

Laboratoire d'accueil : Département Matériaux & Structures - LAMES (<https://www.univ-gustave-eiffel.fr/recherche/composantes-de-recherche/>)

Responsable stage : Armelle Chabot (armelle.chabot@univ-eiffel.fr),

Titre du sujet : **Évaluation mécanique des interfaces entre matériaux routiers d'îlots de chaleurs urbains**

Liés aux changements climatiques et aux constructions urbaines, l'augmentation des températures des villes, appelée îlot de chaleur urbain (ICU) (ADEME 2012) (cf. Figure), a clairement été mise en évidence en Europe pendant la vague de chaleur de 2019 (<https://www.jpl.nasa.gov/news/nasas-ecostress-maps-european-heat-wave-from-space>). En France, des études importantes portant sur la réduction des ICU sont en cours, dont notamment : au CEREMA ; à l'Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville - iRSTV Nantes ; au LABEX ImU surchauffe urbaine à Lyon ou dans différents projets utilisant l'équipement SmartCity de l'Université Gustave Eiffel. Concernant les routes urbaines conçues avec des matériaux hétérogènes (enrobés ou béton) et ayant un albédo très faible (Hendel et al., 2018) (Haslett et al., 2021), quelques solutions sont proposées et testées. L'interface entre matériaux dans ces structures, multicouches avec ou sans inclusions, est l'un des maillons faibles de ces assemblages (Petit et al., 2018) (Chabot et Deep, 2019) (Gharbi et al., 2022). Leur tenue mécanique doit nécessairement être approfondie dans les conditions de leurs utilisations urbaines.

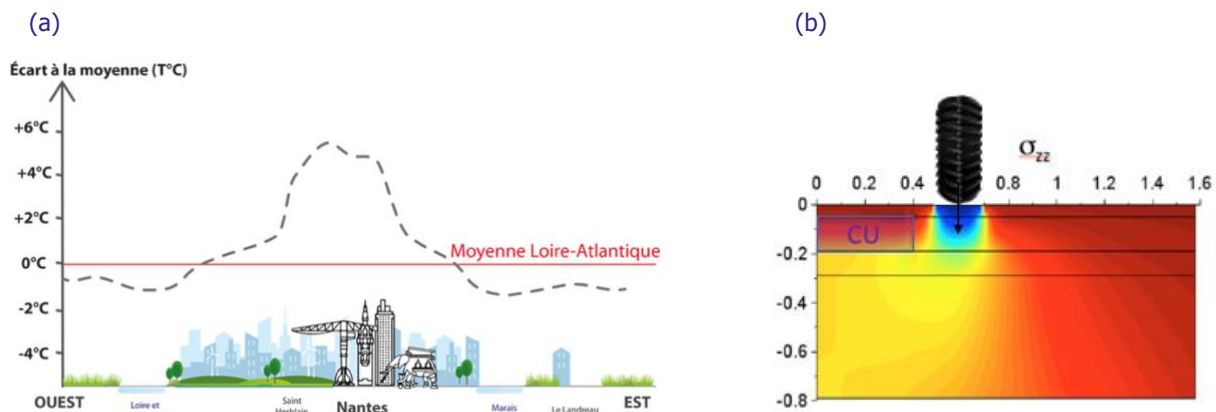


Figure : (a) Schéma de principe de l'îlot de chaleur urbain sur la métropole nantaise (From <https://auran.org/content/quest-ce-quun-ilot-de-chaleur>) ; (b) Contraintes verticales dans le demi plan d'une chaussée avec boîtier de rechargement électrique (CU) (After Chabot & Deep, 2019)

En amont d'un sujet de thèse en collaboration avec l'Université du New-Hampshire (UNH), ce stage a pour but de réaliser, par éléments finis (EF) sous Cast3M (<http://www-cast3m.cea.fr/>) et/ou par Différences Finies (DF) sous Scilab (<https://www.scilab.org/>), des études paramétriques, en deux dimensions (2D), d'interfaces constituées de multi-matériaux routiers d'ICU. Dans un premier temps, une recherche bibliographique listera les différents nouveaux matériaux, solutions et assemblages considérés actuellement pour les ICU (notamment à Nantes, Lyon, Paris, mais aussi à New-York, Chicago et Los Angeles). Dans un second temps, des analyses paramétriques seront conduites à partir de codes déjà présents dans les outils numériques cités précédemment. A partir des résultats obtenus, prenant en compte certains effets thermiques et hydriques des matériaux (en lien éventuel avec des résultats d'essais et EF sur Abaqus de l'UNH), il s'agira finalement de proposer quelques solutions optimales en termes d'état de contraintes interfaciales de tels assemblages.

