

Post doc de 12 mois au Laboratoire Eau et Environnement
Amélioration de la représentation des flux d'évapotranspiration dans les modèles hydrologiques en milieu urbain , pour un meilleur déploiement de la renaturation des villes.

Contexte

Le flux d'évapotranspiration est au cœur de différents enjeux modernes de la ville durable, dont les enjeux hydrologiques et microclimatiques. Les changements globaux incitent les villes à adapter l'aménagement urbain, en lien avec l'urbanisation toujours croissante. L'augmentation des surfaces revêtues, ainsi induite, génère une augmentation des volumes ruisselés en temps de pluie et des phénomènes d'îlot de chaleur urbain (ICU) (Fletcher et al, 2013 ; Grimmond, 2007). Par ailleurs, le changement climatique conduira à l'augmentation en intensité et en fréquence des canicules, pouvant intensifier les ICU, ainsi qu'à la modification du régime des pluies, impactant le confort thermique des villes et la gestion des eaux pluviales.

Afin de réduire ces effets négatifs, les politiques publiques d'aménagement locales et nationales ont progressivement préconisé une revégétalisation des villes, avec la mise en place de trames vertes et bleues (Li et al., 2017) ou des forêts urbaines, ainsi que le développement d'ouvrages végétalisés de gestion des eaux pluviales (Solutions Fondées sur la Nature). L'évaluation de cette stratégie doit toutefois être consolidée, en particulier pour les questions de gestion de l'eau en ville, ainsi que pour les questions de confort thermique des habitants (Nastran et al, 2019). En effet, le flux d'évapotranspiration est une variable clé pour cette évaluation, étant un élément commun du bilan hydrique et du bilan énergétique des zones urbaines. Initialement, ce processus supposé réduit en raison de l'imperméabilisation des surfaces (Zipper et al., 2017) était peu étudié dans la littérature scientifique traitant de modélisation hydrologique urbaine ; son enjeu opérationnel était alors faible. Aujourd'hui, il est au cœur des préoccupations des aménageurs et des chercheurs pour mieux connaître les bénéfices de ces différentes solutions végétalisées.

Parmi les approches de modélisation proposées en milieu urbain, figurent les modèles hydrologiques (basés sur le bilan en eau) et les modèles hydroclimatiques (couplant les bilans énergétique et hydrologique). La représentation du flux d'évapotranspiration est souvent simplifiée dans les modèles hydrologiques et basée sur le concept de l'évapotranspiration potentielle. En modélisation hydroclimatique, ce flux est résolu explicitement mais il est dépendant d'un plus grand nombre de variables et paramètres.

Le sujet proposé s'intègre dans le projet ModelET, en partenariat avec le Cerema et le LEESU et soutenu par l'OFB et l'observatoire OPUR. Il est complémentaire d'une thèse en cours co-encadrée par le Cerema et le LEESU qui traite de l'évaluation, par des observations et des modélisations, du flux d'évapotranspiration issu d'ouvrages de gestion à la source des eaux pluviales ; le sujet proposé se concentre quant à lui via sur l'échelle spatiale du quartier.

Objectifs

Ce projet a pour objectif d'étudier l'intérêt d'une représentation hydroclimatique par rapport à une représentation hydrologique, en qualifiant sa plus value au regard de la paramétrisation plus complexe qu'elle engendre : dans quels cas, pour quelles applications, à quelle échelle spatiale et temporelle, sous quelles conditions / une représentation hydrologique peut-elle être suffisante, / une représentation hydroclimatique est-elle parfois nécessaire ? Ce travail vise ainsi à étudier la pertinence des différentes approches proposées dans des modèles développés au sein du Laboratoire Eau & Environnement de l'Université Gustave Eiffel, en se centrant sur des zones d'intérêt vis-à-vis des flux d'évapotranspiration.

Méthodologie

Cette étude s'appuiera sur deux modèles : hydrologique (URBS, Rodriguez et al, 2008) et hydroclimatique (TEB, Stavropulos-Laffaille et al, 2018 et 2021), dédiés au milieu urbain et déjà appliqués et évalués sur divers bassins versants instrumentés de la métropole nantaise.

Le modèle URBS, segmente l'espace en s'appuyant sur la parcelle cadastrale et décrit explicitement la morphologie urbaine ; le modèle TEB utilise une grille à mailles carré de dimension hectométrique au sein desquelles le tissu urbain est moyenné, selon l'approche de la rue canyon (Masson, 2000). Le réseau hydrographique (assainissement et rivières) est adapté à la résolution de la grille. Cette différence de description du territoire amènera à réfléchir aux configurations respectives des modèles, dans le but de mener une analyse comparative, en définissant pour chaque modèle différentes configurations :

- une configuration « équivalente » où les paramètres et données descriptives de chaque modèle sont similaires
- une configuration « optimale » de chaque modèle où la performance et les usages habituels de chaque modèle sont privilégiés.

