

Fiche de proposition de sujet de thèse pour 2013

Titre du sujet : LIDAR DIAL en détection directe pour la mesure du CO₂ atmosphérique

Laboratoire d'accueil envisagé : LMD, Ecole Polytechnique, Palaiseau

Collaboration : LETI, CEA, Grenoble

Directeur de Recherche envisagé : Johan Rothman, Co-encadrant : Fabien Gibert

Contact : Fabien Gibert, gibert@lmd.polytechnique.fr, tel : 0169335208

Profil du candidat (préciser la spécialité de Master) : Master Optique, Physique, Laser, Ingénieur opticien ou physicien.

Financement accordé : co-financement CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) et Astrium

Descriptif du sujet (une page maximum) :

Depuis le début de l'ère industrielle les activités anthropiques ont amenées la concentration du CO₂ atmosphérique (gaz à effet de serre) à un niveau de 380 ppm, jamais égalé depuis 800000 ans (280 ppm au maximum jusqu'aux années 1900). L'impact de ce forçage atmosphérique sur le climat et l'augmentation résultante de la température terrestre restent encore mal définis. Les modèles climatiques annoncent entre +1.5 et +6 °C à la fin du siècle avec de grandes incertitudes (rapport du GIEC, 2007). Il est nécessaire pour limiter l'impact économique et humain d'un tel réchauffement de préciser et régionaliser ces prédictions. Pour cela, de nouvelles observations du CO₂ sont requises à différentes échelles spatiales et temporelles. Dans le cadre de réduction de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère, de nouvelles solutions sont proposées. En particuliers dans un contexte de mise en œuvre de puits de stockage géologique de CO₂, il est impératif de pouvoir quantifier des fuites éventuelles, potentiellement dangereuses pour la vie humaine en effectuant des mesures tridimensionnelles du champ de CO₂ atmosphérique.

Dans le cadre du projet COWI, un lidar DIAL / Doppler (Differential Absorption Lidar) est en développement au LMD pour la mesure simultanée du CO₂ atmosphérique et du champ de vent. Dans le cadre du projet ANR Sentinelle, l'objectif principal est d'effectuer des mesures 3D résolues en distance de la concentration du CO₂ dans la basse troposphère au-dessus d'un site de stockage géologique près de Pau. Dans une version améliorée décrite ci-dessous, le système étendra sa portée et sa précision pour constituer un démonstrateur DIAL d'un futur système aéroporté ou spatial pour des mesures globales du CO₂ atmosphérique à la surface de la Terre.

Dans le cadre de cette thèse il s'agira dans un premier temps de participer activement aux développements instrumentaux lidar pour le passage du système sol à un système aéroporté. En particuliers les travaux de thèse s'articuleront autour (1) du développement d'une source laser pulsée monomode innovante à 2 μm dans le cadre d'un contrat avec l'Agence Spatiale Européenne (ESA) (2) de l'implémentation d'un module de détection directe pour le LIDAR avec de nouvelles photodiodes à avalanche (APD) HgCdTe optimisées à 2 μm en collaboration avec le CEA-Leti (3) de tests atmosphériques de mesures atmosphériques du CO₂ avec le système lidar ainsi constitué. Le système lidar transportable pourra être à son tour vu comme un démonstrateur aéroporté pour une future mission spatiale. Dans cette logique des études de dimensionnement instrumental pour un emport sur satellite (grande distance depuis le sol et faibles flux en réception) seront menés en parallèle du développement instrumental.

L'étudiant en thèse travaillera dans une équipe de renommée internationale « Lidar » au LMD constituée par des ingénieurs et chercheurs en optique laser et étudiant plus particulièrement l'interaction laser-atmosphère (<http://lidar.abct.lmd.polytechnique.fr>). Il bénéficiera d'une collaboration nécessaire pour ce projet avec le CEA-LETI (détecteurs APD) et l'ONERA (optique fibrée). Il sera aussi confronté aux applications spatiales de son travail avec le CNES et l'ESA.