

APPORT DE LA SIMULATION ATMOSPHÉRIQUE HAUTE RÉOLUTION POUR COMPRENDRE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR ET L'ICU PENDANT LES VAGUES DE CHALEUR DE L'ÉTÉ 2022 À DIJON

Alexandre BERGER¹, Mélissa POUPELIN^{2,1}, Julien CRÉTAT¹, Julien PERGAUD¹, Benjamin POHL¹, Mario REGA¹, Yves RICHARD¹

1. Centre de Recherches de Climatologie, UMR Biogéosciences, CNRS/Université de Bourgogne, Dijon, France, alexandre.berger@u-bourgogne.fr ; julien.cretat@u-bourgogne.fr ; julien.pergaud@u-bourgogne.fr ; benjamin.pohl@u-bourgogne.fr ; yves.richard@u-bourgogne.fr

2. Laboratoire ThÉMA, UMR CNRS 6049, Université de Bourgogne-Franche-Comté, Dijon et Besançon, France, poupepinmelissa.pro@gmail.com

Contribution of high-resolution atmospheric simulation to understand air temperature and UHI during the summer 2022 heat waves in Dijon

Mots-clés : simulation haute-résolution, vagues de chaleur, îlot de chaleur urbain, Dijon Métropole

Keywords: High-resolution modelling, Heat waves, Urban heat island, Dijon Metropolis

Introduction

Les vagues de chaleur deviennent de plus en plus fréquentes, sévères et longues sous l'effet du changement climatique. Leurs impacts sont exacerbés dans les villes du fait de l'îlot de chaleur urbain (ICU). La proposition de plans d'adaptation efficaces nécessite des études en amont pour mieux comprendre la variabilité spatio-temporelle de la température de l'air au cœur des villes (Carter *et al.*, 2015).

1. Données et méthodes

1.1. Les observations

Cette étude porte sur la température de l'air à 2m (T_{2m}) observée lors des quatre vagues de chaleur de l'été 2022 par le réseau dense MUSTARDijon (Richard *et al.*, 2018). Nous distinguons quatre groupes de stations (Fig. 1) : d'une part, 41 stations urbaines de plaine (altitude < 300m) et 13 stations rurales de plaine (altitude < 300m) pour étudier l'impact de l'occupation du sol, et d'autre part, 3 stations de vallée et 3 stations de plateau (altitude > 400m) pour analyser la sensibilité aux inversions thermiques.

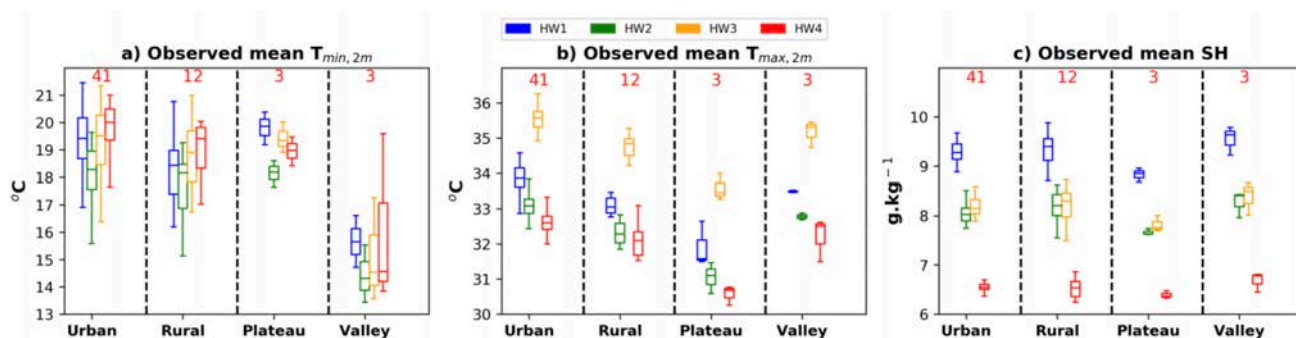


Figure 1. Distribution spatiale des températures observées à Dijon pendant les quatre vagues de chaleur (HW) de l'été 2022. a) Température minimale moyenne, b) Température maximale moyenne et c) Humidité spécifique moyenne.

1.2. Modélisation et méthode

Nous avons réalisé des simulations à 150 m de résolution horizontale avec le modèle atmosphérique Méso- NH (Lac *et al.*, 2018) couplé avec les schémas de surface TEB (Masson *et al.*, 2000) et ISBA (Calvet *et al.*, 1998) adaptés aux milieux urbains et ruraux respectivement. Dans la version utilisée, l'occupation du sol a été redéfinie finement avec une définition précise des fractions de bâtiments, de routes, et de la végétation basse et haute (Poupepin *et al.*, 2022).

