

# Modélisation de la fluorescence induite par laser à deux photons et des propriétés radiatives des plasmas.

M. Lesage<sup>1</sup>, A. Favre<sup>1</sup>, V. Morel<sup>1</sup>, A. Bultel<sup>1</sup>, P. Boubert<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CORIA, UMR CNRS 6614, Normandie Université, 76801 Saint-Étienne du Rouvray, France  
mél: [morgan.lesage@coria.fr](mailto:morgan.lesage@coria.fr)

L'étude de l'oxydation de matériaux en situation de rentrée atmosphérique constitue un enjeu important. En effet, certains matériaux les constituants (Invar36, Inconel718, TA6V) peuvent résister à la rentrée et donc impacter le sol, une étude de leur dégradation est donc nécessaire dans l'optique de prévoir les dégâts au sol possibles. L'étude de l'interaction plasma-surface induit une analyse poussée de la physico-chimie de la couche limite d'interaction plasma-surface. La mise en œuvre de techniques de diagnostic optique telles que la spectroscopie d'émission optique (OES) ou la fluorescence induite par laser (LIF) permet d'accéder aux températures et à la densité des différentes espèces présentes dans la couche limite, et tout particulièrement l'oxygène atomique en raison de son rôle dans l'oxydation des matériaux. Pour les deux méthodes précédemment citées, OES et LIF, la précision des résultats obtenus est grandement corrélée à la précision des modèles permettant l'analyse des données expérimentales.

D'un point de vue expérimental, la fluorescence induite par laser est une méthode de diagnostic optique très répandue dans l'étude des flammes et des plasmas. Un laser dont la longueur d'onde est accordée avec une transition de l'espèce sondée permet la mesure non intrusive et simultanée de sa température cinétique et de sa densité. D'un autre côté la spectroscopie d'émission permet d'accéder à la composition du milieu étudié par un suivi des raies d'émission spécifiques.

Le modèle de fluorescence induite par laser de l'oxygène atomique développé se base sur une cinétique détaillée prenant en compte les phénomènes habituels d'interaction laser matière (absorption, émission spontanée, émission stimulée ...) mais également des phénomènes physiques souvent négligés ou approximatés dans la littérature [1-3] (émission spontanée amplifiée (ASE) [4], structures électroniques fines [5], photodissociation [6]). Le but étant d'étudier des plasmas de rentrée atmosphérique, ce code est couplé à la suite de calcul MERLIN (MultiElemental Radiative equilibrium emission). MERLIN est une suite développée pour le calcul de composition et de spectres d'émission de plasma dans le cas où l'hypothèse d'équilibre thermodynamique local (ETL) est vérifiée pour l'analyse des données expérimentales obtenues par OES. Nous utilisons ici le calcul de composition de MERLIN afin d'initialiser la simulation dans les conditions thermodynamiques de l'expérience que nous supposons à l'ETL. L'influence de ces différents phénomènes est discutée dans cette présentation. Le seuil en densité d'apparition de l'ASE, théorisé par *Peters et al* en 1971 [4] et observé par *Huang et al* [3], est observé par le modèle à  $6 \times 10^{18} \text{m}^{-3}$ . L'analyse des signaux expérimentaux via le modèle de fluorescence permet l'obtention de profil de température au sein des plasmas étudiés. L'étude par spectroscopie d'émission permet quand à elle, avec l'appui de MERLIN, de d'observer l'évolution de la composition du plasma dans la couche limite plasma-matériau.

## Références

- [1] Y. Zhao, X. Li, L. Ma, *Computer Physics Communication* **183**, 1588-1595 (2012)
- [2] J. Amorim, G. Baravian, *Optics Communications* **192**, 277-286 (2001)
- [3] Y. Huang, R. Gordon, *The Journal of Chemical Physics* **97**, 6363-6368 (1992)
- [4] G.I. Peters, L. Allen, *Journal of Physics A : General Physics* **4**, 238-243 (1971)
- [5] R. Saxon, J. Eichler, *Physical Review A* **34**, 199-206 (1986)
- [6] K. Yoshino, J.R. Esmond, A.S.C. Cheung, D.E. Freeman, W.H. Parkinson, *Planetary and Space Science* **40**, 185-192 (1992)