



*Ce bulletin trimestriel a pour but de tenir informé 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

---

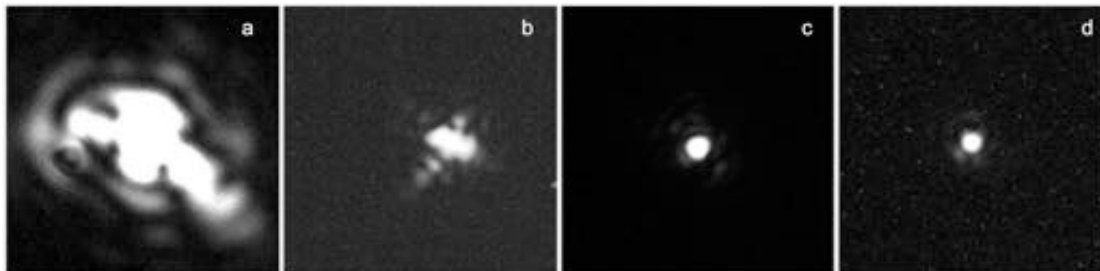
### Mesure centre chambre de la phase spatiale

En collaboration avec Phasics, nous avons réalisé deux campagnes de mesure de la phase spatiale en centre chambre à l'aide d'un SID4.

En général, la phase spatiale se mesure en champ proche sur un faisceau collimaté. Cette nouvelle version du logiciel (High Numerical Aperture) permet de supprimer l'information de « défocus » et donc de mesurer la phase directement sur le faisceau centre chambre juste après le TCC et d'auto-référencer nos senseurs fin de chaîne afin d'optimiser la qualité de la focalisation du laser LULI2000.

Nous avons réussi à montrer, grâce à cette nouvelle procédure, qu'il est possible d'améliorer la tache focale sur cible. Nous avons également constaté qu'il y a des aberrations optiques sur le trajet fin de chaîne en salle d'expérience, cette partie n'étant pas corrigée par la technique classique. Une nouvelle campagne de mesure est prévue pour vérifier chaque composant optique sur le trajet du faisceau.

Ce travail va se poursuivre par une collaboration avec Phasics pour développer un détecteur de phase allant sous vide afin de faire les mêmes mesures sur la chaîne PICO2000. Il est effet important de maîtriser parfaitement la tache focale du faisceau picoseconde qui n'est jamais utilisé avec des lames de phase.



*Images saturées de la tache focale dans les conditions suivantes :*

- a) Chaîne sans miroir déformable (miroir déformable remplacé par un miroir plan)*
- b) Boucle classique avec miroir déformable et mesure depuis le senseur fin de chaîne (ce que l'on a toujours fait jusqu'à présent)*
- c) Boucle optique adaptative mesurée centre chambre : la tache focale est optimale*
- d) Boucle optique adaptative avec le senseur fin de chaîne référencé sur la mesure centre chambre obtenue au point c) (ce que l'on veut faire dans le futur)*

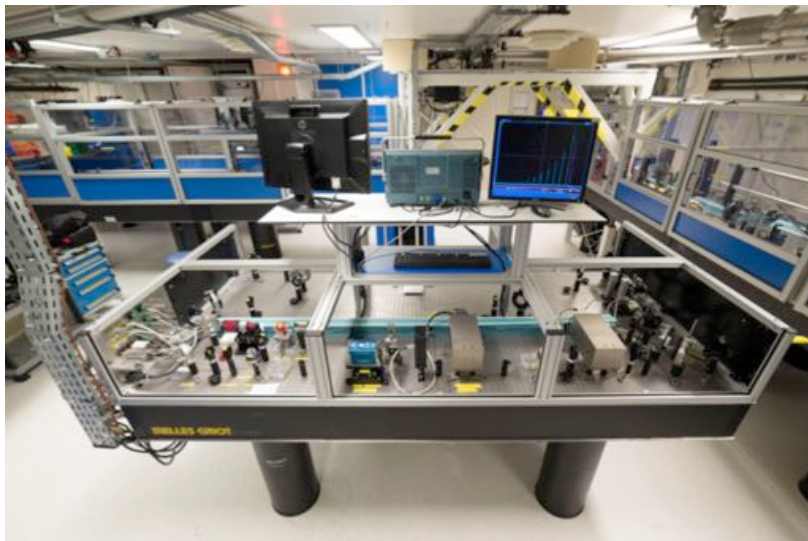
Contact : [loic.meignien@polytechnique.edu](mailto:loic.meignien@polytechnique.edu) (53 29)

