

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Détection de gaz polluants par spectrométrie photoacoustique

Référence : **PHY-DPHY-2025-09** (à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2025

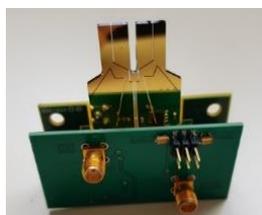
Date limite de candidature : 01/07/2025

Mots clés : Capteurs de gaz, optique, spectroscopie, photoacoustique, laser, infrarouge, UV

Profil et compétences recherchées : Master / Ingénieur en Physique, Optique, Acoustique, Mécanique

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

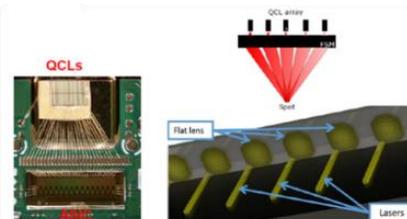
L'ONERA a développé ces dernières années un instrument de haute technologie qui permet de détecter des gaz dans l'air à l'état de traces (concentration < ppm). Cet instrument peut répondre aux besoins civils de la transition écologique pour l'analyse de la qualité de l'air dans les villes et la réduction des émissions des sites industriels, mais également pour la protection des soldats sur le champ de bataille face aux risques chimiques.



Diapason ONERA

Cet instrument utilise la spectrométrie photoacoustique : une source laser à une longueur d'onde bien précise traverse le gaz à analyser qui réémet l'énergie absorbée sous forme d'une onde acoustique, qui est ensuite détectée par un microphone ou un diapason en quartz.

L'ONERA est aujourd'hui à la pointe de la recherche dans ce domaine avec de nombreuses publications et brevets sur la conception de détecteurs à base de diapasons en quartz couplés à des résonateurs acoustiques. La détection de différents gaz (H_2O , CO_2 , C_2H_2 , NH_3) a été démontrée à l'aide de diodes lasers ($1.5 \mu m$) ou de lasers à cascade quantique (QCL) dans l'infrarouge ($4-10 \mu m$). Des premiers développements ont également permis la mise en œuvre de barrettes de QCLs émettant plusieurs longueurs d'ondes pour la détection de molécules présentant de larges spectres d'absorption.



M. Guais & al., Proc. SPIE 11705 (2021), DOI: 10.1117/12.2581284

Barrette de QCLs (mirSense)

L'objectif de cette thèse est d'optimiser un capteur photoacoustique adapté à l'utilisation simultanée de plusieurs lasers (émetteurs distincts ou barrettes), pour la détection multi-espèces à l'état de traces.

Le travail de thèse portera sur :

- la caractérisation expérimentale de prototypes existants : mesure de molécules simples (NH_3 , H_2O), mesure multi-gaz, évaluation de la stabilité ;
- l'étude et l'optimisation d'un capteur photoacoustique à base de diapason en quartz par simulations éléments finis multi-physiques ;
- la comparaison de deux voies d'amélioration du signal : multi-passage optique ou résonance acoustique ;
- la mise en place de sources optiques multiples pour la détection multi-espèces ou large bande ;
- la mise en place d'algorithmes de mesure et du traitement des données ;

Cela permettra au doctorant d'acquérir des compétences en optique laser, en spectroscopie moléculaire des gaz, en vibroacoustique et en traitement du signal.

Collaborations envisagées

PME mirSense (pour les QCLs), grands groupes industriels (qualité de l'air)

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Physique, instrumentation, environnement, espace

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau principalement et Chatillon

Contact : Maxime Duquesnoy

Tél. : 01 46 73 47 94 Email : maxime.duquesnoy@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : M. Raybaut

Laboratoire : ONERA DPHY

Tél. : 01 80 38 64 38

Email : myriam.raybaut@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>