

Excimères ioniques triatomiques d'alcalin gaz rare

Ph. Delaporte, M. Voitik, Ch. Tarras, M. Sentis, O. Uteza, B. Fontaine et B. Forestier

*Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre, UMR 138 CNRS,
Aix-Marseille I et II, 163 avenue de Luminy, 13288 Marseille cedex 9, France*

Résumé : Les excimères ioniques triatomiques ont été proposés et observés pour la première fois. L'excitation par faisceau d'électrons de mélanges alcalin (A) gaz rare (Rg) a permis d'observer les émissions de fluorescence dans l'ultraviolet du vide de ces excimères Rg_2^+A . Une première approche cinétique a permis de déterminer deux voies de production de ces molécules.

1. LES EXCIMERES IONIQUES

Depuis que N. Basov [1] et R. Sauerbrey [2] ont proposé d'utiliser des excimères ioniques pour réaliser des lasers dans le domaine spectral de l'ultraviolet du vide (VUV), ces molécules ont fait l'objet de nombreuses recherches expérimentales et théoriques [3]-[5]. En particulier, l'excitation de mélanges alcalin (A) - gaz rare (Rg) a permis de mettre en évidence les émissions de fluorescence VUV liées aux excimères ioniques Rg^+A de 66,5nm (He^+Li) à 189,9nm (Xe^+Li). Des études cinétiques ont permis d'expliquer les principaux mécanismes intervenant lors de la production et la destruction de la molécule Rg^+A [6]-[8].

Dans la continuité de ces études, nous avons proposé et mis en évidence une nouvelle classe d'excimères ioniques: les molécules triatomiques d'alcalin gaz rare Rg_2^+A . Les excimères diatomiques sont formés à partir de l'ion Rg^+ via la réaction à trois corps



et nous avons supposé que l'ion moléculaire Rg_2^+ , qui est présent dans la cinétique des excimères diatomiques [8], pourrait jouer ce rôle de précurseur dans la formation de l'excimère ionique triatomique Rg_2^+A : $Rg_2^+ + A + M \rightarrow Rg_2^+A + M$

Le dispositif d'excitation est un faisceau d'électrons permettant la création d'une densité de courant de $1A/cm^2$ durant 800ns au niveau de l'axe optique. Le volume excité transversalement par ces électrons est de $1,5 \times 1,5 \times 15 cm^3$. La densité d'alcalin dans la cellule est contrôlée par la température du mélange, qui peut être chauffé uniformément dans le volume excité jusqu'à 500°C. Après un hublot en MgF_2 , un dispositif optique constitué d'un monochromateur, d'un analyseur spectral multicanaux (OSMA) et d'un photomultiplicateur VUV permet d'enregistrer les spectres des émissions de fluorescence et de suivre leurs évolutions temporelles à une longueur d'onde donnée.

2. ETUDE SPECTROSCOPIQUE ET CINETIQUE

Afin d'étudier les émissions de fluorescence de molécules ioniques triatomiques d'alcalin - gaz rare, nous avons excité par faisceau d'électrons des mélanges Ar/Rg/A (Rg = Kr, Xe et

A= Cs, Rb) à des pressions de gaz rare plus élevées que lors des études sur les ions Rg^+A . Les spectres de Kr_2^+Cs à 159nm (figure 1), de Kr_2^+Rb à 160nm, de Xe_2^+Cs à 190nm et de Ar_2^+Cs à 135nm ont été observés. Sur la figure 1, on observe une émission de largeur spectrale relativement étroite (1,5nm) centrée à 132nm qui correspond à la fluorescence de l'excimère ionique diatomique Kr^+Cs . L'émission du second continuum du krypton Kr_2^+ apparaît à 145nm lorsque la quantité de gaz rare est importante et que la pression de vapeur d'alcalin n'est pas suffisante pour la bloquer. Enfin, aux longueurs d'onde encore plus élevées, l'émission de l'excimère ionique triatomique Kr_2^+Cs est identifiable. Cette dernière émission présente une largeur à mi-hauteur d'environ 20nm. Les premières analyses spectroscopiques nous laissent supposer que le niveau fondamental de ces transitions est répulsif et nous ont permis d'estimer l'énergie de liaison de Kr_2^+Cs à environ 0,9eV.

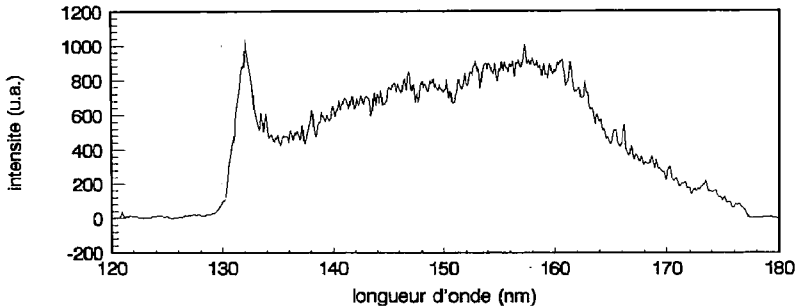


Figure 1 : Spectre enregistré entre 120nm et 180nm lors de l'excitation par faisceau d'électrons d'un mélange Ar/Kr/Cs (450mb/240mb/4,1mb)

Nous avons constaté que de fortes pressions de gaz rare ($P_{Rg} > 100\text{mbar}$) favorise la production de Rg_2^+A et de Rg_2^* par rapport à Rg^+A et que l'augmentation de la densité d'alcalin dans le mélange conduit au blocage de l'émission de Rg_2^* et à un meilleur rendement de production de Rg_2^+A et Rg^+A . A partir de ces évolutions nous avons pu établir un premier schéma cinétique sur la formation et la désexcitation de l'excimère Rg_2^+A . Notamment, deux voies de production de ces nouveaux ions triatomiques sont proposées :



Cette première approche cinétique, effectuée dans le cas de l'ion Kr_2^+Cs , nous a permis d'estimer la durée de vie d'émission spontanée à 5ns, et les constantes cinétiques des réactions de formation à $5 \cdot 10^{-30} \text{ cm}^6/\text{s}$ pour k_1 et $10^{-30} \text{ cm}^6/\text{s}$ pour k_2 .

Références

- [1] N. G. Basov, M. G. Voitik, V. S. Zuev, and V. P. Kutakhov, *Sov. J. Quant. Electr* **15**, 1455 (1985)
- [2] R. Sauerbrey and H. Langhoff, *IEEE J. Quant. Electron.* vol. QE-21, pp. 179-181, 1985
- [3] Da Xing, Ken-ichi Ueda, and Hiroshi Takuma, *Appl. Phys Lett.* **59**, 1028 (1991)
- [4] H. M. J. Bastiaens et al., *Appl. Phys. Lett.* **60**, 2834 (1992)
- [5] P. Millar et al., *Appl. Phys. Lett.* **55**, 2176 (1989)
- [6] M. Schumann, H. Langhoff, *J. Chem. Phys.* **101**, 4769 (1994)
- [7] H. Tischler, Ph. Delaporte, B. Fontaine, M. Sentis, *IEEE. Journal of selected topics in Quantum Electronics*, Vol. 1, N°3, pp 877 - 885 (1995)
- [8] H. Tischler, Ph. Delaporte, and M. Sentis, *IEEE. Journal of selected topics in Quantum Electronics*, Vol. 1, N°3, pp 886 - 890, 1995