

VARIABILITÉ DE L'ATTÉNUATION DES PROTECTEURS AUDITIFS MESURÉE PAR LA MÉTHODE FIELD-MIRE EN FONCTION DE LA DIRECTION DU SON INCIDENT ET DES BRUITS DU PORTEUR.

Marc-André Gaudreau¹, Frédéric Laville¹, Jérémie Voix¹ et Hugues Nélisse²

¹École de technologie supérieure, 1100, rue Notre-Dame Ouest, Montréal, Canada, H3C 1K3, frederic.laville@etsmtl.ca

²IRSST, 505, Boul. De Maisonneuve Ouest, Montréal, Canada, H3A 3C2, nelisse.hugues@irsst.qc.ca

1. INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet de recherche visant à étudier la protection réelle obtenue par les travailleurs en milieu bruyant, certains résultats obtenus lors de tests préliminaires laissent penser que la position de la source de bruit par rapport au sujet pourrait influencer l'atténuation mesurée [1]. La présente étude vise à apporter un éclairage sur l'influence de la position de la source sonore (directivité) sur la mesure de protection obtenue grâce à la méthode F-MIRE (Field Microphone-in-Real-Ear), [2]. L'étude a aussi permis de mettre en évidence l'influence d'autres facteurs tels la variation dans le temps du système porteur-protecteur et l'effet du repositionnement des protecteurs.

2. PROCÉDURES EXPÉRIMENTALES

Deux types de protecteur ont été étudiés, des coquilles de protection E-A-R modèle 1000 et des bouchons moulables SonoCustom (Sonomax santé auditive inc.). Pour chaque oreille, le protecteur est instrumenté d'un doublet microphonique miniature (microphones miniatures de Knowles Acoustics - FG series) permettant la mesure des signaux protégés et non-protégés. Les coquilles ont été modifiées afin d'insérer le microphone à l'intérieur tout en assurant l'étanchéité tandis que les bouchons moulés sont déjà équipés d'un canal de mesure destiné à l'usage du doublet microphonique. Chaque doublet est raccordé à un petit enregistreur numérique deux voies. Le système permet l'enregistrement de fichier en format WAV avec une fréquence d'échantillonnage de 44.1 kHz. Un générateur de bruit et un amplificateur connectés à un haut-parleur ont été utilisés pour générer un bruit rose de 102 dB(A). Les mesures ont été réalisées dans une salle semi-anéchoïque. Le sujet est assis sur une chaise pivotante placée à 1 mètre d'une source fixe. Le principe de la mesure consistait à prendre des enregistrements (environ 8 scc) des signaux protégés et non-protégés pour chaque oreille à différentes positions en faisant une rotation du sujet de 30° entre chaque enregistrement (12 positions pour un tour complet).

Il est fait l'hypothèse que le fait de faire tourner le sujet par rapport à la source est équivalent à faire tourner la source par rapport au sujet. On choisit comme position de référence

le cas où la source est face au sujet (0°). Selon la convention choisie, pour les figures qui suivent, un angle de 90° signifie que la source est pointée vers l'oreille droite du sujet, l'oreille gauche étant cachée derrière la tête du sujet (voir figure 1).

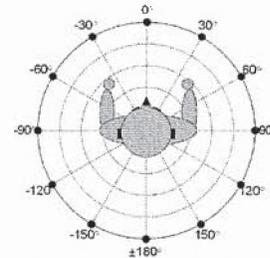


Fig. 1. Positions de la source (•) par rapport au sujet

Les signaux enregistrés sont ensuite analysés à l'aide de routines développées dans MATLAB. L'analyse permet notamment d'obtenir les niveaux de pressions protégés et non-protégés en bande de tiers d'octaves (100 à 10000 Hz) et de les représenter dans les domaines temporel et fréquentiel.

3. RÉSULTATS ET ANALYSE :

Avant d'étudier la directivité de l'atténuation, différents facteurs pouvant influencer les résultats ont été analysés : directivité des microphones, variations dans le temps du système porteur-protecteur et repositionnement des protecteurs.

3.1 Variation causée par la directivité des microphones

Les résultats de mesures de directivité en champ libre des microphones ont confirmé une directivité uniforme, la variation du niveau étant négligeable en basses fréquences et inférieure à 0.4 dB en hautes fréquences (4 kHz).

3.2 Variation dans le temps du système porteur-protecteur

La variation de la protection, pour un sujet et une source immobile, en fonction du temps et en fonction du repositionnement des protecteurs a été analysée en effectuant une série d'enregistrements. Trois

enregistrements espacés d'une minute pendant lesquels le sujet ne devait ni bouger, ni toucher à ses protecteurs ont été réalisés. Deux autres enregistrements ont ensuite été réalisés où le sujet devait enlever ses protecteurs et les repositionner lui-même entre chaque enregistrement. Les résultats sont similaires tant pour les bouchons moulés que pour les coquilles et bien que l'échantillonnage soit faible, les données obtenues dans la présente étude permettent d'observer des variations inférieures à 0.5 dB dans le cas de la répétition des essais dans le temps et des variations de inférieures à 8 dB dans le cas où les protecteurs sont repositionnés. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Voix [2].

