

Influence de la présence d'eau dans une protection anti-pluie sur la réponse fréquentielle d'un capteur acoustique

Estimation de l'incertitude de mesure associée

Carlos Ribeiro

BruitParif

Cité régionale de l'environnement

90/92, avenue du Général Leclerc

93500 Pantin

E-mail : carlos.ribeiro@bruitparif.fr

Bruitparif gère depuis 2008 un réseau qui atteint aujourd'hui une quarantaine de points de mesure permanents en environnement extérieur en Ile de France. C'est pourquoi, il nous est apparu comme indispensable de vérifier l'influence de la présence d'eau dans les protections anti-pluie disposées sur le microphone des appareils de mesure. Pour cela, nous avons tout d'abord, à titre exploratoire, pratiqué des essais en mouillant abondamment plusieurs modèles de protections anti-pluie au moyen d'un arrosoir. Ces essais ont mis en évidence une influence significative de la présence d'eau dans les protections anti-pluie sur la réponse acoustique. Toutefois, ces mesures in situ ne permettaient pas de maîtriser les conditions environnementales telles que la température, le vent ou le niveau de précipitation. Pour répondre à ces questions, nous avons donc besoin de travailler sur une approche expérimentale mieux maîtrisée.

Protocole expérimental

Nous avons testé six protections parmi les modèles les plus courants soit quatre protections anti-pluie (kits anti-intempéries) et deux boules anti-vent (en mousse) (figure 1).

Les mesures ont été effectuées au Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE) qui possède un système de génération de pluie artificielle normalisé (pluie fine soit 1 mm/min ou pluie soutenue soit 3 mm/min). De plus, nous avons pu utiliser la salle anéchoïque selon la procédure dédiée habituellement aux vérifications normalisées des sonomètres en comparant uniquement les réponses acoustiques entre le microphone équipé d'une protection sèche et le microphone équipé d'une protection mouillée. Nous avons donc, dans un premier temps, mesuré la réponse fréquentielle des protections soumises à sept niveaux de précipitations différents : 1 mm, 2 mm, 4 mm, 7 mm, 12 mm, 25 mm et 40 mm. Trente essais au minimum ont été effectués par type de protection.

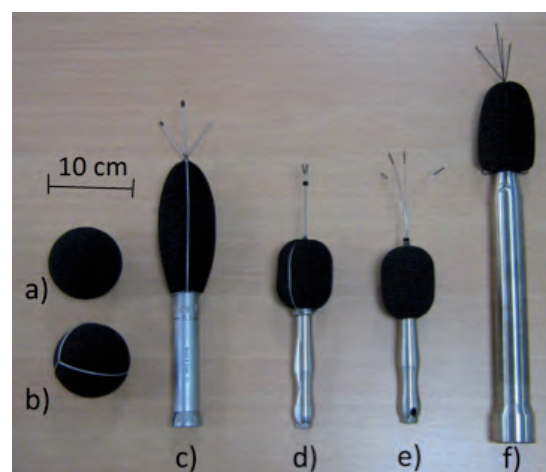


Fig. 1 : Différents types de protection anti-pluie testées

Nous avons également pesé les boules mouillées en fonction des niveaux de précipitation.