Références

- ADEME (2012) Recommandation pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain à destination des collectivités territoriales. Guide N°786
- Chabot A., Deep P., 2019. 2D Multilayer Solution for an Electrified Road with a built-in Charging Box. Road Material and Pavement Design, 20 (sup2), s590-s603. doi: 10.1080/14680629.2019.1621445
- Gharbi M, Chabot A, Geffard J-L, Nguyen ML (2022) Interlaminar Mode-I Fracture Characterization Underwater of Reinforced Bituminous Specimens. RILEM Bookseries 27: 1119–1125. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46455-4_142
- Haslett KE, Knott JF, Stoner AMK, Sias JE, Dave EV, Jacobs JM, Mo W, Hayhoe K (2021) Climate change impacts on flexible pavement design and rehabilitation practices. RMPD 22(9):2098–2112. <https://doi.org/10.1080/14680629.2021.1880468>
- Hendel M, Parison S, Grados A, Royon L (2018) Which pavement structures are best suited to limiting the UHI effect? A laboratory-scale study of Parisian pavement structures. Building and Environment 144:216–229. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.08.027>
- Petit C., Chabot A., Destrée A., Raab C. (2018) Interface Debonding Behavior. In: Buttler W., Chabot A., Dave E., Petit C., Tebaldi G. (eds) Mechanisms of Cracking and Debonding in Asphalt and Composite Pavements. RILEM State-of-the-Art Reports, vol 28: 103-153. Springer, Cham, ISBN 978-3-319-76848-9, Series ISSN, 2213-204X doi: 10.1007/978-3-319-76849-6_3

Contexte : accueil sur site dépendant de la situation sanitaire (encadrement hybride possible à distance) ; stage en amont d'une thèse en co-tu telle en discussion avec Eshan Dave de l'Université du New-Hampshire (USA).

Période : 5-6 mois avant fin juillet 2022 idéalement

Compétences recherchées : un bon niveau en mécanique des solides dès la L3, une curiosité et un goût prononcé pour la recherche sont requis. Un bon niveau en anglais est un plus.

univ-gustave-eiffel.fr

Welcoming Lab : Département Matériaux & Structures - LAMES (<https://www.univ-gustave-eiffel.fr/recherche/composantes-de-recherche/>)

Advisor: Armelle Chabot (armelle.chabot@univ-eiffel.fr)

Topic title: **Interfacial mechanical field evaluations for multiple material systems used for urban heat island**

Due to climate change and urban constructions, the increase of temperatures in cities, called urban heat islands (UHI) (ADEME 2012) (see Figure), was clearly highlighted in Europe during the heat wave of 2019 (<https://www.jpl.nasa.gov/news/nasas-ecostress-maps-european-heat-wave-from-space>). In France, major studies started in order to reduce these effects, for instance at: CEREMA; the Institute for Research in Sciences and Techniques of the City - iRSTV Nantes; the LABEX ImU urban overheating studio in Lyon or related to various projects using the SmartCity equipment of Gustave Eiffel University. Regarding urban roads, that are classically made with heterogeneous materials (asphalt or concrete) having a very low albedo (Hendel et al., 2018) (Haslett et al., 2021), some new solutions are proposed and tested. The interface between materials in these structures, including multilayers with or without inclusions, is one of the weak links regarding the way each one of these is bonded (Petit et al., 2018) (Chabot and Deep, 2019) (Gharbi et al., 2022). It is a need to improve their mechanical durability under these new loading urban conditions.

