Mesures in-situ de l'absorption acoustique

P. Guignouard

► To cite this version:

P. Guignouard. Mesures in-situ de l'absorption acoustique. Journal de Physique IV Proceedings, 1994, 04 (C5), pp.C5-167-C5-169. 10.1051/jp4:1994531 . jpa-00253025

HAL Id: jpa-00253025

<https://hal.science/jpa-00253025>

Submitted on 1 Jan 1994

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mesures *in-situ* de l'absorption acoustique

P. GUIGNOUARD

Laboratoire d'Application des Sciences Acoustiques, BP. 30, 78601 Maisons Laffitte cedex, France

Résumé : Cette méthode est basée sur la mesure directe de l'impédance de surface en incidence quelconque, déduite de la fonction de transfert entre deux signaux captés à l'aide d'un doublet microphonique placé très près de l'échantillon testé. Cette technique a largement fait ses preuves en champ libre. Des distances source-récepteur bien adaptées permettent de réduire la contribution des réflexions sur les parois du local de mesure et peuvent ainsi éviter l'emploi d'une chambre anéchoïque. A l'aide d'un matériel de mesures acoustiques portable et fiable, nous avons utilisé la technique du doublet microphonique directement sur site pour mesurer l'absorption acoustique de matériaux installés dans des conditions réelles de mise en oeuvre et d'utilisation futures, et mettre en évidence la contribution de chacune des parois sur la réverbération du local.

1. INTRODUCTION

Une vaste étude expérimentale sur la caractérisation de l'absorption acoustique des matériaux a montré que lorsque les mesures de durées de réverbération se font dans des locaux parallélépipédiques vides, non meublés, dans lesquels seul le plafond est traité, les résultats obtenus sont beaucoup plus importants que ce que laisse espérer (et parfois garantir) le calcul basé sur le coefficient d'absorption du matériau de plafond donné par les laboratoires [1]. Les écarts peuvent être très importants et sont toujours très supérieurs aux tolérances de mesures.

Ces constatations nous conduisent d'une part à penser qu'une garantie de résultat de la durée de réverbération reste hasardeuse (résultat dépendant trop des autres parois existantes, de l'encombrement et de la diffusion du local). D'autre part, les entreprises ont à répondre de plus en plus à un cahier des charges demandant un revêtement ayant, en place, un coefficient d'absorption défini.

Ainsi, une nouvelle méthode permettant d'évaluer l'absorption acoustique de matériau installé sur le site, quelque soit l'environnement de mesure, semblerait plus judicieuse.

2 . LA METHODE DE MESURE

L'évolution des techniques du traitement du signal d'une part, et de l'informatique d'autre part, a permis de développer de nouvelles méthodes de mesures de l'impédance acoustique de matériaux placés en champ libre pour des incidences normales ou obliques. En général, le champ sonore, généré par une source délivrant un signal large bande placé au-dessus de l'échantillon, est mesuré à l'aide d'un ou de deux microphones. L'impédance de surface est déduite de cette mesure. Dans la plupart des cas, ces techniques sont bien adaptées à la mesure de l'impédance de sol utile entre autre à la caractérisation de la propagation sonore en extérieur mais nécessitent de grandes surfaces à tester [2,3,4].

ALLARD [5,6] a suggéré une méthode de mesure en chambre anéchoïque à la suite des travaux de CHUNG et BLASER [7] et des procédés d'évaluation de la vitesse acoustique initialement développés pour l'intensimétrie.

Le champ de pression acoustique est mesuré très près de la surface de l'échantillon (de l'ordre de quelques centimètres) à l'aide d'un doublet microphonique. Des améliorations ont été apportées à cette méthode qui permettent de tester de nombreux matériaux [8,9].

La détermination de l'impédance normale de surface passe par la connaissance de la composante normale de la vitesse acoustique et de la pression acoustique de l'air à la surface de l'échantillon. Le principe consiste en la mesure de la fonction de transfert entre deux microphones placés très proche de la surface du matériau. Le dispositif expérimental est décrit à la figure ci-après.