---

### Mise en exploitation du NF1 anneau

Le dernier oscillateur fibré a été mis en exploitation en Juillet dernier. Il a remplacé le premier oscillateur fibré prototype (linéaire) qui a été déplacé sur la chaîne BLEUE. Ce nouvel oscillateur fibré, injecté dans la chaîne SUD, est en anneau avec un milieu actif en Nd:YLF pompé par diode. Les performances de cet

oscillateur vont de 50 ps à 20 ns avec une énergie >100 mJ à 10 Hz. Les trois oscillateurs profilés du LULI2000 sont donc pleinement fonctionnels. Des améliorations sont en cours comme la motorisation des miroirs de cavités pour rendre l'exploitation encore plus souple. Un projet de thermalisation active des bancs est à l'étude pour que les oscillateurs conservent une énergie parfaitement stable sur une journée de tirs. Nous travaillons maintenant à la refonte des trajets nanoseconde du pilote en réduisant ces trajets au minimum. Ces oscillateurs sont limités aujourd'hui en énergie à 1 mJ utile pour un tir kJ en fin de chaîne. Nous étudions la possibilité de supprimer les amplificateurs à barreau de la chaîne de puissance grâce à ces nouveaux oscillateurs de forte énergie.



Contact : [loic.meignien@polytechnique.edu](mailto:loic.meignien@polytechnique.edu) (53 29) ; [exploitluli2000@luli.polytechnique.fr](mailto:exploitluli2000@luli.polytechnique.fr)

---

### Système de vision Gigaethernet du LULI2000

En Juin 2013, le LULI2000 avait opéré une transition entre ses diagnostics de vision analogique vers du tout numérique. Pour cela, une cinquantaine de caméras numériques gigaethernet ont été déployées sur toute l'installation, y compris sous-vide dans le compresseur. Ce système donnait de bons résultats mais ne pouvait fonctionner qu'à la cadence de 1 Hz ce qui pénalisait les phases d'alignement. De plus, des problèmes de communication sont apparus avec le temps, se manifestant par des bandes noires aléatoires sur les images. Après avoir vécu 3 ans avec ce défaut, le groupe C2S a trouvé l'origine du dysfonctionnement et y a remédié. La cadence a été cependant limitée à 3 Hz afin de ne pas surcharger le réseau. Une modernisation du backbone du réseau vers du 10 Gigabits sera étudiée ultérieurement pour permettre d'atteindre une cadence de 10 Hz.

Contact : [jean-luc.bruneau@polytechnique.edu](mailto:jean-luc.bruneau@polytechnique.edu) (53 41)

---

### Démontage du vieil oscillateur Quantel

Après 10 ans de service, nous avons démonté l'oscillateur nanoseconde Quantel qui a été la source laser de LULI2000 à ses débuts.

C'était une technologie Q-Switch utilisant des flashes, difficilement stable et mono mode ce qui a entraîné beaucoup de détérioration des grandes optiques. Depuis les nouveaux oscillateurs, nous n'avons plus à déplorer de dommages optiques sur les chaînes kJ. En outre, les coûts de maintenance étaient très élevés ainsi que le temps de maintenance (réalignement très fréquent et long de la source). C'est aussi un grand progrès pour la sécurité des exploitants car il n'y a plus les alimentations haute-tension des flashes à proximité des groupes de refroidissement qui avaient la fâcheuse tendance à fuir. Le doux bruit du 10 Hz des flashes a laissé place au silence et à la stabilité des diodes. Nous sommes actuellement un des seuls pilotes au monde à être totalement pompé par diode.

Le matériel a été démonté et inventorié dans l'attente d'une décision sur son éventuelle utilisation.

