

Influence de l'air ambiant sur la post-décharge en écoulement d'un plasma Ar/O₂ radiofréquence à pression atmosphérique

C. Y. Duluard¹, T. Dufour², J. Hubert², F. Reniers²

¹ CORIA, CNRS/Université de Rouen, Site Universitaire du Madrillet, BP 12 – 76801 Saint Etienne du Rouvray Cedex

² Université Libre de Bruxelles, Chimie Analytique et Chimie des Interfaces, Boulevard du Triomphe, 2 – 1050 Bruxelles, Belgique
mél: corinne.duluard@coria.fr

Les plasmas hors équilibre à pression atmosphérique suscitent un grand intérêt, notamment pour le traitement de surface, le dépôt de couches minces et les applications biomédicales. Leur attrait réside principalement dans leur indépendance vis-à-vis de technologies du vide élaborées et la possibilité d'opérer à basse température de gaz.

Le plasma à l'étude est une torche plasma AtomfloTM 250D de la société Surfx Technologies LLC, commercialisée pour le dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma [1] et pour le traitement de surface de polymères, pour augmenter par exemple leur propriétés d'adhésion [2]. Il s'agit d'une décharge capacitive, excitée par source radiofréquence à 27.12 MHz. Les substrats sont placés en zone de post-décharge, ainsi les réactions ont majoritairement lieu entre les espèces neutres réactives et la surface du substrat. Le gaz plasmagène est habituellement l'hélium, que nous avons remplacé par l'argon au laboratoire.

Pour des applications de dépôt ou de traitement de surface, il est crucial de bien contrôler les espèces incidentes à la surface du substrat. Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est de quantifier l'effet de l'air ambiant sur les propriétés physiques et chimiques de la post-décharge Ar/O₂ en écoulement. Pour cela, une caractérisation de la post-décharge par diagnostics optiques et par spectrométrie de masse a été entreprise.

Des mesures résolues spatialement de spectrométrie de masse et de fluorescence induite par laser sur les radicaux OH ont permis d'estimer, en fonction de la distance torche-substrat, la fraction d'air entre la torche plasma et le substrat. Nous observons que la concentration d'air reste inférieure à 0.1 % pour des distances inférieures à 5 mm. Au delà, l'effet de l'air ambiant ne peut plus être négligé et des gradients radiaux de concentrations d'espèces apparaissent. La population des états excités 4p de l'argon, déterminée de manière absolue par spectroscopie d'émission optique, décroît avec l'augmentation de la distance torche-substrat, tandis qu'un signal d'émission dans le système N₂(C-B) est mesuré. La diminution des densités d'espèces excitées Ar 4p et N₂(C) pour des distances supérieures à 9 mm s'explique partiellement par le taux croissant de dé-excitation par collisions avec les molécules N₂ et O₂ de l'air. Les mesures d'absorption mettent enfin en évidence la formation d'ozone à des concentrations comprises entre 10¹⁴ et 10¹⁵ cm⁻³, selon la distance torche-substrat et le débit d'oxygène injecté.

Références

- [1] M. Moravej and R. F. Hicks, Atmospheric Plasma Deposition of Coatings Using a Capacitive Discharge Source, Chem. Vap. Deposition **11**, 469-476 (2005)
- [2] P. Leroy and S. Abou Rich and F. Reniers, Ageing of LDPE surfaces modified by a low temperature plasma torch, 20th International Symposium on Plasma Chemistry, Philadelphia (2011)