

# Spectres radiatifs des systèmes moléculaires dans un plasma d'air à la pression atmosphérique

A-M. Kassir, Y. Cressault, M. Masquère, et Ph. Teulet

*Université de Toulouse ; UPS, INPT, CNRS ; LAPLACE (Laboratoire Plasmas et Conversion d'Energie), F-31062 Toulouse Cedex 9, France*

Le rayonnement émis par les plasmas joue un rôle important dans de nombreuses applications et sert comme moyen de diagnostic non-intrusif pour remonter à des grandeurs caractéristiques telles que la température et les densités des espèces dans le milieu. Dans le cas d'un milieu constitué de molécules et d'atomes, l'analyse expérimentale de l'émissivité des raies atomiques et moléculaires permet notamment de remonter aux températures électroniques, d'excitation, de vibration ou de rotation. La superposition des spectres mesurés aux spectres radiatifs simulés est un autre moyen de diagnostic.

Depuis les travaux de Billoux [1], l'équipe dispose d'un outil permettant de simuler les spectres radiatifs de plusieurs molécules diatomiques et triatomiques présentes dans des mélanges  $C_wH_xO_yN_z$  à l'équilibre thermodynamique local (ETL). La puissance totale rayonnée a été calculée via l'approximation du coefficient d'émission nette (CEN) par une méthode line-by-line utilisant près de 4.470.000 longueurs d'ondes distribuées sur la gamme spectrale 30—4500 nm. Ce code a été validé par comparaison des émissivités intégrées de chaque système avec la littérature [2-5], pour différents mélanges (plasma d'air,  $CO_2$  et mélanges  $CO-H_2$ ) à différentes pressions et températures. Peu d'analyses et comparaisons spectrales ont été réalisées par l'équipe pour ces plasmas en équilibre ou en déséquilibre thermique. Ce travail propose donc une validation théorique et expérimentale des émissions spectrales moléculaires obtenu par notre code pour un plasma d'air (à l'ETL et hors ETL) en vue d'une application future sur d'autres milieux complexes en présence ou non de vapeurs organiques ou métalliques.

Du point de vue théorique, nous comparons nos spectres radiatifs à l'ETL à ceux issus de logiciels de simulation disponibles dans la littérature. Nous observons pour certains systèmes des désaccords que l'on retrouve également lorsque l'on compare les logiciels entre eux. Nous observons les mêmes divergences pour des simulations de spectres en déséquilibre thermique. Pour juger de l'impact que pourrait avoir ces différences sur la puissance totale rayonnée ou l'utilisation de ces spectres pour du diagnostic, nous présentons les contributions à l'ETL de chaque système moléculaire sur un large domaine spectral (30nm-4500nm) et sur un domaine spectral en lien avec les études expérimentales généralement développées (300nm-900nm).

Afin de conclure sur la validité des simulations proposées par les logiciels et celle de notre code, une étude expérimentale a été mise en place au LAPLACE étudiant le rayonnement émis par une torche micro-ondes à la pression atmosphérique dans l'air. Les spectres expérimentaux sont ainsi comparés à ceux déduits par la simulation des logiciels et de notre code, en équilibre et déséquilibre thermique. Pour exemple, nous montrerons le bon accord obtenu pour le système Premier Négatif de  $N_2^+$ , et les différences observées pour d'autres systèmes comme le Premier Positif de  $N_2$ .

## Références

- [1] T. Billoux, Thèse de doctorat, Université Toulouse III, 2013.
- [2] C. Laux, PhD thesis, Stanford University, 1993.
- [3] S. Chauveau, Thèse de doctorat, Ecole Centrale Paris, 2001.
- [4] Y. Babou, P. Rivière, M.-Y. Perrin, et A. Soufiani, *JQSRT*, vol. 110, no. 1-2, p. 89-108, 2009.
- [5] L. Kuznetsova et S. Surzhikov, *High Temperature*, vol. 37, p. 374-85, 1999.