

INFLUENCE DE LA PRESSION ET DE LA PUISSANCE SUR L'INTENSITÉ DE LA RAIE 7037 Å DU FLUOR ATOMIQUE DANS UNE DÉCHARGE RF À 13,56 MHZ DANS UN MÉLANGE DU GAZ (SF₆, O₂) À BASSE PRESSION

M.M. ALIM, S. DJEROUROU, R. TADJINE, L. HENNI et K. HENDA

Centre de Développement des Technologies Avancées, Division : Milieux Ionisés & Laser,
Équipe : Plasmas de Décharges, Cité du 20 août 1956, B.P. 17, Baba Hassen, 16303 Alger, Algérie
E-mail : malim@cdta.dz

RÉSUMÉ : Nous présentons ici les résultats de l'étude spectroscopique de la décharge en mélange (SF₆-O₂), excitée en RF (13,56 MHz) à basse pression (< 1 Torr) créée dans un réacteur diode symétrique à cathode plane. Dans cette étude, nous avons suivi la raie du fluor atomique 7037 Å en fonction de la pression et de la puissance.

MOTS-CLÉS : plasma, décharge, SF₆, radiofréquence

1. INTRODUCTION

Il existe un grand nombre de méthodes de diagnostic qui permettent de déterminer les principaux paramètres du plasma tels que la densité des particules chargées et la température électronique. On distingue deux grandes catégories de diagnostic [1] :

Diagnostic *in-situ*, ce type de diagnostic se fait en contact direct avec le plasma, cela nous permet d'obtenir des résultats directs sur les paramètres internes de la décharge (densité électronique, température, etc.). C'est le cas par exemple des sondes électrostatiques, analyseurs d'énergie, et éventuellement toute sonde permettant de recueillir des espèces.

Les diagnostics *ex-situ*, dans ce deuxième type de diagnostic, les mesures s'opèrent à l'extérieur du plasma, c'est le cas de la spectroscopie d'émission.

La spectroscopie d'émission est une technique très utilisée dans le diagnostic des plasmas pour la compréhension du rôle joué par les espèces stables et instables qui sont créés par une décharge électrique. Cette technique offre l'avantage de ne pas être en contact physique avec le plasma, et par conséquent, ne le perturbe pas. Pour cela, nous avons suivi les évolutions de la raie plus intense (7037Å (3P → 3S) [3]) du Fluor atomique, en fonction de la pression et la puissance.

2. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le plasma est créé dans une chambre cylindrique en acier inoxydable de 180mm de diamètre et 300 mm de hauteur. Cette chambre contient deux électrodes circulaires de diamètre 150 mm. La puissance est injectée à l'électrode supérieure par un générateur RF (13.56 MHz) via un adaptateur d'impédance. L'introduction de gaz se fait à travers l'électrode supérieure en forme d'arrosier. Deux débitmètres massiques contrôlent le débit des gaz, un pour l'Oxygène (0-5sccm) et l'autre pour l'hexafluorure de sulfure (SF₆) de 0 à 50sccm. L'enceinte est raccordée à un groupe de pompage destiné à évacuer l'air jusqu'à un vide de l'ordre de 10⁻⁵ Torr. Ce groupe de pompage est composé d'une pompe primaire qui nous permet d'atteindre un vide primaire de l'ordre de 10⁻³ Torr et d'une pompe

secondaire turbo moléculaire qui nous permet d'atteindre un vide secondaire de l'ordre 10^{-5} Torr. Ces deux pompes sont mises en série au moyen d'une vanne pneumatique. La pression est ainsi contrôlée manuellement à l'aide d'une vanne d'étranglement. La mesure de la pression est réalisée par un manomètre à Baratron « Vacuum » qui donne une valeur indépendante de la nature du gaz (Figure I). Les mesures spectroscopiques ont été faites par un monochromateur, de type « Jobin-Yvon THR 1000 » de 1m de focale, équipé d'un réseau 1200 traits/mm, et muni de deux fentes réglables de 0 à 3 mm en largeur et de 0 à 20 mm en hauteur. Un photomultiplicateur de type « Hamamatsu R928 », placé sur la fente de sortie du monochromateur, permet la conversion du signal optique en un signal électrique. La tension de polarisation du photomultiplicateur (-1000V) est assuré par un générateur de haute tension de type « KEITHLEY Instrument (0 - 3100V), voir Figure I.

