

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

CENTRE D'ETUDES NUCLEAIRES DE SACLAY

Service de Documentation

F91191 GIF SUR YVETTE CEDEX

FR 8801761

CEA-CONF --9288

L4

BERTHOUD T. - BRIAND A. - KHELIFA N. - MAUCHIEN P.

CEA Centre d'Etudes Nucléaires de Fontenay-aux-Roses,  
92 (FR). Inst. de Recherche Technologique et de  
Developpement Industriel (IRDI)

UTILISATION D'UNE DECHARGE EN CATHODE CREUSE COMME SOURCE  
D'ATOMES NEUTRES POUR LA SPECTROMETRIE DE MASSE A  
IONISATION RESONNANTE

Communication présentée à : 1. International Laser M2P conference

Lyon (FR)

7-9 Jul 1987

UTILISATION D'UNE DECHARGE EN CATHODE CREUSE COMME SOURCE  
D'ATOMES NEUTRES POUR LA SPECTROMETRIE DE MASSE A IONISATION  
RESONNANTE

T. BERTHOUD, A. BRIAND, R. KHELIPA, P. MARCHEN.

-----  
\*CEA/IRDI/DCAEA/SEA/SEACC  
Centre d'Etudes Nucléaires de Fontenay-aux-Roses  
B.P. N°6-92265 F.A.R. Cédex. - FRANCE.

Introduction

Les mesures isotopiques revêtent un intérêt capital dans l'industrie nucléaire. Elles servent notamment à :

- Contrôler l'efficacité des unités industrielles d'enrichissement isotopique.
- Vérifier la composition isotopique des matériaux nucléaires.
- Suivre l'évolution des combustibles nucléaires au cours de leur irradiation dans les réacteurs.

Notre laboratoire développe la Spectrométrie de Masse à Ionisation Résonnante (RIMS) avec le double objectif de simplifier les mesures isotopiques d'éléments présents dans des mélanges et de mesurer les très petits isotopes. La technique RIMS associe les caractéristiques de grande sélectivité élémentaire et sensibilité dues à la photoionisation résonnante et la sélectivité isotopique due au système dispersif en masse.

Au cours de précédents travaux (1) nous avons utilisé une source thermique d'atomisation : l'échantillon à étudier est déposé (qq µg) sur un filament de Rhenium progressivement chauffé à une température voisine de 2000 K. Les atomes ainsi produits sont sélectivement photoionisés par un laser accordable en fréquence (QUANTEL DATACHROM 5000) et isotopiquement séparés par un secteur magnétique. Dans ces conditions expérimentales nous avons mis en évidence que :

- La vapeur atomique produite par vaporisation thermique est très largement constituée d'espèces atomiques dans des états énergétiques très élevés.

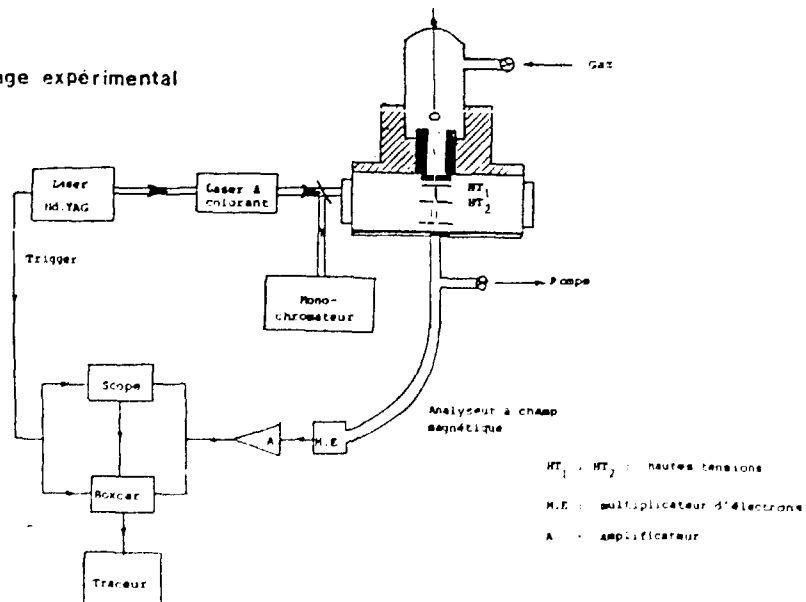
- Le rayonnement émis par le filament contribue aux processus de photoionisation.

