



Soutenance de thèse de Monsieur Abdelali HAMMOUTI  
le 04/02/2025 à 10H15 en salle 020G

**« Amélioration des performances de la plateforme à base de verres de chalcogénure en optique intégrée pour le proche et moyen infrarouge »**

**Composition du Jury :**

Vincent THOMY Professeur des Universités, IEMN, Université de Lille  
Jean-Baptiste RODRIGUEZ Chargé de recherche, IES, Université de Montpellier  
Delphine Marris-Morini Professeure, C2N, Université Paris Saclay  
Pascal MASSELIN Professeur, LPCA, Université du Littoral-Côte d'Opale  
Joël CHARRIER Professeur des Universités, Institut Foton, Université de Rennes  
Loïc Bodiou Professeur des Universités, Institut Foton, Université de Rennes

Invité(s) Virginie NAZABAL Directrice de recherche, ISC

**Lien ZOOM :**

Participer à la réunion Zoom  
<https://univ-rennes1-fr.zoom.us/j/68810010859>

ID de réunion: 688 1001 0859

Code secret: 292256

**Résumé de la thèse :**

Les travaux de recherche présentés dans cette thèse s'inscrivent dans le contexte du développement de la photonique intégrée pour le proche et moyen infrarouge. L'objectif principal de ces travaux a été d'optimiser les procédés de fabrication des guides d'ondes en verres de chalcogénure, matériaux particulièrement attractifs pour leurs propriétés optiques remarquables dans l'infrarouge. Cette étude s'est articulée autour de deux axes majeurs : l'optimisation des procédés de gravure plasma pour réduire les pertes optiques, et l'exploration de nouvelles compositions de verres, notamment le GaGeSbS dopé erbium, pour des applications pour les sources de lumière. La démarche scientifique adoptée, combinant caractérisation systématique et analyse paramétrique approfondie, a permis d'accomplir des avancées significatives dans la compréhension et la maîtrise des processus de fabrication de ces dispositifs photoniques.

L'étude paramétrique approfondie a permis d'établir une corrélation claire entre les conditions de gravure et les performances optiques des guides d'ondes. L'optimisation du procédé de



gravure, notamment par l'introduction d'un mélange de  $\text{CHF}_3$  et d'argon, a conduit à une réduction significative des pertes optiques dans deux régions spectrales d'intérêt. Dans le proche infrarouge, à 1550 nm, les pertes ont été réduites de 7,5 dB/cm à 2,6 dB/cm, représentant une amélioration de 65,3%. Dans le moyen infrarouge, la transposition de ces paramètres optimisés a permis de réduire les pertes de propagation de plus de 30 dB/cm à moins de 10 dB/cm dans la gamme spectrale de 4 à 4,6  $\mu\text{m}$ . Cette amélioration significative des performances résulte de deux facteurs principaux : la réduction de la rugosité des flancs et l'élimination efficace des résidus fluorés, ces derniers étant particulièrement absorbants dans le moyen infrarouge.

Dans le cadre de cette thèse, les premières explorations de recuit thermique post-fabrication sur les guides d'ondes ont été menées au sein du laboratoire. Cette étude préliminaire a permis d'identifier certains paramètres clés comme la température et la durée de recuit, s'appuyant sur les travaux antérieurs rapportés dans la littérature qui ont démontré l'efficacité de cette approche pour réduire les pertes optiques jusqu'à 1 dB/cm à 1550 nm. Les résultats de ces premiers tests ouvrent la voie à de futures études d'optimisation, notamment par l'utilisation potentielle du recuit thermique rapide (RTA).

On a ensuite démontré la versatilité de notre approche en l'appliquant à différentes compositions de verres de chalcogénures. L'étude du système GeBiSe a mis en évidence la nécessité d'adapter spécifiquement les procédés de gravure à chaque composition. Les travaux sur le GaGeSbS dopé à l'erbium ont été particulièrement fructueux, avec le développement d'un procédé de gravure cyclique innovant alternant des phases de gravure  $\text{CHF}_3/\text{Ar}$  avec des phases de bombardement par argon pur. Cette approche a permis d'obtenir une rugosité de flancs remarquablement faible de 11 nm RMS et une augmentation de 60% de l'intensité de photoluminescence à 1550 nm, démontrant ainsi son potentiel pour les applications en optique intégrée active.