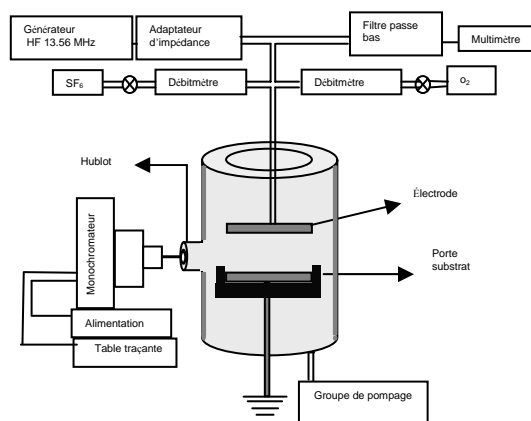


Figure I : Dispositif expérimental

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Effet de la puissance sur la raie 7037 Å du Fluor atomique :

Nous présentons dans la figure II l'influence de la puissance incidente sur l'intensité du Fluor atomique dans le plasma pour trois pressions différentes. Les résultats indiquent que la concentration du Fluor augmente avec la puissance incidente. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que la réaction de dissociation qui régit la création du Fluor devient importante. Ces résultats sont aussi en accord avec d'autres résultats expérimentaux [2, 3, 5].

3.2 Effet de la pression sur la raie 7037 Å du Fluor atomique :

Dans la figure III, nous avons représenté les variations de l'intensité de la raie du Fluor en fonction de la pression pour trois puissances. Nous constatons que l'intensité augmente avec la pression jusqu'à un maximum. Cette croissance de l'intensité est due principalement à l'augmentation de la densité de Fluor atomique dans le plasma. Au delà de ce maximum, l'intensité décroît avec la pression. Cela qui s'explique par l'augmentation des collisions dans la décharge suite à la diminution du libre parcours moyen, et par conséquent, moins d'atomes de Fluor sont excités. Ceci est conforté par l'observation du

déplacement de l'optimum vers des pressions plus élevées quand la puissance augmente. Des résultats similaires ont été obtenus par [2, 4].

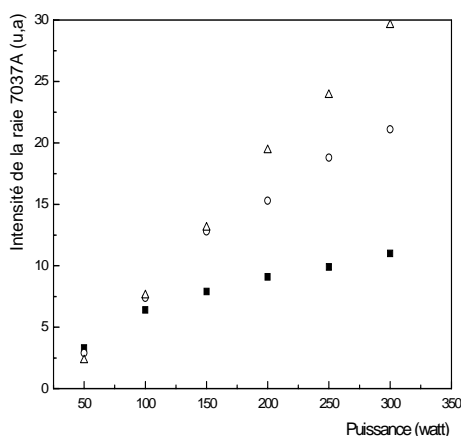


Figure II : Influence de la puissance sur l'intensité de la raie 7037 Å du Fluor atomique à (■ 100mTorr, ○ 200mTorr, Δ 250mTorr)

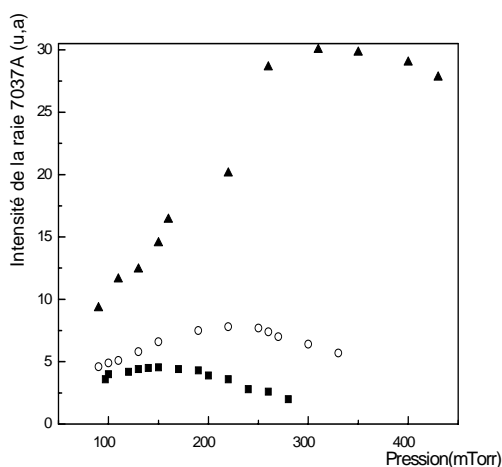


Figure III: Influence de la pression sur l'intensité de la raie 7037 Å du Fluor atomique (■ 50 watt, ○ 100 watt, ▲ 300 watt)

4. CONCLUSION

L'utilisation de la spectroscopie d'émission, nous a permis de voir l'évolution de l'intensité de la raie du fluor atomique en fonction de la puissance et de la pression.

L'intensité de cette raie du fluor atomique (7037 Å) augmente avec la puissance, alors qu'en fonction de la pression diminue, elle présente un optimum variant de 150 mTorr à 300 mTorr selon la puissance.

5. REFERENCES

- [1] S. Djerourou, Thèse de Magister, USTHB (2004).
- [2] S. Nencib, Thèse de Magister, CDTA, Alger (1991).
- [3] S. B. Radovanov, B. Tomcik, Z. LJ. Petrovic, B. M. Jelenkovic, J. Appl. Phys., 67 (1) 97 (1990)
- [4] M. Ouchabane, R. Tadjine, H. Lahmer, M. Zekara, K. Henda, O. Kessi, ISPC-14 IV PRAHA (1990).
- [5] P. H. Hoffman F. Heinrich, « le vide les couches minces » supplément au numéro 246 1003 (1989)