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

## Changement des diagnostics de salle

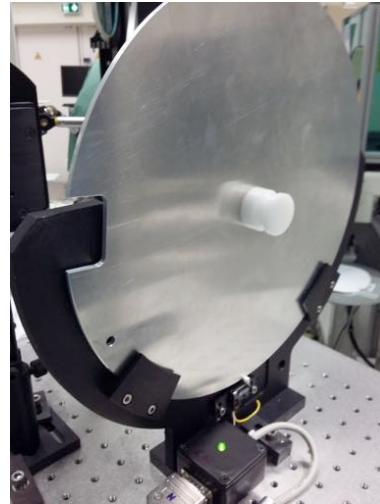
Les salles d'expérience vont être équipées d'oscilloscopes à 8GHz de bande passante pour l'acquisition des profils temporels sur tir et remplaceront des Lecroy à 4Ghz vieillissants et abîmés utilisés depuis le début de l'exploitation des salles. Nous allons leur associer des photodiodes rapides (avec des temps de montée annoncés inférieurs à 70ps) en lieu et place des phototubes pour éviter les surtensions accidentelles causées par la haute-tension de ces derniers. Pour l'instant, l'ensemble de la chaîne de mesure est en phase de test et sera opérationnelle en décembre.

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

---

## Sécurisation des KDP des chaînes kilojoules

Afin d'éviter que les caches protégeant les cristaux ne soient oubliés dans le trajet du faisceau lors des tirs, des capteurs de position ont été installés sur les montures des cristaux et sur les emplacements de rangement des caches. Ils permettent de savoir si les caches sont donc sur la monture ou sur leurs fourches de rangement (ou ailleurs). Les switches sont connectés à un PILTOR qui renvoie l'information à la supervision. Si le commande contrôle ne reçoit pas d'information lui indiquant l'absence des caches sur la monture et leur présence sur les fourches de rangement alors le tir est interdit.



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

---

## Plateau porte-cibles

Nous avons doublé la quantité des plateaux porte-cibles pour chaque salle. Ce n'est donc plus 3 plateaux qui sont disponibles pour chaque enceinte d'interaction mais ... 6 !

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

---

## Bureau des exploitants

Le réaménagement du bureau des exploitants de LULI2000 est en cours. Il nous paraissait important de dégager de la place et de limiter le bruit engendré par les équipements du LULI2000. Une première étape a été le déplacement des baies pour la sonorisation et l'interphonie du LULI2000 (juin 2017), la deuxième est prévue en novembre avec le déplacement des baies pour la sécurité du personnel (SPA/BEA). Ces opérations demandent beaucoup de temps de câblage.

La dernière étape en décembre concernera la réorganisation des bureaux ce qui coïncidera avec l'arrivée du futur responsable d'exploitation, Jordan Andrieu, à la suite du départ de Nicolas Sévelin-Radiguet en juillet.

---

ELFIE

---

## Réalignement des senseurs

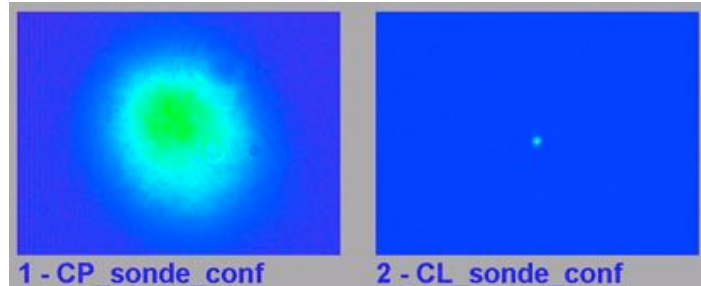
Une campagne de réalignement complet des senseurs sur ELFIE est en cours d'exécution. Pour l'instant, seuls les senseurs du faisceau Chirpé en ont bénéficiés.

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

## Diagnostique faisceau sonde

Actuellement nous mettons en place des diagnostics afin d'aligner plus facilement le faisceau sonde. A ce jour, nous disposons d'un champ proche et d'un champ lointain en sortie de la ligne confocale. Ce dispositif permet de changer les retards (nombre de passages dans l'enceinte confocale) beaucoup plus rapidement.

Nous avons également mis en place une mesure d'énergie en sortie de la salle ampli (avant compression). Nous prévoyons de rajouter juste avant l'entrée en salle d'expérience un champ proche, un champ lointain et une petite ligne à retard pour minimiser le trajet du faisceau sonde une fois comprimé.



Contact : [joanna.desousa@polytechnique.edu](mailto:joanna.desousa@polytechnique.edu) (53 28) ; [doina.badarau@polytechnique.edu](mailto:doina.badarau@polytechnique.edu) (54 28)

---

## C2S

Lors de la campagne 16TWF3, nous avons constaté qu'un tir avec le spectre étroit de l'oscillateur était possible, ce qui peut s'avérer dangereux pour l'amplification et les réseaux.

