

Sujet :

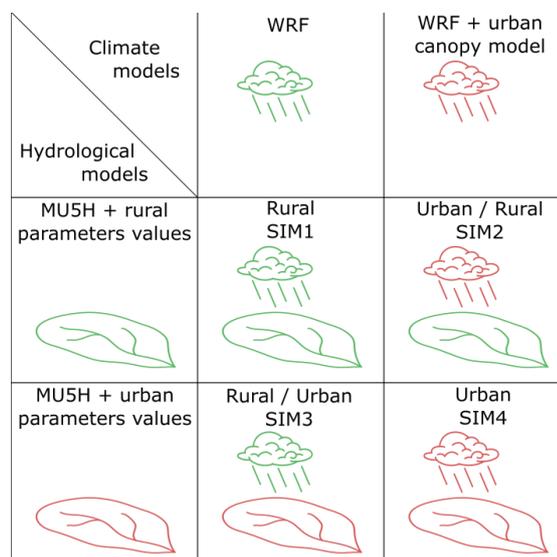
Quantification de l'impact des zones urbaines sur les pluies et les débits à l'aide de la modélisation hydroclimatique : étude de cas

Contexte :

La part de la population mondiale vivant en zones urbaines ne cesse de croître et pourrait atteindre 60 à 80% à la fin du siècle. Ceci confère aux zones urbanisées une vulnérabilité accrue face aux crues. L'exposition au risque d'inondation de ces populations est aussi liée aux modifications des états de surface qui favorisent le ruissellement et augmentent la vitesse des écoulements. A l'échelle des bassins versants, l'imperméabilisation des sols en milieu urbain empêche la pénétration de l'eau dans le sol et peut conduire à des débits de crues plus importants. Cette augmentation relative est bien documentée et atteint généralement 1% pour 1% d'augmentation d'imperméabilisation de la surface du bassin (Oudin *et al.*, 2018), mais ce taux est très variable selon les cas d'étude. L'urbanisation peut conduire également à une augmentation des précipitations résultant de l'augmentation de la fréquence ou de l'intensité d'épisodes convectifs liés à l'augmentation des températures de surface en ville, une déstabilisation de la couche limite, l'augmentation des aérosols liée à la pollution atmosphérique urbaine, une convergence du vent par effet d'îlot de chaleur urbain, etc. Quelques récentes études empiriques indiquent des potentielles augmentations de précipitations au-dessus et en aval des villes par rapport aux vents dominants (Shepherd, 2005; Liu and Niyogi, 2019; Le Roy *et al.*, 2020), mais la complexité du terrain autour des villes peut fortement moduler l'effet de la ville elle-même.

Objectif :

Ce stage se décomposera en 2 parties, la première portera sur l'analyse de l'impact éventuel de la zone urbaine sur les précipitations et la deuxième sur le calcul et l'analyse des débits des bassins versants à proximité la ville. Des simulations d'un cas d'étude de fortes précipitations sur la région Ile de France ont été réalisées avec le modèle WRF (Weather Research and Forecasting) avec différentes configurations. Parmi ces configurations, certaines activent un schéma urbain plus ou moins complexe (urban canopy model) qui permet de mieux représenter les effets de la présence d'une ville (par exemple sur la rugosité, sur les flux de surface, sur les sources anthropiques de chaleur). Un premier travail attendu sera (i) la comparaison de ces simulations aux observations, puis (ii) la comparaison des précipitations des simulations avec et sans schéma urbain, à l'échelle des mailles des simulations (3km), et à l'échelle des bassins versants. A l'issue de cette première partie, au minimum deux simulations devront être sélectionnées (une avec de l'urbain et l'autre sans) pour forcer le modèle hydrologique MU5H (Saadi, Oudin and Ribstein, 2021). MU5H peut être calibré en prenant en compte l'imperméabilisation liée à l'urbanisation ou non. Il s'agira donc de prendre en main le modèle MU5H et (iii) caler le modèle sur les bassins étudiés en prenant compte l'urbanisation ou non et (iv) calculer les débits issus des différents produits de précipitation (simulations WRF avec ou sans urbain) avec ses 2 calibrations (voir figure ci-dessous). Enfin, il faudra (v) comparer les débits issus des différentes configurations et quantifier les impacts des zones urbaines sur ceux-ci (liés d'une part à l'imperméabilisation des sols, et d'autre part aux rétroactions sur le climat).



Compétences demandées :

- Master climatologie ou hydrologie.
- Expérience de la programmation (R ou Python)
- Connaissances en statistiques.
- Bon niveau d'anglais.
- Aisance rédactionnelle et à l'oral.

Encadrement et gratification :

Stage gratifié (environ 550€/mois). Encadrants : Morgane Lalonde (METIS/LATMOS), Sophie Bastin (LATMOS), Ludovic Oudin (METIS).

Candidature, période et lieu du stage :

Candidatures à envoyer à Morgane Lalonde morgane.lalonde-le-pajolec@latmos.ipsl.fr avant le 30/11/2022. Le stage aura une durée de 6 mois à partir de février-mars 2023 et se déroulera dans les locaux de METIS (4 place Jussieu 75005 Paris) ou LATMOS (11 Boulevard d'Alembert 78280 Guyancourt) selon les préférences de l'étudiant.e.

References :

- Le Roy, B. *et al.* (2020) 'Long time series spatialized data for urban climatological studies: A case study of Paris, France', *International Journal of Climatology*, 40(7), pp. 3567–3584. Available at: <https://doi.org/10.1002/joc.6414>.
- Liu, J. and Niyogi, D. (2019) 'Meta-analysis of urbanization impact on rainfall modification', *Scientific Reports*, 9(1), p. 7301. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42494-2>.
- Oudin, L. *et al.* (2018) 'Hydrological impacts of urbanization at the catchment scale', *Journal of Hydrology*, 559, pp. 774–786. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.02.064>.
- Saadi, M., Oudin, L. and Ribstein, P. (2021) 'Physically consistent conceptual rainfall–runoff model for urbanized catchments', *Journal of Hydrology*, 599, p. 126394. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126394>.
- Shepherd, J.M. (2005) 'A Review of Current Investigations of Urban-Induced Rainfall and Recommendations for the Future', *Earth Interactions*, 9(12), pp. 1–27. Available at: <https://doi.org/10.1175/EI156.1>.