

Interactions des chaussées avec le microclimat urbain : modélisation à l'échelle de la métropole de Nantes

Contexte

De nombreuses études s'intéressent au phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU), qui impacte le bien-être voire la santé des habitants, ainsi que la faune et la flore présentes en milieu urbain (Huang et al, 2023 ; PN ISSU¹). Ce phénomène risque de s'intensifier et d'être plus fréquent dans les prochaines décennies (Pörtner et al, 2022). Les solutions déjà identifiées sont principalement fondées sur la nature (parcs, arbres d'alignement, forêts urbaines...) (Gunawardena et al, 2017) ou sur les propriétés réfléchives des matériaux de construction (toitures et murs peints en blancs) ou les effets d'ombrage. Depuis assez récemment certaines d'études (Tormos et al., 2024) s'intéressent de plus en plus à la chaussée qui représente une fraction non négligeable des sols urbains revêtus.

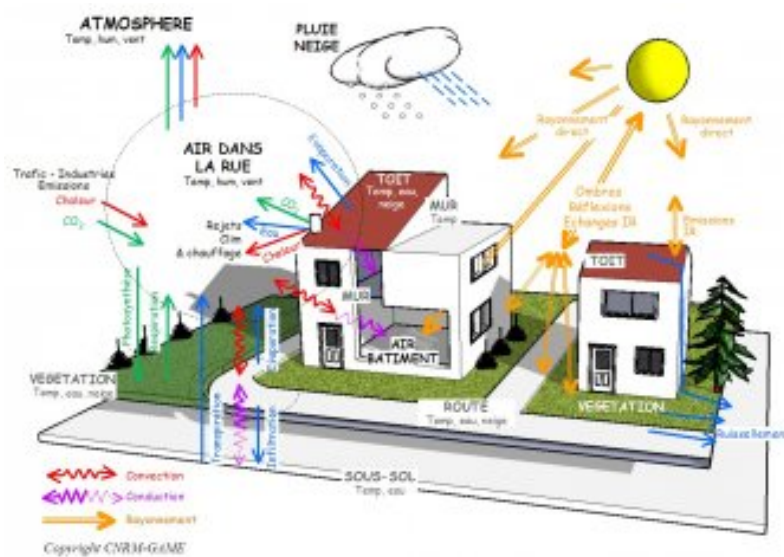


Figure 1 Processus énergétiques, radiatifs et hydriques représentés dans le modèle TEB (Stavropoulos-Laffaille et al, 2018)

Le Laboratoire Eau & Environnement de l'Université Gustave Eiffel contribue à développer un modèle de microclimat urbain TEB (Town Energy Balance²) pour étudier l'impact énergétique et hydrique du changement climatique ainsi que les solutions

¹ <https://www.pn-issu.fr/>

² <https://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article199> visité le 30 septembre 2025

d'adaptations vertes (végétalisées) ou grises (technologiques). La métropole de Nantes a ainsi fait l'objet d'une application du modèle en temps passé (2008-2022) et en temps futur (2030-2050) (Betou, 2024 ; Chancibault et al. 2025).

Le projet CADILLAC (financé par l'I-SITE FUTURE, 2025-2026) a pour objectif d'étudier comment les structures routières peuvent devenir des solutions de réduction de l'îlot de chaleur urbain (ICU). Il s'articule autour de trois axes : i) collecter et mettre en forme les données hydro-climatiques relevées dans les chaussées françaises afin de mettre à jour l'analyse de leurs performances structurelles, ii) enrichir cette base aux spécificités urbaines par des résultats simulés par un modèle hydro-climatique urbain sur des cas d'études spécifiques, iii) soutenir la collaboration pluridisciplinaire de recherche à l'échelle européenne, voire internationale.

Déroulé du stage

Dans le cadre du projet CADILLAC une base de données a été consolidée à partir de nombreuses données produites lors d'essais menés avec le manège de fatigue (Figure 2) sur le campus de Nantes de l'université Gustave Eiffel, ainsi que sur des expérimentations menées au Service Technique de l'Aviation Civil - STAC (Belmokhtar et al., 2026).



