

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2010)

Proposition de stage pour l'année 2009-2010 (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition : 11 janvier 2010

Responsable du stage :	
Nom :	BOURDON
Tél :	01 41 13 10 46
Courriel :	anne.bourdon@em2c.ecp.fr
Nom du Laboratoire :	
Code d'identification :	EM2C
Site Internet :	www.em2c.ecp.fr
Adresse :	Ecole Centrale Paris, Grande Voie des vignes 92295 châtenay-Malabry Cedex
Lieu du stage :	Laboratoire EM2C, Ecole Centrale Paris

Titre du stage : Cinétique de dissociation de N_2 dans un plasma d'air produit lors d'une rentrée atmosphérique terrestre

Résumé : Au cours de la rentrée atmosphérique d'un engin spatial (cf. Fig.1), l'écoulement hypersonique est transformé par une onde de choc en écoulement hyper-enthalpique [1] : les niveaux de température atteints produisent la dissociation des molécules et l'ionisation du milieu [2]. Le plasma formé est le siège d'une chimie complexe qui met en jeu une foule d'espèces radicalaires et ionisées (N_2 , O_2 , Ar, NO, N, O, N_2^+ , O_2^+ , Ar^+ , NO^+ , N^+ , O^+ , O_2^- , O^- et les électrons). Le comportement du bouclier thermique dépend évidemment fortement de la composition et du niveau de température de ce plasma.

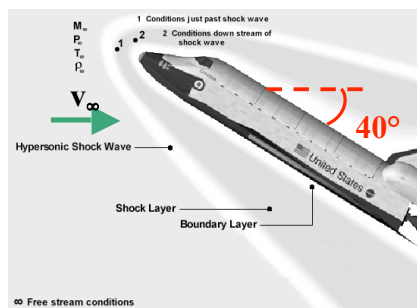


Fig.1. Navette spatiale en rentrée atmosphérique terrestre.

Pour étudier cette chimie complexe, une collaboration étroite entre les laboratoires CORIA de l'Université de Rouen et EM2C de l'Ecole Centrale de Paris a été développée : cette collaboration a abouti à la mise au point d'un modèle cinétique détaillé (appelé modèle collisionnel-radiatif) permettant de calculer en situation de déséquilibres thermique et chimique l'évolution des densités de population des espèces autant dans leur état fondamental que sur leurs états excités électroniques [3].

Parmi toutes les espèces prises en compte, l'une des molécules le plus difficilement dissociée est la molécule N_2 . Cela tient principalement à son énergie de dissociation proche de la dizaine d'eV et à l'écart d'énergie caractéristique relativement grand entre deux niveaux de vibration consécutifs. Cet écart joue un rôle important dans la mesure où la dissociation est assurée par le peuplement progressif des états de vibration à partir des niveaux de basse énergie jusqu'à la limite de dissociation. Le taux de dissociation de N_2 adopté jusque là ne prend pas en compte un éventuel déséquilibre vibrationnel de la molécule. Ce déséquilibre vibrationnel (qui est à l'origine de l'impossibilité d'attribuer à cette molécule une température de vibration) ne peut être clairement estimé qu'en mettant au point une cinétique des états vibrationnels en couplage avec ceux déjà pris en compte dans le modèle. Le but de cette étude sera ainsi de compléter le modèle collisionnel-radiatif existant par l'identification de la cinétique de dissociation de N_2 par l'intermédiaire de ses états vibrationnels.

Le stage aura lieu dans les locaux du laboratoire EM2C de l'Ecole Centrale de Paris. Plusieurs réunions d'étude auront lieu au laboratoire CORIA à Rouen.

[1] W. H. Hankey, *Re-entry Aerodynamics* (AIAA, Washington, D.C., 1994)

[2] M. Pinesi, T.E. Magin, A. Bourdon, A. Bultel and O. Chazot, *J. Thermophys. Heat Transfer* **23** 2, 236, 2009

[3] A. Bultel, B.G. Chéron, A. Bourdon, O. Motapon and I.F. Schneider, *Phys. Plasmas* **13** 043502, 2006

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : oui

Si oui, financement de thèse envisagé / financial support for the PhD: allocation de recherche du ministère de la recherche

Lasers et matière		Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	
Optique de la science à la technologie		Physique des plasmas	X