

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Filtres sur guides d'onde pour la mesure de gaz

Référence : **PHY-DOTA-2026-19**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2026 à Janvier 2027
selon le type de financement

Date limite de candidature : 01/06/2026

Mots clés :

optique guidée, spectrométrie, détection de gaz

Profil et compétences recherchées :

ingénieur ou M2 en optique ou mesures physiques, goût pour l'expérimental et la simulation

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :

Lors de sa traversée de l'atmosphère, la lumière du soleil est absorbée à certaines longueurs d'onde par les gaz présents. Chaque gaz ayant une signature spectrale qui lui est propre, la mesure du spectre de la lumière fournit donc une information sur la composition atmosphérique. C'est ainsi qu'en observant le sol depuis l'air ou l'espace, on peut par exemple estimer la concentration des gaz à effet de serre comme le CO₂ ou le CH₄. Les spectromètres utilisés pour cela fournissent des spectres contenant quelques centaines voire milliers de longueurs d'onde, et ces spectres sont ensuite analysés pour y détecter et quantifier la signature spectrale des gaz recherchés. Cela en fait des instruments performants, mais souvent volumineux. Une autre approche consiste à faire cette analyse de manière optique, en remplaçant le spectromètre par des filtres spectraux reproduisant la signature des gaz recherchés. Cela permet de limiter fortement le nombre de points de mesures nécessaires, et d'avoir des instruments beaucoup plus compacts, donc d'une part plus faciles à stabiliser mécaniquement ou thermiquement, et d'autres part plus facilement embarquables sur des petits porteurs comme les drones ou les mini-satellites.

Pour les nombreux gaz ayant une signature spectrale quasi-périodique, ce « filtre optique adapté » peut être un interféromètre de Fabry-Perot, dont l'intervalle spectral libre correspond à la périodicité des raies d'absorption du gaz. C'est cette voie que suivent l'Onera et l'UGA depuis plusieurs années, en développant les caméras Nanocarb dédiées à la mesure de CO₂ et CH₄. Dans ces caméras, le filtre de Fabry-Perot est une lame de silicium traitée, placée devant l'objectif, mais ce dispositif souffre de quelques limitations, en particulier le traitement multicouches des surfaces de la lame est difficile à réaliser, et la divergence du faisceau dans la lame décale le profil spectral par rapport au gabarit souhaité.

Ces limitations pourraient être dépassées grâce à l'optique guidée : le faisceau n'étant plus divergent, on élimine les variations spectrales d'un point à l'autre du champ, et les distances d'interaction avec la lumière étant plus longues, on dispose de plus de degrés de liberté pour réaliser un filtre approchant au mieux la signature du gaz.

L'objectif de cette thèse est donc d'étudier des filtres de Fabry-Perot inscrits dans des guides d'onde et adaptés à la détection de signatures de gaz. La thèse comportera 3 volets principaux :

- un volet « simulation/modélisation » de la lumière dans des guides d'onde monomodes ou multimodes, afin de trouver les paramètres pertinents pour reproduire le profil spectral voulu ;
- un volet « expérimentation », consistant à réaliser et mesurer des échantillons, et à comparer les résultats à ceux prédicts par les outils de simulation ;
- un volet « modèle de performances », afin d'établir la sensibilité du système complet (objectif d'imagerie, couplage, guide d'onde et détection) au gaz recherché.

Ces travaux se feront en collaboration entre l'Onera à Palaiseau et l'Ipag à Grenoble.

Collaborations envisagées :

Onera (centre de Palaiseau) et Ipag (Grenoble)

Laboratoire d'accueil à l'ONERA :

Département : Optique et Techniques Associées

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Yann FERREC

Tél. : 01 80 38 64 16 Email : yann.ferrec@onera.fr

Directeur de thèse :

Nom : Guillermo MARTIN

Laboratoire : Ipag

Tél. : 04 76 14 36 93

Email : guillermo.martin@univ-grenoble-alpes.fr