

BRETON C., CHARON J., HUBERT P., YVON P.

Rapport C.E.A. n° 729

Observation spectrographique de décharges à forte intensité.

Sommaire. - Au cours de décharges rectilignes dans le deutérium sous basse pression, la production de rayons X et de neutrons a été observée. L'observation spectroscopique de la lumière émise révèle un élargissement des raies de Balmer. On en déduit une densité ionique moyenne de l'ordre de quelques 10^{16} ions/cm³.

1957

BRETON C., CHARON J., HUBERT P., YVON P.

Rapport C.E.A. n° 729

Spectrographic observations of high intensity discharges.

Summary. - During straight discharges in deuterium at low pressure, the production of X-rays and neutrons has been observed. Spectroscopic observation of the light emitted reveals a broadening of the Balmer lines. From this a mean ionic density of the order of several 10^{16} ions/cm³ is deduced.

1957

PRÉSIDENCE DU CONSEIL
COMMISSARIAT A
L'ÉNERGIE ATOMIQUE

OBSERVATION SPECTROGRAPHIQUE DE DÉCHARGES A FORTE INTENSITÉ

par

C. BRETON, J. CHARON, P. HUBERT et P. YVON

Rapport CEA n° **729**

CENTRE D'ÉTUDES
NUCLÉAIRES DE SACLAY
SERVICE DE DOCUMENTATION
Boite postale n° 2 - Gif-sur-Yvette (S.-et-O.)

COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE

OBSERVATION SPECTROGRAPHIQUE DE DÉCHARGES A FORTE INTENSITÉ.

par

C. BRETON, J. CHARON, P. HUBERT et P. YVON

OBSERVATION SPECTROGRAPHIQUE DE DÉCHARGES A FORTE INTENSITÉ

par

C. BRETON, J. CHARON, P. HUBERT et P. YVON

L'étude spectroscopique de la lumière émise au cours des décharges à forte intensité constitue un moyen d'investigation avantageux qui offre, en effet, la possibilité de mesurer certaines caractéristiques du gaz ionisé sans provoquer de perturbations au sein du milieu intéressé.

Au cours des expériences de décharges rectilignes, nous avons pu effectuer quelques observations qui sont encore à un stade préliminaire mais qui permettent déjà de mettre en évidence quelques faits intéressants.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

La chambre à décharge (fig. 1) est constituée d'un cylindre en pyrex de 30 cm de diamètre et de 90 cm de long. Les extrémités sont fermées par des plateaux de cuivre jouant le rôle d'électrodes. L'étanchéité est assurée par un joint métallique constitué d'un fil d'aluminium de quelques dixièmes de millimètre de diamètre écrasé entre les plateaux et le verre.

Des chambres analogues à la précédente ont été construites avec un cylindre de porcelaine et des plateaux de duraluminium.

La pression atteinte est de 10^{-6} mm de mercure par deux étages de pompes et des pièges à azote liquide. Pour tous les organes fixés sur la chambre, l'étanchéité est assurée par des joints d'aluminium ; la vanne de fermeture possède un joint d'indium. Dans ces conditions les dégazages sont réduits au minimum.

Le circuit électrique a une géométrie cylindrique. Le retour du courant se fait par une trentaine de conducteurs disposés régulièrement autour de la chambre parallèlement aux génératrices. Des spires, orthogonales à l'axe, sont soudées sur ces conducteurs à quelques centimètres les unes des autres pour bénéficier, dans la mesure du possible, d'un effet stabilisateur des déformations de grande longueur d'onde.

L'intensité était d'abord mesurée par un shunt résistant de symétrie cylindrique puis par un transformateur d'intensité.

La puissance électrique est fournie par une batterie de condensateurs (31 condensateurs de 2 μ F) chargée, en général, sous 35 kilovolts (fig. 2). Dans ces conditions, on obtient une décharge oscillante dont l'intensité maximum est de l'ordre de 400 000 ampères et la période de 15 microsecondes.

