ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

# PROPOSITION DE SUJET DE THESE

**Intitulé : Métasurfaces actives à base de matériaux 2D**

Référence : **PHY-DOTA-2024-30**
*(à rappeler dans toute correspondance)*

| | |
|---|---|
| **Début de la thèse :** courant 2024 | **Date limite de candidature :** 01/07/2024 |

**Mots clés :** Optique, nanophotonique, goût pour la modélisation et l'expérimental

**Profil et compétences recherchées :**

Ecole d'ingénieur, Master Recherche 2.

**Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :**

La nanophotonique permet le contrôle de l'interaction lumière-matière à une échelle nanométrique bien inférieure à la longueur d'onde. Il est ainsi possible de piéger la lumière dans des nanorésonateurs et de rendre efficace des procédés d'interaction avec la matière qui autrement serait très faible. Le département d'optique de l'Onera et le laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique travaillent ensemble depuis plusieurs années sur de tels développements. Récemment, notre consortium a démontré l'application du résonateur de Helmholtz optique, capable d'exaltations record du champ électromagnétique sur de larges bandes, pour la détection de signatures infrarouge de molécules (Ref : Paggi, L.et al. Over-coupled resonator for broadband surface enhanced infrared absorption (SEIRA). Nat Commun **14**, 4814 (2023). https://doi.org/10.1038/s41467-023-40511-7). Ce dispositif, bien que doté de propriétés exceptionnelles, reste passif. Or, de nombreuses applications pourraient tirer parti de dispositifs actifs, comme des composants optiques actifs (modulateurs, filtres), ou des émetteurs de lumière.

L'objet de la thèse est d'utiliser un résonateur analogue associé à des matériaux 2D, tels que le graphène, le hBN ou le MoS2, pour développer des dispositifs accordables électriquement. Dans le graphène, il est par exemple possible avec l'application d'une tension de modifier le niveau de Fermi et ainsi de modifier sa réponse optique. Associé au résonateur de Helmholtz, la modulation de l'onde électromagnétique en réflexion ou transmission serait exaltée, ce qui permettrait une utilisation comme modulateur. Le résonateur peut également être utilisé pour à la fois exalter l'interaction avec la matière pour la spectroscopie infrarouge large bande, et amplifier le photocourant mesuré au niveau du graphène qui jouerait le rôle de détecteur.

Le travail demandé se décompose en différentes tâches qui vont des concepts théoriques et du développement de dispositifs associant matériaux 2D et nanorésonateurs à la caractérisation expérimentale, en passant par des aspects de réalisation technologique. Le doctorant sera accueilli au sein des deux laboratoires et sera amené à modéliser, concevoir, fabriquer et caractériser les différents dispositifs actifs à l'aide des outils et bancs de caractérisation disponibles.

**Collaborations envisagées :**

Benjamin Vest et Jean-Jacques Greffet (équipe Plasmonique et Nanophotonique quantique, LCF-IOGS), C2N (Nathalie Bardou, Christophe Dupuis) pour la nanofabrication


| **Laboratoire d'accueil à l'ONERA :** | **Directeur de thèse :** |
|---|---|
| Département : Optique et Techniques Associées | Nom : Jean-Jacques Greffet / Patrick Bouchon |
| Lieu (centre ONERA) : Palaiseau | Laboratoire : LCF |
| **Contact** : Baptiste Fix | Tél. : 01 80 38 63 67 |
| Tél. : 01 80 38 64 00 Email : baptiste.fix@onera.fr | Email :jean-jacques.greffet@institutoptique.fr |
| Co-encadrement à l'IOGS : Benjamin Vest | |


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