

Effets non linéaires dans les machines thermoacoustiques

Diana Baltean-Carlès, Catherine Weisman

Sorbonne Université, CNRS, Institut Jean Le Rond d'Alembert, F-75005 Paris, France
 diana-georgiana.baltean-carles@sorbonne-universite.fr

La thermoacoustique concerne l'interaction entre les oscillations acoustiques et thermiques d'un gaz confiné à proximité d'une paroi solide, ayant comme effet une conversion d'énergie thermique en énergie acoustique (moteur thermoacoustique) ou vice-versa (pompe à chaleur ou réfrigérateur thermoacoustique). L'intérêt principal des dispositifs thermoacoustiques réside dans leur simplicité, leur fiabilité (absence de composants mécaniques mobiles) et l'utilisation de fluides non polluants. Un système thermoacoustique de réfrigération se compose généralement d'un tube rempli d'un gaz compressible, au sein duquel est inséré un milieu poreux (par exemple un empilement de plaques planes ou de grilles) placé entre deux échangeurs de chaleur. L'application d'une onde acoustique au sein du fluide induit un pompage de chaleur qui se caractérise par la génération d'un gradient longitudinal de température le long du milieu poreux, les échangeurs permettant la récupération de la chaleur pompée.

Les études et les dimensionnements des systèmes thermoacoustiques complets s'effectuent en utilisant des codes 1D basés sur l'approximation acoustique linéaire de Rott. Les travaux de référence sur les machines thermoacoustiques sont principalement issus du groupe de recherche de G. Swift [1]. De nombreux phénomènes non-linéaires et multidimensionnels (streaming acoustique, effets de bord, convection naturelle) qui limitent les performances des systèmes thermoacoustiques, sont peu ou pas pris en compte dans ces codes. La présentation est centrée sur la modélisation et la simulation numérique de ces effets en étroite liaison avec les expériences.

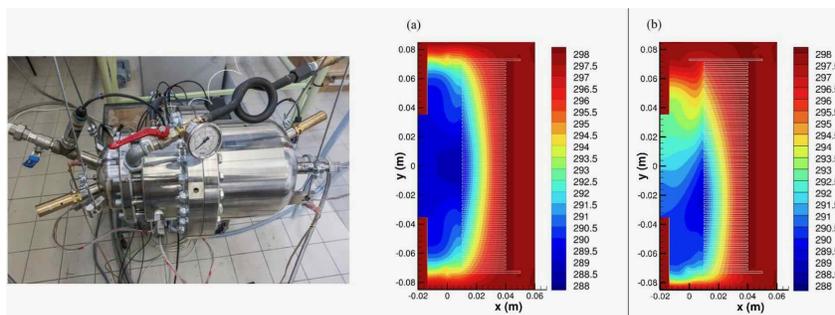


Figure 1. Prototype de pompe à chaleur thermoacoustique compacte (Pprime, projet ANR TACOT), et simulation 2D du champ de température en K, sans gravité (a), et avec gravité (b), d'après [2]

Références

1. G. W. SWIFT, Thermoacoustics : A unifying perspective for some engines and refrigerators, *Acoustical Society of America, Melville, NY* (2002).
2. D. BALTEAN-CARLÈS Y. FRAIGNEAU, C. WEISMAN, Gravity effects in a compact thermoacoustic cavity, à paraître *JASA* (2025).