

## Pertes et gains par insertion associés au port de protecteurs de tête: conséquences pour la perception des avertisseurs sonores

Raymond Hétu, Delphine Mouneyres, Hung Tran Quoc, Stéphane Denis  
Groupe d'acoustique de l'université de Montréal,  
C.P. 6128, Succ. Centre-ville, Montréal, H3C 3J7

Les protecteurs de tête tels que les cagoules et masques peuvent-ils affecter la perception auditive des travailleurs qui les utilisent? En l'absence d'études pertinentes, ce projet visait à caractériser, dans un premier temps, les pertes ou les gains par insertion associés au port de ces protecteurs en prenant en compte l'angle d'incidence du signal sonore dans le plan horizontal et vertical.

### Méthodologie

#### Dispositif et procédure de mesure

Un simulateur mécano-acoustique de tête recouvert d'une pellicule simulant la compliance de la peau a récemment été mis au point au Laboratoire de génie mécanique de l'Université de Toronto [1]. Sa mise au point bénéficie de nouvelles mesures anthropométriques. Le simulateur a été installé sur un torse de mannequin Kemar fixé sur une base rotative couvrant 360°. Celle-ci était entraînée par un moteur pas à pas dont la précision de 0.2° était assurée par contrôle numérique. La source sonore était constituée d'un haut-parleur (Belisle Acoustique DE45 Titanium) couplé à un cornet (BSE-9040) fixé à une potence permettant d'en varier l'élévation de -30 à +90° tout en maintenant une distance exacte de 1 mètre avec l'entrée du conduit auditif de la tête artificielle. La potence était recouverte de laine minérale pressée. Le dispositif était installé dans une cabine semi-anéchoïque. Les microphones installés dans les coupleurs de Zwislocki de la tête artificielle étaient branchés à un analyseur bi-voie (HP-35670A) opéré par l'intermédiaire d'un micro-ordinateur.

Un bruit de spectre large (0.2-10 kHz) présenté à un niveau global de 100 dB SPL a été utilisé comme signal. La perte par insertion (différence entre niveau de pression acoustique relevé aux microphones du simulateur en l'absence et en présence du protecteur) a été mesurée en fonction de 36 azimuts et de 13 élévations dans la gamme de fréquences entre 0.2 et 6.3 kHz.

#### Modèles de protecteurs de tête évalués

Un premier échantillon de 4 modèles de protecteurs fait l'objet du présent compte rendu. Ceux-ci ont été fournis par la firme Safety Supplies. Il s'agit d'un masque de sablage en cuir (SS446M003), d'un masque de sablage avec aduction d'air (SS627K134), d'une cagoule pare-chaleur aluminisée (SS09T004) et d'un casque de soudage (767C145) monté surchapeau de sécurité. Des données ont également été recueillies sur un casque de sapeur-pompier, sur une cagoule pare-poussière, un respirateur d'urgence ainsi que des protecteurs anti-bruit. Elles ne sont pas présentées ici faute d'espace.

### Résultats et discussion

La Figure 1 illustre les valeurs de perte ou de gain par insertion en fonction de la fréquence et de l'azimut à une élévation de 0° pour 4 modèles de protecteurs, tel que mesuré à l'oreille gauche du simulateur de tête. Les valeurs négatives d'azimut réfèrent à des positions controlatérales par rapport à cette oreille. On observe que les trois cagoules présentent un comportement acoustique similaire.

Celui-ci est caractérisé par des gains en basses fréquences et des pertes en hautes fréquences. Selon le protecteur considéré, la fréquence à laquelle le gain culmine varie: 0.2 kHz pour le casque de sablage, 0.25 kHz pour la cagoule aluminisée et 0.315 kHz pour la cagoule en cuir. Les gains sont maxima et voisins de 10 dB quand la source se situe à l'arrière de la tête. On observe en outre pour le casque de sablage un gain de 5 dB entre 0.63 et 0.8 kHz.

