



Ce bulletin trimestriel a pour but de tenir informée la communauté des utilisateurs des différentes actions menées sur les installations laser (LULI2000, PICO2000 et ELFIE), des avancées sur APOLLON et de façon plus générale, des dernières nouveautés du LULI

LULI2000 & PICO2000

La « fameuse » règle de la demi-journée

Avec la montée en puissance du projet Apollon et les différents objectifs que doit atteindre le laboratoire au cours de l'année 2018, les équipes de soutien, plus particulièrement C2S et EHT, s'investissent de plus en plus sur Apollon avec une présence accrue sur le site de l'Orme des merisiers. Pour optimiser le travail des équipes de soutien entre les deux sites, une règle a été mise en place pour les interventions de dépannage nécessitant une présence physique : **en cas de panne sur une installation du laboratoire durant une campagne d'expérience, les équipes de soutien qui ne sont pas sur le site de l'Ecole Polytechnique et qui ne peuvent pas résoudre le problème à distance disposent d'une demi-journée pour venir sur le lieu de la panne.**

Par exemple, si un dysfonctionnement qui ne peut pas être résolu à distance arrive sur ELFIE ou LULI2000 dès 9h, les intervenants qui ne sont pas sur place ont jusqu'à 14h pour arriver sur les lieux et commencer à dépanner. Si une panne se déclare dans l'après-midi, il faudra parfois patienter jusqu'au lendemain matin pour l'intervention.

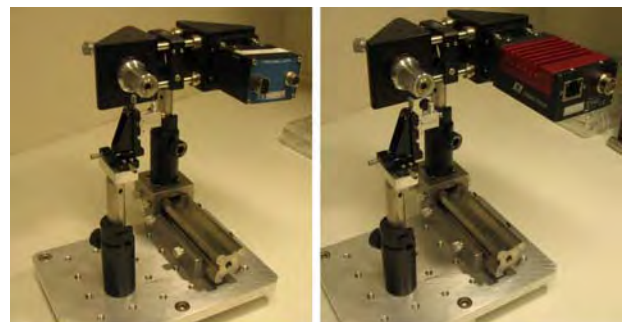
Plateaux de porte-cible

Tous les appuis en aluminium des porte-cibles ont été changés par des appuis en acier. Ils s'abîmaient car l'aluminium était trop « mou » ce qui provoquait parfois des problèmes de positionnement des cibles entre les différents plateaux. Nous espérons qu'en utilisant un matériau plus dur, les plateaux seront donc plus stables et durables.

Contact : fabien.serres@polytechnique.edu (54 55)

Caméras

Les deux dernières caméras Firewire vont bientôt quitter la salle d'expérience n°1, leurs remplaçantes, des caméras GigE, sont déjà installées en parallèle, la première sur le pointage du faisceau picoseconde en salle d'expérience n°1, la deuxième sur un porte-cible pour le réglage de la tache focale du faisceau comprimé.



ancien (à gauche) et nouveau montage (à droite)

Contact : fabien.serres@polytechnique.edu (54 55)

Travaux dans les salles d'acquisition

Au cours des mois qui viennent les salles d'acquisition vont subir petit à petit des modifications. L'équipe EHT a déjà enlevé la baie qui était à côté du banc d'alignement en salle d'acquisition n°2 et un bureau a migré de la salle d'acquisition n°1 vers la n°2. L'objectif est de libérer de la place dans les 2 salles d'acquisition pour permettre à terme d'effectuer des travaux. Cela nous conduira à un réaménagement complet de la partie acquisition de l'installation LULI2000 : Il y aura, dans l'avenir, une seule grande salle d'acquisition pour accueillir les utilisateurs permettant d'accéder aux 2 salles d'expérience et, à côté, une salle plus petite pour permettre aux exploitants de salle de travailler plus au calme.

Contact : fabien.serres@polytechnique.edu (54 55) ; edouard.veuillot@polytechnique.edu (53 83)

Chaînes annexes BLEUE et NOIRE

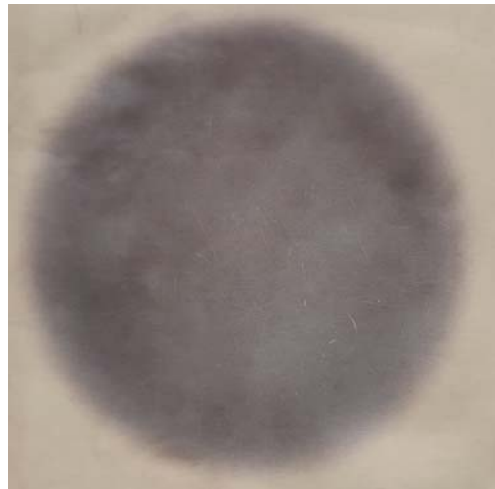
L'équipe d'exploitation a entrepris la stabilisation des chaînes annexes BLEUE et NOIRE, chaînes utilisées comme faisceaux sonde pour les expériences plasma.

