

Le vent ionique : un écoulement généré par des charges électriques

E. Moreau*, N. Bénard, T. Orrière

Institut PPRIME, UPR CNRS 3346, Université de Poitiers, ISAE-ENSMA, 11 boulevard Marie et Pierre Curie, 86962 Futuroscope, France

*E-mail : eric.moreau@univ-poitiers.fr

Résumé

Lorsqu'une haute tension suffisamment élevée est appliquée entre deux électrodes dans l'air à pression atmosphérique, on peut voir apparaître une décharge couronne autour de l'électrode ayant le rayon de courbure le plus faible. Dans le cas d'une décharge couronne établie entre une pointe connectée à une haute tension positive et une plaque à la terre par exemple, une zone d'ionisation composée d'ions positifs et d'électrons se forme autour de la pointe. Sous l'effet de la force de Coulomb, ces ions positifs dérivent vers l'électrode à la terre, et par échange de quantité de mouvement avec les atomes et molécules neutres de l'air, un écoulement est généré de la pointe vers la plaque ; c'est le phénomène de « vent ionique ». Le phénomène paraît simple, mais il est en réalité très compliqué à appréhender, la force électrique étant variable dans l'espace et dans le temps puisque la charge d'espace et le champ électrique le sont. Par le passé, le vent ionique était la plupart du temps étudié de façon globale et stationnaire, sans chercher à lier la physique de la décharge aux propriétés instationnaires du vent ionique. Depuis quelques années, plusieurs travaux, dont la plupart ont été menés à l'Université de Poitiers, ont eu pour objectif de mieux comprendre l'influence du régime de la décharge couronne sur l'écoulement qu'elle produit [1, 2]. Il en sera donc question lors de la conférence plénière.

D'un point de vue applicatif, les décharges couronnes sont d'ores et déjà très utilisées car elles sont le siège d'une forte activité chimique. Elles sont par exemple employées pour la production d'ozone, le traitement de l'air ou la modification des propriétés de surface. Dans le domaine de l'électrostatique, il existe une application bien connue des chercheurs de notre communauté dans lequel le vent ionique joue un rôle très important ; ce sont les électrofiltres. En effet, en plus d'être entraînées du fait de l'effet du champ électrique sur leur propre charge, les particules sont aussi entraînées par le vent ionique. Enfin, on peut aussi utiliser les décharges couronnes pour tout simplement induire un écoulement d'air (qui peut atteindre une dizaine de m/s). C'est le cas des « ventilateurs ioniques » très largement étudiés pour des applications en thermique, des actionneurs plasmas pour le contrôle des écoulements aérodynamiques, et plus récemment des propulseurs électrofluidodynamiques pour de petits aéronefs.

Lors de la présentation orale, nous discuterons :

- des propriétés électriques, optiques et mécaniques des décharges couronnes volumiques établies entre une pointe et une plaque, de façon à faire le lien entre le régime de la décharge et l'écoulement induit, et mettre en évidence que la présence de streamers est favorable à la production du vent ionique ;
- des propriétés électriques, optiques et mécaniques des décharges à barrière diélectrique de surface utilisées pour le contrôle des écoulements, et nous démontrerons qu'une décharge homogène, à l'inverse des décharges couronnes volumiques, produit un vent ionique plus rapide qu'une décharge présentant des streamers ;
- des applications potentielles de ces deux types de décharges (volumique et surfacique).

Mots-clés : décharge électrique, actionneur plasma, vent ionique, force électrofluidodynamique.

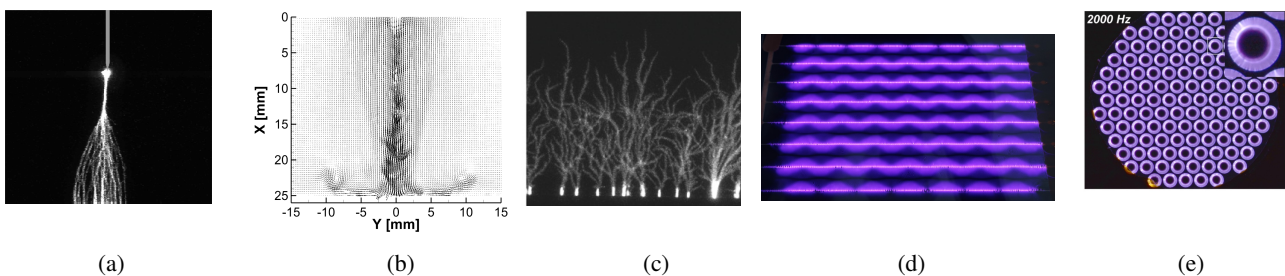


Figure 1. Visualisation des streamers d'une décharge couronne pointe-plaque à l'aide d'une caméra iCCD (a), vent ionique de la même décharge mesuré par PIV (b), streamers d'une décharge à barrière diélectrique (c), actionneurs plasmas pour la réduction de frottement (d) et grille plasma pour le contrôle du mélange (e).

Références

- [1] Moreau E, Defoort E, "Effect of the high voltage waveform on the ionic wind produced by a needle-to-plate dielectric barrier discharge », Scientific Reports, Vol. 12, No 1, 2022.
- [2] Moreau E., Audier P., Benard N., "Ionic wind produced by positive and negative corona discharges in air", Journal of Electrostatics, Vol. 93, pp. 85-96, 2018.