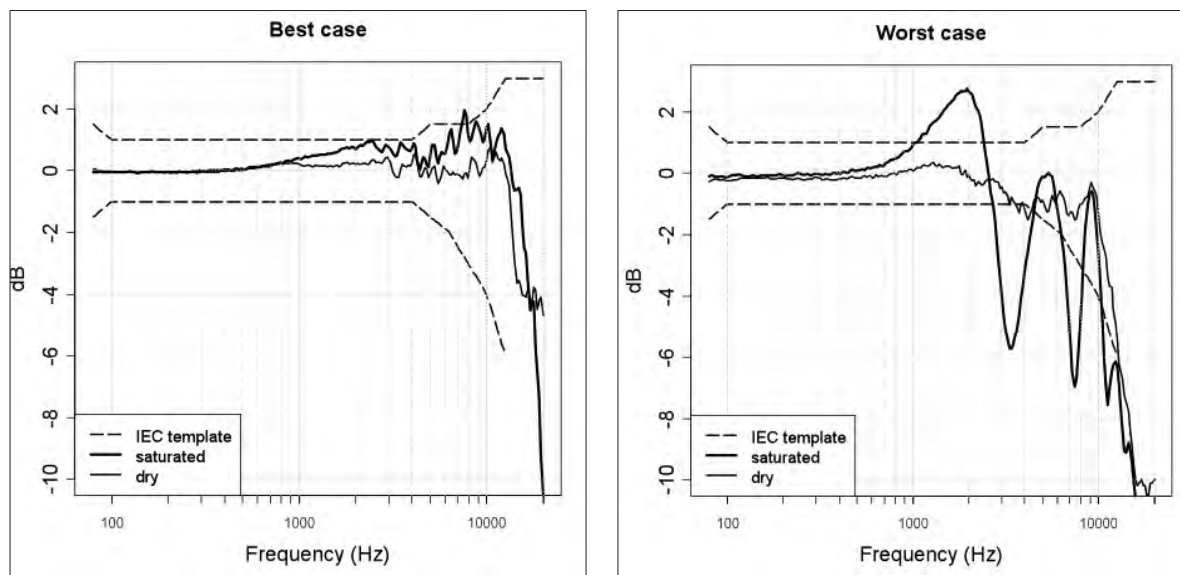


Fig. 2 : Comparaison des résultats de mesure des deux cas extrêmes de boules anti-pluie. Les pointillés représentent le gabarit de tolérance de la norme NF EN CEI 61672-2 « Electroacoustique – Sonomètres – Essais d'évaluation d'un modèle »