Au-delà de ces fréquences, les pertes par insertion sont d'autant plus importantes que la fréquence du signal est élevée. Ainsi, à 0° d'azimut, la perte atteint 19 dB à 6.3 kHz pour le casque de sablage, 29 dB à 5 kHz pour la cagoule aluminisée et 22 dB à 4 kHz pour la cagoule en cuir. Les pertes sont généralement plus importantes quand la source se situe du côté opposé à l'oreille à laquelle la mesure est effectuée, soit de l'ordre de 30 dB pour les trois protecteurs à 6.3 kHz entre +50 et +60°.

En résumé, ces trois types de masques induisent un effet d'écran pour les signaux sonores de hautes fréquences en particulier dans les zones frontales. Par contre, ils agissent comme amplificateur pour les signaux de fréquences inférieures à 1 kHz en particulier lorsque la source se situe à l'arrière de la tête.

La Figure 1 décrit également la réponse du masque de soudage. Dans ce cas, on observe des gains sur toute la gamme de fréquences quand la source se situe dans le secteur controlatéral arrière. Ainsi, on observe un gain de 18 dB à 1.6 kHz lorsque la source se situe à -110°. Le gain est de l'ordre de 7-8 dB entre 2 et 6.3 kHz en présence d'une source sonore située à 180°. Par ailleurs, on note une perte par insertion dans le secteur frontal, culminant à 14 dB à 2.5 kHz (azimut de 0°). L'effet est légèrement accusé dans le secteur avant controlatéral et atténué dans le secteur ipsilatéral.

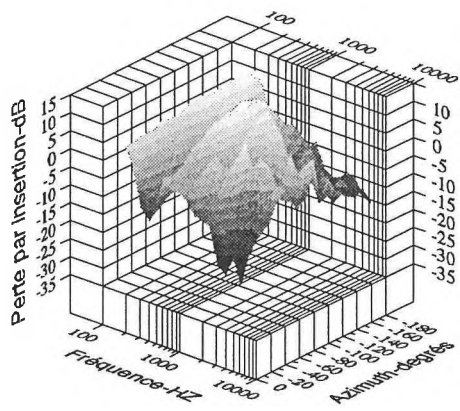
Bien que les effets de l'élévation de la source ne soient pas représentés graphiquement, on peut les résumer en affirmant que, pour le masque de soudage, ce facteur contribue à diminuer et les gains et les pertes. Par contre, dans le cas du masque en cuir, on observe des pertes nettement plus importantes en hautes fréquences à certaines élévations (e.g. 60°). Les deux autres modèles de masques présentent des comportements intermédiaires.

Les résultats présentés plus haut ont des conséquences importantes en termes de santé et de sécurité du travail. D'un côté, les effets de gain par insertion observés peuvent se traduire par une augmentation de l'exposition sonore du fait de porter un protecteur de tête. Ainsi, le port du masque de soudage peut induire une augmentation de l'exposition à un bruit de spectre plat de 10 dBA ou plus si la source se situe à l'arrière du travailleur. En incidence aléatoire, cette augmentation est estimée à 5 dBA. Par ailleurs, le port de protecteurs de tête peut affecter la détection d'avertisseurs sonores. Par exemple, la perte par insertion appliquée à un signal frontal combinée au gain associé à un bruit de masque situé à l'arrière peuvent élever le seuil de détection de près de 20 dB avec un masque de soudage.

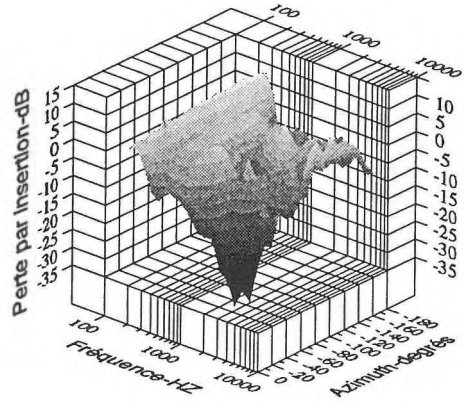
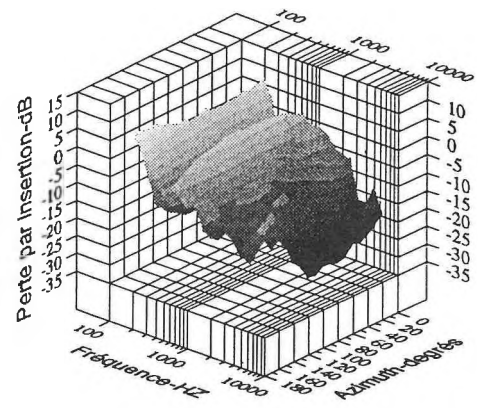
### References

1. Rakanski, D., Kunov, K. Design of a human head simulator for studying the speech transmission characteristics of protective masks and transducer systems. University of Toronto, Institute of Biomedical Engineering, 1990.