3.3 Variation de la protection mesurée en fonction de la position de la source (directivité)

La figure 2 montre l'affaiblissement acoustique (noise reduction NR) mesuré avec les coquilles en fonction de l'angle d'incidence pour chaque oreille sur deux bandes de tiers d'octave (500 et 2000 Hz). La source tournant de façon horaire autour de la tête, les données de l'oreille droite ont été inversées (antihoraire) afin que les 2 courbes puissent être directement comparables en fonction d'un même angle d'incidence pour les 2 oreilles.

A 500 Hz, non seulement il a peu de variation du NR en fonction de la position de la source, mais en plus, on retrouve la même valeur de NR autant pour l'oreille gauche que pour l'oreille droite. A 2000 Hz, le NR varie en fonction de la position et de plus, la valeur du NR est différente entre les deux oreilles; cependant, malgré les différences, les deux courbes semblent avoir le même patron de directivité.

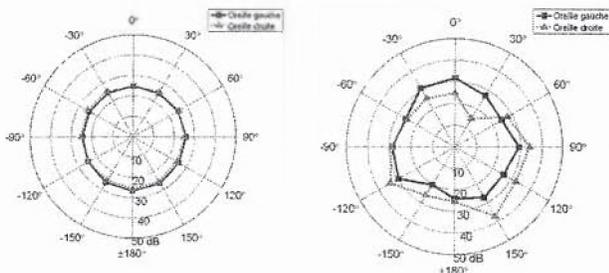


Fig. 2. Affaiblissement acoustique brut ($NR(\theta)$), pour les oreilles droite et gauche, en fonction de la position de la source pour les bandes de tiers d'octave centrées sur : a) 500 Hz; b) 2000 Hz.

Pour mieux observer la directivité, on peut tracer le patron de directivité de l'atténuation sous la forme d'un écart entre le NR à un angle donné et le NR à 0° ($NR(\theta) - NR(0^\circ)$). La figure 3 montre cet écart (qui peut être négatif ou positif) en dB en fonction de l'angle obtenu pour l'oreille gauche avec les coquilles pour différentes bandes de tiers d'octave. On observe que pour les fréquences inférieures à 1000 Hz, le patron de directivité est à toute fin pratique un cercle (peu de variations en fonction de la position), les écarts obtenus

étant manifestement sous les écarts qui peuvent être générés par d'autres facteurs. Lorsque la fréquence augmente, le patron de directivité devient plus complexe et des écarts importants sont observés laissant suggérer que l'atténuation peut dépendre de la position de la source.

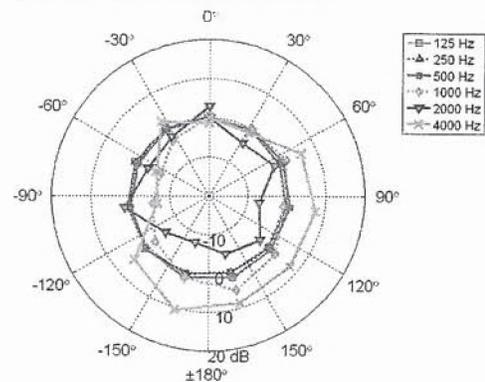


Fig. 3. Écart de l'affaiblissement ($NR(\theta) - NR(0^\circ)$) pour l'oreille gauche avec les coquilles pour certaines bandes de tiers d'octave.

Le même type d'analyse a été effectué sur les bouchons moulés et des résultats semblables ont été obtenus, le patron de directivité montre, par contre, des variations plus faibles que pour les coquilles.

4. CONCLUSION

Des mesures en laboratoire ont permis de mettre en évidence que l'atténuation obtenue par des protecteurs auditifs dépend de la position de la source par rapport à la tête du porteur. Ces variations sont supérieures aux variations dues à d'autres facteurs (directivité des microphones, variation dans le temps du système porteur-protecteur). Les résultats obtenus pour les deux types de protecteurs testés suggèrent : a) une variation significative de l'atténuation en fonction de la position de la source pour des fréquences supérieures à 1000 Hz; b) une variation plus importante dans le cas des coquilles que dans le cas des bouchons. Ces premiers résultats, qui restent à être confirmés par des études approfondies, montrent d'ores et déjà que la directivité de la protection auditive est un facteur à prendre en compte dans les études sur la protection réelle obtenue en milieu de travail.

RÉFÉRENCES

- Nélisse, H., et al. *A Preliminary Study on the Measurement of Effective Hearing Protection Device Attenuation During a Workshift*. in *Noise at Work 2007*. 2007. Lille, France.
- Voix, J., *Mise au point d'un bouchon d'oreille "intelligent"*. Thèse de doctorat, 2006, École de technologie supérieure Montréal, 223 p.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'IRSST pour son soutien financier et Sonomax santé auditive pour son soutien logistique.