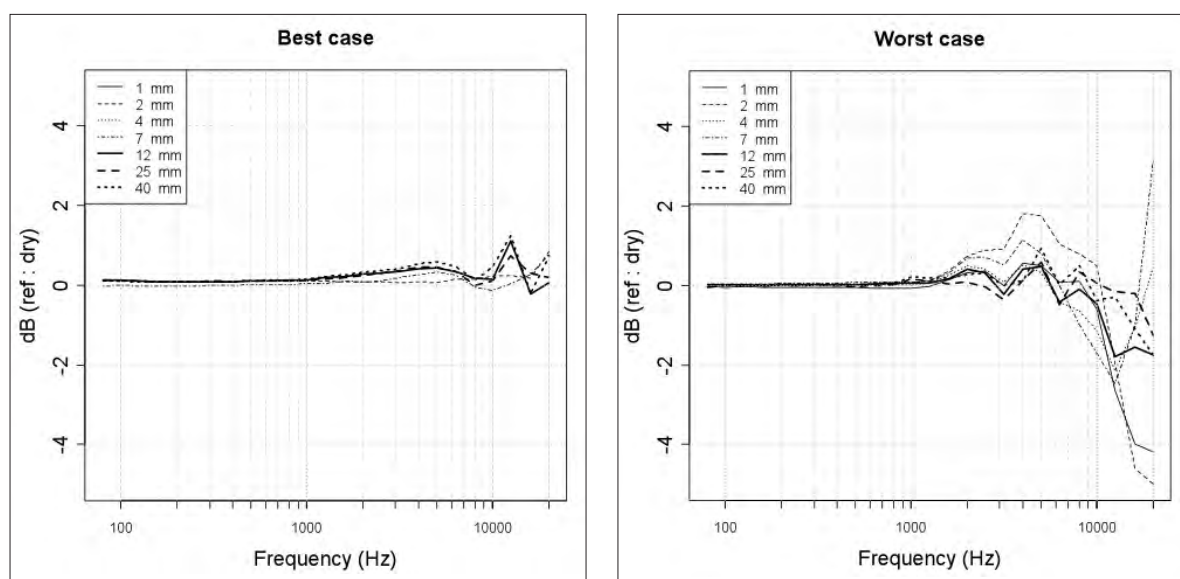


Fig. 3 : Variation en fonction du niveau de précipitation

Résultats des mesures

Pour savoir s'il y a une influence, nous avons plongé dans l'eau les protections jusqu'à saturation. Dans le meilleur des cas (figure 2 à gauche), même s'il y a une petite influence, on reste dans le gabarit de tolérance de la norme des sonomètres de classe 1. En revanche, dans le pire des cas (figure 2 à droite), l'influence est tellement importante qu'il y aura forcément une altération significative de la mesure. On remarque dans les deux cas que l'influence de la présence d'eau dans la protection commence à partir de 1 000 Hz.

Sur la figure 3, on remarque également une grande disparité entre la plus performante (à gauche) et la moins performante des protections (à droite). On détecte également une influence pour les fréquences supérieures à 1 000 Hz.

Estimation des incertitudes

Les résultats correspondant aux différences entre les réponses fréquentielles avec protections mouillées et sèches sont présentés sous forme de « boîte à moustaches » échelonnées par bandes de fréquences tiers d'octave de 1 250 à 20 kHz (figure 4, page suivante). Dans le meilleur des cas (à gauche), on remarque une moyenne qui évolue légèrement autour de 0. Si on avait un alignement parfait, avec toutes les valeurs à 0, cela voudrait dire qu'il n'y aurait aucune influence. Donc si ça évolue, cela veut dire qu'un biais de mesure existe. Ainsi, une correction du biais, correspondant à la valeur moyenne, devrait être appliquée de manière systématique.

À partir de ces résultats, on peut estimer pour chaque type de protection, la correction qu'on devrait appliquer par bande de tiers d'octave et l'incertitude-type associée.

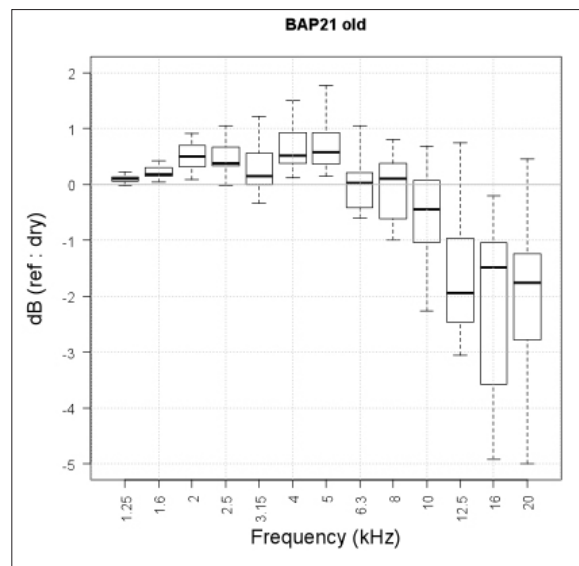
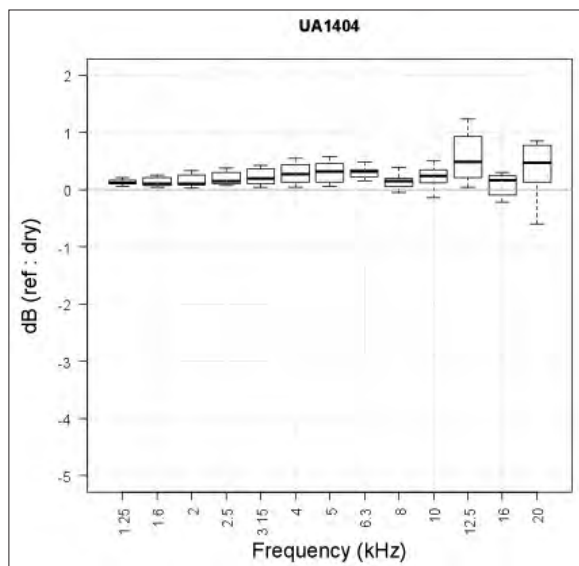


