

Offre de Stage IPSL 2022

(soutenu par le programme EUR IPSL-Climate Graduate School)

Titre du sujet de stage : Deep learning pour la prévision à court terme des précipitations

Description du sujet (1 page maximum) : La prévision immédiate (ou à court terme, de 30 min à 2 heures) des précipitations (rain nowcasting) est cruciale dans de multiples secteurs de nos sociétés. Cela est particulièrement vrai dans les domaines de la circulation autoroutière, les systèmes d'alerte précoce contre les inondations subites (flash flood), mais aussi les services d'urgence, la gestion de l'énergie, le contrôle du trafic aérien, etc. Les précipitations très fortes sont à même de provoquer les dégâts les plus importants d'un point de vue socio-économique. Les systèmes de prévisions immédiates se doivent donc de fournir des informations pertinentes avec des marges d'erreur acceptables même en présence d'épisodes extrêmes. Ces situations, par définition rares, sont difficiles à modéliser et à prévoir. Elles nécessitent donc des outils de prévision performants.

Les approches pour traiter la prévision immédiate des précipitations sont abondantes et variées [Prudden et al. 2020]. Elles se basent majoritairement sur des observations radars qui permettent d'identifier et d'assurer le suivi des structures de pluie. Actuellement, les services météorologiques et hydrologiques effectuent cette tâche à l'aide d'algorithmes « traditionnels », issus de la communauté de la prévision immédiate des précipitations. Bien qu'adaptés pour l'observation des cellules pluvieuses, les radars météorologiques fournissent des images qui restent parfois difficiles à interpréter. La présence d'échos fixes, d'anomalies de propagation, d'oiseaux, d'insectes, etc peuvent rendre l'identification et le suivi des structures de pluie difficiles. C'est dans ce contexte que les nouvelles méthodes d'apprentissage statistique (machine learning) peuvent être mises à profit. Les progrès colossaux en traitement d'images, issus de l'intelligence artificielle, sont utilisés pour l'identification d'objets, la détection d'anomalie, l'« inpainting », etc. Ces méthodes ont également fait leur apparition dans le domaine de la météorologie. Elles permettent de développer de nouveaux modèles, basés sur l'apprentissage du volume important de données disponibles [Shi et al., 2017][Ma et al., 2022][Che et al., 2022]. Récemment, une approche du type Réseaux Antagonistes Génératifs (Generative Adversarial Network) [Ravuri et al., 2021] à outrepasser les performances de modèles plus classique [Pulkkinen et al., 2019] [Agrawal et al., 2019], pour des prévisions allant au-delà de l'heure.

L'objectif du stage sera de développer un modèle de suivi et d'évolution des cellules pluvieuses à partir d'observations radars. Plusieurs approches seront envisagées comme par exemple une approche par réseau de type TrajGRU [Shi et al., 2017] ou à l'aide de réseaux basés sur des mécanismes d'attention [Che et al., 2022] ou l'aide d'une approche par réseaux GAN [Ravuri et al., 2021]. Le candidat commencera par une étude bibliographique qui lui permettra de se familiariser avec les différents approches mises en œuvre pour la prévision immédiate des précipitations.

Dans un second temps, il s'agira de choisir et d'adapter un ou plusieurs modèles rendus disponibles par la communauté et ainsi établir des performances de références qui serviront de repère pour la suite du stage.

L'amélioration de la prévision immédiate passe probablement par la prise en compte d'un contexte local (topographie, type d'habitat, saison,). Ainsi dans la dernière partie du stage, il s'agira d'étudier la possibilité d'introduire ce type d'information dans l'un des modèles retenus et d'en évaluer l'intérêt.

Résumé en anglais (5 lignes) : Rain nowcasting is crucial in multiple sectors of our societies. This is particularly true in the areas of highway traffic, flash flood early warning systems, but also emergency services, energy management, air traffic control, etc. The main objective of the internship will be to develop a model for the monitoring and evolution of rain cells from radar observations. Models from the field of artificial intelligence will be adapted to our problem. We currently have large data sets for the development of the model and for the evaluation of its performance

Responsable du stage (Nom/prénom/statut) : Chazottes Aymeric (MCF)

Laboratoires concernés : LATMOS – LIP6 - LOCEAN

Adresse à laquelle a lieu le stage : LATMOS, 11 boulevard d'Alembert, 78280 Guyancourt

Equipe de recherche concernée (si pertinent) ou autre participant à l'encadrement du stage: Equipe Statistiques, Processus, Atmosphère et Cycle de l'Eau (Chazottes Aymeric, Laurent Barthès), Dominique Béreziat (LIP6 SU), Anatase Charantonis (LOCEAN)

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

Licence ou Master(s) où sera proposé le sujet : Masters TRIED, WAPE, ...

Thème scientifique de l'IPSL concerné : Observation, modélisation statistique, prédiction temporelle, télédétection radar

Durée du stage : 6 mois

Période : 01/04/2023 → 31/09/2023

Rémunération de l'ordre de 580 euros par mois

Est-il prévu une thèse dans le prolongement du stage ? non

Bibliographie

[Agrawal et al., 2019] Agrawal S., Luke Barrington, Carla Bromberg, John Burge, Cenk Gazen, Jason Hickey : Machine Learning for Precipitation Nowcasting from Radar Images, 2019 <https://doi.org/10.48550/arXiv.1912.12132>

[Che et al., 2022] Che, H., Niu, D., Zang, Z., Cao, Y., & Chen, X. (2022). ED-DRAP: Encoder–Decoder Deep Residual Attention Prediction Network for Radar Echoes. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 19, 1-5.

[Lepetit et al., 2022] Lepetit P., L. Barthès, C. Mallet, C. Ly, N. Viltard, Y. Lemaître, 2022: Using Deep Learning for Restoration of Precipitation Echoes in Radar Data, *IEEE Transac. Geosci. And R. Sensing*, 60, pp.5100914.

[Ma et al., 2022] Ma, Z., Zhang, H., & Liu, J. (2022). MS-RNN: A Flexible Multi-Scale Framework for Spatiotemporal Predictive Learning.

[Pulkkinen et al., 2019] S. Pulkkinen, D., Nerini A., A. Pérez Hortal, C. Velasco-Forero, A. Seed, U. Germann and L. Forestian : pysteps - a Community-Driven Open-Source Library for Precipitation Nowcasting.

[Prudden et al. 2020] Prudden, R., Adams, S., Kangin, D., Robinson, N., Ravuri, S., Mohamed, S., & Arribas, A. (2020). A review of radar-based nowcasting of precipitation and applicable machine learning techniques.

[Ravuri et al., 2021] Ravuri, S., Lenc, K., Willson, M. et al. Skilful precipitation nowcasting using deep generative models of radar. *Nature* 597, 672–677 (2021).

[Shi et al., 2017] SHI, Xingjian, GAO, Zhihan, LAUSEN, Leonard, et al. Deep learning for precipitation nowcasting: A benchmark and a new model. *Advances in neural information processing systems*, 2017, vol. 30.

[Viltard et al. 2020] Viltard N., Lepetit P., Mallet C., Barthès L., Martini A. 2020: Retrieving Rain Rates from Space Borne Microwave Sensors Using U-Nets. *Climate Informatics 2020. 10th International Conference, Sep 2020, Oxford, United Kingdom - insu-02894942*