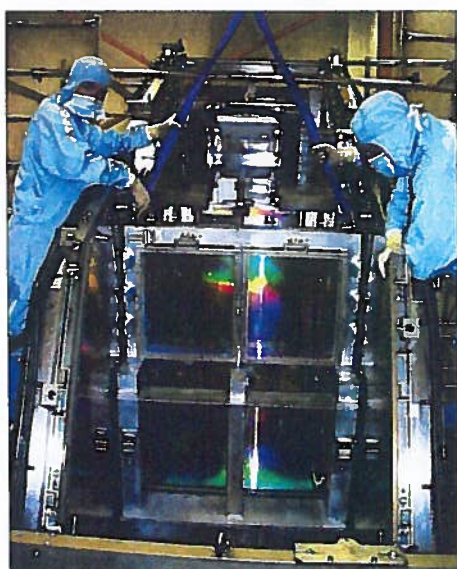




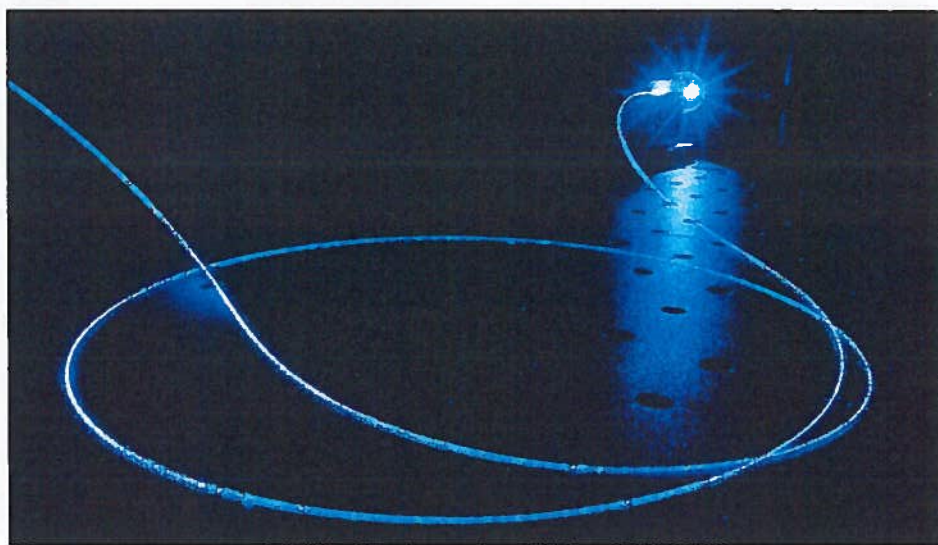
# La première expérience du Laser Mégajoule

La conception et la réalisation de ce projet d'envergure ont permis à **de nombreuses entreprises françaises de photonique d'améliorer leurs compétences et leur notoriété**, ce qui leur a ouvert la porte de clients prestigieux et les a positionnées sur des projets internationaux importants...

Réalisée en octobre 2014 au Barp, entre Bordeaux et Arcachon, la première expérience du Laser Mégajoule (LMJ), a été une réussite technologique exceptionnelle pour les nombreux partenaires du projet. Installation majeure du programme Simulation, le LMJ, est dimensionné pour délivrer sur une cible de quelques millimètres, en quelques milliardièmes de seconde, une énergie lumineuse supérieure à un million de joules. Le but : étudier, à toute petite échelle, le comportement des matériaux dans des conditions extrêmes similaires à celles atteintes lors du fonctionnement nucléaire des armes. De nombreuses entreprises, adhérentes de l'AFOP (syndicat professionnel Optique Photonique), ont participé à ce succès : Alphanov, Cilas, ISP System, Imagine Optic, IxFiber, Photline, Quantel, SEDI-ATI Fibres Optiques, Symétrie et Thales SESO... Pour répondre à ce défi



Ensemble de quatre réseaux de la société Horiba Jobin-Yvon en cours d'installation.  
Source : Horiba Jobin-Yvon Courtesy CEA



Laser bleu proposé par la société Azur Light Systems, une des sociétés dont la création a été accompagnée par ALPhANOV. Source : ALPhANOV

d'avant-garde, tous les industriels ont dû se soumettre à un haut niveau d'exigence dans tous les domaines. Ce qui leur a permis d'accomplir de nombreux exploits technologiques. La société Cilas par exemple, a mis au point un système de transport original, une véritable salle blanche mobile capable de transporter ses plaques amplificatrices de son site de production jusqu'au LMJ. "Nous avons dû mettre en place sur notre site d'Aubagne la plus grande plateforme de dépôt par pulvérisation cathodique en Europe pour traiter les réflecteurs des amplificateurs", explique Philippe Lugerini, Pdg de la société. Chez ISP System, les techniciens et les ingénieurs ont conçu des grands robots de positionnement de précision chargés de porter les cibles nucléaires et une machine d'enduction laminaire pour le traitement sol-gel des optiques des lasers. Même effort d'innovation dans le domaine des moyens de contrôle. "Nous avons été confrontés à des difficultés de métrologie, témoigne Patrick Maine, membre du directoire du groupe Quantel. Les instruments permettant de mesurer avec la précision requise les performances de notre module préamplificateur n'existaient pas, il a donc fallu les inventer." Des développements qui ont nécessité des investissements importants. Comme le souligne Jean-Jacques Fermé, le directeur commercial de Thales SESO. "Pour réaliser