Nous avons mis en place une interdiction de tir lorsque le spectre du Tsunami descend en dessous de 10 nm de largeur de bande spectrale.

---

## Bouton scope BE

Un bouton oscilloscope BE a été mis en place en cave ELFIE.

Celui-ci permettra de réarmer l'oscilloscope (celui qui mesure les courbes de décharges des amplis à disques) lorsqu'il rencontre un problème de communication avec la console, ce qui interdit tout tir à forte énergie.

Il fallait, avant cela, pouvoir accéder au BE, ce que seules les personnes habilitées haute tension BE pouvaient faire.

Cette manipulation pourra dorénavant être effectuée par l'équipe exploitante et/ou les expérimentateurs.



Contact : [joseph.maltese@polytechnique.edu](mailto:joseph.maltese@polytechnique.edu) (54 97) ; [jacques.amort@polytechnique.edu](mailto:jacques.amort@polytechnique.edu) (53 44)

---

## Sécurité incendie

Dans le cadre de l'amélioration de la protection incendie entre le banc d'énergie et la salle amplification de l'installation ELFIE, l'équipe EHT a mis en place plusieurs passages de câbles pour assurer l'étanchéité du plancher ou de la cloison au niveau des passages des câbles électriques et cela sans décâbler. Ces passages étanches sont réalisés par le système MCT qui assure une protection coupe-feu de 2h00. Ce système permet d'ajouter ou de retirer les câbles aisément.

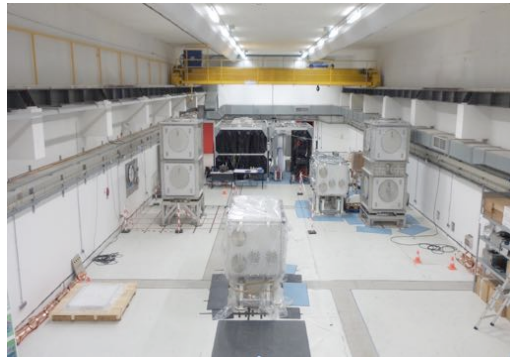


Contact: [bruno.hirardin@polytechnique.fr](mailto:bruno.hirardin@polytechnique.fr) (53 47)



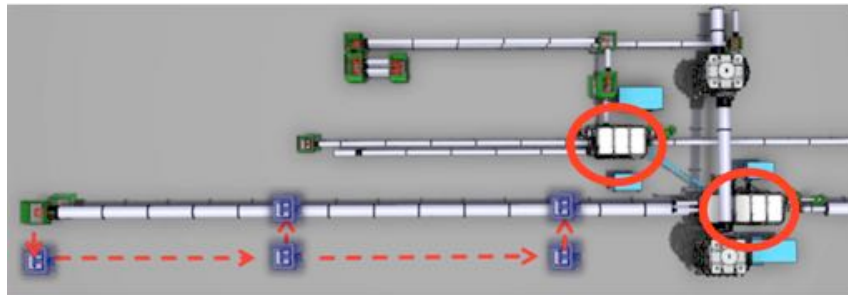
### Salle longue focale

Les enceintes d'interaction de la salle longue focale ont été livrées et installées en août, par la société ACP. Une enceinte est prévue pour accueillir le faisceau 1 PW, l'autre est prévue pour accueillir le faisceau 10 PW combiné soit avec un faisceau de particules issues de la première enceinte, soit avec le faisceau 1 PW.



Elles ont été positionnées au millimètre à l'aide du système de topométrie implanté sur l'installation. L'enceinte pour le faisceau 1 PW est complète. Pour le faisceau 10 PW, il manque encore la partie dans laquelle se trouveront le miroir troué et l'injection des électrons. Les caractéristiques des faisceaux d'électrons n'étant pas encore figées, cette enceinte n'est pas encore validée.

Ces enceintes sont en cours de tests finaux avec nos propres équipements de vide. Il est prévu de pouvoir descendre de la pression atmosphérique à une pression de  $10^{-5}$  mbar en 30 minutes.



Contact : [jean-michel.boudenne@polytechnique.edu](mailto:jean-michel.boudenne@polytechnique.edu) (53 60), [francois.mathieu@polytechnique.edu](mailto:francois.mathieu@polytechnique.edu) (53 84), [prudent@llr.in2p3.fr](mailto:prudent@llr.in2p3.fr) (56 62)

---

### Enceinte du transport de faisceau 10 PW

Les enceintes permettant de transporter le faisceau 10 PW depuis le compresseur jusqu'à l'enceinte d'interaction de la salle longue focale ont été livrées et installées en août, par la société SDMS. Elles permettent d'atteindre un vide de  $10^{-6}$  mbar et d'intégrer les miroirs de 480x690 mm<sup>2</sup> transportant le faisceau de 400 mm de diamètre à 90% de l'énergie.

