

## PROPOSITION DE STAGE – MASTER 2 / Ingénieur

Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse  
UMR 5502 CNRS/INPT/UPS

**Titre : Influence de la turbulence atmosphérique Martienne sur les mesures acoustiques : modélisation pour la conception d'une veine miniature.**

Responsable(s) :

- Baptiste Chide, post-doctorant, IRAP/IMFT, [baptiste.chide@irap.omp.eu](mailto:baptiste.chide@irap.omp.eu)
- Xavier Jacob, enseignant-chercheur, IMFT, [xavier.jacob@imft.fr](mailto:xavier.jacob@imft.fr)

Lieu du stage :

- Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, Allée du Professeur Camille Soula, 31400 Toulouse
- une partie du travail pourra nécessiter des déplacements à l'Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie, 9 avenue du Colonel Roche, 31028 Toulouse Cedex 4

Durée : 5 à 6 mois

Candidature (CV, lettre de motivation, éventuellement références) à envoyer à : [xavier.jacob@imft.fr](mailto:xavier.jacob@imft.fr) et [baptiste.chide@irap.omp.eu](mailto:baptiste.chide@irap.omp.eu)

---

### Sujet :

Les résultats obtenus à l'aide du microphone de l'instrument SuperCam de la mission Mars 2020, ont permis de mettre en avant l'intérêt des mesures acoustiques pour divers objectifs : étude des propriétés et des phénomènes atmosphériques, des roches, ainsi que le suivi des sons émis par des équipements du rover.

Pour mettre au point les instruments de futures missions, ou acquérir des données de référence, des expériences de laboratoire sont réalisées dans des enceintes à basse pression de CO<sub>2</sub>, reproduisant les conditions Martiennes. Ces conditions de mesure, dans un volume limité, diffèrent de celles rencontrées sur Mars, pour deux raisons principales :

- la difficulté de générer des écoulements similaires et bien contrôlés
  - la propagation acoustique en espace clos est affectée par la réverbération
- Les différences de propriétés des atmosphères terrestres et martiennes peuvent être prise en compte à l'aide la modélisation numérique, pour concevoir les instruments, et les dispositifs qui permettront de tester.

L'objectif de ce stage est de développer les outils qui permettront :

- de concevoir une soufflerie miniature intégrable dans une enceinte climatique reproduisant l'atmosphère de Mars.
- d'étudier l'influence d'un écoulement turbulent sur les capteurs

Programme de travail proposé :

- réaliser une synthèse bibliographique des dispositifs de contrôle d'écoulement compatibles avec les contraintes d'intégration
- mettre en œuvre un modèle CFD (logiciel Comsol ou autre, suivant les dispositions du candidat) pour :
  1. dimensionner le dispositif de soufflerie
  2. calculer les caractéristiques de l'écoulement à proximité des capteurs
- mettre en œuvre un modèle de propagation acoustique en espace clos pour prédire le niveau de bruit généré par le dispositif.
- la partie expérimentale pourra être développée suivant l'avancée du travail.

Compétences attendues : mécanique de fluides, modélisation numérique (programmation Python/Matlab, Comsol), acoustique, instrumentation, traitement du signal

### Références :

- Chide, B., et al., 2020. Recording laser-induced sparks on Mars with the SuperCam microphone. Spectrochim. Acta, Part B, At. Spectrosc. 174, 106000. <https://doi.org/10.1016/j.sab.2020.106000>
- Maurice, S., et al., 2022. In situ recording of Mars soundscape. Nature 605, 653–658. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04679-0>

- Murdoch, N., et al., 2019. Laser induced breakdown spectroscopy acoustic testing of the Mars 2020 microphone. *Planet. Space Sci.* 165, 260–271. <https://doi.org/10.1016/j.pss.2018.09.009>.
- Stott, A.E., et al., 2023. Wind and turbulence observations with the Mars microphone on Perseverance. *J. Geophys. Res., Planets.* <https://doi.org/10.1029/2022JE007547>.
- Mehta, RD, Bradshaw, P , 1979, Design rules for small low speed wind tunnels. *Aeronaut J* 83(827):443–453, doi:10.1017/S0001924000031985
- Shamsuddin, M. S. M., Kamaruddin, N. M., 2020, Design and Development of a Small-Scale Wind Tunnel for Flow Visualization, *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 920, n° 1, p. 012001, sept. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/920/1/012001.