



## Proposition de stage de master M2 recherche en acoustique/aéroacoustique

*collaboration GIPSA-lab/3SR, Grenoble*

**Titre : Etude de l'interaction source-filtre en voix humaine sur un banc test articulé**

**Lieux d'accueil :**

- [Laboratoire GIPSA-lab](#) (équipe MOVE) - CNRS, Univ. Grenoble Alpes, Grenoble INP-UGA
- [Laboratoire 3SR](#) (équipe CoMHet) - CNRS, Univ. Grenoble Alpes, Grenoble INP-UGA
- Expérimentations sur le plateau technique AERO de GIPSA-lab

**Equipe d'encadrement :** Mounib Tlaidi (GIPSA-lab/3SR), Nathalie Henrich Bernardoni (GIPSA-lab), Lucie Bailly (3SR)

---

### **Contexte**

Le sujet de stage s'inscrit dans le cadre du projet AVATARS « Modélisation Hamiltonienne à ports de la voix humaine pour le contrôle d'avatars numériques et mécatroniques » (ANR-22-CE48-0014, 2023-2027). Il a pour objectif général de développer une nouvelle approche de la production vocale humaine basée sur la modélisation physique, la théorie des systèmes non-linéaires et des conceptions innovantes en mécatronique et en science des matériaux, afin de reproduire le comportement vocal humain mesuré en voix saine et en voix pathologique et de parvenir à une compréhension plus approfondie de leurs spécificités. Il s'appuie sur le développement d'avatars vocaux numériques et mécatroniques. Sur le plateau technique AERO de GIPSA-lab et en partenariat étroit avec le laboratoire 3SR, un banc test a été développé pour étudier la physique et la phonétique de la production de sons vocaux articulés (Luizard et al, 2023 ; Henrich Bernardoni et al., 2024).

### **Problématique**

Nous nous intéressons ici en particulier aux interactions fluide-structure-acoustique en phonation humaine (Zhang, 2016 ; Herbst et al., 2025). Si la théorie source-filtre développée par Fant en 1960 est toujours d'actualité dans les sciences de la parole, elle a néanmoins ses limites dès que l'on s'intéresse à la qualité vocale et aux productions vocales mettant en jeu un fort couplage entre la respiration, la phonation et l'articulation (Titze, 2008). La compréhension de ces phénomènes d'interaction source-filtre est un enjeu des recherches actuelles en vocologie, explorée en simulation numérique mais peu sur des maquettes reproduisant la production vocale humaine (Zhang, 2023).

### **Objectifs**

L'impact du couplage acoustique (charge acoustique par un conduit vocal reproduisant des



voyelles orales) sur l'auto-oscillation des plis vocaux biomimétiques existants sera exploré dans un premier temps. La charge acoustique consistera tout d'abord en des conduits vocaux à géométries simples représentant des voyelles, puis en des conduits morpho-réalistes imprimés en 3D à partir d'images IRM de ces mêmes voyelles. Finalement, en lien avec le développement par l'équipe mécatronique du laboratoire GIPSA-lab d'un conduit vocal robotisé capable d'articuler de la parole par actionnement de la mâchoire, de la langue et des lèvres, le comportement phonatoire sera caractérisé lors de séquences co-articulées.

**Compétences souhaitées :** acoustique, analyse de données sous Matlab / Python, expérimentation et mesures physiques

**Financement :** le stage est rémunéré par une gratification à hauteur de 1/3 du SMIC (~670€ / mois), pour une durée de 6 mois à partir de février 2026.

**Contact pour la candidature :**

Nathalie Henrich Bernardoni

Email : [nathalie.henrich@gipsa-lab.fr](mailto:nathalie.henrich@gipsa-lab.fr)

**Références**

ANR AVATARS, 2023-2027, ANR-22-CE48-0014, <https://avatars.ircam.fr>

Henrich Bernardoni N., Arnaud S., Tlaidi M., Royer J., Laval X., Bailly L. (2024) On the development of a avatar capable of speech and singing. *PEVoC 2024 - 15th Pan-European Voice Conference*, Sep 2024, Santander, France. <https://hal.science/hal-04729038v1>  
[https://hal.science/hal-04729038v1/file/2023\\_0313\\_plateforme\\_aero.mp4](https://hal.science/hal-04729038v1/file/2023_0313_plateforme_aero.mp4)

Henrich Bernardoni N., Royer J., Tlaidi M., Laval X., Arnaud S., Bailly L. (2024) Pinocchio, a biomimetic mechatronic testbed for producing in vitro articulated speech. *ISSP 2024 - 13th International Seminar on Speech Production*, May 2024, Autrans, France. <https://hal.science/hal-04354581>

Herbst, Christian T., Coen P.H. Elemans, Isao T. Tokuda, Vasileios Chatziioannou, et Jan G. Švec. « Dynamic System Coupling in Voice Production ». *Journal of Voice* 39, n° 2 (2025): 304-16. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2022.10.004>.

Luizard, P., Bailly, L., Yousefi-Mashouf, H., Girault, R., Orgéas, L., & Henrich Bernardoni, N. (2023). Flow-induced oscillations of vocal-fold replicas with tuned extensibility and material properties. *Scientific Reports*, 13:22658, p.1-19. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48080-x> , <https://hal.science/hal-04354562>

Titze, I. R. (2008). Nonlinear source-filter coupling in phonation: Theory. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(5), 2733-2749.

Zhang, Z. (2016). Mechanics of human voice production and control. *The journal of the acoustical society of america*, 140(4), 2614-2635.

Zhang, Z. (2023). The influence of source-filter interaction on the voice source in a three-dimensional computational model of voice production. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 154(4), 2462-2475.