D'abord, les écarts entre les températures simulées aux points de grille les plus proches des stations et celles observées sont systématiquement analysés pour évaluer la capacité de Méso-NH à simuler le rythme diurne de T_{2m} dans chacun des 4 groupes de stations. Puis, nous étudions les facteurs à l'origine de la variabilité spatio-

temporelle de T2m en utilisant des prédictors comme l'occupation du sol, l'humidité du sol et de l'atmosphère, le bilan d'énergie et la dynamique atmosphérique.

2. Résultats

2.1. Validation du modèle

Le modèle simule correctement le cycle diurne de T2m, malgré un biais froid systématique au lever et au coucher du soleil, principalement en plaine. Le modèle présente aussi un biais chaud la nuit dans les vallées lors des inversions thermiques.

2.2. Les facteurs à l'origine de la variabilité spatio-temporelle de T2m et de l'ICU

Nous montrons que les bâtiments et les routes contribuent à réchauffer l'environnement urbain surtout la nuit, bien que ces contributions soient surestimées dans le modèle quelles que soient les vagues de chaleur. Au contraire, la végétation contribue à rafraîchir l'environnement urbain tout au long de la journée pour la végétation basse et seulement la nuit pour la végétation haute, ce aussi bien dans l'observation que pour les simulations. Les simulations permettent de relayer les observations pour comprendre les mécanismes régissant la variabilité de la température de l'air. L'impact de la minéralité de la ville se fait essentiellement via les flux de chaleur sensible, alors que les flux de chaleur latente dominant en campagne. L'humidité du sol comme de l'air ne semble pas impacter la température de l'air, ICU y compris, pour les vagues de chaleur étudiées alors que la vitesse du vent semble contrôler l'intensité de l'ICU.

Conclusion

L'étude montre que Meso-NH est un outil adapté pour simuler la température atmosphérique à fine résolution spatiale lors des vagues de chaleur. Il permet de mieux comprendre les mécanismes régissant la variabilité spatiale de la température observée en complétant les observations et les paramètres manquants mesurés aux stations. Les résultats montrent que les vagues de chaleur induisent une variabilité spatio-temporelle de la température propre à chacune. L'environnement urbain est réchauffé par rapport à l'environnement rural de par les bâtiments et les routes, et la végétation basse atténue celui-ci. La vitesse du vent semble être un facteur prédominant contrôlant l'intensité de l'ICU. Un autre travail est en cours et s'intéresse à l'impact d'un réchauffement atmosphérique sur la variabilité de la température et de l'ICU.

Remerciements : Les auteurs remercient Météo-France pour la mise à disposition des données de la station de Dijon Longvic (convention avec l'Université de Bourgogne). Ce projet a été développé dans le cadre du projet H2020 RESPONSE.

Bibliographie

- Calvet, C., Noilhan, J., Roujean, J. L., Bessemoulin, P., Cabelguenne, M., Olioso, A., and Wigneron, J. P., 1998 : An interactive vegetation svat model tested against data from six contrasting sites. *Agricultural and Forest Meteorology*, **92**(2):73–95.
- Carter, J.G., Cavan, G., Connelly, A., Guy, S., Handley, J. and Kazmierczak, A., 2015 : Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in planning*, **95**, pp.1-66.
- Lac, C., Chaboureau, J.P., Masson, V., Pinty, J.P., Tulet, P., Escobar, J., Leriche, M., Barthe, C., Aouizerats, B., Augros, C. and Aumond, P., 2018 : Overview of the Meso-NH model version 5.4 and its applications. *Geoscientific Model Development*, **11**(5), pp.1929-1969.
- Masson, V., 2000 : A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models. *Boundary-layer meteorology*, **94**(3):357–397.
- Richard, Y., Emery, J., Dudek, J., Pergaud, J., Chateau-Smith, C., Zito, S., Rega, M., Vairet, T., Castel, T., Thévenin, T., Pohl, B., 2018 : How relevant are local climate zones and urban climate zones for urban climate research ? Dijon (France) as a case study. *Urban Climatology*. **26**, 258-274.
- Poupelin, M. *et al.*, 2022 : Impacts d'une meilleure description de la végétation urbaine sur des simulations du climat urbain avec SURFEX-TEB.