Ces chaînes sont d'une conception ancienne et de nombreux problèmes de fiabilité ont été recensés.

Pour la chaîne BLEUE, après la mise en exploitation du nouvel oscillateur fibré indépendant à l'été 2017, le système de mesure d'énergie en entrée de chaîne et en fin de chaîne a été complètement revu à base de calorimètres Gentec. Le début de chaîne a été motorisé afin de mieux contrôler le pointé et le centrage de l'injection vers les chaînes.

Nous avons changé les systèmes de filtrage spatial et optimisé l'apodisation de ces chaînes. Le profil spatial a été nettement amélioré en limitant le diamètre du faisceau entraînant une limitation de l'énergie à 50 J pour la chaîne BLEUE. Le profil spatial est maintenant stable dans le temps et ne génère plus de diffraction dans les amplis Ø 90 mm.

Contact : exploitluli2000@luli.polytechnique.fr



Papier impact de la chaîne BLEUE

Concernant la chaîne NOIRE, suite à l'endommagement de l'un des réseaux COLOC après un tir trop fort (avril 2017), nous avons retiré un amplificateur Ø 25 afin que la chaîne ne puisse pas dépasser 15 J quel que soit le niveau d'injection (valeur maximale autorisée compte-tenu de la tenue au flux des réseaux). Cette modification rend la chaîne plus facile à aligner et évite toute erreur humaine.

Dépannage express au GSI

Nos collègues du GSI à Darmstadt (Allemagne), nous ont demandé de l'aide. Leur front-end nanoseconde est tombé en panne quelques jours avant un début de campagne.

N'ayant pas de pièce de rechange, ils nous ont sollicités pour leur prêter un front-end fibré tel que ceux que l'on utilise au LULI2000.

Loïc Meignien et Pierre Alexis Chevreuil (en fin d'apprentissage IOGS-LULI) ont fait un AR éclair à Darmstadt pour leur apporter le système de secours du LULI2000 (une source laser et une Modbox) et ainsi dépanner le GSI juste pour le début de leur campagne. Ce bref séjour a été l'occasion également d'un partage fructueux sur l'alignement des front-ends nanoseconde et picoseconde.

Le système restera au GSI pendant un mois et sera retourné ensuite au LULI.

Contact : loic.meignien@polytechnique.edu (53 29) ; pierre-alexis.chevreuil@polytechnique.edu (53 31)

Audit propreté des amplis kJ réalisé par le CEA

Lors du remplacement de flashes sur les amplis des chaînes kilojoules, nous avons détecté des traces de pollution suspectes sur les lampes flash, les pare-éclats, les supports de disques et les disques eux-mêmes. Une des origines possibles de ces pollutions est la qualité des fluides d'inertage (Azote) et de refroidissement (air comprimé de l'Ecole). Les filtres ont été changés préventivement.

Nous avons sollicité l'avis de Patrick Manac'h du CEA-CESTA, expert en propreté des installations laser et du montage des grands amplis venant de NOVA, qui est venu au LULI pour réaliser un audit le 15 février 2018. Le constat est qu'une partie de ces pollutions vient des flashes eux-mêmes : ils dégazent et relarguent des impuretés dans les amplis qui sont alors « solarisés » par les lampes flashes.

Une liste de points a été dressée suite à cet audit et va être présentée à la direction pour essayer d'améliorer nos process.

Nous remercions le CEA pour cette collaboration enrichissante.

Contact : loic.meignien@polytechnique.edu (53 29) ; sylvain.savalle@polytechnique.edu (53 30)

Nouvelle tête Nd:Glass pompée diode

L'amplificateur régénératif de PICO2000 est composé d'une tête Quantel avec deux barreaux en verre dopé néodyme, de section carrée de 4 mm, pompée par diode laser.

A la suite d'une fracture d'un barreau, en raison d'une erreur de cadencement du système de synchronisation, nous avons dû utiliser le système de rechange.

