

Offre de Stage IPSL 2025

(Soutenu par le programme EUR IPSL-*Climate Graduate School*)

Titre du sujet de stage : Deep learning pour la télédétection des précipitations par radiométrie hyperfréquence spatiale

Description du sujet (1 page maximum) :

Description of the internship work

L'estimation quantitative des précipitations (QPE) à partir de satellites en orbite basse, équipés de radiomètres hyperfréquence passifs, est un enjeu essentiel pour la météorologie, l'hydrologie et la climatologie. Dans l'équipe, le modèle DRAIN qui réalise une régression quantile basée sur U-Net a permis d'obtenir de bonnes estimations instantanées des précipitations. Toutefois, une analyse climatologique menée sur de longues chroniques d'observations spatiales a mis en évidence des tendances peu cohérentes par rapport aux projections climatiques des modèles du GIEC. Cela suggère que les modèles actuels peinent à restituer correctement la variabilité extrême des précipitations et l'évolution des distributions de précipitation dans un climat en évolution.

Objectifs du stage

Le stage visera à améliorer la restitution des précipitations par apprentissage profond. On s'attachera en particulier à consolider la représentation statistique des extrêmes et à améliorer la robustesse aux données hors distribution (out-of-distribution) afin d'augmenter la capacité de généralisation du modèle aux nouveaux régimes climatiques.

Programme de travail

1. Revue de l'état de l'art sur les capacités de généralisation out-of distribution des modèles.
2. Définition d'un protocole d'évaluation climatologique (distribution, extrêmes, cohérence avec simulations du GIEC).
3. Implémentation et test d'approches alternatives :
 - Nouvelles fonctions de coût sensibles aux queues de distribution.
 - Apprentissage avec données hybrides (observées + simulées).
 - Modèles de diffusion pour enrichir les représentations.
4. Analyse et comparaison des résultats avec la méthode U-Net de référence.
5. Discussion sur la robustesse des approches développées dans un contexte de climat changeant.

Compétences attendues

- Connaissances et Intérêt pour l'apprentissage profond et les modèles génératifs (PyTorch).
- Intérêt pour les applications de l'IA à la télédétection spatiale, à l'observation de la terre et à la climatologie.
- Rigueur dans l'analyse statistique des distributions.

Encadrement

Le stage sera encadré au sein de l'équipe météo-climat-IA spécialisée en télédétection et IA appliquée à la météorologie, en relation avec l'équipe projet ARCHES (INRIA Paris-LATMOS)

Viltard, N., Sambath, V., Lepetit, P., Martini, A., Barthès, L., & Mallet, C. (2023). Evaluation Of Drain, A Deep-Learning Approach To Rain Retrieval From Gpm Passive Microwave Radiometer. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*.

Yang, J., Zhou, K., Li, Y., & Liu, Z. (2024). Generalized out-of-distribution detection: A survey. *International Journal of Computer Vision*, 132(12), 5635-5662.

Couairon, G., Singh, R., Charantonis, A., Lessig, C., & Monteleoni, C. (2024). Archesweather & archesweathergen: a deterministic and generative model for efficient ml weather forecasting. *arXiv preprint arXiv:2412.12971*.

Lipman, Yaron, Ricky T. Q. Chen, Heli Ben-Hamu, Maximilian Nickel, and Matt Le (2023). Flow Matching for Generative Modeling. arXiv: 2210.02747. Pre-published.

Responsable du stage (Nom/prénom/statut) :

Nicolas Viltard -Cécile Mallet-Matthieu Meignin (Doctorant)

Laboratoire concerné : LATMOS

Adresse à laquelle a lieu le stage : 11 Blvd d'Alembert, Guyancourt

Equipe de recherche concernée (si pertinent): Équipe Météo-Climat-IA

Niveau du stage (Licence, M1, M2, *internship*) : M2

Licence ou Master(s) où sera proposé le sujet : Master en IA

Thème scientifique de l'IPSL concerné : SAMA

Durée du stage : 6 mois

Période : Entre Février et Septembre

Est-il prévu une thèse dans le prolongement du stage ? Éventuellement, selon financement et qualité du candidat.

Pour postuler contacter : nicolas.viltard@latmos.ipsl.fr et cecile.mallet@latmos.ipsl.fr