

# Effets de l'action synchronisée d'une source VUV et d'une décharge DBD impulsionsnelles déclenchées sur la production d'espèces oxydantes

C. Hibert, D. Pave, O. Motret, I. Gaurand, M. Nikravech, R. Viladrosa et J.M. Pouvesle

GREMI, UMR 6606, BP. 6759, 45067 Orléans cedex 2, France

**Résumé :** Nous présentons une étude concernant les effets de la surimposition d'un rayonnement VUV à un plasma atmosphérique sur la production d'espèces oxydantes. La source VUV ainsi que le plasma assisté par UV sont de type Décharge à Barrière Diélectrique (DBD) impulsionsnelle déclenchée. Le réacteur est de configuration cylindrique double enveloppe, double décharge concentriques (RDED<sub>2</sub>). Un dispositif à retard permet de déclencher l'impulsion VUV avec un délai contrôlé par rapport à la décharge principale.

## 1. INTRODUCTION

Il est bien connu qu'un rayonnement UV approprié peut induire efficacement des processus de transformations photochimiques dans certains gaz. Cette propriété est appliquée avec succès notamment dans le cadre de la photodégradation de polluants [1] et de la production d'espèces oxydantes (tel que O et OH) [2]. D'autre part, les plasmas DBD produisent des électrons suffisamment énergétiques capables de générer efficacement les radicaux oxydants (O et OH) par des processus dissociatifs et aussi capables de détruire directement certains polluants [3]. Il nous est apparu intéressant de combiner les deux processus précédents (VUV + décharge) et de tester l'efficacité de ce système selon le délai temporel fixé entre les décharges. Le caractère impulsionsnel déclenché devrait permettre de réduire le coût énergétique de fonctionnement par rapport aux systèmes plus conventionnels faisant appel à des lampes UV du commerce (alimentations AC sinusoïdales) [4].

## 2. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le réacteur se présente sous la forme de deux cellules cylindriques coaxiales (fil/cylindre et annulaire), voir figure 1.

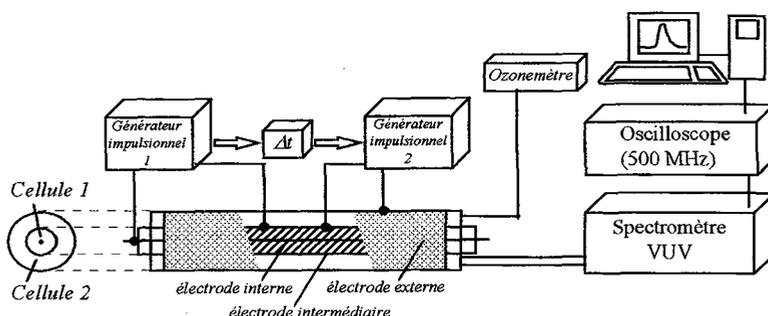


Figure 1 : Dispositif expérimental

Chaque cellule est alimentée indépendamment par un générateur à haute tension impulsionsnelle, délivrant des tensions à front de montée élevé ( $dV/dt > 10^{12}$  V/s). Un système à retard permet de déclencher une décharge par rapport à l'autre avec un délai ajustable de -600 à +500 ns, avec un pas de l'ordre de 10 ns. Les tubes constituant le diélectrique sont transparents au rayonnement VUV (Suprasil I), l'électrode intermédiaire semi-transparente est constituée d'un enroulement de fil de tungstène (diam. 0.15 mm). Le

rayonnement VUV est produit par décharge dans le xénon à pression atmosphérique, dans l'une ou l'autre des deux cellules, le gaz circulant dans l'autre cellule est soit de l'oxygène pur, soit de l'air.

### 3. RESULTATS

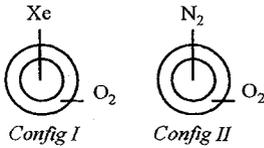


Figure 2 : Les configurations étudiées.

Les tests d'efficacité ont été réalisés sur la production d'espèces oxydantes (O<sub>3</sub> et OH) pour différentes configurations de gaz. Pour des raisons de clareté, nous ne présenterons ici que les résultats concernant deux configurations (voir figure 2) : *configuration I*, xénon (cellule int.), oxygène (cellule ext.) et *configuration II*, azote (cellule int.), oxygène (cellule ext.).

On observe sur la figure 3 l'effet du délai entre les deux décharges pour la configuration I. On note trois points significatifs de forte ou de faible

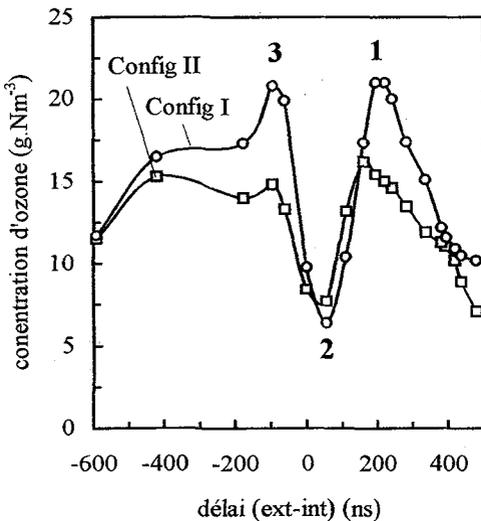


Figure 3 : Effet du délai entre les deux décharges.

production d'ozone. Afin d'identifier l'origine de ce phénomène le xénon a été remplacé par un gaz non producteur de rayonnement VUV, l'azote : configuration II. On observe un phénomène analogue, moins prononcé. Il apparaît au regard de ces premiers résultats que la production d'ozone résulterait à la fois de la photodissociation de l'oxygène moléculaire par les photons VUV et d'un effet de couplage électrique entre les deux décharges. Cette hypothèse a été confirmée par des mesures de tension aux bornes des deux décharges en fonction du délai. On observe que pour le point 2, les tensions de décharges se présentent en "opposition de phase" ce qui tend à diminuer l'efficacité de la décharge interne.

De plus, la calibration de la source VUV, réalisée à partir de la production d'ozone obtenu dans l'enveloppe interne, révèle un rendement très faible. Il est fort probable que ce résultat soit imputable à un mauvais couplage photonique entre les cellules interne et externe. Avec le même dispositif expérimental, des

mesures de destruction de polluant (TCE) dans l'air humide par VUV seul peuvent conduire à un taux de destruction élevé (95%), par contre celui-ci s'accompagne d'un coût énergétique prohibitif par rapport au traitement par décharge DBD seule. Ceci tend à confirmer le mauvais couplage photonique entre les deux décharges.

Dans l'avenir nous nous attacherons à améliorer le taux de pénétration des photons VUV dans la cellule principale tout en limitant le couplage électrique entre les deux décharges. Ce travail impliquera notamment une étude concernant la géométrie de l'électrode intermédiaire.

### Remerciements

Les auteurs remercient la Région Centre et la société L'Air Liquide pour leur soutien financier.

### Références

1. H. Scheytt, H. Esrom, L. Prager, R. Mehnert et C. von Sonntag, in *Proceedings of NATO ASI Series* edited by B. M. Penetrante and S. E. Schultheis, **G34**, B (1993).
2. B. Eliasson and U. Kogelschatz, *Ozone Science & Engineering*, **13**, 3 (1991)
3. C. Hïbert, I. Gaurand, O. Motret and J.M. Povesle, in *Proceedings of International Symposium on High Pressure, Low Temperature Plasma Chemistry Hakone VI, Cork, Ireland (1998)*.
4. Z. Falkenstein, *J. Appl. Phys.* **81**, 9 (1997)