Ces phénomènes compliquent considérablement l'interprétation de spectres RIMS et rendent difficiles les études spectroscopiques(2).

DANS LE BUT DE LES ELIMINER NOUS AVONS DEVELOPPE UNE SOURCE D'ATOMISATION QUI PRODUIT UN JET ATOMIQUE COLLIMATE A PARTIR D'UNE DECHARGE EN CATHODE CREUSE (3).

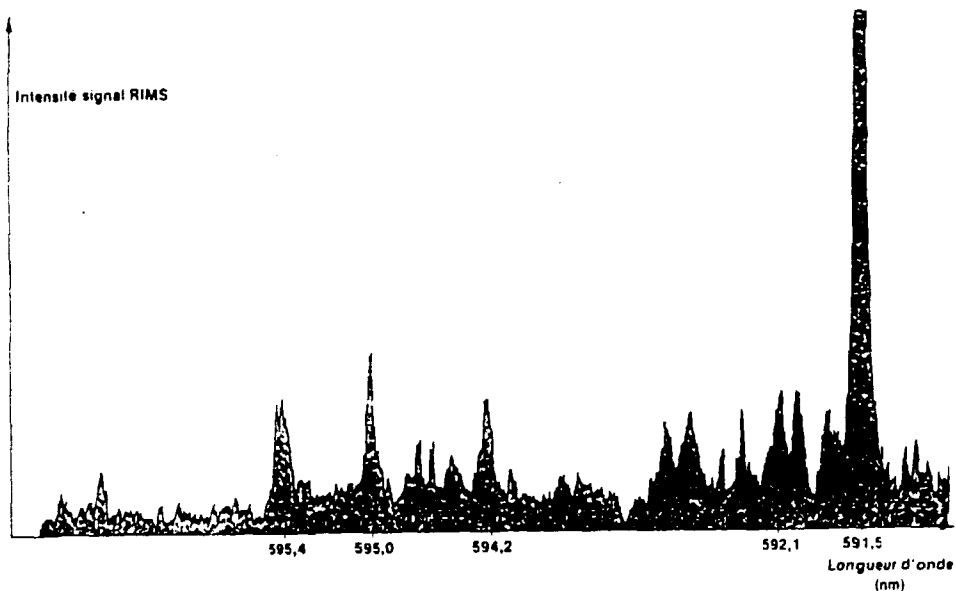
Dans cette communication nous présentons nos premiers résultats de RIMS sur un jet atomique d'uranium.

