

# Arc stabilisé dans l'argon pour la mesure des probabilités de transition de W et W<sup>+</sup> - Caractérisation spectroscopique de l'arc avant injection de W

A. Bultel<sup>1</sup>, A. Favre<sup>1</sup>, V. Morel<sup>1</sup>

D. Benredjem<sup>2</sup>, W.-Ü Lydia Tchang-Brillet<sup>3</sup>, J.-F. Wyart<sup>2</sup>, P. Teulet<sup>4</sup>, I. Schneider<sup>5</sup>

<sup>1</sup>CORIA UMR 6614, Université de Rouen – Normandie, 76801 Saint-Etienne du Rouvray

<sup>2</sup>LAC UMR 9188, bâtiment 505 campus d'Orsay, 91405 Orsay Cedex

<sup>3</sup>LERMA UMR 8112, 5 place Jules Janssen, 92195 Meudon Cedex

<sup>4</sup>LAPLACE, UMR 5213, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse

<sup>5</sup>LOMC, UMR 6294, Université du Havre, 53 rue de Prony, 76058 Le Havre

mél: [Arnaud.Bultel@coria.fr](mailto:Arnaud.Bultel@coria.fr)

Les probabilités  $A_{ki}$  d'émission spontanée de W et W<sup>+</sup> sont très mal connues et limitent ainsi le diagnostic de plasmas ensemencés en tungstène (plasmas de bord de fusion, plasmas induits par laser sur des matériaux contenant W dans le cadre d'analyse par Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS, [1]). Afin de déterminer ces probabilités de transition, nous avons conçu et réalisé un système produisant un arc stabilisé par paroi très proche de l'équilibre thermodynamique à la pression atmosphérique dans lequel un ensemencement en tungstène peut être réalisé par sublimation de cristaux de W(CO)<sub>6</sub> : l'expérience ASTRAW (Arc Stabilisé pour la mesure des Transitions RAdiatives de W [2]).

Avant de réaliser la mesure de ces probabilités de transition, l'arc fonctionnant sous argon a été analysé. En vue d'une caractérisation détaillée des paramètres électroniques ( $n_e, T_e$ ), l'argon a été ensemencé avec de l'hydrogène selon une faible fraction molaire. Deux études spécifiques ont alors été conduites :

## (1) Calculs de composition à l'équilibre et des spectres attendus

La vérification de l'équilibre thermodynamique de l'arc à partir du rayonnement qu'il émet dans les conditions de pression  $p$  et de température  $T$  nécessite la connaissance détaillée de sa composition. Les calculs de cette composition et des spectres attendus ont été réalisés pour des mélanges contenant Ar, Ar<sup>+</sup>, Ar<sup>2+</sup>, H, H<sup>+</sup>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub><sup>+</sup>, ArH<sup>+</sup> et e- en fonction de la fraction molaire d'hydrogène  $x_{H_2}$  à  $p$  et  $T$  fixées.

## (2) Analyse spectroscopique de l'arc

Les raies de la série de Balmer de l'hydrogène permettent de finement estimer la densité électronique  $n_e$  du plasma, même si la prise en compte de la seule raie H<sub>α</sub> mène en général à une surestimation de la densité électronique. La densité électronique étant connue ainsi que la fraction molaire  $x_{H_2}$ , la valeur de la température  $T$  est adaptée dans les codes de calcul de la partie (1) afin que la pression du mélange à l'équilibre soit égale à la pression atmosphérique. Les spectres attendus sont alors calculés puis comparés aux spectres expérimentaux. Cette procédure permet d'estimer les écarts à l'équilibre thermodynamique. Les spectres mesurés sur l'axe de la décharge et radialement sont ainsi analysés.

Cette analyse est réalisée pour différentes conditions de puissance injectée. La fraction molaire maximale d'hydrogène permettant de ne pas fondamentalement modifier les caractéristiques du plasma est également déterminée.

## Remerciements

Cette étude est en partie financée par l'AAE (Association Arc Electrique) et le LabEx EMC<sup>3</sup> (Energy, Materials and Clean Combustion Center).

## Références

[1] A. Bultel, V. Morel, J. Annaloro, ATOMS 7 (2019) 5, 1-16.

[2] A. Bultel *et al.*, CAE 2017, Nancy.