Détection de NO dans la post-décharge d'un plasma de N₂/O₂ par fluorescence induite par laser ArF

C. Lalo, J. Deson, C. Cerveau et R. I. Ben-Aïm

Laboratoire de Chimie Générale, UPMC-CNRS URA 1428, Boîte 196, Tour 55, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France

Abstract

ArF laser-induced fluorescence technique have been applied to the determination of NO density achieved in the post-discharge of a low pressure N₂-O₂ microwave induced plasma (2450 MHz). The relative intensities of the laser induced fluorescence from rovibronic states NO (D, v' = 0) and NO (A, v' = 3) provide an estimation of NO vibrational temperature which corresponds to the gas temperature in the post-discharge. A calibration of the NO (A, v' = 3) → (X, v'' = 1) fluorescence signal in flowing non-reactive N₂/O₂/NO mixtures allows the determination of absolute NO concentrations.

La technique de Fluorescence Induite par un laser à excimère (FIL) a été utilisée pour déterminer les profils de densité et de température vibrationnelle de NO formé dans la post-décharge d'un plasma généré par micro-ondes à 2450 MHz dans un mélange N₂-O₂ dans des conditions de basses pressions ($6 < P_{\text{mbar}} < 15$) et d'écoulement lent ($55 < D \text{ cm.s}^{-1} < 75$). Le rayonnement à 193 nm d'un laser ArF à large bande excite les molécules NO dans l'axe du tube à décharge et le spectre de FIL est observé perpendiculairement au faisceau laser à distance variable (d) de la cavité micro-ondes.

Dans le cas de NO, la fluorescence induite par laser ArF (1) est celle de plusieurs états excités de NO :

Fig. 1 : Spectres de Fluorescence (LIF spectra)

$d = 15 \text{ mm}$ $D = 70 \text{ cm.s}^{-1}$ $\text{N}_2/\text{O}_2 = 1$
 (a) $P = 6 \text{ mbar}$ (b) $P = 9 \text{ mbar}$

la fluorescence de l'état de Rydberg ($A \ ^2\Sigma^+$, $v' = 3$) provient indirectement d'une photoexcitation de molécules dans l'état fondamental ($X \ ^2\Pi$, $v'' = 0$) par l'intermédiaire d'une transition non radiative induite par collisions de l'état de valence (B , $v' = 7$) vers (A , $v' = 3$) ; la fluorescence de l'état de Rydberg ($D \ ^2\Sigma$, $v' = 0$) résulte d'une photoexcitation directe de molécules porteuses d'énergie interne ($X \ ^2\Pi$, $v'' = 1$).

A partir de l'intensité relative de la fluorescence de ces deux systèmes, il est possible de déterminer dans la post-décharge, la température vibrationnelle de NO qui est en équilibre avec la température du gaz dans le milieu sondé. La détermination de concentrations absolues à partir de la fluorescence induite par laser de NO ($A \ ^2\Sigma^+$, $v' = 3$) nécessite une calibration du signal de fluorescence en fonction de quantités connues de NO ; des distributions de densité variant entre 10^{15} et $10^{16} \text{ molec.cm}^{-3}$ ont ainsi pu être déterminées.

Fig. 2 : Caractérisation de la post-décharge.
 (Temperature and NO density profiles)
 $P(\text{O}_2) = 3 \text{ mbar}$; $D = 70 \text{ cm.s}^{-1}$
 $P(\text{N}_2)(\text{mbar})$: 3 ; — 6 ; — 12

A partir d'une cinétique essentiellement gouvernée par les réactions entre les oxydes d'azote NO, NO₂ et les atomes O(³P), il est possible de déterminer le taux de dissociation de O₂ dans le plasma.

- (1) J. Deson, C. Lalo, J. Masanet and J. Tardieu de Maleissye
 Chem. Physics, 119 (1988) 343.