

Facteurs de mérite de quelques sources X pulsées miniatures à cathode creuse

J. Larour, C. Barre*, M. Skowronek, P. Romeas et G. Vu-Tien

Plasmas Denses, CNRS URA 176, Université Paris 6, 11 rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05, France

**Laboratoire de Chimie-Physique-Matière et Rayonnement, CNRS URA 176, Université Paris 6, 11 rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05, France*

Applicability of pulsed X-ray sources depends greatly of criteria like spot size, repetition rate, lifetime, simplicity of operation, wavelength adjustability. We present results on such points for two miniature sources operating in the nanosecond regime. The low energy may limit applications with respect to high sensitivity detectors required.

Parmi les critères d'applicabilité de sources pulsées de photons X incohérents, on peut citer la durée de vie, la fréquence de répétition, la simplicité de maintenance, l'énergie (la longueur d'onde) des photons émis. Nous avons étudié des sources X miniatures [1] basées sur des diodes en géométrie de cathode creuse sous basse pression. Une première famille (type a) est alimentée par un générateur de Marx (2 ns, 70 kV, 1 Joule), l'autre (type b) est à alimentation continue sous 20 kV avec un déclenchement H-T externe, pour une énergie stockée équivalente. Fig. 1.a et 1.b donnent un exemple de la géométrie de ces sources. On remarque que l'anode est mobile (précision 20 μ m pour le type a) et que l'observation peut se faire par la cathode ou à angle droit.

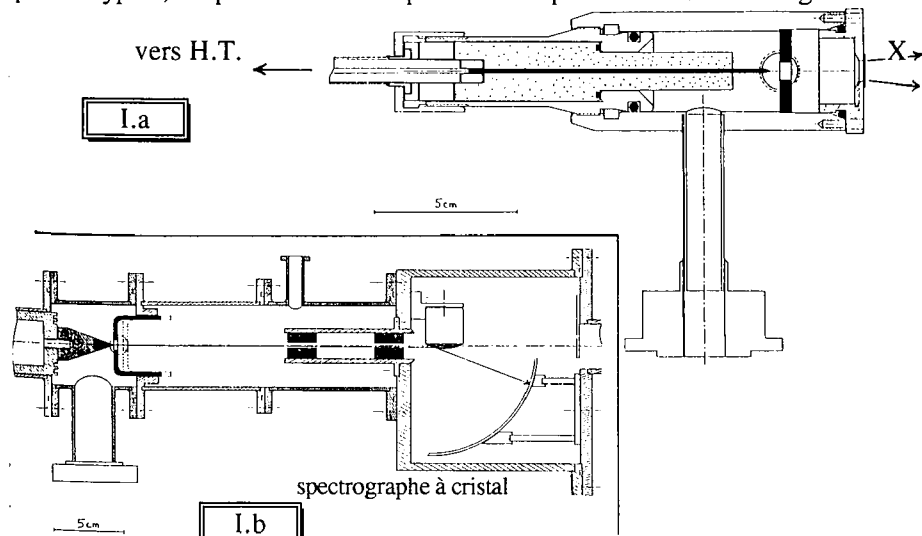


Fig 1. a Schéma d'une source de type (a). 1.b Schéma d'une source de type (b)
[Typical drawings: (a) type-a source, (b) type-b source]

On enregistre les caractéristiques courant-tension, corrélées avec l'émission des photons X, détectés temporellement par des diodes PIN filtrées ou par des scintillateurs suivis de photomultiplicateurs ou d'une caméra, analysés par des cristaux ou accumulés sur des films. On met en évidence une bonne répétitivité (10%) des caractéristiques électriques à 1 coup/mn. Un conditionnement d'une centaine de tirs est observée après toute intervention sur l'anode ou sur l'isolant. La répétitivité de l'émission X est remarquablement bonne une fois passée cette phase. Pour un taux de répétition bas (1 coup / mn) qui assure une charge complète et un bon pompage, les transitoires d'émission X sont superposables (Fig. 2) et la fluctuation du maximum (donc de l'aire du pic) n'excède pas 10% (Fig.3). Cependant l'émission se dégrade par accumulation d'accidents correspondant à l'éclatement progressif de la pointe de l'anode et la durée de vie effective va de 6000 à 10000 tirs. La taille de la source a été évaluée par la pénombre en bordure d'absorbants épais ou directement par l'imagerie à sténopé. Si elle peut descendre à 0,1mm, en règle générale, la taille de la zone émissive est égale à celle du sommet du cône dans le type (b) et au diamètre de la tige anodique dans le type (a). Ceci rendrait difficile l'interprétation éventuelle de largeurs de raies dans des spectres. Mis en évidence en variant la distance anode-cathode, deux modes opératoires, l'impact faisceau-cible et l'interaction faisceau-plasma ont déjà été discutés [1, 2]. L'examen d'autres sources montre cependant que l'apparition de micropoints de plasma chaud n'est possible qu'avec une énergie supérieure, typiquement 1kJ [3]. Ceci fait actuellement l'objet d'études complémentaires sur nos sources.

Fig 2.- Exemple de superposition de 120 transitoires X détectées par une diode PIN (Volt / ns)
[120 superimposed traces, PIN diode signal (Volt / ns)]

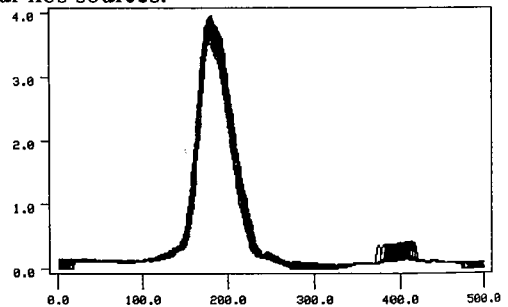
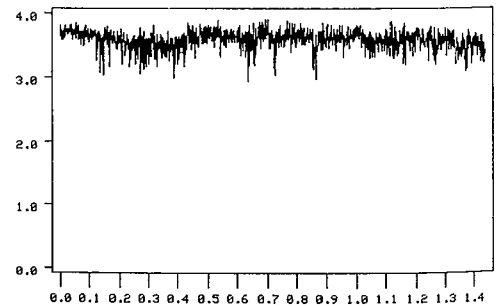


Fig 3.- Enregistrement historique du maximum de signal X d'une diode PIN sur 1440 tirs dans les mêmes conditions (Volt / millier de tirs)
[Historical record of maximum X-ray PIN diode signal over 1440 shots in the same conditions (Volt / 1000 shots)]



En conclusion, les sources étudiées sont économiques et simples d'emploi. Leur émission est caractérisée par une impulsion courte et un spectre de raies du métal anodique. Cependant l'énergie électrique disponible ne permet pas d'obtenir des flux X importants, en particulier sur les surfaces élémentaires de détecteurs matriciels. Il faudrait faire appel à des détecteurs très sensibles et coûteux ce qui limite le développement d'applications.

- [1] Skowronek, M, Roméas, P, Larour, J, et Choi, P, Dense Z-pinches 2nd Int'l Conf., Laguna Beach, CA, USA, Pereira, Davis & Rostoker éd., AIP Conf. Proc. 195 (1990) 395-404
- [2] Skowronek, M, Roméas, P, Larour, J, XIVth Int. Symp. Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV, Santa Fe, NM, USA, sept. 1990
- [3] Schulz, A, Burhenn, R, Rosmej, F,B, et Kunze, H,J, J. Phys. D: Applied Phys. 22 (1989) 659-662, et Koshelev K,N, communication privée 1992