

Laser excimère 1 kW (10J x 100 Hz) - Applications

B. Godard, P. Murer, M. Stehle, P. Laborde, J. Bonnet* et D. Pigache

SOPRA, 26 rue Pierre Joigneaux, 92270 Bois-Colombes, France

*ONERA, BP. 72, 92322 Châtillon, France

ABSTRACT :

VEL laser gives up to 13J x 80 Hz or 10J x 100 Hz in burst mode. Applications are hot plasma, fs, ps, ns amplification, soft X-Ray source, photoablation (polymers, ceramics, composites, paint stripping, ...), surface treatment (silicon laser annealing, shock hardening, metal glazing, cleaning, deoxydation, ...).

RESUME :

Le laser VEL fournit jusqu'à 13J x 80 Hz ou 10J x 100 Hz en rafale. Les applications sont des plasmas chauds, l'amplification d'impulsion fs, ps, ns la création des Rayons-X mous, la photoablation (polymères, céramiques, matériaux composites, décapage de peintures,...), traitement de surface (recuit par laser du silicium, durcissement par choc laser, glaçage de métaux, nettoyage, déoxydations, ...).

Dans le cadre du programme EUREKA EU205, SOPRA a étudié et développé les lasers VEL (Very large Excimer Laser).

Ces lasers sont les premiers lasers pour applications industrielles à avoir atteint 1 kW de puissance moyenne dans l'UV à 308 nm XeCl. En fait, ce résultat a été atteint en août 1992 et n'a pas encore été battu. Avant d'atteindre cet objectif, nous avons entrepris une importante étude paramétrique : un modèle plus petit (DENEb) qui nous a fourni en 1991 4J x 50 Hz ou 3J x 70 Hz. VEGA est en fait une extrapolation de l'étude paramétrique de DENEb.

VEGA et DENEb sont tous les deux préionisés par un canon à rayons X développé à l'ONERA/Palaiseau et utilisent des thyratrons en parallèle (2 pour DENEb, 6 pour VEGA.) Le volume actif est de 0,8 l et 5 l (8 x 6 x 100 cm³) pour DENEb et VEGA respectivement.

L'énergie maximum par impulsion est de 15J pour VEGA ; la durée d'impulsion est typiquement 160 ns à mi-hauteur. En faisant circuler le mélange gazeux (Xe, HCl, Ne) dans une boucle fermée, le laser fonctionne en cadence ; en fait, SOPRA a choisi une relativement faible cadence de répétition (100 Hz) pour atteindre "1 kW" de façon à être complémentaire des autres projets et en particulier celui de LASERDOT qui vise 0,5 à 1 kHz. Le kW est actuellement produit en rafales de quelques secondes suivi de quelques minutes d'arrêt, en revanche, nous avons testé le bon fonctionnement à 20 Hz en continu jusqu'à l'équilibre thermique de l'ensemble (environ 2h).

Nous visons avec ce laser des applications qui réclament de fortes énergies par impulsion (typiquement 10J ou plus) même à des cadences faibles.

Dans le cadre du développement et de la sécurité un carenage protège les utilisateurs de la haute tension, des rayons X, du faisceau laser UV, du bruit sonore et électromagnétique.

Nous travaillons aussi sur le faisceau pour répondre aux exigences des applications. Pour diminuer la divergence en champ lointain, nous utilisons une cavité instable. Pour transporter le faisceau, nous étudions des systèmes à faisceau de fibres optiques ; les meilleurs résultats à 308 nm donnent une atténuation de 4 % par mètre.

Nous avons aussi étudié différentes sortes d'homogénéiseur de faisceau en champ proche. En effet, la plupart des applications qui concernent le VEL avec les impulsions que l'on a, sont liées à une densité d'énergie déterminée avec effet de seuil et de saturation ; donc un résultat uniforme avec un rendement optimisé impose un faisceau laser uniforme sur la cible.

Les homogénéiseurs que SOPRA a développé permettent d'obtenir le faisceau du laser sur une surface de 0,55 x 0,55 cm² à 11 x 11 cm² avec une inhomogénéité de ± 2 % et une transmission de plus de 90 %. On peut ainsi couvrir des densités d'énergie de 0,07J/cm² à 30J/cm².

Les applications du VEL concernent de nombreux domaines telles que :

- 1) la physique (création de plasmas chauds, production de rayons X , amplification de pico et femtosecondes, conversion par effet Raman stimulé).
- 2) la microélectronique (le recuit laser par impulsion unique appliqué au Silicium Amorphe ou à SiGe avec support verre, le nettoyage de surface de contact, photoablation,...)
- 3) l'aéronautique (décapage de peinture sur Aluminium ou matériaux composites, durcissement par choc laser de pale de turbine,...)
- 4) la métallurgie (durcissement par choc, le glaçage, le polissage).
- 5) l'industrie céramique (photoablation, glaçage,...)
- 6) l'industrie automobile (amélioration de la tribologie, durcissement par choc)
- 7) l'industrie nucléaire (décontamination de surface).

La plupart de ces applications relèvent du traitement de surface ; plus l'énergie est élevée, plus la surface traitée en un seul coup sera grande et plus les problèmes de recouvrement seront diminués, il sera même possible dans certains cas de supprimer ces problèmes. Le kilowatt de puissance moyenne qui a déjà été obtenu il y a près de 2 ans est une assurance pour pouvoir augmenter les cadence de production quand cela sera nécessaire.