Montage expérimental



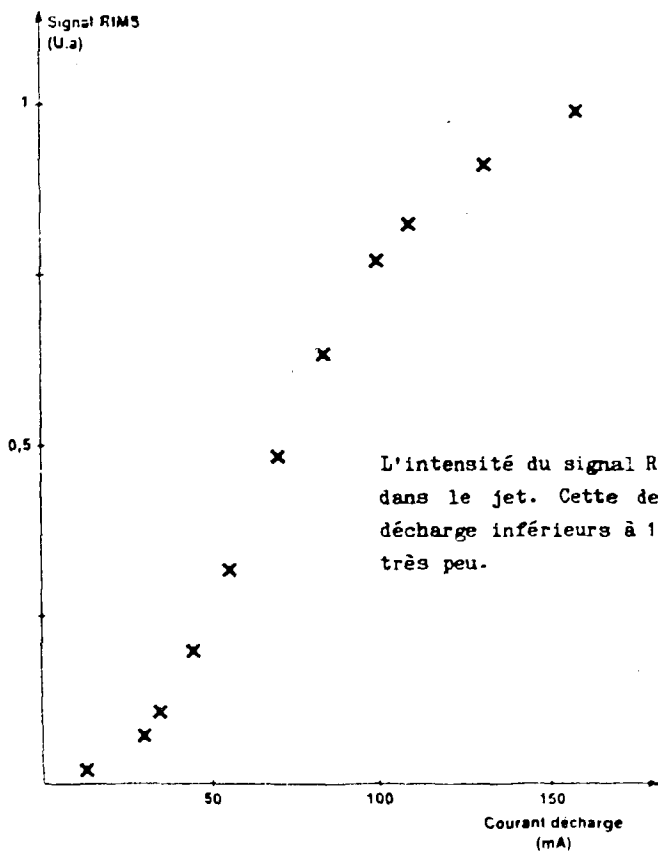
Resultats

A 591,5 nm le signal RIMS de  $^{238}\text{U}^+$  est particulièrement intense. Il correspond à l'ionisation d'atomes d'Uranium dans l'état fondamental  $5L_6^0$  par absorptions successives de 3 photons laser.



Spectre RIMS de  $^{238}\text{U}^+$  à partir de la vapeur d'atomes neutres produits par une décharge en cathode creuse

