

#### Membres du jury :

Hao Hu, Technical University of Denmark  
Yannick Dumeige, Université de Rennes  
Benoit Cluzel, Université de Bourgogne Franche-Comté  
Xavier Checoury, Université Paris-Saclay  
Jorik Van De Groep, University of Amsterdam

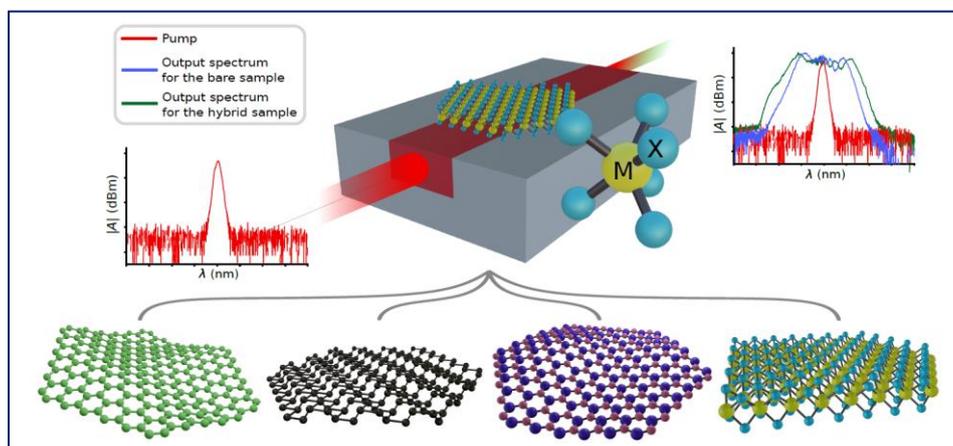
#### Abstract :

La photonique intégrée offre des réponses aux limitations de la microélectronique mais certains effets tel que les effets d'optique nonlinéaires sont difficile à générer. En intégrant des matériaux 2D aux propriétés non linéaires exceptionnelles, ces limitations peuvent être surmontées. Les outils numériques sont utilisés pour la conception et l'optimisation des guides d'ondes, en tenant compte de l'impact des matériaux 2D sur les paramètres sensibles de la structure photonique. De premiers essais s'appuyant sur l'exfoliation mécanique permet de fabriquer et transférer des matériaux 2D sur les guides d'ondes. Au regard des résultats, et malgré une première démonstration des développements supplémentaires sont nécessaires pour surmonter les limitations liées à la taille des feuillets de matériau, aux dépôts involontaires et à la faible répétabilité des transferts.

Différentes stratégies sont ainsi mises en place pour l'optimisation des structure hybrid. Cela s'effectue en trois axes distincts. Tout d'abord, l'optimisation des paramètres optogéométriques des tructures guidantes permet l'augmentation de l'interaction entre les matériaux bidimensionnels et le mode transverse améliorent les performances non linéaires des guides. Ensuite, les méthodes de transfert peuvent être amélioré afin d'augmenter la fiabilité des transfert ainsi que la surface couverte par les matériaux 2D. Le développement de méthodes permettant le transfert ciblé de matériaux fabriqués par CVD offrent des surfaces de meilleure qualité et une plus grande homogénéité, facilitant le transfert de larges surfaces de matériaux. Des résultats prometteur de dépôt en large surface (2.8mm x 3.2 mm) de matériaux 2D ont été obtenus.

Enfin, l'utilisation de cavités en anneau permet une amélioration notable de l'interaction entre les matériaux 2D et l'onde en exploitant les effets de résonance. Des études expérimentales de résonateurs en anneau hybrides ont été réalisées, démontrant le potentiel de cette approche.

Ces avancées ouvrent de nouvelles perspectives dans la photonique intégrée, améliorant les performances non linéaires des guides hybrides et ouvrant la voie à de nouvelles applications dans les communications optiques, le traitement optique de l'information et d'autres technologies photoniques avancées.



Conceptual representation of the hybrid integration of 2D materials. Below are lists of the most common 2D materials with their bandgaps that have been integrated with waveguide structures. The inset spectra show the input (red) spectrum, and the output broadened spectra (blue for intrinsic waveguides and green for the 2D material integrated waveguides) during a typical pulse broadening experiment.