Fig.4 : Estimation des incertitudes

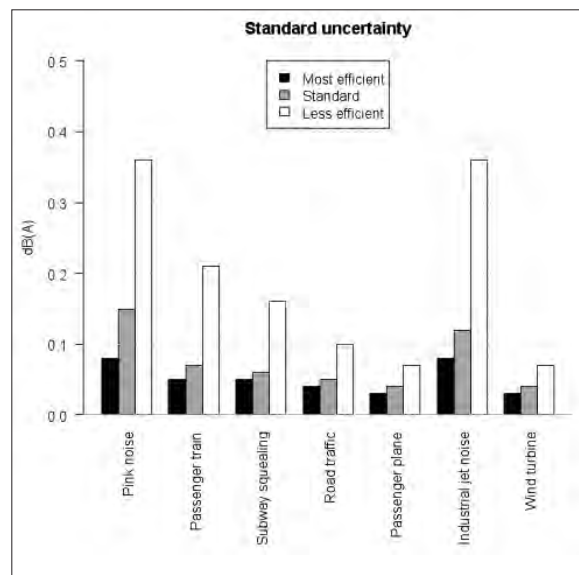
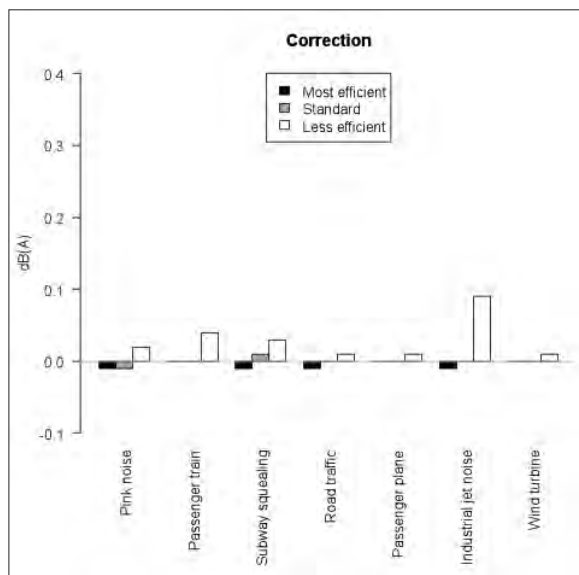


Fig. 5 : Incertitudes en fonction des sources

On remarque d'importantes disparités entre les différents types de matériels.

Nous avons estimé les incertitudes associées aux différentes protections pour des sources de bruit courantes comme le bruit rose ou le bruit routier. On remarque que plus la source est chargée en hautes fréquences plus l'incertitude est importante. Pour des sources basses fréquences, les incertitudes vont être plus faibles. Ce qui est le cas notamment pour le bruit routier.

Temps de séchage

Pour mesurer les temps de séchage nous avons fait appel au CEREMA Est basé à Strasbourg (67). Le CEREMA a mis une étuve à disposition afin de vérifier régulièrement la

masse des protections étudiées dans des conditions de température et d'hygrométrie contrôlées.

Vous voyez sur la figure 4 à gauche, les décroissances des masses en fonction du temps. On a bien une relation masse/temps de séchage. Sur la droite, il s'agit des mesures qui ont été réalisées au LNE avec en ordonnée la masse et en abscisse, le niveau de précipitation.

Grâce à ces deux courbes, nous avons pu déterminer directement le temps de séchage en fonction du niveau de précipitation, c'est ce qui est présenté en figure 5.

À partir de ces résultats, nous avons pu constituer une base de données sur les différents types de protection avec des corrections à apporter ainsi qu'une incertitude-type pour chaque bande de fréquence tiers d'octave.

