

Stage de Master 2

Titre

Microphones électrostatiques pour la thermométrie acoustique primaire sur une large gamme de températures : caractérisation hors conditions atmosphériques par la méthode de la grille d'entraînement, réalisation de transducteurs dédiés.

Contexte scientifique et international

Dans le cadre de la redéfinition de l'unité de températures (le kelvin), l'échelle des températures doit reposer non plus sur une série de points fixes et de fonctions d'interpolation entre ceux-ci, mais sur la mesure de la température thermodynamique d'un gaz. Pour ce faire, le Laboratoire Commun de Métrologie LNE-Cnam, ainsi que d'autres Laboratoires Nationaux de Métrologie de part le monde, utilisent les techniques de thermométrie acoustique mises au point dans les dernières décennies. Ces techniques reposent sur la mesure de la vitesse du son dans un gaz rare, elle-même déduite des fréquences de résonance acoustiques du gaz en cavité quasi sphérique [1]. Dans un tel système, les incertitudes nécessaires pour la redéfinition de l'échelle des températures sont de l'ordre de 10^{-5} en valeurs relatives. Ainsi, tous les éléments du dispositif expérimental doivent être parfaitement compris et caractérisés, parmi lesquels les transducteurs acoustiques permettant de générer et de mesurer le champs de pression dans la cavité. Les transducteurs actuellement utilisés sont des microphones électrostatiques du commerce dédiés à des applications relevant de l'acoustique aérienne. Ils ne sont donc pas optimisés ni bien caractérisés pour une utilisation dans des conditions de travail (gaz, pression, température) propres à la thermométrie acoustique. Ils font actuellement partie des facteurs limitants pour la mesure de la température thermodynamique de 4 K à 380 K.

Des travaux expérimentaux ont déjà permis de caractériser le comportement de tels microphones dans l'hélium et l'argon à 273,16 K pour des pressions statiques de 25 kPa à 800 kPa, ainsi que de valider les modèles théoriques disponibles alors [2]. Ces travaux demandent à être complétés par une nouvelle étude expérimentale visant à déterminer l'évolution du comportement de microphones électrostatiques sur une large gamme de températures, pour laquelle leurs caractéristiques mécaniques aussi bien qu'acoustiques doivent être affectées. Les résultats de cette étude doivent également servir de base à la réalisation de transducteurs électrostatiques optimisés pour la thermométrie acoustique.

Description du stage

Le stagiaire participera au montage d'un banc de mesure au LNE-Cnam pour la caractérisation expérimentale de microphones électrostatiques du commerce (Brüel&Kjaer et GRAS) par la méthode de la grille d'entraînement sur une large gamme de températures et à différentes pressions statiques dans de l'hélium et de l'argon [2].

Il devra effectuer les mesures et analyser les résultats expérimentaux au regard des modèles analytiques de microphones électrostatiques disponibles dans la littérature [3,4] afin d'en éprouver la validité et d'en déduire des propriétés mécano-acoustiques de tels microphones en fonction de la température.

Les résultats obtenus pourront être utilisés pour la réalisation de transducteurs électrostatiques dédiés en s'appuyant sur la base de transducteurs déjà réalisés par le passé en laboratoires de métrologie [5].

Références bibliographiques

- [1] L. Pitre, M. R. Moldover and W. L. Tew, *Metrologia* **43** (2006) 142–162.
- [2] C. Guianvarc'h, R. M. Gavioso, G. Benedetto, L. Pitre and M. Bruneau, *Rev. Sci. Instrum.* **80** (2009) 074901.
- [3] M. Bruneau, A.-M. Bruneau, Z. Skvor and P. Lotton, *Acta Acustica* **2** (1994) 223–232.
- [4] T. Lavergne, S. Durand, M. Bruneau, N. Joly and D. Rodrigues, *J. Acoust. Soc. Am.* **128** (2010) 3459–3477.
- [5] M. B. Ewing and J. P. M. Trusler, *J. Chem. Thermodynamics* **32** (2000) 1229–1255.

Profil

Compétences scientifiques (au moins un des domaines suivants) : acoustique physique, transducteurs, électroacoustique, mesure physique.

Des connaissances en instrumentation et l'utilisation de Labview, Matlab ou Scilab seraient appréciés.

Maîtres de stage

Cécile Guianvarc'h, Laurent Pitre

Lieu

Laboratoire Commun de Métrologie LNE-Cnam
61 rue du Landy – 93210 La Plaine Saint Denis – France

Durée

5 mois (février-juin 2015)

Contact

Cécile Guianvarc'h, cecile.guianvarc_h@cnam.fr, +33 (0)1 58 80 89 15