Les deux microphones sont placés suivant un axe perpendiculaire à la surface en M_1 et M_2 . Ils permettent de mesurer simultanément les pressions acoustiques p_1 et p_2 respectivement en M_1 et M_2 .

On définit $H(\omega)$ la fonction de transfert comme étant le rapport des pressions p_1 et p_2 dans le domaine fréquentiel :

$$H(\omega) = \frac{p_2(M_2)}{p_1(M_1)}$$

En champ libre et pour des distances source-récepteur suffisamment grandes (plusieurs mètres), l'impédance de surface peut être déduite de $H(\omega)$ dans l'hypothèse d'ondes planes incidente et réfléchie.

En revanche, dans un environnement non anéchoïque, les réflexions des ondes sonores sur les murs et le plafond ne sont pas négligeables et perturbent la mesure. Pour s'en affranchir, il faut rapprocher la source sonore du matériau afin que le champ direct soit beaucoup plus intense au niveau des capteurs que celui issu des réflexions sur les parois constituant le local. Dans ces conditions, le champ sonore à proximité des microphones peut être considéré, en première approximation, comme étant la superposition de deux ondes sphériques émises par la source S et son image S' [10].

Ainsi, en notant R_s le coefficient de réflexion sphérique et r_1 , r_2 , r'_1 et r'_2 les distances SM_1 , SM_2 , $S'M_1$ et $S'M_2$, on peut écrire $H(\omega)$ comme suit :

$$H(\omega) = \frac{\exp(ikr_2)/r_2 + R_s \exp(ikr'_2)/r'_2}{\exp(ikr_1)/r_1 + R_s \exp(ikr'_1)/r'_1}$$

Dans cette équation, k est le nombre d'onde dans l'air. On en déduit l'expression de R_s ((la dépendance temporelle est $\exp(-i\omega t)$) :

$$R_s = \frac{\exp(ikr_2)/r_2 - H(\omega) \exp(ikr_1)/r_1}{H(\omega) \exp(ikr'_1)/r'_1 - \exp(ikr'_2)/r'_2}$$

L'expression de l'impédance normale de surface en P, pour une incidence q , est :

$$Z_s = (1 + R_s)/(\cos \theta (1 - R_s)(1 - \cos \theta/(ikh)))$$

3 . RESULTATS EXPERIMENTAUX

La faisabilité a été démontrée.

Les essais sont toujours en cours actuellement.

4. REFERENCES

- [1] Ph. GUIGNOUARD, M. MEISSER, Enseignements issus des comparaisons entre les mesures d'absorption effectuées en laboratoire et in-situ, Premier Congrès Français d'Acoustique, Lyon, avril 1990, Les Editions de Physique.
- [2] P.J. DICKINSON and P.E. DOAK, Measurements of the normal acoustic impedances on ground surfaces, JSV 13. (1970)
- [3] A.J. CRAMOND and C.G. DON, Reflection of impulses as a method of determining acoustic impedance, JASA 75. (1978)
- [4] T. LEGOUIS and J. NICOLAS, Phase gradient method of measuring the acoustic impedance of material, JASA 81. (1978)
- [5] J.F. ALLARD and P. DEPLACE, Free field measurement of absorption coefficient on square panels of absorbing material, JVS 101 (3). (1985)
- [6] J.F. ALLARD and B. SIEBEN, Measurements of acoustic impedance in a free field with two microphones and a spectrum analyser, JASA 77. (1985)
- [7] J.Y. CHUNG and D.A. BLASER, Transfert function methode of measurement in-duct acoustic properties - I Theory, II Experiment, JASA 68 (3). (1980)
- [8] Ph. GUIGNOUARD, l'Absorption Acoustique des Matériaux Poreux - Prédications et Mesures, Thèse de l'Université du Maine, novembre 1991.
- [9] J.F. ALLARD, C. DEPOLLIÉ and Ph. GUIGNOUARD, Free-field surface impedance measurement of sound absorbing materials with surface coatings, Applied Acoustics 26. (1989)
- [10] J.F. ALLARD and Y. CHAMPOUX, In-situ free field measurements of the surface acoustic impedance of material. J. Noise Control Eng. 32. (1989)