Dans ce type de décharge on observe trois strictions successives se plaçant sur la montée du courant à la première demi-alternance. La production de neutrons est de 10^7 tandis qu'on observe un rayonnement X à chaque striction.

Le spectre de la lumière émise est enregistré à l'aide d'un spectrographe à optique de verre de la Société générale d'Optique (type HUET A II) ayant une dispersion de 13 Å au millimètre vers 4 100 Å et ouvert à F/8. L'appareil est placé à environ 4 mètres de la chambre.

En général, a été adoptée une disposition utilisant un objectif qui forme l'image de la chambre sur la fente d'entrée du spectromètre. De cette façon, nous avons pu étudier la répartition de la lumière en fonction de la distance à l'axe dans une région située à égale distance des électrodes.

Les stries existant sur les spectres sont peu gênantes. Ce sont les traces des conducteurs et entretoises situés le long de la chambre.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA LUMIÈRE ÉMISE

Au cours de décharges dans l'argon, ou même dans l'air sous une pression de l'ordre de 0,1 mm de mercure, une observation banale montre que la luminosité est concentrée sur l'axe. La même observation peut être faite sur le spectre pour le fond continu intense, auquel se superposent de nombreuses raies (fig. 3).

Au contraire, l'observation d'une décharge dans le deutérium sous la même pression montre une lumi-

nosité uniforme dans tout le volume de la chambre.

Les principales caractéristiques du spectre sont les suivantes (fig. 4) :

a) Il existe un certain nombre de raies dont les plus brillantes (tableau I), ont été identifiées comme appartenant aux matériaux des parois ou éventuellement à des impuretés du gaz de remplissage. Ces raies ont une intensité uniforme suivant le diamètre.

TABLEAU 1

Raies issues des parois de la chambre

S ₁ II	5041	forte intensité
	5056	
S ₁ II	4128	
	4131	
S ₁ II	5957	intensité moyenne
	5980	
S ₁ II	6347	
	6371	
S ₁ III	4813	intensité faible
	4819	
	4828	
S ₁ IV	4116	
N _a	5890	forte intensité
	5896	
N _a	5681	intensité moyenne
	5698	

b) Un fond continu, peu intense, concentré vers l'axe, apparaît occasionnellement.

Les raies des corps étrangers n'apparaissent pas lorsque la tension est inférieure à 16 kilovolts. On constate que les raies de BALMER sont alors peu élargies (fig. 5).

LES RAIES BALMER

Sur les spectres, seule la raie H β est suffisamment dégagée des raies parasites pour être étudiée.

On sait que l'examen du profil d'une raie de BALMER permet d'atteindre certaines caractéristiques du plasma par des comparaisons avec des profils théoriques [1]. Cependant on doit remarquer que les conditions physiques du plasma en un point varient considérablement au cours de la décharge. La méthode statique ne permet donc que d'avoir une idée des valeurs moyennes pendant la période au cours de laquelle l'émission est la plus intense. L'observation au miroir tournant du spectre permet en principe de lever cette difficulté. Jusqu'à présent elle nous a permis seulement de constater que la presque totalité de l'émission lumineuse a lieu approximativement entre 15 et 70 μ s après l'amorçage c'est-à-dire durant les dernières alternances de la décharge, à un moment où le gaz s'est considérablement refroidi par suite de la pollution causée par l'évaporation des parois.

L'observation statique du spectre ne peut donc pas renseigner sur l'état du plasma au début de la décharge lors de la production de rayons pénétrants [2].

Malgré cette limitation, on a tenté une évaluation de la concentration ionique en moyenne dans le temps en faisant coïncider un profil théorique de HOLTSMARK avec un profil expérimental [3] (fig. 6).

On observe une petite variation du nombre d'ions par cm³ suivant le rayon :

2.10¹⁶ vers l'extérieur
2,5.10¹⁶ vers 7 cm de l'axe
5.10¹⁶ au centre

Ces chiffres conduisent à admettre un nombre d'ions total supérieur au nombre d'atomes de deutérium initialement présent. Des mouvements du gaz produisant des concentrations de particules successivement dans différentes parties de la chambre peuvent expliquer ce phénomène.

