

Résumé de la thèse de Doctorat

Soutenu le 01/06/2016 par : SEGHIRI Abdelhak

Thème: Comportement des systèmes thermoacoustiques avec prise en compte du gradient transverse de température

Directeur de thèse : Prof. Abdelwahid Azzi (USTHB)

Co-Directeur de thèse : Prof. Smaïne Kouidri (LIMSI, France)

A ce jour des efforts sont menés pour le développement des systèmes de conversion et de production d'énergie afin d'améliorer les performances du point de vue coût, fiabilité et exigence écologique. A cet effet, les systèmes thermoacoustiques constituent l'un des dispositifs prometteurs et une alternative potentielle aux machines conventionnelles. En effet, leur fiabilité et coût de maintenance sont meilleurs puisqu'ils utilisent moins de pièces mobiles. De plus, en fonctionnant avec des gaz inertes non nocifs, ils s'adaptent bien aux tendances mondiales écologiques et environnementales et d'autre part, ils se prêtent bien à l'usage des énergies renouvelables.

Depuis les années 80, plusieurs prototypes de machines thermoacoustiques sont réalisés mais ils n'ont pas encore atteint le niveau d'efficacité des machines conventionnelles, ce qui limite leur commercialisation et application. Dans le but d'améliorer la conversion d'énergie dans ces systèmes, la communauté scientifique mène des études fondamentales et expérimentales afin de clarifier les facteurs responsables de la dégradation des performances. Dans ce contexte, les phénomènes non linéaires comme l'apparition des harmoniques, le streaming, le jet de bord et la turbulence constituent les principaux thèmes étudiés. La compréhension du transfert thermique dans les dispositifs thermoacoustiques est un autre aspect abordé dans la littérature récente, en particulier le cas de l'échangeur de chaleur et la zone de jonction de celui-ci avec le stack ou le régénérateur qui reste encore un sujet de recherche. En effet, comparativement au cas de l'écoulement stationnaire, les connaissances sur le transfert thermique en écoulement oscillant sont encore en évolution.

L'effet de la non uniformité thermique dans le sens transversal sur la conversion d'énergie est l'un des aspects traités dans la thermoacoustique. Cette non uniformité est constatée expérimentalement dans les dispositifs thermoacoustiques en particulier l'échangeur de chaleur et le stack. Dans ce travail, la propagation acoustique dans un fluide confiné entre deux plaques planes est étudiée avec prise en compte du gradient transverse de température. A cet effet, un modèle asymptotique est développé afin de quantifier l'effet de ce gradient transverse sur les différentes variables acoustiques. L'approche suivie est une extension de la théorie linéaire standard qui ne s'applique que dans le cas d'un gradient transverse nul de température. Elle se distingue par rapport aux méthodes CFD utilisées par la simplicité du calcul. A l'opposé des travaux existants dans la littérature, le modèle proposé n'adopte pas d'hypothèses sur le champ de température transversal. Par ailleurs, des variables intermédiaires dénommées fonctions de forme thermique et visqueuse sont déduites et généralisent ceux de la théorie linéaire standard. Ces dernières sont utilisées pour étudier indirectement l'effet de la non uniformité thermique sur les variables acoustiques.

Dans ce cadre, une expression analytique proposée dans cette étude pour le calcul du gradient critique de température, paramètre introduit dans la thermoacoustique linéaire standard, a permis de quantifier l'effet du gradient transverse de température sur le déclenchement des machines thermoacoustiques. D'où il y a constatation que l'écart entre la valeur de ce paramètre pour le cas avec et sans gradient transverse est proportionnelle au rapport existant entre les deux vitesses acoustiques transversale et longitudinale.

De plus, l'étude de l'évolution des fonctions de forme thermique et visqueuse obtenues dans le cas du gradient transverse de température a confirmé le constat déduit de l'expression du gradient critique de température. En effet, la valeur de ces fonctions varie en amplitude et en phase suite au changement d'une part de l'inertie dynamique et thermique et, d'autre part, de l'évolution de la

couches limiteacoustique. Aussi la troisième fonction de forme thermique quantifie la convection transversaleengendrée par le gradient transverse de température qui perturbe aussi l'échangethermique dans le canal en particulier du coté chaud.

**Mots-clés :** Gradient transverse de la température moyenne, Thermoacoustique, Fonctions de forme thermoacoustiques.