

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DEMR-2026-04**

(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DEMR SEM

Tél. : 01 80 38 63 06

Responsable(s) du stage : Basile Rousse,

Email. : basile.rousse@onera.fr

Nathan Letheule

nathan.letheule@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) :

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

Intitulé : Correction de Modèles Numériques de Terrain à l'aide de Deep Learning

Sujet :

Le département DEMR de l'ONERA est reconnu comme un expert de premier plan en acquisition et traitement de données radar, en particulier pour les images à très haute résolution. Au sein de ce département, l'unité SEM est spécialisée dans la simulation d'images radar. Cette simulation est effectuée à l'aide d'un logiciel calculant la réponse physique des éléments du sol, inclus dans une scène et soumis à un scénario décrit au préalable. L'équipe SEM a également été pionnière dans le développement de méthodes d'intelligence artificielle générative, adaptées aux spécificités des images radar dites SAR ([1], [2]).

Pour créer une scène réaliste, un jumeau numérique d'une zone existante est généré. Ce modèle virtuel intègre notamment un Modèle Numérique de Terrain (MNT), qui précise l'altitude de chaque point de la région simulée et qui est nécessaire pour effectuer les simulations. Cependant, les MNT peuvent présenter des manques de données et des discontinuités, qui nécessitent alors d'être comblés de manière réaliste afin d'assurer la fiabilité des simulations radar ultérieures.

Depuis leur introduction, les réseaux de neurones ont démontré des performances exceptionnelles dans le traitement d'images, notamment dans la génération d'images. Récemment, les **modèles de diffusion** sont apparus dans le paysage des réseaux de neurones génératifs ([3], [4], [5]), améliorant notamment la qualité et le réalisme des images générées. Ces réseaux excellent dans plusieurs tâches, comme l'*inpainting* ([6], [7]), qui consiste à restaurer avec précision les parties manquantes ou détériorées d'une image, ou l'*upscaling*, qui consiste à améliorer la résolution des images. Ces modèles pourraient être appliqués à la correction des MNT, permettant par exemple de combler intelligemment les manques de données ou d'augmenter la résolution pour ajouter du détail supplémentaire cohérent avec la réalité.

L'idée de ce stage est d'étudier l'utilisation des modèles de diffusion pour le traitement des MNT, dans un premier temps pour combler ces manques de données de manière réaliste. Pour cela, un jeu de données d'entraînement devra être créé à partir de MNT détériorés. Ensuite, plusieurs approches utilisant les modèles de diffusion pourront être testées pour optimiser les résultats sur le jeu de données précédemment créé. Enfin, des simulations radar pourront être réalisées à partir de MNT générés via les différentes méthodes et les résultats pourront être comparés.

Ce stage offre une occasion unique de développer vos compétences techniques, notamment en apprentissage profond, mais aussi dans l'écriture, l'adaptation et l'optimisation de codes existants, ainsi que la manipulation efficace de données géospatiales. De plus, vous consoliderez vos connaissances en programmation Python, renforcerez vos capacités de traitement des grandes masses de données et approfondirez votre compréhension de l'intelligence artificielle générative.



Figure 1 : MNT avec un manque de données qui doit être comblé.

[1] Nicolas Trouvé, Nathan Lethuile, Olivier Lévêque, Ilias Rami, and Elise Colin (Avril 2024) SAR image synthesis using text-conditioned pre-trained generative AI models. EUSAR 2024
 [2] Synthesizing SAR Images with Generative AI: Expanding to LargeScale Imagery Solène Debuysere, Nicolas Trouve, Nathan Lethuile, Elise Colin and Olivier Lévêque, RADAR 2024
 [3] Sohl-Dickstein, J., Weiss, E., Maheswaranathan, N., & Ganguli, S. (2015). Deep Unsupervised Learning using Nonequilibrium Thermodynamics. arXiv preprint arXiv:1503.03585.
 [4] Song, Yang, et al. "Denoising Diffusion Probabilistic Models." arXiv preprint arXiv:2006.11239 (2020).
 [5] Fluximage. (s.d.). Consulté le 12 novembre 2024, sur <https://fluximage.org/>
 [6] Rombach, Robin, et al. "High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models." arXiv preprint arXiv:2112.10752 (2021).
 [7] Zhang L., et al. Adding Conditional Control to Text-to-Image Diffusion Models. arXiv preprint arXiv:2302.05543. 2023.

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 checked="" type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Oui

Durée du stage : Minimum : 5 Maximum : 6

Période souhaitée :
Février à Septembre 2026

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :	Ecoles ou établissements souhaités :
Compétences de programmation en langage python et un intérêt fort pour le traitement d'image et le deep learning	M2 ou 3ème année d'Ecole d'Ingénieur