

Avis de Soutenance

Monsieur Augustin TIBERE-INGLESSE

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

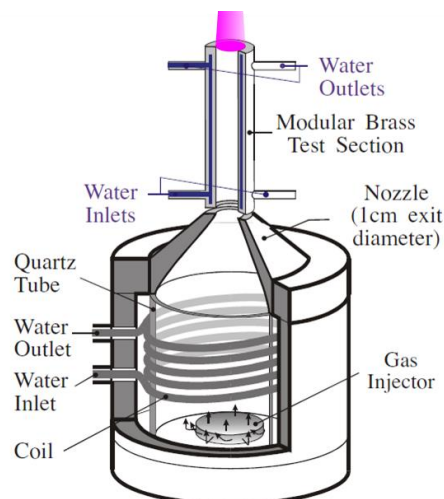
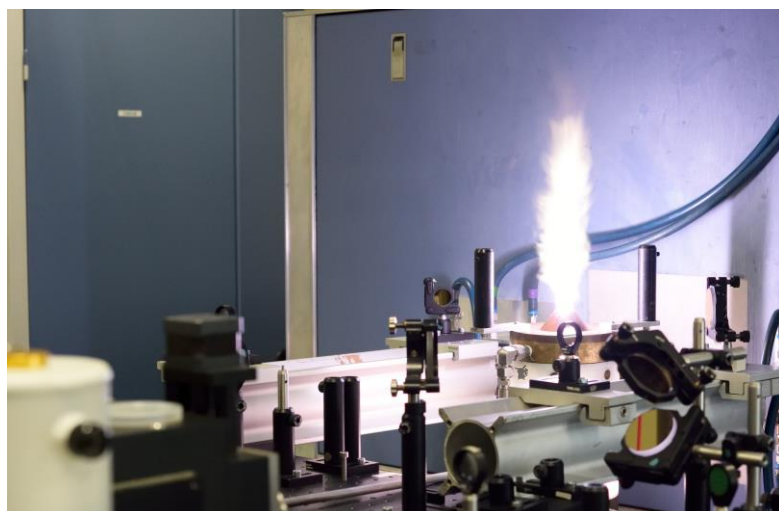
Rayonnement hors-équilibre de plasmas de recombinaison

dirigés par Christophe Laux

Soutenance prévue le **vendredi 27 septembre** à 9h30

Lieu : CentraleSupélec, 3 rue Joliot-Curie, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex

Auditorium Michelin – Partie 1 (Bâtiment Eiffel)



Gauche : photo de la torche à plasma de 50kW de CentraleSupélec. Droite : schéma de la torche et du tube de recombinaison utilisés pour générer un plasma hors-équilibre.

Composition du jury proposée :

Dr. Brett Cruden	NASA Ames Research Center	Rapporteur
Pr. Richard Miles	Texas A&M University	Rapporteur
Dr. Brigitte Attal-Trétout	ONERA	Examinatrice
Dr. Stefan Löhle	IRS (Stuttgart)	Examineur
Pr. Richard Morgan	University of Queensland	Examineur
Dr. Annarita Laricchiuta	ISTP (CNR Bari)	Examinatrice
Dr. Marie-Yvonne Perrin	CentraleSupélec - CNRS (EM2C)	Examinatrice
Dr. Christophe Laux	CentraleSupélec - CNRS (EM2C)	Directeur de thèse
Dr. Sean McGuire	CentraleSupélec - CNRS (EM2C)	Co-encadrant
Dr. Philippe Tran	ArianeGroup	Invité

Titre : Rayonnement hors-équilibre de plasmas de recombinaison

Mots clés : Entrée atmosphérique, plasmas d'air et d'azote, plasmas de recombinaison, spectroscopie d'émission, spectroscopie Raman spontanée, cinétique des plasmas

L'un des plus grands défis des missions prévues sur Mars est la phase d'entrée atmosphérique, lorsque le vaisseau spatial entre dans l'atmosphère de Mars ou de la Terre au retour. Les capsules spatiales entrent dans l'atmosphère à des vitesses hypersoniques ce qui comprime le gaz à l'avant de l'appareil et résulte en une augmentation de température jusqu'à la dissociation et l'ionisation du gaz. Ces phénomènes engendrent un rayonnement intense du gaz. Le flux radiatif arrivant sur la capsule est la principale source de chauffage de l'appareil mais de grandes incertitudes demeurent dans sa prédiction. En conséquence, le bouclier thermique est surdimensionné, augmentant la masse totale de l'appareil et diminuant sa charge utile.

Ces incertitudes sont maximales sur l'arrière-corps de l'appareil où le plasma l'entourant est forcé de se recombinaison hors équilibre. Cette thèse présente une caractérisation expérimentale de plasma hors équilibre d'air et d'azote en recombinaison, typique des plasmas d'arrière-corps. Les distributions de la population de l'azote atomique et moléculaire sont mesurées, ainsi que le rayonnement hors équilibre de ces espèces. Des comparaisons avec les prédictions de codes numériques sont données, et de larges différences sont observées, soulignant les limites des modèles de mécanique des fluides numériques. Ces données expérimentales ont pour but d'être utilisées dans la validation des modèles utilisés dans les codes d'entrée atmosphérique.

Title: Radiation of nonequilibrium recombining plasma flows

Keywords: Atmospheric entry, air and nitrogen plasmas, recombining plasmas, Optical Emission Spectroscopy, Spontaneous Raman Spectroscopy, plasma kinetics

One of the main challenges for the upcoming Mars missions is the atmospheric entry phase when the spacecraft enters the Martian atmosphere or the Earth's atmosphere upon return. The hypersonic velocity of the capsule entering the atmosphere leads to extreme gas heating and results in intense gas radiation. The radiative flux emitted by the plasma in front and around the capsule is the main source of heating, but its prediction suffers from large uncertainties, leading engineers to apply safety margin on the heat shield, thereby decreasing the useful payload of the capsule. These uncertainties are maximal in the afterbody region where the plasma is forced to recombine and can depart from equilibrium.

This thesis presents an experimental characterization of recombining non-equilibrium air and nitrogen plasma flows to mimic the chemical kinetic dynamics encountered in the afterbody region. The population distributions of radiating atomic and molecular species of nitrogen are measured, along with the nonequilibrium radiation emitted by these species. Comparisons with predictions from numerical codes are made and large differences are observed even in simple test cases, thus highlighting the limits of current computational fluid dynamics models. These data are intended to serve as a basis to validate the models used in reentry codes

