

*Sofiane MEZIANI soutiendra sa thèse le 14 juin 2024.*

*Veillez communiquer cette information auprès de vos collègues susceptibles  
d'être intéressés.*

***Soutenance de thèse  
Institut FOTON – équipe Systèmes Photoniques  
Vendredi 14 juin 2024 - 9 h 15 (salle 020G)***

***Développement de capteurs spectroscopiques en photonique  
intégrée dans le moyen infrarouge***

***Sofiane MEZIANI***

***Jury***

Rapporteurs :

**Éric Tournié**  
**Han Cheng SEAT**

Professeur des Universités, IES Université de Montpellier  
Maitre de conférences, LAAS, INP de Toulouse

Examineurs

**Éric Tournié**  
**Han Cheng SEAT**  
**Yannick Coffinier**  
**Marc Lamy de la Chapelle**

Professeur des Universités, IES Université de Montpellier  
Maitre de conférences, LAAS, INP de Toulouse  
Directeur de Recherches, IEMN, Université de Lille  
Professeur des Universités, IMMM, Université du Mans

Dir. de thèse :

**Joël Charrier**

Professeur des Universités, I. Foton, Université de Rennes

Encadrants :

**Loïc Bodiou**  
**Nathalie Lorrain**

Maitre de conférences, I. Foton, Université de Rennes  
Maitre de conférences, I. Foton, Université de Rennes

**Mots clés :** Optique intégrée, Capteur, verres de chalcogénure, silicium poreux, MIR

**Résumé :** Ces dernières années, un intérêt scientifique croissant s'est manifesté pour le développement de circuits photoniques dans le moyen infrarouge (MIR) dédiés aux applications de capteurs. La présence, dans cette plage de longueurs d'onde, des bandes d'absorption affichées par plusieurs molécules toxiques et polluantes rend les capteurs MIR bien adaptés pour répondre à une gamme diversifiée d'utilisateurs, avec divers avantages tels que des coûts de fabrication réduits et la compacité des dispositifs. Cependant, ces circuits doivent être fabriqués à partir de matériaux transparents dans le MIR. Les verres de chalcogénure (ChGs) et le silicium poreux (SiP) présentent un grand potentiel pour la conception de tels circuits. Les ChGs offrent une large transparence allant du proche infrarouge à 20  $\mu\text{m}$ , tandis que le SiP est transparent de 1 à 8  $\mu\text{m}$ . Les ChGs peuvent être utilisés pour la spectroscopie par champ évanescent, tandis que le PSi peut améliorer l'interaction avec les molécules ciblées grâce à ses pores ouverts permettant la détection de volume. Ce travail est dédié au développement de capteurs optiques intégrés MIR à partir des deux plateformes ChGs et SiP. Les circuits intégrés sont d'abord fabriqués puis caractérisés grâce à un banc optique adapté pour le MIR. Des tests de transduction sont menés pour la preuve de concept avec des analytes en phase gazeuse ou liquide pour des longueurs d'onde autour de 4 et de 7  $\mu\text{m}$ .

**Keywords:** Integrated Optics, Sensor, Chalcogenide Glasses, Porous Silicon, mid-IR

**Abstract:** In recent years, there has been growing scientific interest in the development of photonic circuits in the mid-infrared (mid-IR) range dedicated to optical sensing applications. The presence of absorption bands exhibited by various toxic and polluting molecules within this wavelength range renders mid-IR sensors well-suited to cater to a diverse array of users, with various advantages such as reduced manufacturing costs and compact devices. However, these circuits must be fabricated from materials that are transparent in the mid-IR range. Chalcogenide glasses (ChGs) and porous silicon (PSi) have great potential for the design of such circuits. ChGs offer a large transparency range from near-infrared to 20  $\mu\text{m}$ , while PSi is transparent from 1 to 8  $\mu\text{m}$ . ChGs can be used for evanescent field spectroscopy, while PSi can improve interaction with target molecules through its open pores allowing for volume detection. This work is dedicated to the development of integrated mid-IR optical sensors based on both ChGs and PSi platforms. The integrated circuits are first fabricated and then characterized using an optical bench adapted for the mid-IR. Transduction tests are conducted for proof of concept with various analytes in gas or liquid phase, targeting absorption peaks around 4 and 7  $\mu\text{m}$ .