Comme d'habitude, le bâti supportant les miroirs est dissocié du bâti supportant l'enceinte afin de découpler les vibrations pouvant être générées par les pompes. Ceci explique leur emprise au sol de 1,7x1,7 m<sup>2</sup>. Enfin pour donner un ordre de grandeur, la plus haute des enceintes culmine à 4,80 m !

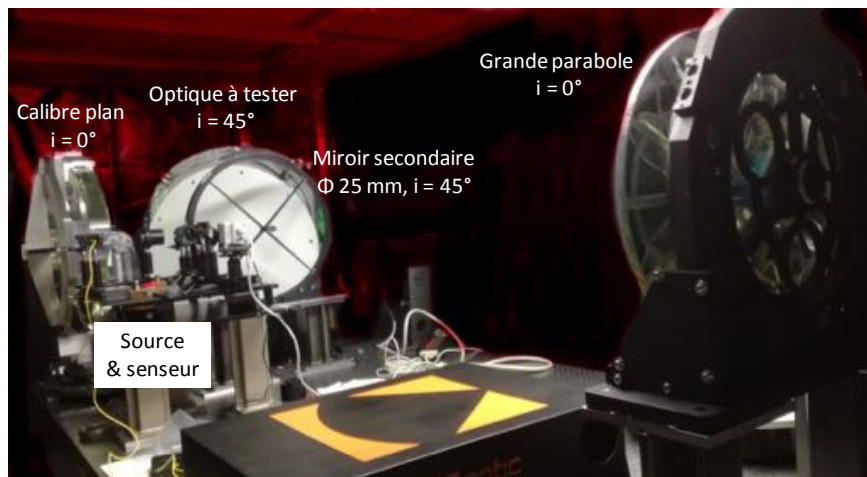
Ces enceintes sont en cours de tests finaux avec nos propres équipements de vide. Une fois ces tests de vide et de qualité de vide réalisés (mesure RGA), les montures et les miroirs qui ont déjà été livrés pourront être intégrés.



Contact : [jean-michel.boudenne@polytechnique.edu](mailto:jean-michel.boudenne@polytechnique.edu) (53 60), [francois.mathieu@polytechnique.edu](mailto:francois.mathieu@polytechnique.edu) (53 84)

## Métrieologie

Les optiques planes de grandes dimensions sont indispensables pour la construction d'Apollon. Par contre, les moyens de métrologie du LULI ne conviennent que pour des optiques de 150 mm de diamètre maximum. Dans le cadre du contrat ASTRE et grâce à la collaboration entre le LULI et Imagine Optic, l'entreprise spécialisée dans le domaine du contrôle de surface d'onde, un grand collimateur a été développé et implanté à l'Orme, dans la hall d'Apollon. Ce collimateur est composé d'une grande parabole ( $> \Phi 500$  mm) sous incidence normale, d'un miroir secondaire de 25 mm de diamètre placé à  $45^\circ$  dans une monture spéciale, d'un grand calibre plan de 604 mm de diamètre. Associés à une source monochromatique à la longueur d'onde souhaitée et un senseur de front d'onde HASO avec  $128 \times 128 \mu$ -lentilles, un grand faisceau parallèle d'excellente qualité est ainsi créé pour le test des grandes optiques. Ce collimateur complète le moyen de métrologie du LULI. Sa validation et sa première utilisation sont en cours. Une notice d'utilisation sera élaborée par le groupe soutien optique avec Imagine Optic.



Contact : [ji-ping.zou@polytechnique.fr](mailto:ji-ping.zou@polytechnique.fr) (53 09)

---

## Cible cellule à gaz

Grâce à la participation active de plusieurs personnes du LULI, de l'ingéniosité du BEM et des mécaniciens, les cibles d'ammoniac liquide utilisées pendant la campagne RAVASIO ont été, cette année, un très grand succès.