Chacun des deux modèles a déjà été appliqué sur divers bassins versants urbains nantais et instrumentés, dans le cadre de l'ONEVU¹, depuis de nombreuses années. C'est le cas du bassin versant du Pin Sec (Rodriguez et al, 2008 ; Stavropulos-Laffaille et al, 2018) pour lequel nous disposons de données pluviométriques, de données de teneur en eau, piézométriques, débitométriques, de rayonnement, de vent... mais aussi de flux de chaleur sensible et latente (Stavropulos-Laffaille et al, 2021). C'est donc un site idéal pour évaluer les deux modèles identifiés et discuter leurs données simulées respectives.

L'application des deux modèles sur le bassin versant des Gohards est aussi envisagée où diverses données observées sont disponibles. Ce bassin plus grand que celui du Pin Sec, permettra de mieux analyser l'impact de la description de l'occupation du sol, en fonction de la taille du bassin étudié.

Ce travail bénéficiera d'un travail préliminaire (Stavropulos-Laffaille et al, 2023) qui a permis de prétraiter les données géographiques et météorologiques pour les deux modèles, couvrant les territoires étudiés. Une comparaison des autres paramètres de chacun des deux modèles a aussi permis une première réflexion pour la configuration équivalente.

Compétences requises

Le.a candidat.e, docteur.e, devra avoir une expérience en modélisation hydrologique quel que soit le modèle. Une connaissance d'un ou des modèles visés dans ce travail sera un avantage. Une connaissance des données de flux de chaleur sensible et latente serait apprécié, mais n'est pas indispensable. Une expérience en manipulation et analyse de données (observées et/ou simulées) sera utile. La connaissance de l'environnement Linux est nécessaire.

Le travail se déroulera à l'Université Gustave Eiffel au sein du Laboratoire Eau & Environnement à Bouguenais (Nantes).

Personnes à contacter

Fabrice Rodriguez fabrice.rodriquez@univ-eiffel.fr

Katia Chancibault katia.chancibault@univ-eiffel.fr

1 Observatoire nantais des environnements urbains

- Fletcher, T D, Andrieu, H., Hamel, P., (2013). « Understanding , management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters : A state of the art ». *Advances in Water Resources* 51: 261-79. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.09.001>.
- Grimmond, S. U. E. (2007). Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming. *The Geographical Journal*, 173(1), 83-88.
- Li, F., Liu, X., Zhang, X., Zhao, D., Liu, H., Zhou, C., Wang, R. (2017). Urban ecological infrastructure: an integrated network for ecosystem services and sustainable urban systems. *Journal of Cleaner Production*, 163, S12-S18.
- Nastran, M., Kobal, M., Eler, K. (2019). Urban heat islands in relation to green land use in European cities. *Urban forestry urban greening*, 37, 33-41.
- Rodriguez, F., Andrieu, H., Morena, F. (2008). « A Distributed Hydrological Model for Urbanized Areas – Model Development and Application to Case Studies ». *Journal of Hydrology* 351, no 3-4 : 268-87. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.12.007>.
- Stavropoulos-Laffaille, X., Chancibault, K., Brun, J-M., Lemonsu, A., Masson, V., Boone, A, Andrieu, H., (2018). « Improvements to the Hydrological Processes of the Town Energy Balance Model (TEB-Veg, SURFEX v7.3) for Urban Modelling and Impact Assessment ». *Geoscientific Model Development* 11, no 10 (16 octobre 2018): 4175-94. <https://doi.org/10.5194/gmd-11-4175-2018>.
- Stavropoulos-Laffaille, X. (2019). Pour une analyse des impacts du changement climatique sur l'hydrologie urbaine : Modélisation hydro-microclimatique de deux bassins versants expérimentaux de l'agglomération nantaise, PhD.
- Stavropoulos-Laffaille, X., Chancibault, K. Andrieu, H., Lemonsu, A. Calmet, I., Keravec, P., Masson, V., (2021). « Coupling detailed urban energy and water budgets with TEB-Hydro model: Towards an assessment tool for nature based solution performances ». *Urban Climate*, 39, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100925>.
- Stavropoulos-Laffaille, X., Chancibault, K., Rodriguez F., Mosini M-L, Mosset A., Modélisation hydrologique en contexte urbain –Mise en œuvre des modèles URBS et TEB pour évaluer la composante d'évapotranspiration, « *Les Rôles de l'évapotranspiration en milieu urbain* » Séminaire OFB-Arceau-Cerema-OPUR-Université Gustave Eiffel (Champs-sur-Marne) 05 décembre 2023.
- Zipper, S. C., Soylyu, M. E., Kucharik, C. J., Loheide II, S. P. (2017). Quantifying indirect groundwater-mediated effects of urbanization on agroecosystem productivity using MODFLOW-AgroIBIS (MAGI), a complete critical zone model. *Ecological Modelling*, 359, 201-219.