ces composants, des investissements considérables ont été effectués, dont des moyens de contrôles interférométriques permettant de mesurer en une seule fois les paramètres de planéité des deux faces et de l'onde transmise", confirme l'expert.

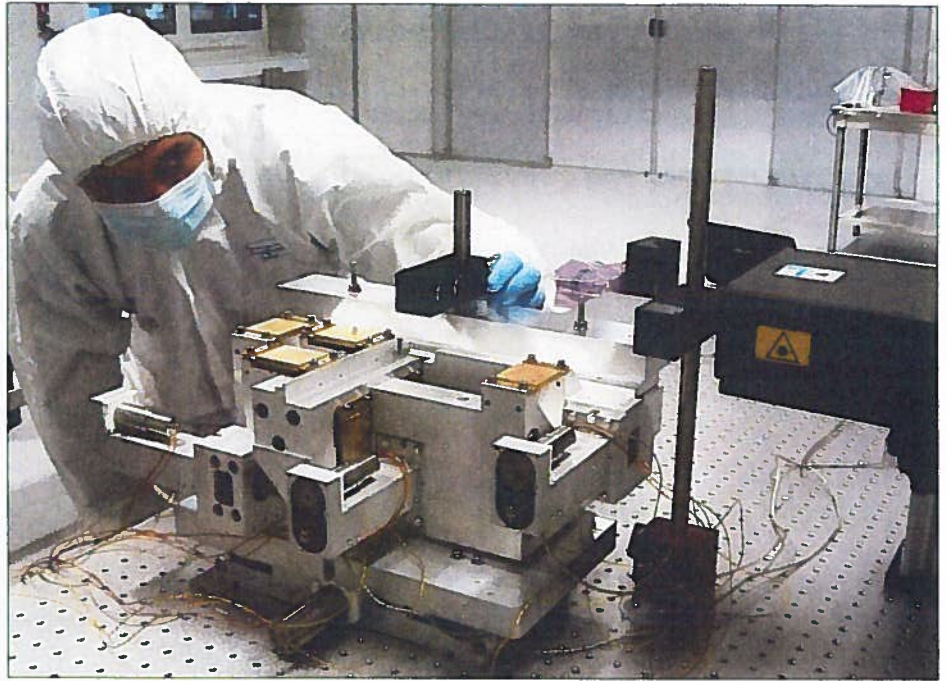
## Des composants hors-normes

Exigence enfin et surtout sur les spécifications des composants, leur taille et les précisions demandées. Les chiffres donnent un peu le tournis. Les amplificateurs fournis par Cilas représentent chacun 40 m<sup>3</sup> et 21 tonnes. Après quatre passages dans chaque chaîne amplificatrice (128 plaques de verre dopé au néodyme pompées par flashes), l'énergie de l'impulsion laser de chaque faisceau est portée de 1 Joule à 20 000 J. Les réseaux de diffraction d'Horiba Jobin Yvon SAS mesurent 400 x 400 mm<sup>2</sup>, taille qui les situe, comme le spécifie Arnaud Cotel, son responsable Réseaux Spéciaux "à la limite de l'état de l'art". Même taille exceptionnelle pour les surfaces asphériques réalisées par Thales SESO qui a dû développer des technologies innovantes et des procédés industriels adaptés à la production de grands composants optiques. Chacun des modules préamplificateur (MPA) de Quantel mesure 4 mètres de long et pèse une tonne. A l'intérieur, le faisceau traverse 170 composants optiques.