BIBLIOGRAPHIE

[1] MEYEROTT R.F., MARGENAU H., *Phys. Rev.*, 1955,
99, 1851.

[2] LUKYANOV S.Y., SINITSYN V.I., *Atomnaja Energia*
1956, 3.

[3] HOLTZMARK J., *Annalen der Physik*, 1919, 7.

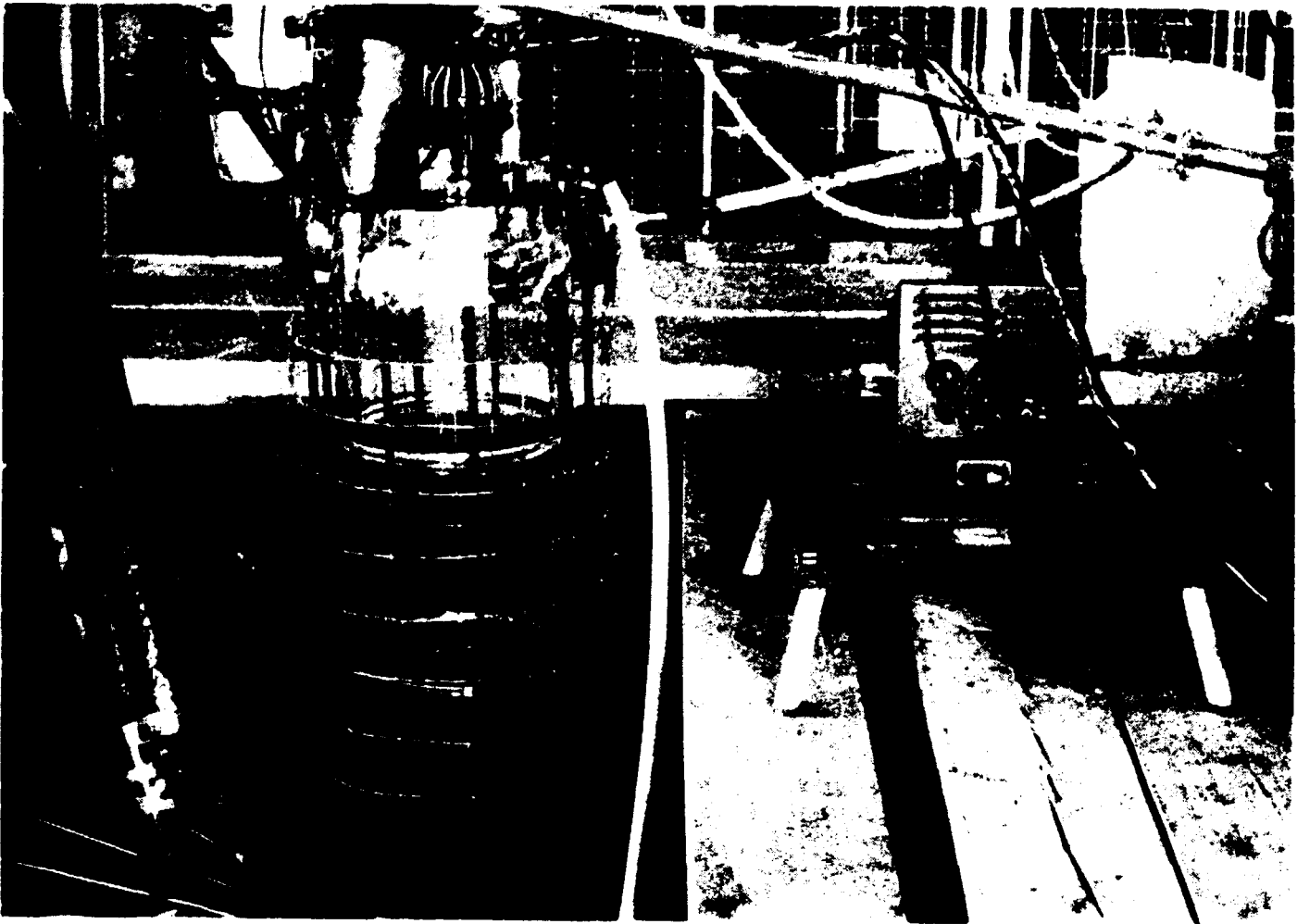


Fig.1

Vue générale de la chambre à décharges.

