



Lidar 2,05 μ m à source hybride fibrée/solide pour la télédétection du CO₂ atmosphérique

Soutenance de thèse – Julien Lahyani

Vendredi 10 Décembre 2021, à 10h00

École Polytechnique, 91120 Palaiseau - Amphithéâtre Becquerel

Demande du lien visioconférence : julien.lahyani@onera.fr

Devant le jury composé de :

| | | |
|----------------------|---|--------------------|
| François Balembois | Professeur des Universités, IOGS | Rapporteur |
| Georges Durry | Professeur des Universités, Université de Reims | Rapporteur |
| Jean-Charles Beugnot | Chargé de recherche CNRS, FEMTO-ST | Examineur |
| Sandrine Galtier | Maître de conférences, ILM | Examinatrice |
| Jean-Michel Hartmann | Directeur de recherche CNRS, LMD | Directeur de thèse |
| Jacques Berthon | Chef du service Optique au CNES , CNES | Invité |
| Nicolas Cézard | Ingénieur de recherche HDR, ONERA | Invité |
| Fabien Gibert | Chargé de recherche CNRS, LMD | Invité |
| Julien Le Gouët | Ingénieur de recherche, ONERA | Invité |

Résumé

Dans une perspective de réchauffement climatique global, il est essentiel de mieux comprendre et caractériser, à l'échelle planétaire, les cycles des principaux gaz à effet de serre et notamment du dioxyde de carbone (CO₂). Jusqu'ici, l'observation du CO₂ depuis l'espace a été réalisée avec des sondes passifs. Cependant, l'emploi d'un Lidar (radar laser) embarqué sur satellite pourrait permettre une couverture spatio-temporelle accrue ainsi qu'une réduction significative des biais de mesure. Cette thèse s'intéresse au développement d'un laser à 2.05 μ m, compatible avec la mesure du CO₂ par absorption différentielle (DIAL), en vue d'une future mission spatiale.

Pour répondre à la double contrainte robustesse/performance imposée par l'application spatiale, nous proposons une approche dite hybride, associant un laser entièrement fibré et un amplificateur cristallin. La partie « tout fibré », intrinsèquement compacte, robuste et exempte d'alignement optique, a les propriétés requises mais l'énergie extractible par impulsion est limitée par des effets non-linéaires dans les fibres optiques. L'amplification en espace libre consiste en un simple passage dans un cristal Ho:YLF, nettement plus simple de mise en œuvre et moins sensible à l'alignement que les lasers en cavité espace libre. Ainsi, la source laser hybride conserve une importante robustesse, tout en atteignant des énergies importantes, inaccessibles aux amplificateurs fibrés mono-fréquences à 2.05 μ m.

A une fréquence de répétition de 1kHz, la source laser hybride fournit des impulsions de 9mJ, pour une durée de 187ns et une efficacité électro-optique de 2%, comparable avec les lasers d'autres missions lidar spatiales. Considérant ces résultats ainsi que les récentes avancées sur les détecteurs dans le proche infrarouge, une mission spatiale aux objectifs ambitieux pourrait voir le jour dans les années à venir.

Mots clés :

Lidar DIAL, CO₂ atmosphérique, Fibre optique, Amplification hybride