Le prix pour remplacer une telle tête laser étant d'environ 90 k€, nous avons essayé de trouver une alternative : l'utilisation d'une des têtes diodes des oscillateurs fibrés nanosecondes. Cette tête, vendue par Northrop Grumman exclusivement avec un barreau circulaire YLF, a été modifiée avec un barreau de Nd:Glass découpé à l'IOGS dans une ancienne plaque venant de Nova, et traité anti-reflet par Altechna.

Les premiers tests ont été réalisés avec cette tête placée dans un amplificateur régénératif : nous avons obtenu un fonctionnement en relaxé et en Q-switch et une énergie de plus de 10 mJ a été démontrée.

La fluorescence et le spectre d'émission des diodes ont été mesurés et nous avons montré que ce dernier peut être optimisé avec la température des chillers.

Contact : loic.meignien@polytechnique.edu (53 29)

Trou de filtrage en inox

Un des facteurs limitant l'énergie des chaînes kJ est le filtrage spatial qui doit supporter la diversité des impulsions provenant des oscillateurs nanosecondes fibrés (500 ps - 20 ns).

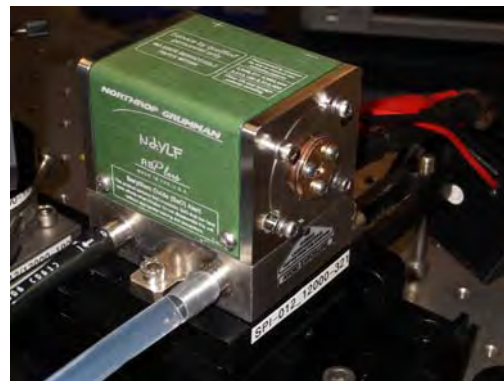
Les trous de filtre historiques du LULI2000, fabriqués par la société Balloffet, ne sont plus compatibles avec des plus hautes fluences. Nous avons entrepris de refaire nous-mêmes les trous de filtrage en inox avec une géométrie de cône tel que ceux que l'on trouve au CEA sur le LMJ.

Les trous de filtrage des chaînes kJ ont été changés à près de 80%. Des tirs en impulsion longue 20 ns à pleine énergie sont prévus lorsque l'ensemble aura été changé afin de valider le filtrage spatial à forte énergie.

Nous allons prochainement utiliser ce module pour l'amplificateur régénératif du front-end PICO2000 car il présente l'avantage de coûter moins de 20 k€ et devrait être bien plus facile à aligner avec un gain probable sur le contraste de l'ASE.

Une collaboration avec Northrop Grumman est en cours.

Avec de tels modules, il est envisageable de réaliser des pilotes avec des énergies jusqu'au joule à 1 Hz en Nd:Glass et pompés par diode.

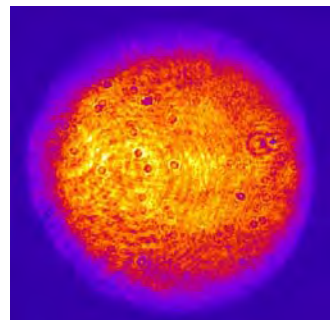


Nouvelle tête d'amplification laser Nd:Glass pompée par diode pour le front-end PICO2000

Faisceau chirpé (voie A)

Nous avons modifié la focale de la dernière lentille du filtre spatial avant l'amplificateur à disques AD108A. La taille du faisceau a été réduite pour permettre une meilleure propagation dans l'AD108A : le diamètre est passé d'un peu plus de 100 mm à environ 92 mm avant l'ampli ce qui permet une meilleure propagation en double passage dans l'ampli AD108A.

Le diamètre du faisceau après le filtre spatial est de 105 mm maintenant et nous ne constatons plus aucune coupure



Champ proche du faisceau chirpé (voie A)

Contact : joanna.desousa@polytechnique.edu (53 28)

Groupe de refroidissement

Le débit du groupe de refroidissement des têtes amplificatrices a été fortement réduit.

Les fuites d'éthylène glycol étaient trop nombreuses sur les têtes Ø16 ces derniers mois. Pour l'instant nous ne voyons que des effets bénéfiques :

- les têtes ne fuient plus (pour le moment).

- nous n'avons pas l'impression que cela impacte le refroidissement des têtes outre mesure : la cadence des tirs basse énergie reste la même.

Contact : joanna.desousa@polytechnique.edu (53 28)

APOLLON

Enceinte HE1

Elle est enfin arrivée !!!

L'enceinte en aluminium de la salle courte focale APOLLON (ou HE1 pour les néophytes) est enfin livrée et installée.

