Thermoluminescence de l'azote actif condensé à 5 K

Emmanuel Faure, Bernard Tribollet, F. Vincent, F. Valadier, J. Janin

► To cite this version:

Emmanuel Faure, Bernard Tribollet, F. Vincent, F. Valadier, J. Janin. Thermoluminescence de l'azote actif condensé à 5 K. *Journal de Physique Lettres*, 1979, 40 (21), pp.555-557. 10.1051/jphyslet:019790040021055500 . jpa-00231687

HAL Id: jpa-00231687

<https://hal.science/jpa-00231687>

Submitted on 1 Jan 1979

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Classification
 Physics Abstracts
 78.60K

Thermoluminescence de l'azote actif condensé à 5 K

E. Faure, B. Tribollet, F. Vincent, F. Valadier et J. Janin

Laboratoire de spectroscopie et luminescence (*),
 Université Claude-Bernard, Lyon I, 43, bd du 11 Novembre 1918, 69621 Villeurbanne, France

(Reçu le 19 juillet 1979, révisé le 5 septembre 1979, accepté le 20 septembre 1979)

Résumé. — On a enregistré la thermoluminescence, entre 5 et 40 K, des atomes d'azote créés par une décharge électrique à travers l'azote moléculaire. L'évolution de la structure fine de la transition atomique $\alpha(\text{N}^2\text{D}-^4\text{S})$ en fonction de la température met en évidence le comportement différent de deux composantes dans la région zéro-phonon, qui semblent dues à des atomes d'azote piégés dans des sites distincts.

Abstract. — The thermoluminescence of nitrogen atoms, created by an electric discharge through molecular nitrogen, was recorded between 5 and 40 K. The evolution of the fine structure of the atomic transition $\alpha(\text{N}^2\text{D}-^4\text{S})$ as a function of temperature shows the difference between the behaviour of the two components in the zero-phonon region, which seems caused by nitrogen atoms, trapped in distinct sites.

1. Introduction. — Au cours d'une étude récente de l'azote solide contenant des atomes d'azote produits par une décharge haute fréquence à travers l'azote moléculaire, Delannoy, Tribollet, Valadier et Erbeia ont observé plusieurs signaux de Résonance Paramagnétique Electronique (R.P.E.) qu'ils attribuent à des atomes N^4S piégés dans des sites différents [1]. Il nous a paru intéressant de poursuivre cette étude par des expériences simultanées d'optique et de R.P.E. afin d'examiner en particulier l'influence de la température sur les sites possibles de la matrice d'azote. Nous présentons ici les résultats expérimentaux d'une étude préliminaire de la thermoluminescence, entre 5 et 40 K, de l'azote actif condensé à 5 K.

2. Dispositif expérimental. — Il comprend un cryostat à température variable et un régulateur programmeur B.T. 300/302 provenant de la Société *Air Liquide*. Il est ainsi possible de faire varier linéairement la température entre 4 et 300 K à une vitesse comprise entre 0,1 K et 60 K.min⁻¹ et de réaliser des cycles thermiques avec des paliers isothermes. Sur un porte-échantillon en cuivre solidaire du four est fixé un disque de saphir sur lequel s'effectue la condensation des gaz. La température est indiquée par une sonde C.L.T.S. (Cryogenic-Linear-Temperature-Sensor) disposée sur le porte-échantillon. L'analyse de la lumière émise est réalisée au moyen d'un mono-

chromateur Sopra ouvert à F/7, de dispersion dans le deuxième ordre de 5 Å.mm⁻¹, associé à un photomultiplicateur EMI 9789/QB.

L'azote de pureté 99,998 % est introduit dans la canalisation, par l'intermédiaire d'un robinet à fuite réglable, à une vitesse de 0,1 mM.min⁻¹ pendant vingt minutes. Il est soumis à un champ de très haute fréquence créé par un générateur de 2 500 MHz de puissance 200 W. Les produits de la décharge sont ensuite condensés à 5 K sur un substrat d'azote inerte préalablement déposé sur le saphir à 17 K. Cette technique permet, en effet, d'obtenir un dépôt homogène de bien meilleure qualité que si l'on effectuait directement la condensation sur le saphir. Le schéma du montage est indiqué sur la figure 1. Les expériences de thermoluminescence décrites ici ont été réalisées entre 5 et 40 K avec une variation linéaire de température de 0,7 K.min⁻¹.

Fig. 1. — (1) Décharge haute fréquence ; (2) injecteur ; (3) cryostat ; (4) écran thermique ; (5) saphir ; (6) fenêtre ; (7) spectromètre.

