

LA LIGNE D'INTÉGRATION LASER (LIL)

A. ROUSSEL
CEA - Cesta

La Ligne d'Intégration Laser (LIL) (figure 1) est un laser destiné initialement à tester les choix technologiques faits par les équipes du CEA - DAM pour réaliser le Laser Mégajoule (LMJ) (30 chaînes de 8 faisceaux). Elle est constituée d'une seule chaîne de 8 faisceaux lasers élémentaires, et a été équipée pour être un instrument scientifique pour la physique des plasmas [1].

Elle est implantée sur le site du CEA - Cesta, en Aquitaine, qui fait partie du pôle de compétitivité "Route des Lasers". Ce pôle, fortement soutenu par le Conseil Régional d'Aquitaine, a été créé pour fédérer, dynamiser et coordonner les retombées industrielles, de recherche et de formation dues à l'implantation locale du programme LMJ. Dans le domaine de la recherche par exemple, un Institut des Lasers et Plasmas (ILP) a été créé et regroupe les acteurs français de la recherche dans les domaines des lasers et des plasmas. L'ILP organise l'accès des chercheurs impliqués dans l'utilisation de la LIL, et plus tard du LMJ, pour des expériences de type académique.



Le schéma de base d'un faisceau de la LIL se décompose en quatre modules principaux (figure 2) :

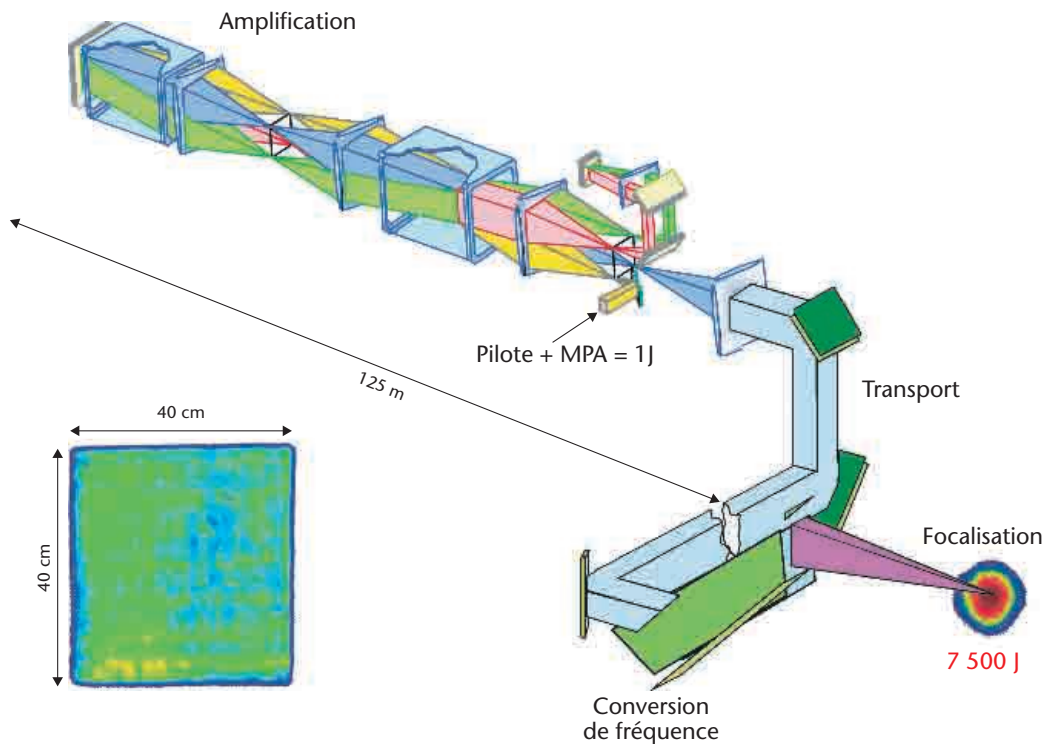
- le générateur de l'impulsion : le pilote ;
- la section amplificatrice, qui comprend deux étages d'amplification de puissance ;
- la section de transport du faisceau, qui regroupe 4 faisceaux lasers (*quadruplet*) au moyen d'un ensemble de 6 grands miroirs portés par une structure métallique complexe et rigide ;
- le bloc optique du Système de Conversion de fréquence et de Focalisation (SCF).



Figure 1
Le bâtiment de la LIL et le bâtiment du LMJ, au CEA - Cesta.

Droits photographiques : société Vertigo

Figure 2
Schéma de principe d'un faisceau laser élémentaire.



Le pilote génère l'impulsion laser initiale à la longueur d'onde fondamentale de 1 053 nm. Cette impulsion initiale est injectée dans la chaîne amplificatrice sous forme d'un faisceau monomode de section carrée de 40 mm de côté. Il s'agit donc d'un laser servant de source de lumière pour les tirs de puissance, et aussi de moyen d'alignement pour les chaînes. Le pilote comprend la source et le Module Pré-Amplificateur (MPA). Le rôle de la source est de fournir les caractéristiques temporelles et spectrales du faisceau final, tandis que celui du MPA est d'en façonner les caractéristiques spatiales et énergétiques. Les énergies à fournir pour les modes "alignement" et "tirs" varient de quelques millijoules à 1 joule.

L'architecture de la section amplificatrice permet à l'impulsion injectée d'effectuer 4 passages (grâce à un dispositif de type "demi-tour") à travers les amplificateurs, afin d'optimiser l'extraction de l'énergie stockée dans ces amplificateurs. Chaque faisceau constitutif de la chaîne peut délivrer, en sortie de section amplificatrice, une impulsion d'une durée d'environ 5 ns et d'une énergie d'une vingtaine de kilojoules à une longueur d'onde de 1 053 nm. La chaîne est longue de 105 mètres, haute de près de 2,5 mètres, large de plus de 1,8 mètres.

À la sortie de la section amplificatrice, le faisceau se propage jusqu'au SCF sur une distance de 45 m en se réfléchissant sur 6 miroirs de transport. Le SCF est destiné, d'une part à transformer un groupe de 4 faisceaux infrarouges ($\lambda_{IR} = 1\ 053\ \text{nm}$) amplifiés en faisceaux ultraviolets ($\lambda_{UV} = 351\ \text{nm}$), grâce à 2 cristaux de KDP (*dihydrogène phosphate de potassium*) utilisant des effets optiques non-linéaires, d'autre part à focaliser, en un seul point de la cible, les 4 faisceaux UV grâce à des réseaux de diffraction à traits courbes.

A ce jour, la LIL dispose de 4 faisceaux à 0,35 μm , pouvant fournir chacun, en nominal, 6,5 kJ en 5 ns, ou 1,6 TW en 700 ps. Il s'agit donc avec le LLE de l'Université de Rochester (*États-Unis*) des deux lasers les plus énergétiques actuellement en fonctionnement dans le monde. Instrument scientifique au service des programmes de physique du CEA - DAM, la LIL est aussi ouverte à la communauté académique internationale depuis 2005, date à laquelle a eu lieu la première expérience ouverte (voir article de G. SCHURTZ, dans ce numéro).

Références

- [1] La ligne d'intégration laser, chocs, 29 (2004).