

STAGE MASTER 2 - INGENIEUR

2025-2026

Analyse spatiale des cellules de pluie par machine learning

Mots clefs : IA pour l'environnement, machine learning, deep learning, îlot de chaleur urbain

Encadrants : Laurent Barthès (laurent.barthes@latmos.ipsl.fr), Nathan Darellis

Environnement de travail : Le stagiaire sera accueilli.e au sein de l'équipe Météorologie et Climat du LATMOS.

Outils : Python Pytorch + cluster de calcul GPU.

URL : <https://latmos.ipsl.fr/fr/atmosphere/#Climat>

Laboratoire : LATMOS Guyancourt, accès par RERC, Train ligne N, Bus depuis Palaiseau.

Période : A partir du Mars – avril 2026

Durée : 6 mois

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

La présence de zones urbaines modifie les interactions entre la surface terrestre et l'atmosphère à travers des variations locales des bilans énergétiques et hydriques. Ces interactions complexes provoquent des îlots de chaleur urbains (ICU). Ces derniers peuvent dans certains cas influencer le régime des précipitations aux abords et au sein des zones urbaines en affectant la circulation atmosphérique à l'échelle locale influençant ainsi l'advection des cellules pluvieuses.

Le rôle des divers processus physiques, qui interagissent entre eux, sur les précipitations est difficile à appréhender car ils sont influencés par de multiples facteurs autres que météorologiques tels que la taille de la ville, le type de construction, la géographie locale (topographie, présence de cours d'eau, lacs, cotes maritimes, forêts, ...), la saison et les caractéristiques climatiques régionales. Pour toutes ces raisons il est difficile de savoir s'il existe réellement un effet de l'ICU sur les précipitations en région Ile de France, et dans l'affirmative dans quelles conditions cet effet a lieu.

Dans cette optique, en vue de tenter d'obtenir une première réponse (partielle) à ce problème, le projet se propose de se focaliser sur deux régions distinctes, la région parisienne d'une part et une deuxième région ne comprenant pas d'ICU d'autre part. Pour cela, l'étude s'appuiera sur deux séries de cartes de pluie issues du réseau de radars météorologiques de Météo France. Chaque carte représente une zone de 50x50 km² environ. La série 1 est centrée sur la ville de Paris alors que la série 2 est centrée sur la région Val de Loire.

Un modèle de machine learning, par exemple via une approche de type « Supervised Contrastive Learning » (Khosla et al., NeurIPS 2020) sera développé. L'objectif est d'apprendre une représentation des cartes dans un espace latent qui rapproche les paires de cartes d'une même région et tout en éloignant les paires de cartes dissemblables (régions différentes) permettant ainsi d'apprendre une représentation des cartes de pluie qui prend en compte la région. Cette représentation pourra ensuite être utilisée soit pour caractériser les cartes, soit pour les classifier. Dans un second temps, des améliorations pourront être envisagées en ajoutant par exemple en entrée les champs de vitesse de déplacement des cellules de pluie ainsi que d'autres méta données (type de temps, saison, ...) à l'aide d'un embedding approprié.

Enfin et selon le temps disponible, on pourra envisager une généralisation à d'autres régions métropolitaines.

Bibliographie

- Jie Liu, Dev Niyogi, Meta-analysis of urbanization impact on rainfall modification. (2019) 9:7301, [www.nature.com/scientificreports. https://doi.org/10.1038/s41598-019-42494-2](https://doi.org/10.1038/s41598-019-42494-2).
- Khosla, P. , P Teterwak, C Wang, A Sarna, Y Tian, P Isola, A Maschinot, C Liu, D Krishnan. Advances in neural information processing systems, 2020•proceedings.neurips.cc
- Lalonde M., Bastin S., Oudin L., 2023: Urban effects on precipitation: insights from a climatological wind-based analysis of multiple cities. Under review to Nature Communications Earth and Environment
- Lalonde M., Oudin L., Bastin S., 2023: Urban impacts on precipitation: do the diversity of research strategies and urban characteristics preclude general conclusions? Urban Climate, 2023, 51, pp.101605. (10.1016/j.uclim.2023.101605). (insu-04171826)
- Shepherd, J.M.: A Review of Current Investigations of Urban-Induced Rainfall and Recommendations for the Future. Earth Interactions, 9 (2005) No. 12