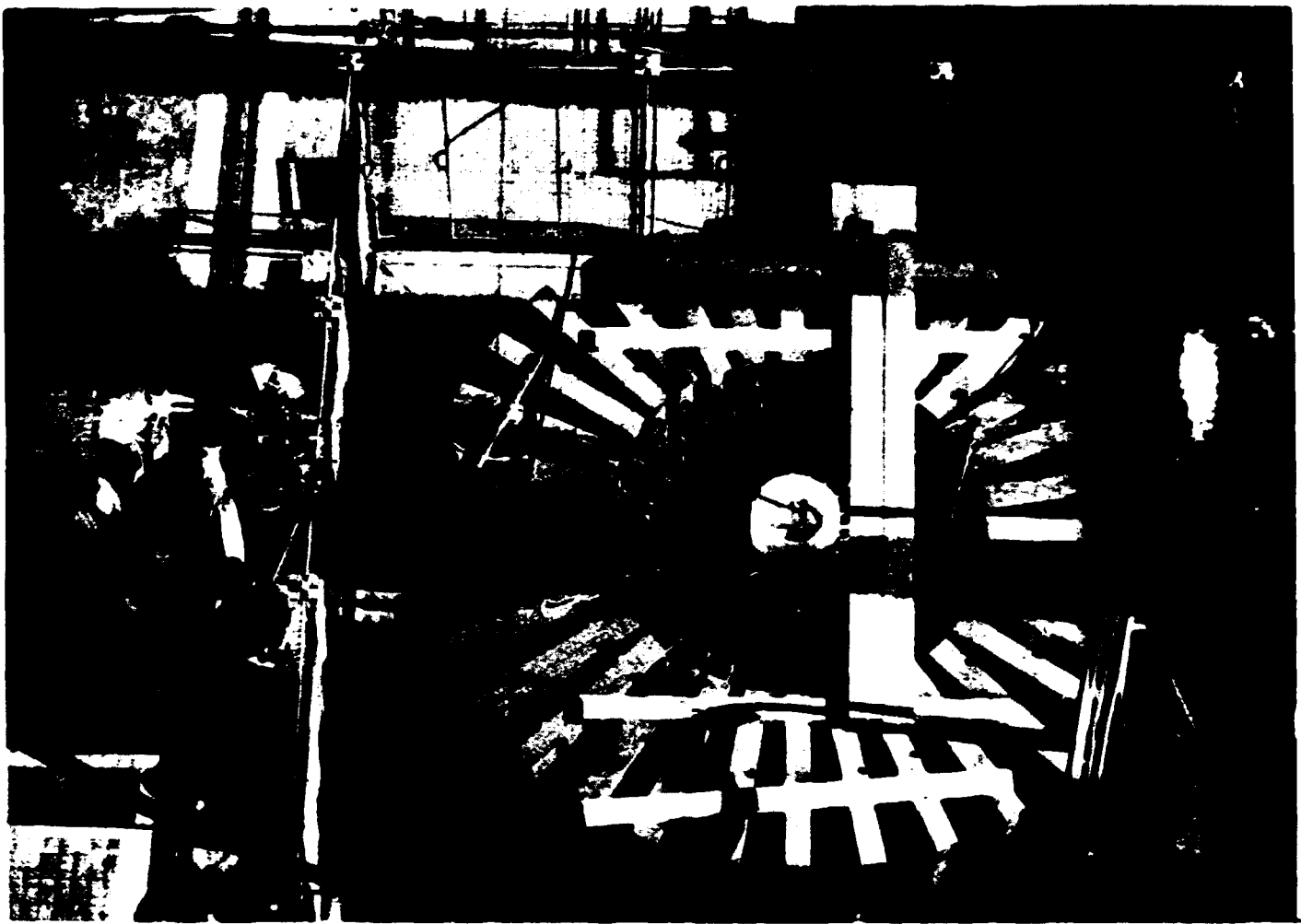


Fig.2

Vue générale de l'installation.

a)
b)
c)
d)

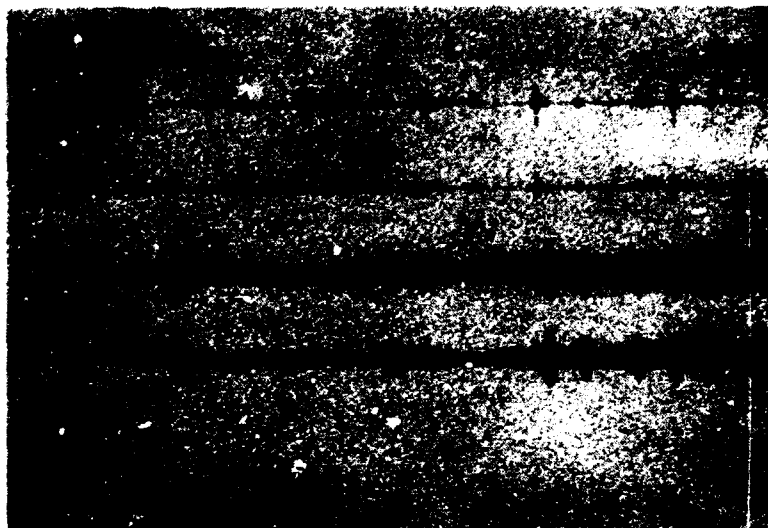


Fig. 3

Spectres de décharges dans l'air

a)	$P = 0,25 \text{ mm Hg}$	$V = 16 \text{ kV}$
b)	$P = 0,20 \text{ mm Hg}$	$V = 16 \text{ kV}$
c)	$P = 0,20 \text{ mm Hg}$	$V = 35 \text{ kV}$
d)	$P = 0,10 \text{ mm Hg}$	$V = 35 \text{ kV}$