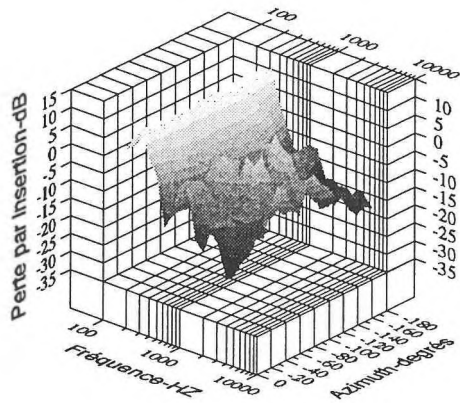
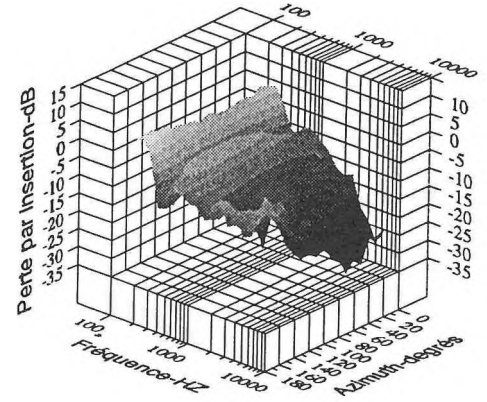
[Projet subventionné par l'IRSST]



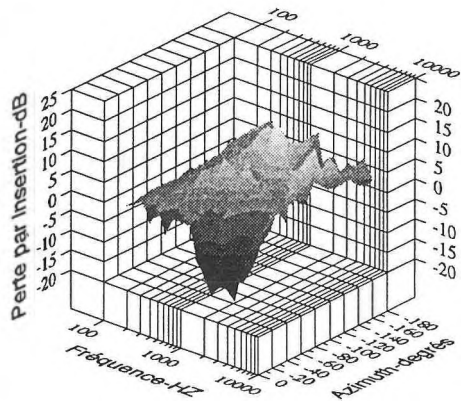
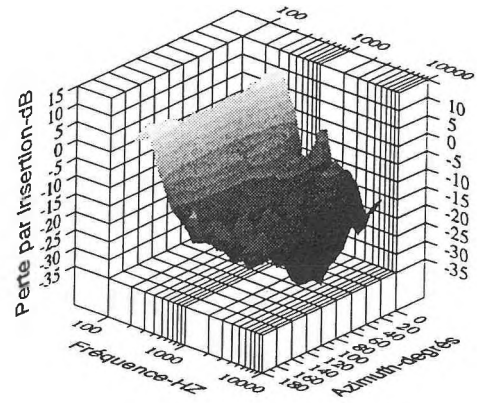
Cagoule  
de sablage  
avec  
adduction d'air



Cagoule  
pare-chaleur  
aluminisée



Cagoule  
de sablage  
en cuir



Masque  
de soudage

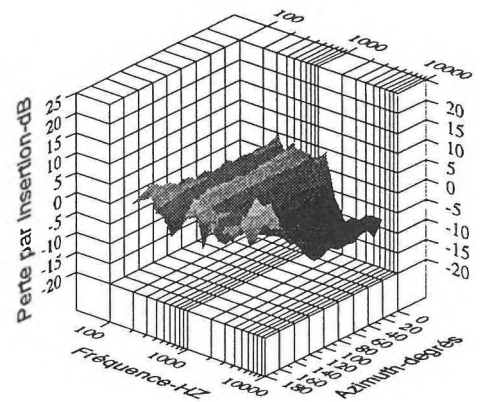


Figure 1. Perte ou gain par insertion associé à différents protecteurs de tête en fonction de la fréquence et de l'azimut