[(1) High frequency discharge ; (2) injector ; (3) cryostat ; (4) thermal screen ; (5) sapphire ; (6) window ; (7) spectrometer.]

(*) Equipe de recherche associée au C.N.R.S. n° 302.

3. **Résultats et discussion.** — La courbe de la figure 2 représente la thermoluminescence de la composante phononique la plus intense du groupe de raies α de l'émission $^2D-^4S$ de l'azote atomique observée par de nombreux auteurs [2, 7] et dont l'interprétation théorique a été donnée par Dressler [7].

Fig. 2. — Thermoluminescence de la composante principale, $\lambda = 523$ nm, de la structure de phonons de la transition atomique $\alpha(N^2D-^4S)$.

[Thermoluminescence of the chief component, $\lambda = 523$ nm, of the phonon structure of the atomic transition $\alpha(N^2D-^4S)$.]

Elle comprend trois pics de thermoluminescence situés vers 16, 20 et 23,5 K. Ces résultats recourent ceux antérieurement obtenus par Hamilton et Hemstreet [8] qui, opérant dans des conditions similaires, ont observé les deux premiers pics et quelquefois le troisième. Par contre à la différence de Pimentel [9] qui a étudié la thermoluminescence de l'azote solide après bombardement électronique, nous n'observons pas de pic à 10 K.

Un enregistrement du spectre a été effectué à différents stades de la thermoluminescence. On a représenté sur la figure 3 l'évolution de la structure fine du groupe de raies α au cours du réchauffement à partir de 5 K. On remarquera, en particulier, la diminution de l'intensité relative de la raie zéro-phonon O_1 (5 221,3 Å) par rapport aux composantes phononiques et sa disparition après le premier pic de thermoluminescence. Cette évolution est donc très différente de celle de la structure de phonons qui, comme l'a montré Dressler, est due à des atomes d'azote piégés dans des sites substitutionnels [7]. Si l'on admet alors que le premier pic de thermoluminescence provient d'une réorganisation du réseau de la matrice d'azote, la disparition de la raie O_1 semble indiquer que les atomes d'azote responsables de cette émission se trouvent dans des sites instables qui disparaissent au cours du recuit. Au voisinage de O_1 on constate la présence d'une raie O_2 située à environ 3 Å de O_1 du côté du rouge. Elle est peu visible à basse température mais apparaît très distinctement

Fig. 3. — Enregistrement, à différentes températures, au cours de la thermoluminescence, de la structure fine de la transition atomique $\alpha(N^2D-^4S)$. Variation linéaire de la température pendant l'enregistrement du spectre : 0,7 K.min⁻¹. Vitesse de balayage du spectre $v = 32$ Å.min⁻¹.

[Recording, at different temperatures, during the thermoluminescence, of the fine structure of the atomic transition $\alpha(N^2D-^4S)$. Linear variation of the temperature during the recording of the spectrum : 0.7 K.min⁻¹. Scan speed of the spectrum $v = 32$ Å.min⁻¹.]

après la disparition de la raie O_1 et elle subsiste avec une intensité notable jusque vers 25 K. Nous ne pouvons en donner d'explication pour l'instant mais la corrélation des résultats obtenus simultanément par voie optique et par R.P.E. permettra peut-être de l'interpréter. Signalons enfin, du côté des courtes longueurs d'onde par rapport à la région zéro-phonon, l'intensité relativement importante des raies anti-stokes de la structure de phonons.

Remerciements. — Nous remercions vivement le Professeur K. Dressler pour les discussions utiles que nous avons eues avec lui sur ce travail.

Bibliographie

- [1] DELANNOY, D. D., TRIBOLLET, B., VALADIER, F., ERBEIA, A.,
J. Chem. Phys. **68** (1978) 2252.
 - [2] VEGARD, L., *Nature* **113** (1924) 716.
 - [3] PEYRON, M., BROIDA, H. P., *J. Chem. Phys.* **30** (1959) 139.
 - [4] PEYRON, M., HÖRL, E. M., BROWN, H. W., BROIDA, H. P.,
J. Chem. Phys. **30** (1959) 1304.
 - [5] HÖRL, E. M., *J. Mol. Spectrosc.* **3** (1959) 417.
 - [6] COLETTI, F., BONNOT, A. M., *Chem. Phys. Lett.* **45** (1977) 580.
 - [7] OEHLER, O., SMITH, D. A., DRESSLER, K., *J. Chem. Phys.* **66**
(1977) 2097.
 - [8] HEMSTREET, R. A., HAMILTON, J. R., *J. Chem. Phys.* **34** (1961)
948.
 - [9] BROCKLEHURST, B., PIMENTEL, G., *J. Chem. Phys.* **36** (1962)
2040.
-