Donc $REIG = REAR - REUR$, mais aussi $REIG = RESPL_{\text{oreille appareillée}} - RESPL_{\text{oreille nue}}$, mais encore ce que le tympan appareillé reçoit - ce que le tympan nu reçoit, etc.

REAR (Real Ear Aided Response) : la pression acoustique à proximité du tympan, oreille appareillée. Autrement dit, le $RESPL_{\text{oreille appareillée}}$.

REAG (Real Ear Aided Gain) : vue de l'esprit formulée par $REAG = REAR - SPL$. Peu usité.

REDD (Real Ear to Dial Difference) : la différence entre RESPL et la valeur lue sur l'audiomètre, fréquence par fréquence. Le REDD demeure une valeur équivoque, car il varie selon l'étalonnage de l'audiomètre ; de ce fait, son utilité est limitée aux mesures *intra muros* au sein de la même unité de travail.

RESR (Real Ear Saturation Response) : conceptuellement, l'équivalent de $OSPL_{90}$ mesuré à proximité du tympan. Soit, le niveau acoustique de saturation de l'AA vu du côté de $RESPL_{\text{oreille appareillée}}$.

RESPL_{xxx} (Real Ear Sound Pressure Level) : le niveau de pression acoustique mesuré près du tympan, sous conditions devant être détaillées. Autrement dit, ce que le tympan reçoit, selon les circonstances. $RESPL_{\text{oreille nue}} = REUR$; $RESPL_{\text{oreille bouchée}} = REOR$, et ainsi de suite.

RETSPL_{xxx} (Real Ear Threshold Sound Pressure Level) : la valeur du seuil subjectif mesurée sur un coupleur 2cc (par comparaison avec un écouteur intracanalair, par exemple ER-5A) ou bien 6cc, comme pour le TDH-39. Voir ANSI s3.6-1996.

CORFIG : COupler Response for Flat Insertion Gain : il s'agit de la conversion de REIG en 2ccGain selon les formules :

$CORFIG = REUG - RECD + 3\text{mmBore} - \text{mic Location}$.

$2\text{ccGain} = REIG + CORFIG = REIG + REUG - RECD + 3\text{mmBore} - \text{mic Location}$.

$2\text{ccGain} = REAG - RECD + 3\text{mmBore} - \text{mic Location}$.

La réciproque de CORFIG est GIFROC : change le 2ccGain en REIG.

$GIFROC = -CORFIG$.

$REIG = 2\text{ccGain} + GIFROC$.

$REIG = 2\text{ccGain} - REUG + RECD - 3\text{mmBore} + \text{mic Location}$.

SPL (Sound Pressure Level) : le niveau de la pression acoustique (dans un coupleur, en champ libre, dans la zone de test ou bien là où on le veut) ; ici, plus précisément, à proximité immédiate de l'oreille testée. Le but est de pouvoir évaluer, avec une précision acceptable, la pression acoustique censée être reçue par l'oreille en examen ainsi que par le(s) microphone(s) de l'AA.

HA-1, HA-2 : appellation américaine des coupleurs 2cc. Ces coupleurs ressemblent plus ou moins au modèle européen selon IEC126. **Ce ne sont pas des équivalents stricts.**

SENSOGRAM : Sensogramme. Audiogramme in-situ effectué avec l'AA définitive sur l'oreille, avec l'embout définitif (aides auditives WIDEX). Dans INTEO, le Sensogramme permet de déterminer avec précision le gain d'insertion, en union à la mesure d'effet d'évent équivalent. La visualisation du gain d'insertion est immédiate grâce à SOUNDTRACKER.

IN-VIVO : appellation d'origine latine, initialement suggérée dans l'Hexagone (Renard *et alia*, 198?) pour différencier la mesure dans le conduit auditif du vivant par rapport à la même dans KEMAR. A ce jour, l'équivalent de IN-SITU (terminologie, recommandations IEC / ANSI, 2001-2003).

IN-SITU : dénomination d'origine latine signifiant « en l'endroit prévu pour », ou encore « là où cela se déroule ». Initialement réservée aux mesures dans KEMAR et désormais étendue à tout ce qui touche le conduit auditif, vivant ou non.

REAL-EAR : Real Ear, RE, oreille réelle, la seule, la vraie. La tournure américaine pour désigner la même chose que plus haut, à l'origine de tous les RExyz, d'où ce recueil.

SOUNDTRACKER : dispositif de visualisation temps réel utilisé par COMPASS pendant l'appareillage ; dans le cas d'INTEO, cette mesure peut se substituer à celle d'un analyseur IN-SITU (chaîne de mesures) avec un gain de temps très appréciable.

Il est maintenant admis (par la plupart des américains) que tout ce qui se termine par R (response) est une valeur de pression acoustique, généralement SPL ; ce qui se termine par G désigne le gain (une différence entre deux niveaux SPL, par exemple).

Cela n'a pas toujours été le cas. Un exemple ? Le REIR ; parce que le R était jadis entendu comme synonyme de courbe, tracé ou encore balayage. Lors de la relecture des textes anciens, il est parfois nécessaire de jongler entre les définitions, d'autant plus que certaines d'entre elles peuvent être plus que nuancées par les auteurs anglo-saxons.

L'enthousiasme, ainsi que la volonté – à peine voilée – de se prévaloir d'une antériorité relative dans les publications ont conduit, dans le passé, certains auteurs à proliférer sans trop se soucier de l'aspect métrologique. La multiplicité des appellations pour des mêmes manipulations – nommer, c'est posséder – n'a fait qu'augmenter la confusion et contribuer à la sensation de complexité de la mesure in-situ.

Rappelons-nous que la mesure in-situ est simple. Rien qu'en éliminant la moitié de ces appellations, on obtiendrait une remarquable avancée. Car il s'agit bien ici d'une mesure à part entière, qui ne peut appartenir en propre à aucune philosophie d'appareillage. Le groupe de travail dédié (ANSI) appelle, depuis 2003, à un toilettage en profondeur.

Bibliographie :

ANSI S3.46-1997 : American National Standard Methods for Measurements of Real-Ear Performance Characteristics of Hearing Aids.

CORFIG and GIFROC: Real Ear to Coupler and Back.

By : Killion, Mead C. and Revit, Lawrence J. 1993.

Acoustical Factors Affecting Hearing Aid Performance (2nd ed.), Chapter 5, pp 65-85

Real Ear Measurements : Basic terminology and Procedures
By : John Pumford, M. Cl. Sc and Sheila Sinclair, M. Cl. Sc. – 2001
http://www.audiologyonline.com/articles/pf_article_detail.asp?article_id=285

Terminology for Hearing Aid Coupler, Real-Ear Measurements & Formulae
By : Robert de Jonge, 2004. http://153.91.46.26/dejonge/Hearing_Aids/hearing_aid_terms.htm

In-Situ Measurements : Cookbook
By S. Rasmussen – 1988

Manikin Measurements : Proceedings of a Conference Organised by M. D. Burkhard – 1978 –
Industrial Research Company, Inc.

Kemar Manikin type 45BA.
GRAS Sound & Vibration – <http://www.gras.dk>

Liste non exhaustive, loin s'en faut. Liens http vérifiés le 13-02-2007