Figure 2 Le manège de fatigue de l'université Gustave Eiffel, un des plus grands simulateurs de trafic au monde, à Bouguenais. Source : <https://lames.univ-gustave-eiffel.fr/equipements/le-manege-de-fatigue>

Outre un travail de bibliographie et une prise en main du modèle TEB, la première étape du stage sera de sélectionner des expérimentations dans la base de données et

de définir le meilleur cadre de modélisation avec le modèle TEB à l'échelle des sites d'étude sélectionnés. Cela consistera à identifier les paramètres auquel le modèle est le plus sensible et d'ajuster leurs valeurs pour simuler au mieux les variables observées.

Le deuxième objectif sera de passer à l'échelle de la métropole nantaise avec TEB, sur la base des simulations de Betou (2024) et en fonction des résultats obtenus dans la première étape. Une analyse des variables microclimatiques simulées, en fonction des caractéristiques des routes urbaines sera menée. En fonction des résultats, une classification d'indicateurs selon la typologie des quartiers (LCZ) pourra être proposée.

Lieu du stage

Le stage sera positionné au Laboratoire Eau & Environnement³, sur le campus nantais de l'Université Gustave Eiffel (localisé à Bouguenais, près de Nantes. Le·a stagiaire sera co-encadré·e, dans le cadre du projet CADILLAC, par des chercheurs du LAMES⁴, qui mène des expérimentations accélérées et modélisations mécaniques et thermo-mécaniques des multi-matériaux testés sur le manège de fatigue des chaussées (<https://www.youtube.com/watch?v=nGihMk1hEZW>).

Prérequis

Le·a candidat·e doit être en Master 2 ou en dernière année d'école d'ingénieur. Des connaissances en microclimat urbain ou en structure de chaussées seront appréciées. L'expérience d'outils d'analyse de données tels que R, python ou MatLab/SciLab sera utile. Un goût pour la modélisation est nécessaire. Un bon niveau en anglais est un plus.

Gratification et durée

Au taux en vigueur au moment du stage soit environ 650€/mois pendant 5 à 6 mois selon les contraintes de la formation.

Candidature

Le·a candidat·e doit envoyer son CV avec une lettre (ou un mail) de motivation à Katia CHANCIBAUTL katia.chancibault@univ-eiffel.fr.

Références

Belmokhtar M., Souop M., Chabot A, Blanc J., Chancibault K. Overview of thermal data collected during accelerated pavement testing. *11th International Conference on Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields (BCRRA 2026)*, 22–24 June 2026, Ljubljana, Slovenia.

Betou, F. Méthodologie pour l'étude d'impact hydro-climatique du changement climatique : modélisation numérique à l'échelle de la métropole nantaise. Ecole Doctorale Matière, Molécules, Matériaux et Géosciences, 2024

³ <https://ee.univ-gustave-eiffel.fr/>

⁴ <https://lames.univ-gustave-eiffel.fr/>

- Chancibault, K.; Betou, F.; Stavropoulos-Laffaille, X.; Ruas & Gaume, E. Rainfall downscaling for climate change impact analysis at a city scale. *13th Urban Drainage Modelling Conference, 2025*
- Gunawardena, K.; Wells, M. & Kershaw, T. Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of The Total Environment, 2017, 584, 1040 - 1055*
- Huang, W. T. K.; Masselot, P.; Bou-Zeid, E.; Fatichi, S.; Paschalis, A.; Sun, T.; Gasparrini, A. & Manoli, G. Economic valuation of temperature-related mortality attributed to urban heat islands in *European cities Nature Communications, 2023, 14, 7438*
- Pörtner, H.-O.; Roberts, D.; Tignor, M.; Poloczanska, E.; Mintenbeck, K.; Alegría, A.; Craig, M.; Langsdorf, S.; Löschke, S.; Möller, V.; Okem, A. & Rama, B. (Eds.) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022, Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*
- Stavropoulos-Laffaille, X.; Chancibault, K. ; Brun, J-M. ; Lemonsu, A. ; Boone, A. & Andrieu, H. 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 Discussions, 2018, 1-28.*
- Tormos, S., Chabot, A., Dave, E. V. 2024. A Review of Urban Heat Island-Reducing Pavement Types and Thermal Properties. In: Carter, A., Vasconcelos, K., Dave, E. (eds) *14th International Conference on Asphalt Pavements ISAP2024* Montreal. ISAP APE 2024. Springer, Cham. Doi: 10.1007/978-3-031-67252-1_35.