

<https://www.observatoiredeparis.psl.eu/liaison-laser-record-et-si.html>



# Liaison laser record : et si Einstein avait raison...

Date de mise en ligne : vendredi 29 janvier 2021

---

Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et  
astrophysique

---

**Dans une étude publiée le vendredi 22 janvier 2021 dans la revue *Nature Communications*, un nouveau record mondial pour la transmission la plus stable d'un signal laser à travers l'atmosphère vient d'être établi par une équipe franco-australienne, coordonnée par le département SYstèmes de Référence Temps Espace (SYRTE) de l'Observatoire de Paris - PSL.**

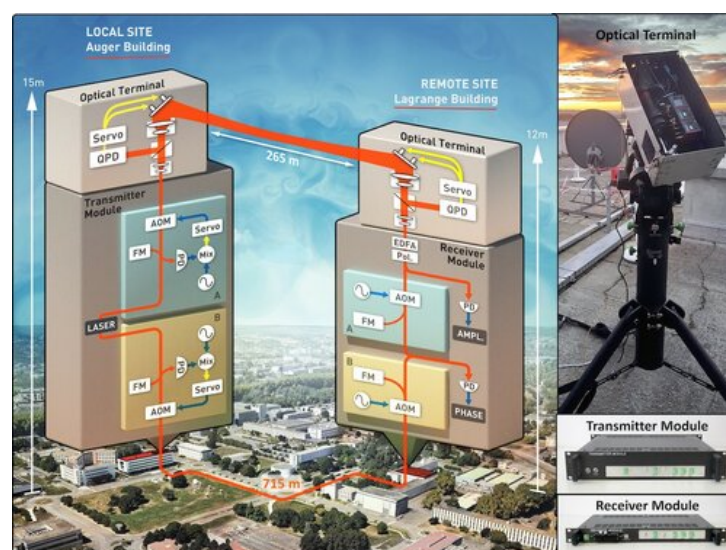
Ce record du monde a été permis en combinant la technologie de « stabilisation de phase » des Australiens avec des terminaux optiques auto-guidés avancés.

Ensemble, ces technologies ont permis d'envoyer des signaux laser d'un point à un autre en corrigeant les fluctuations introduites par la turbulence atmosphérique. Il s'agit de la méthode la plus précise au monde pour comparer les horloges entre deux endroits distincts.

L'équipe, comprenant des chercheurs du SYRTE de l'Observatoire de Paris - PSL, du Centre national d'études spatiales (CNES) et de l'Université d'Australie Occidentale (ICRAR-UWA), a publié une étude le vendredi 22 janvier 2021 dans la revue *Nature Communications*.

L'auteur principal Benjamin Dix-Matthews, étudiant en doctorat à l'ICRAR et à l'UWA, a déclaré que la technique élimine efficacement la turbulence atmosphérique. "*Nous pouvons corriger les turbulences atmosphériques en 3-D, c'est-à-dire gauche-droite, haut-bas et, de manière critique, le long de la ligne de vol... C'est comme si l'atmosphère en mouvement avait été supprimée et n'existait pas. Cela nous permet d'envoyer des signaux laser très stables à travers l'atmosphère tout en conservant la qualité du signal d'origine.*"

L'expérience de démonstration franco-australienne entre deux bâtiments des locaux du CNES à Toulouse est une première étape vers la mise en oeuvre de liaisons laser à plus longue distance utilisant des relais aéroportés, ou des liaisons entre le sol et les satellites dans l'espace, comme illustré dans le schéma ci-dessous :



**Schéma du lien laser aérien entre les toits des bâtiments Auger et Lagrange au CNES/Toulouse. Le lien aérien est comparé à un lien fibré sous-terrain pour mesurer la performance globale. © UWA et google.**

La comparaison des échelles de temps entre les horloges atomiques optiques sur les liaisons laser sol-espace et les liaisons laser terrestres en espace libre aura d'énormes avantages pour les sciences fondamentales et appliquées.

- **En physique fondamentale**, cette méthode permet de tester la prédiction d'Einstein selon laquelle les horloges situées à des endroits différents battent à des rythmes différents.
- **En sciences plus appliquées**, comme la géodésie et la géophysique, la comparaison d'horloges situées à des endroits différents permettra de nouvelles mesures des potentiels gravitationnels locaux. Cette technique émergente est connue sous le nom de "géodésie chronométrique" et tire parti des meilleures horloges atomiques et des meilleurs systèmes de comparaison de fréquences actuels utilisant des transmissions laser.

On peut aussi imaginer des applications pour les communications optiques, où la transmission de la lumière en espace libre pour transporter l'information est un domaine émergent avec des avantages potentiels. En effet, les communications optiques peuvent transmettre des données en toute sécurité avec des débits beaucoup plus élevés que les communications radio actuelles.

## Bibliographie

- "Point-to-Point Stabilised Optical Frequency Transfer with Active Optics"  
Benjamin P. Dix-Matthews, Sascha W. Schediwy, David R. Gozzard, Etienne Savalle, François-Xavier Esnault, Thomas Lévêque, Charles Gravestock, Darlene D'Mello, Skevos Karpathakis, Michael Tobar, Peter Wolf