Les tests de fuite et dimensionnels attestant de la conformité au CCTP sont en cours. Voici enfin un problème résolu pour cette attente angoissée que tous les acteurs de l'Orme ont suivi avec suspense. Pour information, la livraison a eu un an de retard en raison de nombreux déboires techniques, dus en partie à des fournisseurs incompetents, mais résolus par l'achat d'une ébauche forgée creuse de 10 tonnes. Les ateliers ACPP ont fait un excellent travail, avec peu de soudure, mais avec beaucoup de copeaux. Pour mémoire l'enceinte MILKA et le compresseur PW LULI2000 proviennent de ces mêmes ateliers situés dans le Cotentin.

Merci à Michel BOUGEARD du CEA qui avait dessiné les premières versions de l'enceinte, à la société NCC qui a terminé les études et fait les calculs, au personnel APOLLON pour sa participation et bien sûr à la société ACPP qui a fait son possible pour mener à bien sa mission, ce qui était un vrai challenge.



Contact : jean-michel.boudenne@polytechnique.edu (53 60)

Châssis en L

Le châssis en L est une structure mécano-soudée en acier de 2,90m par 2,80m sur 0,7m de large pour un poids total de 660 kg. Il est composé de 5 tables optiques en aluminium.

Les 2 plateaux supérieurs sont composés :

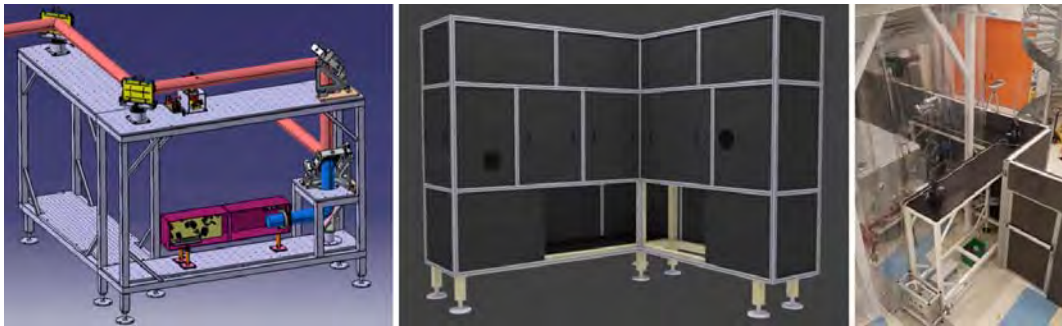
- de 3 montures de miroir 200-300 motorisées permettant le transport du faisceau 1PW jusqu'au niveau inférieur du bâti.
- d'une source de référence (diode 3 couleurs) qui doit être injectée sur le trajet du faisceau et implantée à proximité du compresseur dans le cadre des procédures d'alignement du compresseur 1PW.

Le plateau intermédiaire supporte une monture de miroir 200-300 inclinée à 45° permettant le transport du faisceau jusqu'à l'entrée du compresseur 1PW.

Les 2 plateaux inférieurs seront composés :

- d'une monture de miroir pour le renvoi du faisceau de diagnostic vers un senseur F2.
- de mécaniques pour l'alignement du compresseur avec les diodes 3 couleurs.

L'ensemble sera entièrement capoté.



Contact : francois.mathieu@polytechnique.edu (53 84)

Cloisons Espace Post Amplification

Cette mise en place de cloisons est imposée par la progression de la propagation du faisceau F2 qui devrait, après percement de la cloison entre LAM et LPA, arriver dans le compresseur F2.

Pour l'histoire, ces cloisons modulaires sont celles qui avaient équipé l'installation LUIRE à la batterie de l'Yvette.

Les bons processus de démontage, d'emballage puis de stockage longue-durée, et enfin la conception modulaire ingénieuse, ont permis de remettre très rapidement en place ces cloisons.

Le linéaire pourvu à l'époque permet de couvrir entièrement les besoins. L'implantation des portes et la position des caniveaux permettent également un raccordement au PSS tout en gardant la possibilité de démonter temporairement les cloisons pour une manutention volumineuse.