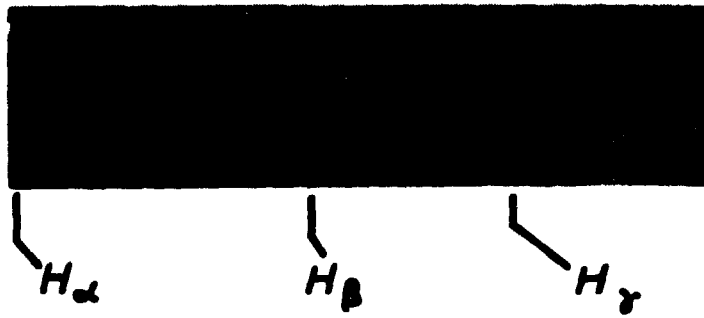


Fig.4

Spectres de décharge dans le deutérium

$P \approx 0,04 \text{ mm Hg}$

$V = 35 \text{ kV}$

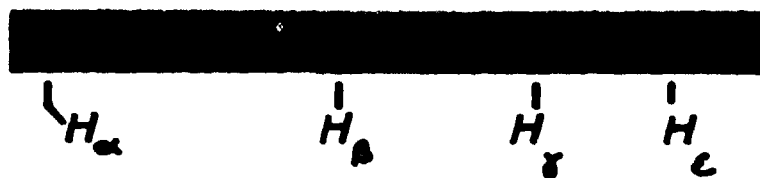


Fig.5

Spectre d'une décharge dans le deutérium

$P = 0,06 \text{ mm Hg}$

$V = 8 \text{ kV}$

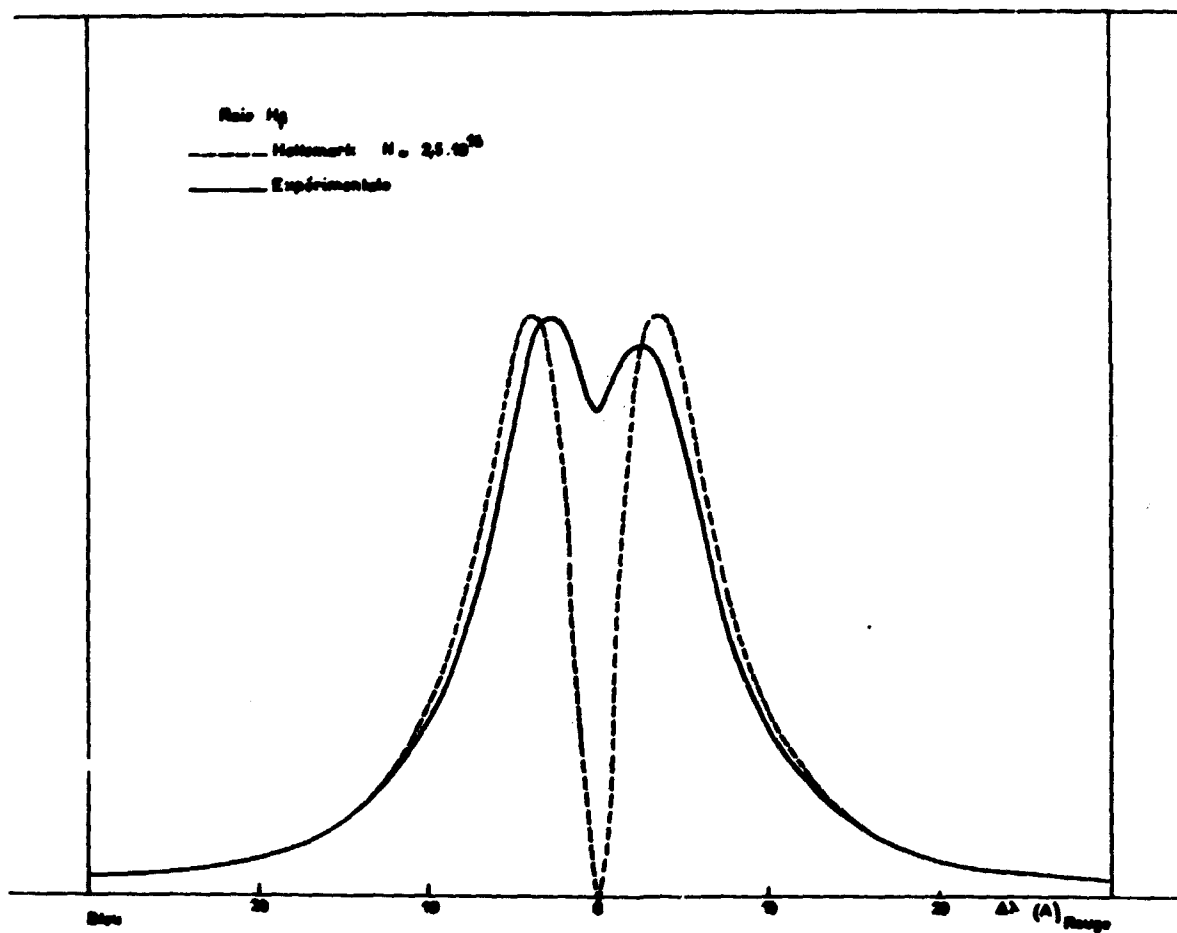


Fig.6

*Profile H_{β} comparé avec la
distribution de Holtzmark*

$\rho = 0,07 \text{ mm Hg}$

$V = 35 \text{ kV}$

FIN