



## **Transfert de temps par lien laser spatial**

---

*Alexandre Belli, Pierre Exertier*

*UMR 7329 Geoazur, CNRS-OCA-UNS*

---

Le transfert de temps par laser est une technique qui s'est développée sur la base de la technique spatiale de télémétrie laser d'une part, et sur les développements au sol et pour l'Espace du secteur temps-fréquence d'autre part. Entre 2008 et 2018 plusieurs expériences spatiales ont vu le jour en Europe, en Chine et aux Etats-Unis. Sur la sonde lunaire américaine LRO en mode une voie, sur le satellite Jason-2 à 1336 km d'altitude en combinant les modes une et deux voies (expérience T2L2 du CNES et de l'OCA), et enfin sur les satellites de navigation Beidou entre 20,000 et 36,000 km. En outre, l'Allemagne développe un système équivalent à T2L2 qui fonctionnera en simple photon sur la station spatiale internationale à partir de 2019/20.

Toutes ces expériences spatiales ont des objectifs scientifiques différents (physique fondamentale, géodésie, échelles de temps, etc.) mais sont toutes essentielles au domaine de la métrologie et à la navigation. Nous décrivons et comparons les performances de leur instrumentation en termes de précision et de stabilité. L'expérience T2L2, dont la durée de vie atteint 10 ans en 2018, a permis d'établir plusieurs campagnes de transfert de temps sol-espace et sol-sol via le satellite entre plusieurs sites géodésiques équipés de télémètres laser, d'horloges atomiques (des masers à hydrogène, essentiellement), de systèmes de distribution des signaux de temps et de récepteurs géodésiques GNSS. Nous décrivons les performances atteintes et les applications qui en découlent, eu égard aux avancées récentes sur les horloges et les nouveaux réseaux fibrés au sol de transfert de fréquence.