

# Sensibilité d'un modèle hydro-climatique aux données d'occupation du sol : application à l'échelle de la métropole nantaise

## Contexte

L'urbanisation a beaucoup augmenté depuis la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle et va se poursuivre durant les prochaines décennies, dans le monde et en France (Nations Unies, 2019). Par l'imperméabilisation des sols et l'usage de matériaux stockant la chaleur, l'urbanisation modifie à la fois le cycle de l'eau et le bilan énergétique des surfaces, provoquant inondations, déversements et îlots de chaleur urbains (Fletcher et al., 2013 ; Grimmond, 2007). Le changement climatique pourrait aggraver encore ces effets. Les solutions fondées sur la nature (SFN) sont de plus en plus présentées comme des solutions d'adaptation au changement global (climatique ou urbanisation croissante). Parce qu'elles s'accompagnent d'une désimperméabilisation des surfaces urbaines, elles favorisent une augmentation de l'évapotranspiration et de l'infiltration dans le sol, permettant de se rapprocher du bilan en eau du milieu naturel. L'évapotranspiration, via le flux de chaleur latente, permet aussi d'améliorer le bilan énergétique en rafraîchissant l'air, et complète les effets d'ombrages des arbres. Nombre des SFN sont ainsi multifonctionnelles : elles peuvent avoir un impact sur différents enjeux dont la gestion de l'eau, le confort thermique en plus du bien-être, de la qualité de vie des habitants et de la consommation énergétique des bâtiments.

Vis-à-vis des enjeux de gestion des eaux pluviales et du confort thermique, les SFN nécessitent d'être évaluées : les outils numériques hydro-climatiques peuvent être pertinents. L'Université Gustave Eiffel (Laboratoire Eau et Environnement), participe au développement d'un outil de recherche (TEB, Stavropoulos-Laffaille et al, 2018 ; Stavropoulos-Laffaille et al, 2020) couplant de façon cohérente et homogène les bilans en eau et énergétique et disposant de paramétrisations adaptées à la végétation en ville (Lemonsu et al, 2012 ; de Munck et al, 2013 ; Redon et al, 2017 ; Bernard, 2021 ; Tunqui-Neira, et al., 2022), permettant ainsi d'évaluer ce type de solution d'aménagement. Ce modèle a besoin de diverses données d'entrée, dont l'occupation du sol à fine échelle. Une méthodologie (Betou et al, 2022) a été développée pour définir l'occupation du sol d'une métropole selon 5 types d'occupation du sol (végétation, bâtiment, route, sol nu, voirie) à partir des bases de données disponibles en libre accès. Elle permet à la fois de définir un type d'occupation du sol lorsque plusieurs types coexistent et d'en définir un lorsque les données disponibles ne sont pas assez précises. La méthodologie étant source d'incertitudes, il est nécessaire d'en estimer l'impact sur les variables simulées par le modèle.

## Objectif et contenu du stage

L'objectif du stage est ainsi de réaliser une analyse de sensibilité du modèle hydro-climatique TEB aux données d'occupation du sol. Il s'organise en 3 étapes.

Une première phase de bibliographie portera sur le modèle hydro-climatique TEB, sur les paramètres en entrée en lien avec la végétation urbaine (hauteur des arbres, largeur du houppier, type de végétation ...), les bases de données utilisées et sur les méthodes d'analyse, en particulier les critères de comparaison de jeux de données (Stavropoulos-Laffaille et al, 2018), ainsi que sur des études antérieures sur la sensibilité des modèles aux données d'occupation du sol.

Lors d'une deuxième phase, le.a candidat.e devra construire les jeux de données d'occupation du sol pour alimenter le modèle TEB. Pour cela, iel devra développer une méthodologie pour définir ces différents jeux de données. Les principales données à étudier seront celles en lien avec la végétation (haute ou basse, sol nu, LAI). Il s'agira d'identifier les domaines d'incertitudes sur chaque paramètre (en entrée du modèle).

La troisième phase consistera à mener l'analyse de sensibilité du modèle aux données d'occupation du sol. Le.a candidat.e analysera les résultats des différentes simulations en identifiant les variables de sortie du modèle pertinentes et en déterminant des critères d'évaluation.

## Références bibliographiques

Betou F, Chancibault K, Gaume E, Ruas A, Launeau P, Giraud M. 2022. Modélisation hydro-climatique de la métropole nantaise : préparation des données d'occupation du sol. Journées Doctorales de l'Hydrologie Urbaine 2022

de Munck C, Lemonsu A, Bouzouidja R, Masson V, and Claverie R. 2013. The GREENROOF module (v7.3) for modelling green roof hydrological and energetic performances within TEB. Geoscientific Model Development 6, 1941–1960. DOI: 10.5194/gmd-6-1941-2013

Fletcher, T.; 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 – 279.

Grimmond, S., 2007. Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming Geographical Journal, Blackwell Publishing Ltd, 173, 83-88.

Lemonsu A, Masson V, Shashua-Bar L, Erell E and Pearlmutter D. 2012. Inclusion of vegetation in the Town Energy Balance model for modelling urban green areas. Geoscientific Model Development 5, 1377–1393. DOI: 10.5194/gmd-5-1377-2012

Redon, E. C.; Lemonsu, A.; Masson, V.; Morille, B. & Musy, M., 2017. Implementation of street trees within the solar radiative exchange parameterization of TEB in SURFEX v8.0 Geoscientific Model Development,10, 385-411.

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, 4175-4194

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. ED Sciences pour l'Ingénieur, Centrale Nantes - Université Bretagne Loire.

Tunqui-Neira, J-M., Gromaire, M-C., Chancibault, K. Chebbo, G., 2022. Modélisation d'une diffusion des ouvrages de gestion à la source des eaux pluviales à l'échelle urbaine dans TEB. Séminaire plénier final du projet WiseCities (I-SITE FUTURE), Champs-sur-Marne.

## Compétences requises

Le.a candidat.e en master II ou dernière année d'école d'ingénieur devra avoir suivi une formation en climatologie ou hydrologie urbaines ou encore en cartographie. Une connaissance des SIG et du langage R serait un atout.

**Pour candidater :** envoyer lettre de motivation, CV et notes de l'année en cours ou de l'année précédente à Katia Chancibault [katia.chancibault@univ-eiffel.fr](mailto:katia.chancibault@univ-eiffel.fr) et Florian Betou [florian.betou@univ-eiffel.fr](mailto:florian.betou@univ-eiffel.fr)

**Durée du stage :** 5 à 6 mois à partir de février 2023

**Lieu de stage** : Université Gustave Eiffel, campus de Nantes, Route des ponts et chaussées, Bouguenais.

**Gratification** : environ 600 €/mois (la gratification est calculée sur la base d'un montant journalier au taux légal en vigueur).