Ces cellules étant particulièrement complexes à fabriquer en raison des propriétés physico-chimiques de l'ammoniac : il fallait réussir à maintenir **sans colle** les deux fenêtres de quartz de 50 et de 250  $\mu$ m d'épaisseur tout en supportant, au préalable, un vide à l'intérieur de celle-ci puis une pression plus importante que 10 bars, jusqu'à 28 bars en pratique.

L'ammoniac étant un gaz incolore (mais malodorant !) à température et à pression ambiantes, il est nécessaire de le refroidir à très basse température (on a travaillé à une température de  $-30^\circ\text{C}$ ) afin de le condenser pendant une durée déterminée. La cellule est ensuite ramenée aux conditions ambiantes ce qui engendre une croissance rapide de la pression interne. Pour cela, il est nécessaire de maîtriser la

pression et de la garder en dessous de la limite de rupture des fenêtres. La pression finale reste fixée autour des 15 bars pour conserver l'état liquide du composé.



Contact : [frederic.lefevre@polytechnique.edu](mailto:frederic.lefevre@polytechnique.edu) ; [alessandra.ravasio@polytechnique.edu](mailto:alessandra.ravasio@polytechnique.edu) (53 58)

## Groupe de soutien Bureau d'Etude Mécanique

Anthony BERLIOUX a rejoint l'équipe du BEM au 1er juin 2017. Titulaire d'un diplôme d'ingénieur génie des systèmes mécaniques (UTC Compiègne) et ayant effectué un stage chez « Electric Motion » ainsi que participé à un projet concernant l'« Airbus A380 », il vient en CDD renforcer l'équipe de conception mécanique basée au laboratoire LULI sur le site de l'Ecole Polytechnique. Il aura pour mission la préparation en CAO des expériences et du développement des installations LULI2000 et ELFIE.



Contact : [anthony.berlioux@polytechnique.edu](mailto:anthony.berlioux@polytechnique.edu)  
(53 05)



Pour anticiper le départ à la retraite de Philippe Vacar (le 29 septembre 2017) Laurent RUBIN a intégré l'équipe du BEM le 4 septembre 2017. Laurent Rubin est un prestataire venant de la société AMETRA. Il a été formé durant le mois de septembre par Philippe Vacar. Il aura pour mission la préparation en CAO des expériences et du développement des installations LULI2000 et ELFIE.

Contact: [laurent.rubin@polytechnique.edu](mailto:laurent.rubin@polytechnique.edu) (53 11)

---

## Groupe de soutien C2S - recrutement

Après plus de huit années passées sur le projet Apollon, d'abord affecté à ILE puis au LULI depuis 2011, Mickaël Pina, l'un de nos experts concepteurs/développeurs en système de contrôle commande, nous quitte, tout comme Jean-Luc Veray, parti en février 2017. Comme son collègue, il est devenu un spécialiste reconnu dans la communauté internationale et va pouvoir faire profiter son nouvel employeur (CEA-DAM) de ses compétences.

Pour faire face à ces départs qui nécessitent une réorganisation du groupe C2S en impactant le travail au quotidien du groupe, le LULI recrute un(e) ingénieur(e) d'études en informatique industrielle.

L'offre d'emploi est consultable à cette adresse :

<https://www.polytechnique.edu/fr/developpeur-euse-en-informatique-industrielle>

---

## Groupe de soutien Electronique et Haute tension (EHT)

Suite au départ de Domingos Da Silva Alves, Jacques AMORT a rejoint l'équipe EHT le 1er juin 2017. Il prend en charge la maintenance et l'évolution des bancs d'énergie des installations lasers ainsi que des équipements électrotechniques.



Contact : [jacques.amort@polytechnique.edu](mailto:jacques.amort@polytechnique.edu)  
(53 44)

L'équipe EHT est désormais composée de 4 personnes : Bruno Hirardin (responsable du groupe), Jacques Amort, Joseph Maltese et Joao Moura Rodrigues.

Les activités du groupe sont soutenues par les prestations sur site de deux sociétés pour l'élaboration des plans électriques (Ametra) et le câblage sur les installations (CEM). Concrètement cela se manifeste par la présence de deux consultants, Jean-Antoine René et Pascal Richard, essentiellement sur Apollon mais aussi sur LULI2000 et ELFIE si nécessaire.

Anthony ALINE, apprenti en licence professionnelle - chargé d'affaires en contrôle électrique, a intégré le groupe à partir du mois d'octobre.

Contact : [anthony.aline@polytechnique.edu](mailto:anthony.aline@polytechnique.edu)

