

Photoniques

LA LUMIÈRE ET SES APPLICATIONS

N° 95 · Janvier - Février 2019

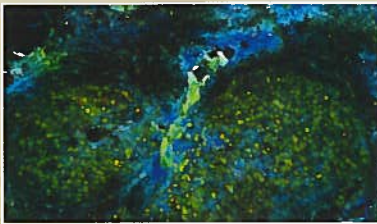
■ FOCUS

Les grandes installations
laser en France



■ COMPRENDRE

l'OCT plein champ



■ PORTRAIT

Nikolai Bassov



■ CAHIER TECHNIQUE

Missions spatiales pour
les planètes extrasolaires



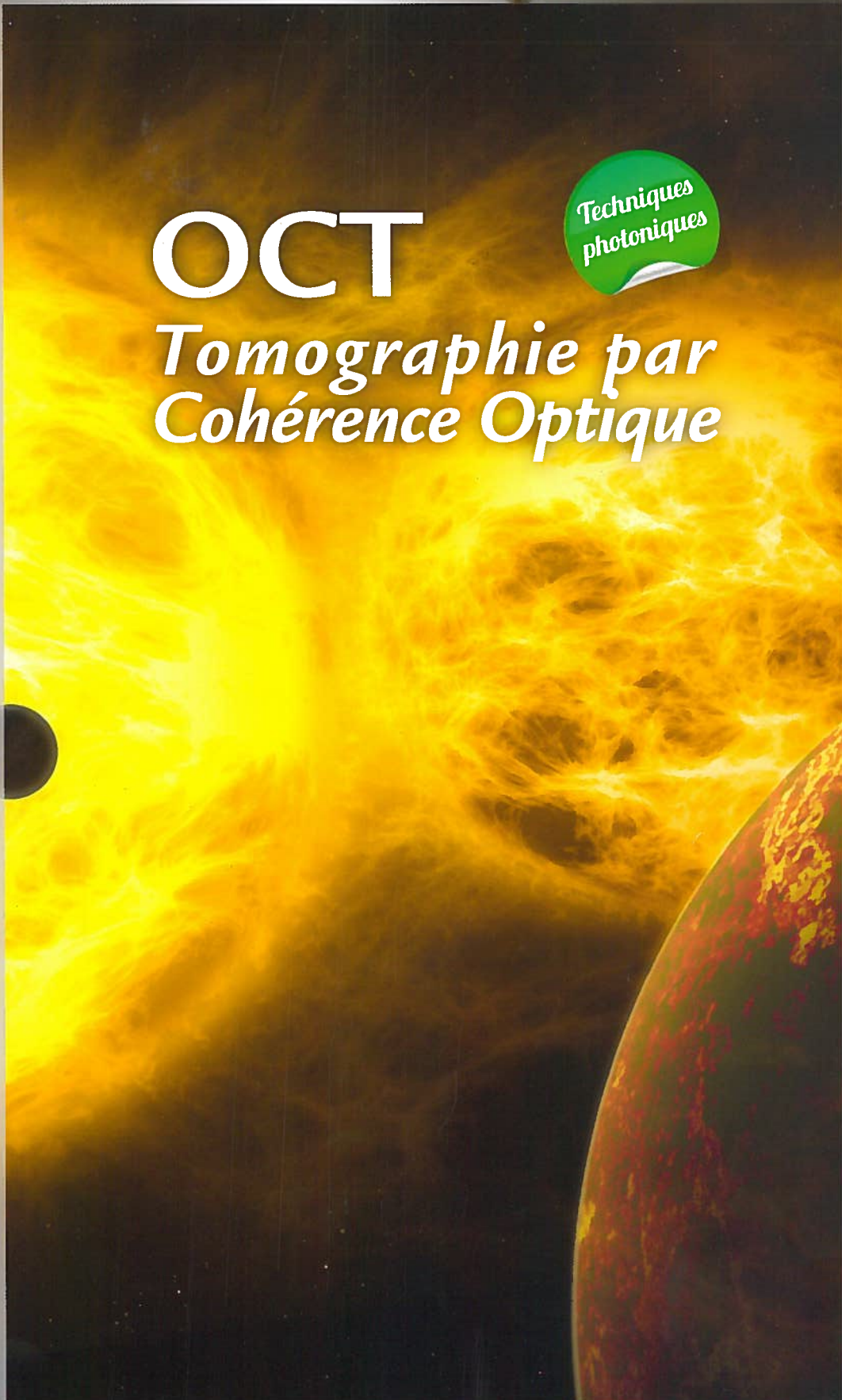
France/EU: 19€ - Reste du monde: 25€

www.photoniques.com

OCT

Tomographie par Cohérence Optique

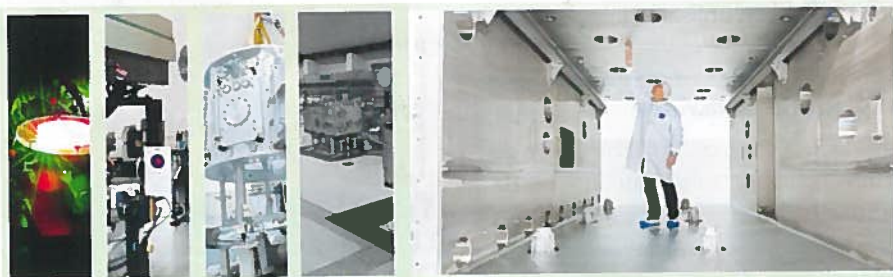
Techniques
photoniques



Apollon, laser intense

Bruno LE GARREC
François MATHIEU
Philippe ZEITOUN
LULI/École polytechnique
legarrec.b@bureau.luli.polytechnique.fr