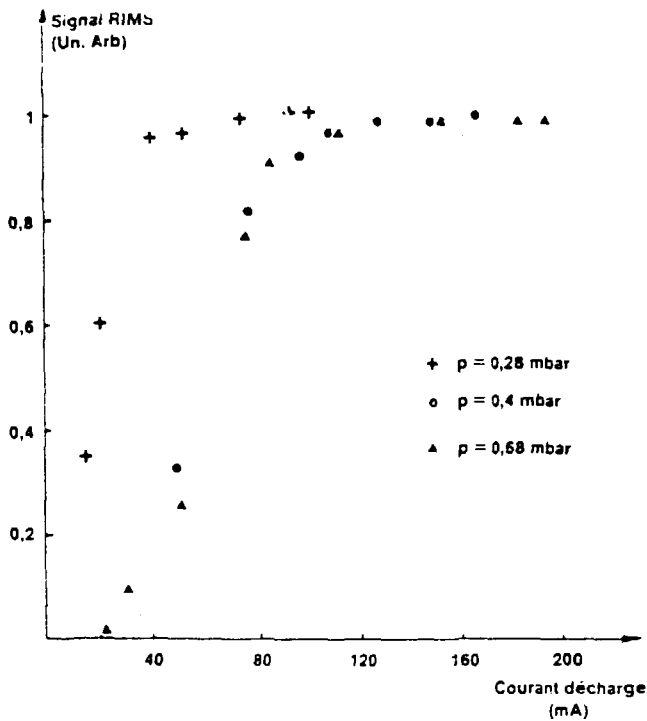
P Ar = 0,5 mbar - I décharge = 50 mA



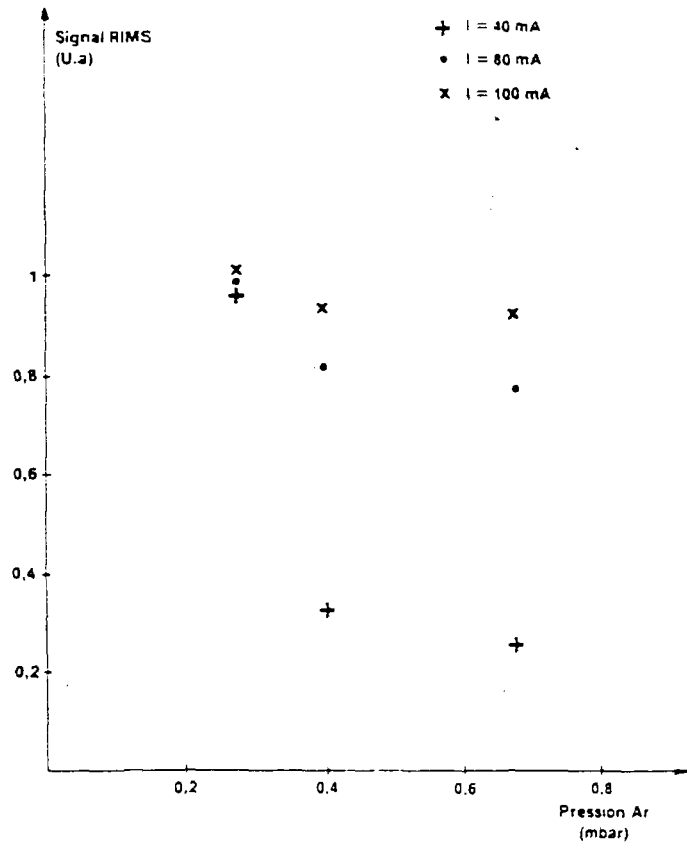
L'intensité du signal RIMS est proportionnelle à la densité d'atomes dans le jet. Cette densité croît fortement pour des courants de décharge inférieurs à 150 mA ; au delà de cette valeur elle augmente très peu.

Intensité du signal RIMS de  $^{238}\text{U}^+$  en fonction du courant de décharge de la cathode creuse.  
 Pression Ar = 0,5 mbar -  $\lambda_{exc} \approx 591,5$  nm  
 E laser = 3 mJ/pulse

La densité d'atomes tend vers une limite indépendamment de la valeur de la pression du gaz porteur. On note que le processus d'atomisation est plus efficace aux faibles pressions. Ceci s'explique par le fait que pour ces pressions la différence de potentiel aux bornes de la décharge est plus élevée.



Intensité du signal RIMS de  $^{238}\text{U}^+$  en fonction du courant de décharge de la cathode creuse et pour différentes pressions de gaz Ar -  $\lambda_{\text{exc}} = 591,5 \text{ nm}$  (E laser  $\sim 3 \text{ mJ}$ )



Intensité du signal RIMS de  $^{238}\text{U}^+$  en fonction de la pression de Ar dans la décharge pour différentes valeurs du courant de décharge -  $\lambda_{\text{exc}} = 591,5 \text{ nm}$

### Conclusion

NOS RESULTATS MONTRENT QUE :

- Le jet atomique collimaté produit à partir de la décharge en cathode creuse sous faible pression de gaz constitue une source d'atomisation très stable.
- Les meilleures conditions de fonctionnement (efficacité, température...) sont obtenues pour de faibles courants de décharge ( $\sim 50 \text{ mA}$ ) et à basse pression de gaz ( $\sim 0,3 \text{ mb}$ ).

AVEC CE TYPE DE SOURCE D'ATOMES NOUS ENVISAGEONS D'EFFECTUER DES ÉTUDES SPECTROSCOPIQUES TELLES QUE :

- Etude de différents schémas de photoionisation.
- Etude des distributions énergétiques des populations atomiques
- Mesures de déplacements isotopiques.

- (1) A. BRIAND - Réalisation d'un appareillage de Spectrométrie de Masse à Ionisation Résonnante : Application à l'étude spectroscopique et analytique de terres rares.  
Mémoire CNAM - PARIS 1986.
- (2) JM.GAGNE - T. BERTHOUD - A. BRIAND.  
Quasi RIMS of GdI for wavelength range 430-450 nm  
Communication au Third International Symposium on Résonance Ionization Spectroscopy and its applications - SWANSEA - 7-12 Sept. 1986.
- (3) D'après le modèle proposé par P. BABIN et J.-M. GAGNE.  
Rev. of Sci. Instrum. 57 (8) - Part. 1. P. 1536 (1986).

Nous remercions le Pr. JM. GAGNE (Ecole Polytechnique de Montréal) pour sa contribution à cette étude.