Laser à exciplexe KrF impulsif de grande énergie

J. E. Montagne, J. Bouesc, G. Inglesakis et M. Autric

Institut de Mécanique des Fluides, Equipe Interaction Laser-Matière, Pôle Scientifique et Technologique de Luminy, 163 avenue de Luminy, 13288 Marseille Cedex 09, France

Abstract : The characteristics and output performances of a long pulsed electron-beam excited large volume high energy KrF laser are presented. The profiles of energy deposition, e-gun current, high voltage have been measured and found to be in good agreement with computer simulations.

Cette communication concerne la présentation des caractéristiques et performances d'un nouveau moyen d'essais réalisé et mis au point par l'Equipe Interaction Laser-Matière de l'Institut de Mécanique des Fluides (I.M.F.M.). Il s'agit d'un laser à halogénures de gaz rares KrF impulsif monocoup émettant à 248 nm et permettant d'obtenir une énergie maximale de 200J en 400 ns.

Ce laser "KIR" (Krypton Intense Radiation) est constitué de deux modules haute tension de 6 étages (générateurs de Marx 600 KV ; 72 KJ stockés ; $6 \times 1,2 \mu\text{F}$) alimentant deux canons à électrons à cathode froide.

Figure n°1 : Synoptique du laser KIR

L'ensemble du système électrique-générateurs de Marx, canons à électrons, système de coupure a été modélisé afin d'obtenir des valeurs optimales des composants électriques et de la distance anode-cathode. Les profils temporels de la tension et du courant en sortie des générateurs et de la puissance injectée à travers les diodes ont été comparés aux enregistrements expérimentaux. Les cathodes se présentent sous forme de "râpe à fromage" en acier inox. Pour optimiser le système, des études concernant la génération des faisceaux d'électrons par les diodes et la distribution spatio-temporelle de l'énergie déposée dans le mélange laser ont été effectuées numériquement et expérimentalement. Les faisceaux d'électrons ($J_{\text{moy}} = 10 \text{ A/cm}^2$;

$V_{\text{moy}} = 300$ à 400 KeV excitent le mélange gazeux composé de 0,2% Fluor, 4% Krypton, 95,8% Argon (Pression 1 à $2,5 \cdot 10^5$ Pascals).

Tension canon (kV)

Intensité totale (kA)

Figure n°2 : Profils temporels de tension et d'intensité

Le dépôt d'énergie dans le milieu, de l'ordre de 4 KJ soit environ $0,2$ MW/cm³ pendant 600 ns (tension de charge 510 KV), est relativement uniforme (mini-maxi < 2). Ces résultats sont conformes aux prévisions fournies par les modèles numériques de dépôt d'énergie.

Figure n°3 : Répartition du dépôt d'énergie dans le volume actif

La cinétique chimique conduisant à l'état excité KrF^* a été modélisée et des optima de concentration des composants ainsi que de la valeur de la pression ont été mis en évidence. Ce code a également permis de simuler l'extraction du rayonnement et de déterminer le coefficient de couplage maximal pour la cavité oscillante.

Figure n°4 : a) Evolution calculée de la population de KrF^* et du flux intracavité
b) Energie volumique extraite en fonction du coefficient de couplage

Les énergies maximales extraites à partir d'une cavité optique (résonateur instable à branche positive $\delta = 75\%$) de 31,4 litres de volume actif sont comprises entre 170 et 190 Joules pour des durées d'impulsions de 400 ns.