

PROPOSITION DE STAGE 2017-2018

Titre : Flow regimes in the wake of the Mars 2020 Rover SuperCam device

Responsables : **Yannick Bury** (yannick.bury@isae.fr), Naomi Murdoch (naomi.murdoch@isae.fr), Baptiste Chide (Baptiste.CHIDE@isae-supero.fr)

Laboratoire : ISAE DAEP, ISAE DEOS

Sujet du stage

Dans le cadre du projet de Rover martien Mars 2020, l'ISAE, en partenariat avec l'IRAP, est responsable du développement et de l'intégration d'un microphone martien sur l'instrument SuperCam équipant le futur Rover. Ce microphone dispose d'une bande passante de 100 Hz à 10 kHz. En étudiant les sons associés aux impacts d'un laser pulsé sur la roche martienne, qui seront différents en fonction de la quantité de matière ablatée et de sa dureté, l'analyse des propriétés mécaniques des roches sera possible. Toutefois l'environnement martien, régulièrement sujet à des vents de vitesse potentiellement élevée, suggère des interactions complexes entre l'écoulement imposé par le vent et la structure du SuperCam. Les structures tourbillonnaires ou turbulences générées dans le sillage et autour de l'instrument peuvent pénaliser les mesures acoustiques, selon le positionnement du SuperCam par rapport au vent, en imposant des fluctuations notables du champ de pression à proximité de l'instrument, potentiellement perçues par le microphone. Une compréhension détaillée de l'interaction entre le vent et l'instrument pourrait également nous aider à déterminer la vitesse du vent et le sens du vent. Ces mesures pourraient donc également servir à enrichir des bases de données pour les sciences de l'atmosphère.



Artist's view of the martian Mars 2020 rover, equipped with the SuperCam device (left) The accommodation of the Mars Microphone on the SuperCam instrument (right).

On propose ici d'étudier l'aérodynamique instationnaire compressible bas Reynolds engendrée dans l'environnement immédiat du SuperCam sous l'influence du vent martien. La spécificité des conditions environnementales représentatives de la surface martienne – atmosphère composée de CO₂ à 96%, densité moyenne de 0.02 kg/m³, pression moyenne de l'ordre de 600 Pa, température moyenne de 210 K, vitesses de vent variables, typiquement de l'ordre de 5 à 10 m/s – soulève nombre d'interrogations quant aux régimes d'écoulements induits en surface, et à leur prédiction.

Les enjeux scientifiques et méthodologiques soulevés sont nombreux. Parmi ces enjeux, la prédiction de l'écoulement autour et dans le sillage de l'instrument SuperCam en régime compressible à bas nombre de Reynolds est un point clé en vue de la compréhension des données enregistrées par le microphone, garantissant la meilleure interprétation possible des mesures acoustiques effectuées *in situ*.

Dans cette optique, on propose d'aborder l'étude de l'écoulement autour de l'instrument en conditions environnementales martiennes par voie numérique. En s'appuyant sur un outil de simulation d'écoulement basé sur la résolution des équations de Navier Stokes par méthode de volumes finis, on cherchera à prédire et analyser les modes d'instabilité apparaissant dans le sillage proche du SuperCam, et leur impact sur le champ de pression instationnaire à la surface de l'instrument lorsque la vitesse est progressivement augmentée et/ou la pression environnante réduite jusqu'à une valeur de pression absolue de l'ordre de 600 Pa. L'influence de la direction du vent relativement à l'instrument sur les fluctuations de pression au niveau du microphone sera également étudiée pour un nombre limité de configurations de vent. Cette analyse devra aider à proposer, à terme, un protocole expérimental transposable sur Mars pour la mesure *in situ* de la direction et de l'intensité du vent. Les effets de raréfaction du milieu ambiant sur la validité du modèle de milieu continu mis en œuvre pour la prédiction de l'écoulement devront par ailleurs être vérifiés.

Le candidat de formation ingénieur ou M2R devra justifier de compétences en dynamique des fluides. Une première expérience en CFD et dans l'analyse d'écoulements complexes reste souhaitable. La durée du stage est fixée à 6 mois, avec un début idéalement situé en mars 2018 mais pouvant être discuté selon la disponibilité du candidat.