

Étude et réalisation d'un lidar Raman pour la détection d'hydrogène et de vapeur d'eau dans une alvéole de stockage de colis radioactifs

Soutenance de thèse - **Anasthase Liméry**

Mardi 27 mars 2018, à 14h00

Salle de conférence TEB - UMPC, tour 46-56, 2^{ième} étage
4, place Jussieu
75005 Paris

Devant le jury composé de :

M. Jean Luc Baray (OPGC)	Rapporteur
M. Georges Durry (GSMA)	Rapporteur
M. Philippe Keckhut (LATMOS)	Examineur
M. Frédéric Taillade (EDF R&D)	Examineur
M. Alain Hauchecorne (LATMOS)	Directeur de thèse
M. Nicolas Cézard (ONERA)	Encadrant
M. Johan Bertrand (ANDRA)	Invité

Résumé

Le projet Cigéo, mené par l'ANDRA, vise à permettre à l'horizon 2030 le stockage géologique des déchets les plus radioactifs du parc nucléaire français. Les colis de déchets seraient placés dans des alvéoles souterraines horizontales de plusieurs centaines de mètres de long. Dans certaines conditions, ces colis sont susceptibles de relâcher de l'hydrogène gazeux (H_2), un gaz inflammable dans l'air lorsque sa concentration dépasse 4%. Pour la sécurité des installations, il est donc indispensable de s'assurer que la concentration de dihydrogène dans les alvéoles de stockage reste inférieure à sa limite de dangerosité.

L'objectif de cette thèse, menée à l'Onera, est de concevoir et de réaliser un Lidar permettant de profiler à distance la concentration de H_2 (0-4%), sur plusieurs centaines de mètres, avec une forte résolution spatiale (<3 m), et de proposer ainsi un moyen non intrusif de détection et de prévention du risque lié à l'hydrogène. Le principe retenu est celui d'un Lidar Raman vibrationnel dans le domaine ultra-violet (355-420 nm). Pour sa conception, nous nous sommes attachés à prendre en compte les conditions particulières (physiques, chimiques, géométriques) prévues dans les alvéoles de stockage. Les signaux lidar attendus étant très faibles, une chaîne de détection très sensible a été choisie et mise en œuvre, basée sur des détecteurs SiPM (Silicium Photomultiplier) à comptage de photons. La nécessité d'employer une voie de mesure de la vapeur d'eau, simultanément à l'hydrogène, a été mise en évidence et est liée au recouvrement partiel des spectres de diffusion Raman de H_2 et H_2O . Un analyseur spectral à trois voies de mesure (H_2 , H_2O , et N_2 utilisé comme référence radiométrique) a donc été conçu et mis en place. Une méthode de traitement de signal en temps réel a enfin été réalisée pour visualiser rapidement les profils de concentrations de H_2 et H_2O . L'ensemble du système lidar a pu être testé dans une scène de portée réduite (100 m) permettant des relâchements d'hydrogène. Des mesures simultanées de profils de vapeur d'eau naturelle et de dihydrogène (0-2%) ont pu être démontrées avec succès à 85 m, avec une résolution spatiale et temporelle de 1 mètre et 1 minute respectivement, pour une détectivité de 600 ppm.

Mots clés

Lidar, Raman, Hydrogène, Vapeur d'eau, Déchets radioactifs