

ACOUSTIQUE. — *Étude expérimentale des champs de pression et d'intensité acoustique dans un absorbeur actif de type monopolaire.* Note de Marie-Annick Galland et Michel Sunyach, présentée par Robert Daustray.

Cette étude expérimentale concerne les propriétés d'un système d'absorption acoustique active installé dans un conduit de longueur finie. Les essais sont plus spécialement analysés dans le cas difficile de parois rigides. Le système permet de réaliser aisément des atténuations de 40 dB pour une excitation en fréquence pure. Les mesures des champs de pression et d'intensité acoustique sont en très bon accord avec les résultats calculés par une méthode modale.

ACOUSTICS. — An experimental investigation of pressure and acoustic intensity fields for a monopolar active noise control system.

The properties of an active noise control system placed in a duct of finite length are studied experimentally. Particular attention is focused on the difficult case of the hard walled duct. The system achieves attenuations of 40 dB for monochromatic sources. The measurements of pressure and intensity distributions are compared with the results given by the modal theory and a very good agreement is obtained.

L'absorption acoustique active dans les conduits de longueur finie présente un grand intérêt pour les applications pratiques qui peuvent en résulter. Une étude expérimentale dont les résultats sont comparés à des calculs théoriques s'impose donc afin d'éprouver les performances du système.

Afin d'atteindre un maximum de rigidité, le conduit (fig. 1), à section carrée, d'une longueur de 1,60 m pour une hauteur de 0,20 m, est réalisé en planches de chêne d'une épaisseur de 4 cm. Un panneau de laine de verre amovible, placé sur la paroi opposée aux haut-parleurs, permet d'étudier les effets d'une telle absorption.

Les haut-parleurs primaire et secondaire sont fixés en paroi et les effets de leur charge arrière ont été minimisés au moyen de baffles tapissées de laine de verre [1]. Tous les essais sont effectués pour des excitations en fréquence pure, qui assurent la propagation du seul mode plan ($f < 850$ Hz).

Le haut-parleur secondaire est asservi par un convolveur mis au point au Laboratoire [2] et piloté par un micro-ordinateur Apple II. Le réglage du convolveur se fait de manière automatique ou manuelle et a pour but de minimiser la pression mesurée par le microphone de détection situé dans la zone d'antibruit. La facilité d'emploi, la précision et la stabilité de ce système nous permettent d'obtenir aisément plus de 40 dB d'atténuation.

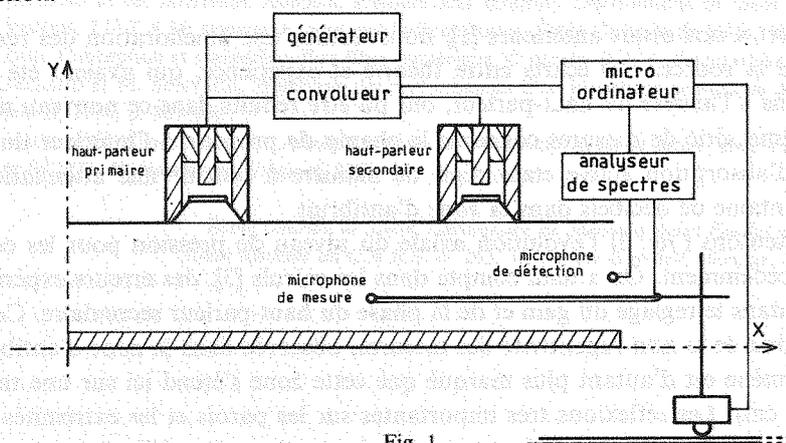


Fig. 1

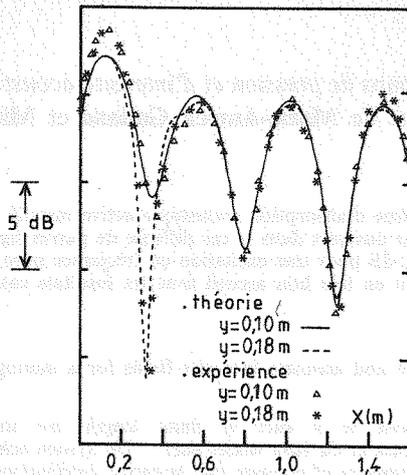


Fig. 2

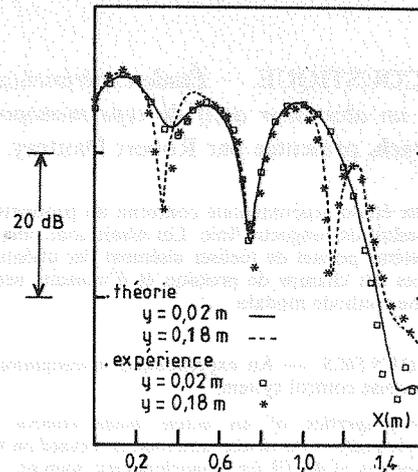


Fig. 3

Les mesures des champs de pression et d'intensité acoustique à deux dimensions sont effectuées par l'intermédiaire d'un analyseur de spectres deux voies HP 3582 A. Les résultats présentés ici, concernent le plus souvent le conduit brut, sans laine de verre en paroi. C'est un cas intéressant car la stabilisation du système d'absorption active ainsi que les mesures sont rendues plus difficiles par le fort taux de réflexions qui en résulte.

