

Les plasmas induits par laser pour la quantification d'éléments légers en rétention dans les métaux – applications nucléaires

A. Favre¹, A. Bultel¹, E. Bernard², F. Montupet-Leblond², S. Peillon³, F. Gensdarmes³

¹ CORIA, UMR 6614, CNRS, URN & INSA Rouen, 76801 Saint-Etienne du Rouvray Cedex, France

² CEA, IRFM, F-13108, Saint Paul-lez-Durance, France

³ IRSN, PSN-RES/SCA/LPMA, Saclay, Gif-sur-Yvette, 91192, France

mél: aurelien.favre@coria.fr

Les plasmas induits par laser peuvent être utilisés pour déterminer la composition multi-élémentaire d'échantillons solides, liquides ou gazeux. Éclairé par une impulsion laser focalisée, l'échantillon accède localement à des niveaux de température très élevés (quelques 10^4 K) permettant la production d'un plasma dont les niveaux de pression sont également très élevés (quelques GPa). Durant sa phase de recombinaison (quelques μ s), un continuum est d'abord émis, qui fait ensuite place à de l'émission de raies ioniques puis atomiques. L'analyse de ce rayonnement peut conduire à la composition du plasma ainsi qu'à celle de l'échantillon si des hypothèses fondamentales sont remplies : parmi elles, l'équilibre thermodynamique local (ETL). Ce diagnostic est appelé « *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* » (LIBS). Lorsque la composition est déterminée par simulation du rayonnement observé sans utilisation d'étalons préalables, on parle de *Calibration Free-LIBS* (CF-LIBS).

Dans le cadre de cette communication, nous présentons d'abord la validation du code MERLIN qui permet la simulation de l'émission de n'importe quel mélange tant que les conditions thermodynamiques de ce dernier sont compatibles avec l'ETL (Fig. 1) [1]. Nous détaillons ensuite les capacités analytiques de ce code couplé aux méthodes de *machine learning* [2]. Enfin, nous discutons de ses performances pour la quantification du tritium en rétention solide [3][4] ou du deutérium en rétention dans des particules en suspension (aérosol) [5].

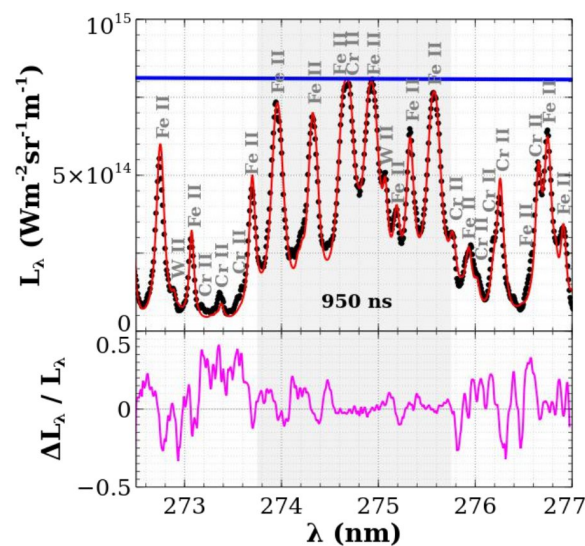


Figure 1 : Comparaison de l'émission expérimentale (en noir) et simulée par MERLIN (en rouge) d'un plasma induit par laser d'Eurofer97 en environnement d'Ar. La luminance spectrale du corps noir est indiquée en bleu.

Références

- [1] A. Favre *et al.*, J. Quant. Spectro. Rad. Transf. **330**, 109222 (2025)
- [2] A. Favre *et al.*, Spectrochim. Acta B **224**, 107082 (2025)
- [3] A. Favre *et al.*, J. Nucl. Mat. **591**, 154924 (2024)
- [4] A. Favre *et al.*, Phys. Src. **99**, 035609 (2024)
- [5] A. Favre *et al.*, ASNR internal report No2025-00104 (2025)

Statut :