

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DEMR-2025-03**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DEMR/SEM

Tél. : 01.80.38.62.41

Responsable(s) du stage : Thomas Lepetit

Email. : thomas.lepetit@onera.fr

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Metasurfaces, étalement de spectre, furtivité radar

Type de stage :  Fin d'études bac+5     Master 2     Bac+2 à bac+4     Autres

#### **Intitulé : Metasurfaces à étalement de spectre spatio-temporel pour la furtivité radar**

Sujet : L'ONERA mène des travaux sur les metasurfaces, des surfaces artificielles structurées à l'échelle sub-longueur d'onde, pour leur potentiel en tant qu'absorbants radars (de 100 MHz à 10 GHz). Dans les quinze dernières années, l'introduction de composants électroniques passifs (résistance, inductance, capacité) dans les metasurfaces a donné lieu à de nombreux gains de performance (poids, coût). Depuis, la nécessité est apparue d'envisager des solutions à base de composants actifs (diode, transistor, ampli op, circuit intégré) afin d'exercer un contrôle à l'aide d'une simple tension DC.

En 2018, des auteurs ont proposé d'appliquer une tension AC haute fréquence (>100 kHz) et ont ouvert la voie aux metasurfaces modulées temporellement [1]. Dans le domaine de la furtivité radar, cela a notamment donné lieu à des travaux sur des capes d'invisibilité Doppler [2] ou des metasurfaces à étalement de spectre [3]. La combinaison d'une modulation temporelle et d'une modulation spatiale permettent d'espérer des gains de furtivité encore plus importants. Récemment, un schéma de modulation asynchrone a été proposé pour encore augmenter le nombre de degrés de liberté [4].

Le but de ce stage est de concevoir une metasurface à étalement de spectre spatio-temporelle qui soit furtive pour des impulsions large bande (>10 MHz). La conception sera effectuée par simulation numérique à l'aide de codes commerciaux (COMSOL, HFSS, CST). Les performances de la metasurface conçue seront évaluées sur des formes d'onde radars usuelles (chirp, bruit, etc.) en estimant la dégradation de la probabilité de détection.

[1] L. Zhang et al., "Space-time-coding digital metasurfaces" (2018)

[2] Z. Whu et al., "Serrodyne Frequency Translation Using Time-Modulated Metasurfaces (2020)

[3] M. Liu et al., "Time-varying Metasurfaces for Broadband Spectral Camouflage" (2019)

[4] S. R. Wang et al., "Asynchronous Space-Time-Coding Digital Metasurface" (2022)

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ?    **Non**

#### **Méthodes à mettre en oeuvre :**

<input type="checkbox"/> Recherche théorique	<input checked="" type="checkbox"/> Travail de synthèse
<input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée	<input checked="" type="checkbox"/> Travail de documentation
<input type="checkbox"/> Recherche expérimentale	<input type="checkbox"/> Participation à une réalisation

Possibilité de prolongation en thèse :    **Oui**

**Durée du stage :**                      Minimum : 5 mois                      Maximum : 6 mois

Période souhaitée : 5 mois

### PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :  
Micro-ondes, simulation numérique,  
électronique analogique

Ecoles ou établissements souhaités :  
Ecoles d'ingénieur ou Master 2 recherche