MESURES DU NIVEAU DE PRESSION. — Le micro-ordinateur enregistre automatiquement et de manière continue l'abscisse du microphone de mesure et le niveau de pression instantanée correspondant à cette position.

Dans un premier temps, on enregistre l'évolution axiale du niveau de pression créé par la source primaire et on le compare aux résultats théoriques obtenus par une méthode modale. Dans ce calcul, les réflexions sur la paroi faisant face aux haut-parleurs et sur les extrémités ouvertes du conduit, sont en effet modélisées par des impédances spécifiques uniformes, respectivement Z_p et Z_e , qui sont *a priori* inconnues. L'ajustement des courbes expérimentales et théoriques permet alors de déterminer ces caractéristiques acoustiques pour la fréquence étudiée. Ainsi, dans le cas d'une paroi brute et pour une fréquence d'excitation de 400 Hz, l'ajustement représenté sur la figure 2 fournit les valeurs suivantes d'impédances complexes :

$$Z_p = 5 + 5j, \quad Z_e = 0,3 + 0,8j.$$

Par rapport à nos essais antérieurs [1], nous notons une amélioration des résultats au voisinage de la source. Les écarts entre théorie et expérience, qui avaient été attribués aux réflexions à l'arrière du haut-parleur, ont pu être réduits dans ce nouveau montage.

La deuxième série de mesures concerne le champ de pression à l'intérieur du conduit, le système d'absorption active étant réglé de manière à obtenir une atténuation stable d'une quarantaine de décibels dans la zone d'antibruit.

Nous présentons (fig. 3) l'évolution axiale du niveau de pression pour les conditions décrites précédemment. On a tenu compte dans les calculs [3], des erreurs expérimentales intervenant dans le réglage du gain et de la phase du haut-parleur secondaire. Ces erreurs sont à l'origine de la non-répétitivité des mesures, observée dans la zone d'antibruit.

Ce phénomène est d'autant plus marqué que cette zone s'étend ici sur une très courte distance (40 cm). Les réflexions très importantes sur les parois et les extrémités ouvertes du conduit induisent toujours un fort taux d'ondes stationnaires à l'amont.

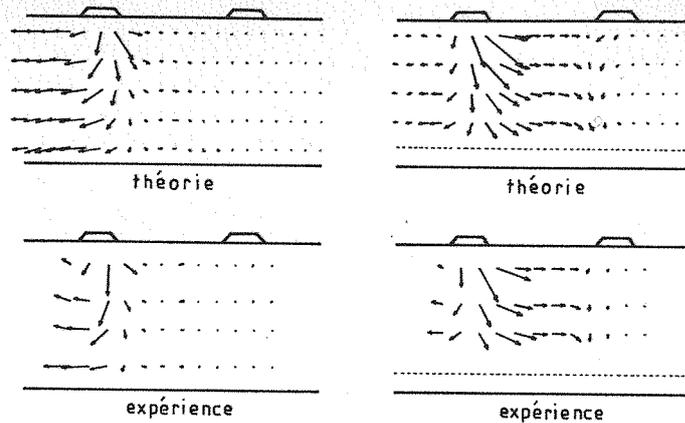


Fig. 4

MESURES DU CHAMP DES VECTEURS INTENSITÉ ACOUSTIQUE. — La sonde utilisée, antérieurement décrite par G. Comte-Bellot et M. Sunyach [4], présente un écartement entre capteurs de 4 cm. Les acquisitions effectuées portent sur les grandeurs moyennées suivantes : niveaux de pression et phase de la fonction de transfert entre les deux microphones. Elles s'échelonnent tous les 10 cm le long du conduit, à des hauteurs différentes.

Présentées dans le cas du conduit rigide (*fig. 4*) et avec addition d'un panneau en laine de verre (*fig. 5*) les cartes d'intensité font apparaître une bonne concordance entre théorie et essais, et mettent en évidence l'intérêt d'un absorbant en paroi.

Dans le cas de la paroi quasi-rigide, le champ est réactif dans la majeure partie du conduit et l'énergie est massivement refoulée vers l'amont.

Au contraire, une partie de l'énergie est absorbée par le panneau de laine de verre, ce qui est un avantage important d'un point de vue pratique. Le flux d'énergie vers l'amont est alors beaucoup plus faible, donc son absorption plus facile, ce qui conduit plus aisément à un système d'absorption active ayant un minimum de fuites de bruit à l'extérieur.

Remise le 10 février 1986.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] M. A. GALLAND et M. SUNYACH, Acoustic Pressure and Intensity Distributions in finite length active noise control systems, *I.U.T.A.M. symposium aero and hydroacoustics*, École Centrale de Lyon, 1985.
- [2] G. BILLOUD, Conception et réalisation d'un filtre numérique 32 points, *D.E.A. d'Acoustique*, Lyon, 1985.
- [3] M. A. GALLAND et M. SUNYACH, Prédiction des performances d'un absorbeur acoustique actif, *Comptes rendus*, 302, série II, 1986, p. 863-866.
- [4] M. SUNYACH et G. COMTE-BELLOT, *Acoustic pressure and intensity fields in active noise control system*, A.I.A.A. Paper 84.2271, Williamsburg, Virginia, 1984.

École centrale de Lyon, Laboratoire de Mécanique des Fluides et Acoustique,
Unité associée au C.N.R.S. n° 263, 36, avenue Guy-de-Collongue, 69130 Écully.