

Mesure de l'interaction fluide-structure sur une réplique des cordes vocales humaines

Contexte

Les cordes vocales sont des structures anatomiques complexes situées dans le larynx à l'intersection des voies aériennes supérieure et inférieure. Sous l'action de l'écoulement d'air provenant des poumons les cordes vocales peuvent se mettre en auto-oscillation. Ce phénomène constitue la source acoustique principale des sons voisés de la parole (les voyelles, par exemple).

Dans le but de valider des modèles théoriques expliquant l'interaction fluide-structure déformable entre l'écoulement aérien et les cordes vocales, nous réalisons des mesures en laboratoire sur des répliques de cordes vocales. Celles-ci sont réalisées par un moulage de couches successives de différents silicones, répliquant la structure interne des cordes vocales humaines, comme illustré sur la figure 1. Ces répliques sont alors placées dans un banc expérimental alimentant un écoulement aérien et permettant de mesurer différents paramètres physiques (pression amont, pression acoustique, vibration...).

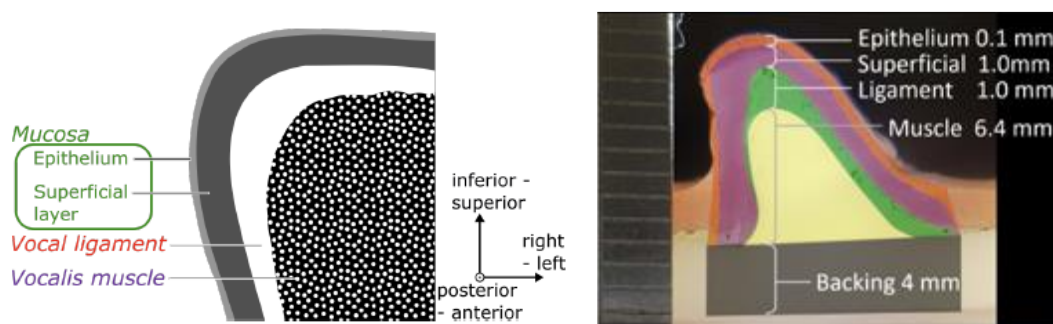


Figure 1 : A gauche, schéma anatomique d'une corde vocale et, à droite, réalisation d'une réplique en couches de silicones.

L'inconvénient de ces répliques est que leurs caractéristiques élastiques, prescrites par le choix des différents types de silicones, est fixe. Or, lors de la production de parole, le locuteur, par différents mécanismes, est capable de varier l'élasticité des cordes vocales conduisant notamment à des variations de fréquence et d'amplitude, indispensables à l'expressivité de la voix.

Objectifs

L'objectif de ce stage est d'inclure aux répliques existantes un dispositif susceptible d'en varier l'élasticité de manière fine, mesurable et contrôlable.

Sur la base de travaux précédents, l'idée est donc de remplacer l'une des couches, représentant le muscle vocalis, par une cavité remplie par un liquide (eau, huile de silicone ...) sous pression contrôlée. La variation de la pression du liquide permet ainsi de modifier l'élasticité de la réplique de cordes vocales.

Différentes réalisations (injection directe de liquide, inclusion d'un tube confinant...) seront tout d'abord testées. La solution la plus adaptée sera alors adoptée et étudiée de manière systématique

sur le banc expérimental. L'influence de la variation de pression du liquide interne, et donc de l'élasticité de la réplique, sur les différents paramètres physiques mesurables sera réalisée et comparée aux résultats précédents et aux prédictions de modèles théoriques développés dans l'équipe.

Suivant l'avancement des travaux et l'intérêt du candidat, différentes extensions pourront être réalisées par la suite : simulations de configurations pathologiques (asymétrie des cordes vocales, présence d'inclusions...), étude dynamique de la variation d'élasticité, variation d'élasticité d'une autre couche des répliques de cordes vocales ...

Ce stage s'adresse de préférence à un(e) candidat(e) intéressé(e) par les problématiques liées à l'humain (physiologie, pathologie), l'étude de phénomènes d'interaction fluide-structure déformable et la métrologie associée.

Lieu du stage : Laboratoire des Écoulements Géophysiques et Industriels (LEGI)

Encadrement : X. Pelorson (xavier.pelorson@legi.cnrs.fr) & A. Van Hirtum (annemie.vanhirtum@univ-grenoble-alpes.fr)