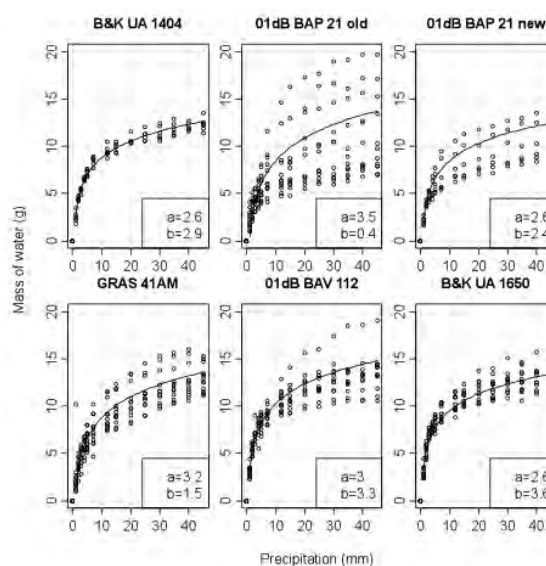
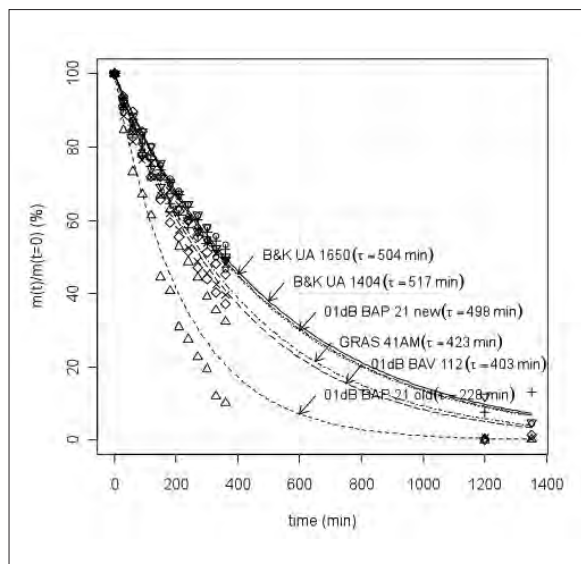


Fig. 6 : Temps de séchage : à gauche, mesures réalisées au CEREMA, à droite : mesures réalisées au LNE

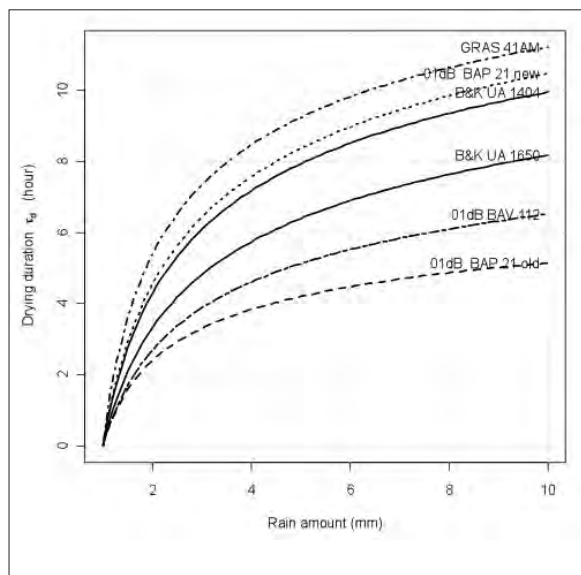


Fig. 7 : Comparaison des temps de séchage en fonction du niveau de précipitation

Sont également répertoriées les durées à partir desquelles la protection est considérée comme sèche et où l'incertitude de mesure associée à ce poste d'incertitude ne s'applique plus.

Conclusion

Ces travaux ont été menés en collaboration avec David Écotière du CEREMA, Patrick Cellard du LNE et Christophe Rosin d'Aéroports de Paris[1]. Ils intéressent principalement les observatoires du bruit pour lesquels les stations restent sur le terrain sur des longues durées.

Je remercie les constructeurs de sonomètres qui ont mis à notre disposition autant de matériels que nécessaires pour établir des statistiques fiables.

Bibliographie

[1] : Ribeiro C., Écotière D., Cellard P., Rosin C., « Uncertainties of the frequency response of wet microphone windscreens », *Applied Acoustics* 78:11–18 (2014)

NDLR : Cet article complète l'article paru dans le numéro 60 d'Acoustique & Techniques