Apollon est un programme de laser intense de la gamme 10 PW (pétawatt). Il est basé sur la technique d'amplification à dérive de fréquence mise au point en 1985 par Gérard Mourou et Donna Strickland, qui sont récompensés du prix Nobel de Physique en 2018.



De gauche à droite: (1) vue à l'intérieur du pilote, (2) amplificateur saphir dopé titane, (3) enceinte expérimentale de la salle courte focale, (4) enceinte expérimentale de la salle longue focale et (5) à l'intérieur du compresseur 10 PW lors de son installation en 2014.

L'installation Apollon est actuellement en fin de construction puisqu'on vient d'y obtenir un jalon « pétawatt » et que l'installation sera prête pour accueillir les premières expériences entre janvier et mars 2019. Le choix du site a été fait en septembre 2010 et il a fallu 4 ans pour adapter cet ancien laboratoire souterrain construit au milieu des années soixante pour accueillir l'Accélérateur Linéaire de Saclay (ALS) sur le centre CEA de Saclay dit « Orme des Merisiers » et qui accueille aussi le synchrotron Soleil. L'installation, inaugurée en septembre 2015, est un des programmes majeurs de l'École polytechnique et le programme Apollon est mené par le Laboratoire pour l'Utilisation des Lasers Intenses (LULI) qui est une unité mixte de recherche du CNRS, du CEA, de l'École polytechnique et de l'université Pierre et Marie Curie.

Pour obtenir une puissance crête de 10 PW, le système laser est conçu pour délivrer sur cible 150 joules dans une impulsion de 15 fs (femto-seconde = 10^{-15} seconde). Le laser est constitué d'un pilote (ou *front-end*) et d'un ensemble d'amplificateurs lasers basés sur des cristaux de saphir dopés au titane pompés par des

lasers de pompe verts (typiquement entre 526 et 532 nm à la cadence d'un tir par minute).

Le pilote génère une impulsion ultracourte à 820 nm dont le contraste temporel est amélioré par des étages non-linéaires (XPW et OPCPA) et qui est ensuite étirée à 700 ps afin de limiter la puissance crête dans les amplificateurs de puissance. Ce pilote a été conçu et construit par l'équipe de Patrick Georges à l'Institut d'Optique puis déménagé sur le site de l'Orme des Merisiers. En sortie de pilote, on dispose d'environ 10 mJ à la cadence de 10 Hz dans des impulsions étirées de 700 ps mais dont le spectre est très large (plus de 100 nm à mi-hauteur) afin de permettre la compression en fin de chaîne.

Les quatre amplificateurs au saphir dopé titane permettent d'amplifier les quelques millijoules issus du pilote successivement à 0,3 joules, à 3 joules, à 30 joules et finalement à 250 joules. Fin 2018, on disposait d'un faisceau

d'1 PW (22 joules en 21,5 fs) à la cadence de 1 tir par minute, qui sera utilisé pour créer les premiers faisceaux d'électrons dans le courant du premier trimestre 2019.

Si dans la course aux lasers de puissance PW on est intéressé par les performances lasers publiables, dans le cas d'une installation laser dédiée à la physique, on veut d'abord garantir une disponibilité laser d'au moins 5 heures par jour et 4 jours par semaine, et ensuite une bonne qualité de faisceau afin d'obtenir des taches focales maîtrisées et d'atteindre des intensités sur cible dans la gamme 10^{21} à 10^{22} W/cm². Pour cela, on achète les meilleurs composants optiques (**Reosc**, **Ardop**) et les plus gros lasers de pompe disponibles (**Thales Laser**, **Amplitude**) ; on implante des boucles d'optique adaptative (**Imagine Optics**, **Phasics** et **ISP**). Sans oublier les très importantes et imposantes structures mécaniques de transport des faisceaux et des chambres d'interaction (**SDMS**, **ACPP**, **Sominex**).

En 2019 on pompera le dernier amplificateur afin d'obtenir une centaine de joules et de garantir ainsi 3 à 4 PW sur le faisceau principal. Des expériences à deux faisceaux pourront commencer début 2020. Enfin courant 2020 on sera au niveau des 10 PW avec les nouveaux lasers de pompe en cours d'acquisition.

POUR EN SAVOIR PLUS

[1] J.P. Zou et al, Design and current progress of the Apollon 10 PW project, *High Power Laser Science and Engineering* 3(2), 1-4 (2015)

[2] B. Le Garrec et al, Design update and recent results of the Apollon 10 PW facility, Proc. SPIE 10238, High-Power, High-Energy, and High-Intensity Laser Technology III, 102380Q (2017) <https://doi.org/10.1117/12.2265182>