

STAGE MASTER 2 - INGENIEUR

Deep learning pour la prévision à court terme des précipitations

Mots clefs : IA pour la télédétection, deep learning, prévision météorologique, précipitation, évènements extrêmes

Proposant : Laurent Barthès, laurent.barthes@latmos.ipsl.fr

Equipe encadrante : Cécile Mallet, Aymeric Chazottes, Nicolas Viltard, Baptiste Guigal, Laurent Barthès

Environnement de travail : Au sein de l'équipe SPACE du LATMOS le stage sera encadré de façon collégiale par une équipe composée de quatre chercheurs experts en apprentissage statistique et/ou en processus physiques des précipitations ainsi que par un doctorant en seconde année de thèse CIFRE (en collaboration avec l'entreprise BOWEN/NOVIMET spécialisée dans le développement de radars météorologiques et des traitements associés).

Lieu : LATMOS Guyancourt, [accès](#) par RERC, Train ligne N, Bus depuis Palaiseau.

Période : A partir du Mars – Avril 2024

Durée : 6 mois

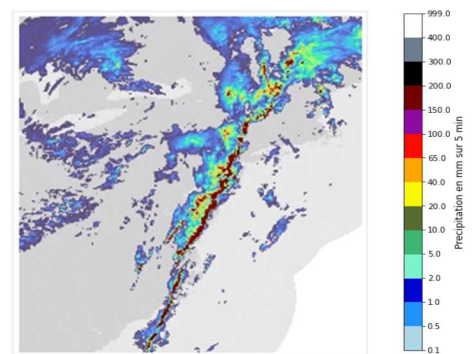
Moyens disponibles : Le stage est réalisé dans le cadre de l'**Action stage en IA & Climat** de l'EUR-IPSL, le stagiaire pourra bénéficier d'un dialogue ouvert avec le groupe de travail dédié à la communauté des chercheurs, ingénieurs et étudiants de l'IPSL qui utilisent l'IA comme outil de recherche par le biais d'un Slack dédié, ainsi que d'une journée de formation et de discussions début Avril, d'un **accès au cluster GPU du mésocentre d'IPSL** (environnement Pytorch), et participera à une journée de présentation de posters en fin de stage au **Sorbonne Center for Artificial Intelligence (SCAI)**.

Rémunération : selon les règles du CNRS, soit environ 600€ net / mois + 50% carte Navigo

Contexte général : La prévision à court terme des précipitations (30 min à 2 heures) encore appelée prévision immédiate 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 systèmes de prévisions immédiates se doivent de fournir des informations pertinentes avec des marges d'erreur acceptables même en présence de situations extrêmes.

Objectif du stage : Il existe de nombreux modèles de prévision immédiate des précipitations basés sur l'exploitation en quasi temps réel d'observations radars météorologiques (notamment en France le réseau ARAMIS de Météo France). Ces modèles font appel à des principes variés tels que l'assimilation de données, les méthodes de flux optiques, les méthodes d'apprentissage avec des réseaux profonds, etc. L'étude de leurs performances sur un jeu de données commun montre toutefois qu'aucun de ces modèles n'apportent une plus-value substantielle par rapport aux autres.

L'objectif du stage est de tester l'hypothèse selon laquelle l'apport de données auxiliaires permettrait d'accroître de façon significative la prévision immédiate des précipitations.



Exemple de cartes de précipitations obtenues par le réseau de radars météorologiques ARAMIS

Méthodes et Données : Dans cette optique, le stagiaire devra adapter les modèles de Deep-Learning développés par l'équipe de type Sma_Unet et Conv_LSTM afin de prendre en compte un ou plusieurs types de données auxiliaires telles que des informations de topographie (modèle numérique de terrain), des observations spatiales (MTG infrared Sounder) ou de statistiques de cumul

de pluie. L'apprentissage et l'analyse des performances des modèles développés s'appuieront sur les champs précipitants fournis par Météo-France (Mosaïque Météo-France), une base de donnée qui couvre l'ensemble de la métropole sur une période de 15 ans avec un pas d'échantillonnage de 5 minutes est disponible.

Résultats attendus : L'amélioration du modèle sera évaluée dans un premier temps pour la région île de France en considérant la précision de la prédiction en termes d'horizon de prévision et/ou de quantité d'eau précipitée et/ou de la localisation.

Une étude bibliographique relative aux méthodes de fine-tuning et à la question de la généralisation out of distribution sera réalisée afin d'évaluer la capacité du modèle à généraliser sur des régions présentant des caractéristiques météorologiques différentes (pourtour méditerranéen notamment) et/ou sur des observations de champ précipitant légèrement différentes (radar bande X de la société BOWEN).

Valorisation : En fonction des résultats obtenus le travail réalisé pourra être valorisé dans le cadre des collaborations en cours de l'équipe au sujet de la quantification et de la prévision à court terme des précipitations (entreprise BOWEN/NOVIMET, start-up HDRAIN, Météo-France, Advanced Radar Research Center (ARRC) University of Oklahoma (USA), Indian Institute of Technology Hyderabad (Inde))

Un article concernant le nowcasting : Ravuri et al., 2021 : <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03854-z>

Possibilité de poursuite en thèse : Un dossier de demande de bourse de thèse concernant un sujet en IA appliqué à la télédétection des précipitations sera déposé par l'équipe proposante