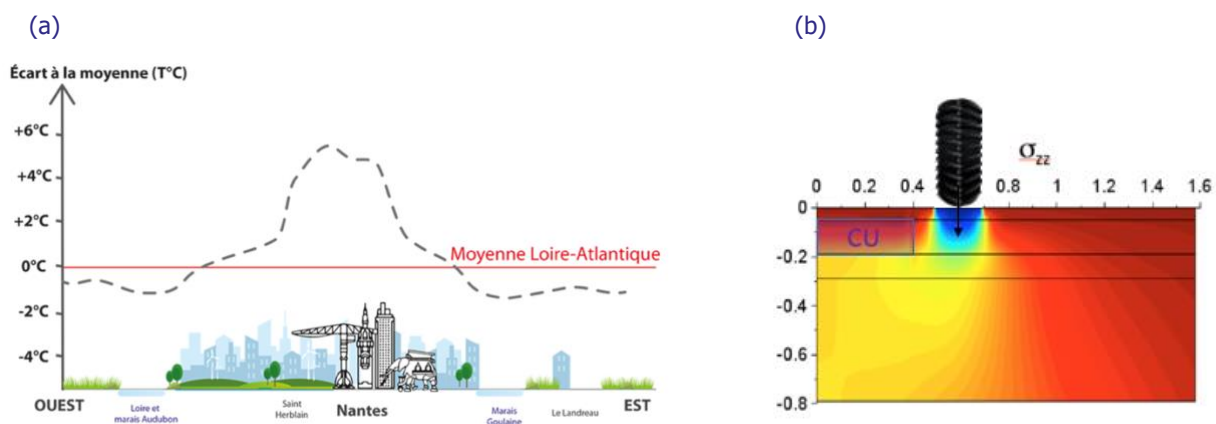


Figure: (a) Schematic diagram of the urban heat island for the Nantes metropolitan area (From <https://auran.org/content/quest-ce-quun-ilot-de-chaieur>), (b) Vertical stress distribution in half plane of an electrified road with a charging unit (CU) (After Chabot & Deep, 2019)

Prior to a Ph.D. research on this subject in collaboration with the University of New Hampshire (UNH), this internship project aims to carry out, by using finite elements (EF) calculus on Cast3M (<http://www-cast3m.cea.fr>) and / or Finite Differences (DF) on Scilab (<https://www.scilab.org/>), two dimensional (2D) parametric studies of interfaces between multiple UHI road materials. Firstly, a bibliographic work consisting of the listing of different materials, solutions and assemblies currently considered for UHIS UHI (in particular in Nantes, Lyon, Paris, but also in New York, Chicago and Los Angeles). Secondly, parametric analyzes will be carried out using existing numerical tools. From the results obtained, taking into account some thermal and water effects in the materials (linked possibly to previous testing results or FE ones obtained with Abaqus at UNH), the aim of this work is to propose some optimal solutions in terms interfacial stress field for such assemblies.

Références

- ADEME (2012) Recommandation pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain à destination des collectivités territoriales. Guide N°786
 Chabot A., Deep P., 2019. 2D Multilayer Solution for an Electrified Road with a built-in Charging Box. Road Material and Pavement Design, 20 (sup2), s590-s603. doi: 10.1080/14680629.2019.1621445
 Gharbi M, Chabot A, Geffard J-L, Nguyen ML (2022) Interlaminar Mode-I Fracture Characterization Underwater of Reinforced Bituminous Specimens. RILEM Bookseries 27: 1119–1125. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46455-4_142
 Haslett KE, Knott JF, Stoner AMK, Sias JE, Dave EV, Jacobs JM, Mo W, Hayhoe K (2021) Climate change impacts on flexible pavement design and rehabilitation practices. RMPD 22(9):2098–2112. <https://doi.org/10.1080/14680629.2021.1880468>
 Hendel M, Parison S, Grados A, Royon L (2018) Which pavement structures are best suited to limiting the UHI effect? A laboratory-scale study of Parisian pavement structures. Building and Environment 144:216–229. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.08.027>
 Petit C., Chabot A., Destrée A., Raab C. (2018) Interface Debonding Behavior. In: Buttler W., Chabot A., Dave E., Petit C., Tebaldi G. (eds) Mechanisms of Cracking and Debonding in Asphalt and Composite Pavements. RILEM State-of-the-Art Reports, vol 28: 103-153. Springer, Cham, ISBN 978-3-319-76848-9, Series ISSN, 2213-204X doi: 10.1007/978-3-319-76849-6_3

Context: depending on the world health situation, hybrid co-supervision mode both on site and on internet possible; Ph.D. topic possible with Eshan Dave from the University of New Hampshire (USA) as a next step.

Period: 5-6 months before end of July 2022 if possible

Required skills: good level in solid mechanics since bachelor and Master1 degree, a curiosity and a pronounced interest for research are required. Good level both in French and in English will also be considered.