*A gauche : Vue de l'implantation des cloisons modulaires à l'époque dans l'installation LUIRE.
A droite : Vue de la mise en place des cloisons modulaires dans la zone LPA de l'installation Apollon.*

Contact : francois.mathieu@polytechnique.edu (53 84)

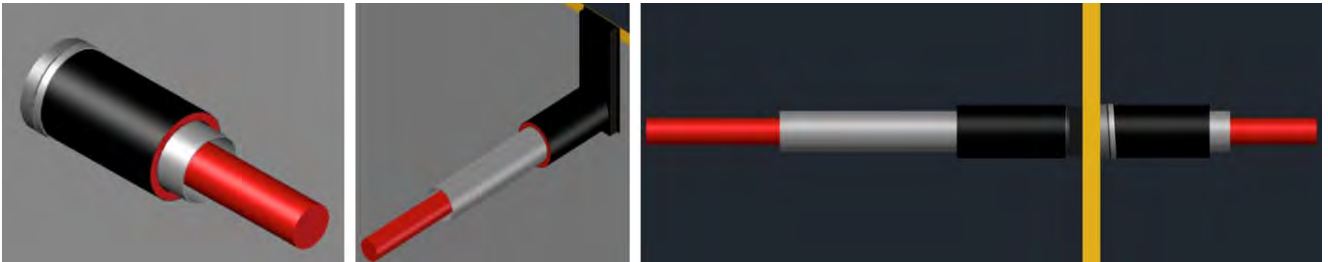
Passage de cloisons coupe-feu

La propagation du faisceau F2 progresse rapidement et le temps de sortir de la zone LAM est bientôt venu. Les cloisons séparant la zone LAM (amplification) de LPA (compression) sont coupe-feu. En plus de devoir respecter cette contrainte, il est nécessaire de conserver un delta de pression entre les deux zones. Enfin un bloqueur de faisceau doit être également mis en place à l'interface des deux zones.

La conception du passage de cloisons doit donc obéir à l'ensemble de ces contraintes tout en laissant le faisceau se propager.

Après concertation avec différents intervenants pour répondre à chacune de ces exigences, nous proposons les solutions suivantes :

- mise en place d'un hublot sur un côté de la cloison, pour assurer le ΔP ,
- mise en place d'un volet escamotable pour la sécurité laser,
- encoffrement, tubage et mise en place de protection coupe-feu,



A gauche : Mise en place d'une bride en métal traversant avec épaulement, mise en place du hublot et de la contre bride, l'ensemble est étanche en pression, mise en place du tubage de protection laser, mise en place d'une protection coupe-feu type gaine intumescente, l'ensemble avec le faisceau laser vu du côté de LAM (plafond à 3 m).

Au milieu : Mise en place contre la cloison du volet de sécurité laser, encoffrement du volet avec un capotage en acier, mise en place du tube de protection laser, mise en place d'une protection coupe-feu sur le tubage, l'ensemble avec le faisceau laser traversant la cloison.

A droite : Le tout avec le faisceau laser traversant la cloison.

Contact : francois.mathieu@polytechnique.edu (53 84)

Remplissage de la meurtrière

Dans le cadre des études de radioprotection réalisées par les services du CEA, plusieurs protections contre les rayonnements sont imposées dans la salle courte focale (SFA : HE1). Ces protections sont des chicanes créées par la disposition de blocs de béton et la nécessité de remplir les espaces vides de la meurtrière entre HE1 et HE3.

Après avoir mis en place les tubages des faisceaux laser entre les deux salles, des trous d'homme ont été réalisés dans la plaque de façade afin de pouvoir accéder à l'intérieur de la meurtrière.



Vue de la façade du passage de la meurtrière depuis HE1, à droite découpe d'un trou d'Homme.

Après consultation de spécialistes, l'intervention d'une société de maçonnerie a permis de remplir une partie de la meurtrière avec du sable. Les travaux ont consisté à réaliser un mur maçonné à l'intérieur de la meurtrière avec des merlons pleins. Cette opération a été réalisée avec un maçon à l'intérieur de la meurtrière.



Vue de l'intérieur de meurtrière et à droite on aperçoit le maçon en train de réaliser un mur en merlon.

Une fois le mur réalisé, 5m³ de sable ont été pelletés à la main après avoir extrait le maçon de l'intérieur de la meurtrière. L'opération de remplissage de la meurtrière à la main a pris un jour et demi environ.



Vue de l'intérieur de la meurtrière en cours de remplissage de sable.

Contact : francois.mathieu@polytechnique.edu (53 84)

Divers

Nouvel entrant au C2S

Stéphane Marchand est arrivé au LULI le 3 avril dernier. Il a intégré le groupe C2S en tant qu'Ingénieur d'Etudes. Il va travailler en priorité pour le développement du système de contrôle-commande de l'installation Apollon et plus particulièrement sur les problématiques de développements logiciels en Python dans l'environnement du système distribué Tango. Progressivement il s'impliquera aussi dans les développements autour des bases de données avec Séverine Bouquin.



stephane.marchand@polytechnique.edu (54 25)