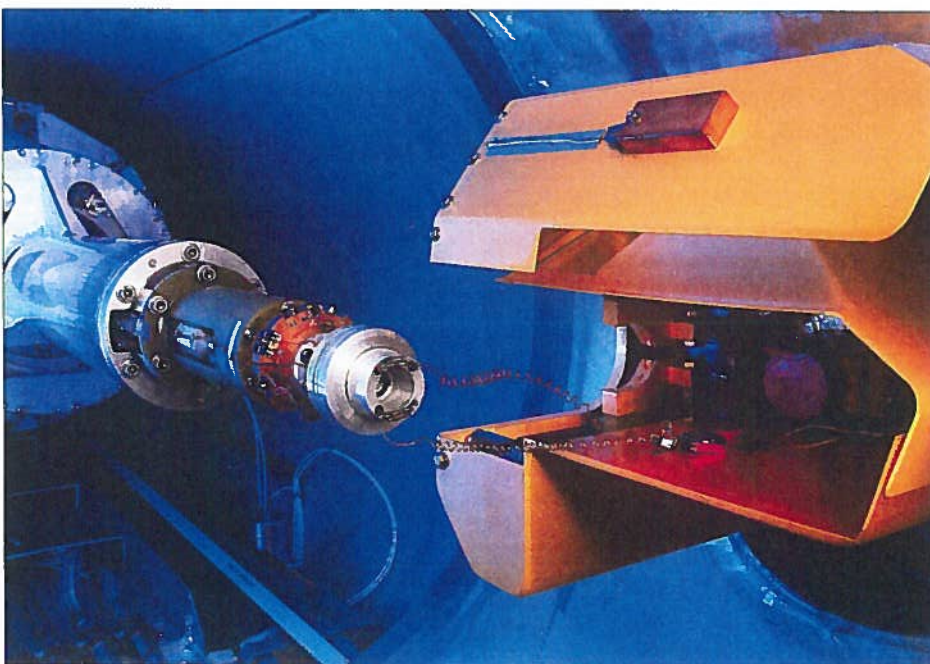
Chaque MPA amplifie l'impulsion laser incidente du niveau du nanoJoule jusqu'au Joule, soit une multiplication de l'énergie de départ par un milliard, tout en contrôlant ou en transformant les profils spatiaux, temporels et spectraux des impulsions. SEDI-ATI Fibres optiques a réalisé des faisceaux de fibres optiques reliant les 90 répartiteurs des sources de lumière aux 1 440 pointeurs situés dans les lignes capotées sous vide de  $10^{-5}$  mbar. 90 passages étanches multifibres ainsi qu'une connectique adaptée ont été fabriqués spécifiquement pour la pénétration des faisceaux de fibres dans les enceintes sous vide. Symétrie, spécialiste de machines à structure parallèle qui permettent de positionner avec précision un objet dans l'espace, a réalisé le porte-cible. Ce dernier permet de régler à quelques micromètres la position de la cible de 2 mm de diamètre au centre de la chambre d'expériences de 10 mètres de diamètre. Les analyseurs de front d'onde développés par Imagine Optic alignent eux, la gigantesque installation du LMJ (plusieurs centaines de mètres) avec une même précision micrométrique. Au-delà des créations d'emplois directement liées à la construction du LMJ, les industriels insistent sur l'avance technologique et la crédibilité que leur donnent les développements réalisés pour répondre aux exigences de ce projet. Pour Jean-Jacques Fermé, directeur commercial de Thales SESO, "grâce aux investissements



**Système nanoscopium, développé par ISP System et utilisé dans les phases d'alignement du laser.**  
Source : ISP System

réalisés, notre société se place au meilleur niveau pour la réalisation de composants lasers de grande dimension et fournit des composants à plusieurs lasers scientifiques au niveau européen." Patrice Crochet, directeur commercial, en fait la même analyse chez iXFiber. "Notre société et le CEA se sont fait remarquer comme étant des spécialistes mondiaux des fibres optiques résistantes aux radiations", explique le responsable. Loin de s'endormir sur leurs lauriers, les indus-

triels continuent les recherches. Ainsi, Cilas travaille avec le CEA sur le développement de lasers énergétiques pour les plasmas à haute puissance moyenne, afin de développer des briques technologiques nécessaires aux lasers du futur. Parallèlement, des développements ont toujours lieu en lien avec le LMJ, notamment pour équiper les différentes expériences qui seront menées grâce au laser. iXFiber développe une nouvelle fibre optique qui servira pour les futures expériences à forte puissance du LMJ. "Cette fibre optique devra notamment résister à l'environnement sévère qui règne près de la chambre d'expérience : radiations X, radiations Gamma et neutrons", précise Benoit Cadier, le directeur technique de l'entreprise. Et les applications des grandes sources laser dans la production d'énergie font rêver. Pour Jean-Jacques Fermé, le directeur commercial de Thales SESO, "le grand espoir serait le développement d'une filière de production d'énergie par fusion laser, projet sur lequel les USA et le Royaume Uni commencent à travailler. Nous sommes certains que tous les acquis obtenus en particulier sur la tenue au flux et donc la fiabilité des composants seront primordiaux et pourront être valorisés avec des facteurs d'échelle de l'ordre du centuple !" ||



**Conçu par Symétrie cet hexapode porte-cible permet de régler avec une précision micrométrique la position de la cible au centre de la chambre d'expériences.** Source : artechnique.fr

[www.lmj.cea.fr](http://www.lmj.cea.fr)

[www.afoptique.org](http://www.afoptique.org)

[www.cnop-france.org](http://www.cnop-france.org)