

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DEMR-2025-01**

(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DEMR/SEM

Tél. : 01 80 38 62 42

Responsable(s) du stage : Thomas Houret

Email. : thomas.houret@onera.fr

## DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : simulation, radar, incertitudes, métamodélisation

Type de stage :  Fin d'études bac+5  Master 2  Bac+2 à bac+4  Autres**Intitulé : Prise en compte des incertitudes dans la simulation de la SER d'un avion de chasse**

Sujet : La signature radar des avions de chasse est caractérisée par une grandeur appelée « Surface Equivalente Radar » (SER). Une faible SER offre un avantage tactique en permettant une approche discrète ; stratégiquement, elle renforce la dissuasion en rendant les défenses adverses potentiellement inefficaces. La maîtrise de cette signature est donc essentielle à la supériorité aérienne moderne. Le Département Electromagnétisme et Radar (DEMR) de l'ONERA a une très longue expérience de la mesure et de la simulation numérique de SER de véhicules très divers.

Ainsi, la puissance ElectroMagnétique (EM) rétrodiffusée dépend de la géométrie de la face de la cible exposée au radar. En particulier, pour un avion, elle est particulièrement sensible aux cavités et aux surfaces planes. A ce titre, un scénario de SER dimensionnant est celui d'un avion de chasse se présentant de face par rapport à l'illumination. Le problème est qu'en situation réelle, l'avion ne se présente pas rigoureusement de face car ses angles de tangage, lacet et roulis sont incertains. Ces incertitudes, bien que faibles, peuvent avoir un impact significatif sur les résultats de SER et nécessitent donc une approche statistique.

Le DEMR dispose d'outils de simulation numérique EM performants, de type « full-wave », qui permettent de calculer la SER par résolution des équations de Maxwell, sans approximations majeures. Cette simulation est faisable mais au prix d'un temps de calcul important (plusieurs heures par configuration). Une approche statistique plus performante qu'une simple méthode Monte Carlo est donc indispensable pour parvenir à un résultat statistique fiable pour tenir compte de ces incertitudes. En 2024, un stage de fin d'étude a été mené sur ce sujet. Ce stage a permis de proposer une solution innovante : un métamodèle à base de polynômes de chaos avec un entraînement adaptatif contraint par la physique. Ces travaux ont démontré que cette solution apportait un gain en temps de calcul à performance équivalente très significatif, non seulement par rapport à la méthode de Monte Carlo mais aussi par rapport au critère de Shannon. Plusieurs pistes ont aussi été proposées afin d'améliorer et de surmonter les limitations actuelles de la solution. La poursuite de ces travaux est donc l'objectif de ce nouveau stage.

Le stage se déroulera en quatre étapes. 1 - Appropriation des travaux et résultats existants. 2 - Sélection d'une ou plusieurs pistes d'amélioration. 3 - Implémentation des améliorations, preuve de gain de performance, etc. 4 - Capitalisation de l'ensemble des travaux (rédaction d'un mémoire, éventuellement d'une publication scientifique, mise au propre de l'ensemble des codes de calcul implémentés).

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 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

Maximum : 7

Période souhaitée : 02/2025 - 09/2025

### PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

A l'aise en programmation informatique (Python de préférence); et/ou bonnes connaissances en statistiques et/ou culture générale en électromagnétisme (radar, antennes, RF, CEM, etc.)

Ecoles ou établissements souhaités :

INSA Toulouse/Rennes, SUPop

GEN-F218-3