



Soutenance de thèse CNRM

**Changements climatiques et événements extrêmes dans les villes françaises par une approche de modélisation couplée à haute résolution**

Par Yohanna MICHAU (GMME/VILLE)

**Le vendredi 15 décembre 2023 à 9h30**  
en salle Joël Noilhan (246, bâtiment Navier)

Lien BJ : <https://bluejeans.com/301790645/2983>

Membres du jury :

**Sylvain BIGOT**, Rapporteur

**Rafiq HAMD**I, Rapporteur

**Ségo**lène BERTHOU, Examinatrice

**Sophie BASTIN**, Examinatrice

**Catherine LIOUSSE**, Examinatrice

**Emilia SANCHEZ-GOMEZ**, Examinatrice

**Aude LEMONSU**, Directrice de thèse

**Philippe LUCAS-PICHER**, Co-directeur de thèse

## Résumé

Les villes jouent un rôle crucial dans les études climatiques. D'une part, elles concentrent la majorité des biens et des populations, ce qui accroît leur vulnérabilité face aux changements climatiques et, en particulier, aux évènements extrêmes associés. D'autre part, les villes contribuent de manière significative aux émissions mondiales de gaz à effet de serre, à l'origine des changements climatiques. Face à ces enjeux, de nouveaux outils de modélisation climatique sont utilisés pour prévoir les évolutions potentielles du climat urbain sous l'effet du changement climatique et évaluer les mesures d'adaptation. Ces modèles doivent prendre en compte le signal de fond des changements climatiques à l'échelle globale, les processus de surface spécifiques à l'environnement urbain et les interactions complexes entre l'atmosphère et la surface terrestre. Au Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM), des études sur le climat urbain sont menées en couplant le modèle régional de climat à haute résolution AROME avec le modèle de canopée urbaine TEB, afin de représenter de manière explicite les zones urbaines.

Une étude climatologique portant sur la période 2000-2018 a montré que cette configuration est apte à reproduire les conditions climatiques régionales et le signal urbain des principales villes françaises. Cela a conduit à son utilisation pour étudier l'évolution future du climat urbain et l'exposition des villes aux évènements météorologiques extrêmes. Les simulations basées sur le scénario RCP8.5 révèlent une augmentation des températures plus marquée dans les environnements naturels que dans les villes, réduisant l'intensité de l'îlot de chaleur urbain et les différences d'exposition aux conditions de canicule. De plus, les villes méditerranéennes, qui connaissent déjà une forte augmentation des températures extrêmes, pourraient voir une augmentation de la fréquence des précipitations journalières extrêmes en automne. L'analyse multi-modèles réalisée à partir des expériences du FPS Convection a confirmé certains de ces résultats sur Paris (France). En particulier, ces expériences s'accordent sur l'augmentation de la durée, de l'intensité et de la fréquence des canicules en réponse aux changements climatiques, ainsi que sur la diminution de l'îlot de chaleur urbain diurne en été.

Ce travail de thèse souligne la pertinence des configurations de modélisation climatique intégrant un modèle urbain spécifique. Les résultats ont permis d'identifier plusieurs axes d'amélioration et d'analyse, contribuant à enrichir les réflexions au sein de la communauté scientifique en vue de futures expériences coordonnées.

## **Abstract**

Cities play a pivotal role in climate research. On one hand, they concentrate most of the goods and population, making them highly vulnerable to climate change, especially to associated extreme weather events. On the other hand, cities contribute significantly to global greenhouse gas emissions, which are the driving force behind climate change. Within this context, new climate modeling tools are used to project the evolution of urban climates in response to climate change and assess adaptation strategies. These models must consider the overarching global-scale climate change trends, the intricate urban physical processes, and the complex interactions between the atmosphere and the Earth's surface. At the National Centre for Meteorological Research (CNRM), urban-scale climate research is conducted by coupling the high-resolution regional climate model AROME with the urban canopy model TEB to explicitly represent urban areas.

A climatological study covering the period from 2000 to 2018 demonstrated the ability of this configuration to reproduce regional climate conditions and the urban signals of major French cities. This has led to its use in investigating upcoming urban climate trends and the exposure of cities to extreme weather events. Simulations based on the RCP8.5 scenario reveal a more significant increase in rural temperatures compared to cities, reducing the intensity of the urban heat island effect and disparities in exposure to heatwaves. Furthermore, Mediterranean cities, which are already experiencing a strong increase in extreme heat, may see an increase in the frequency of extreme daily rainfall in autumn. A multi-model analysis, based on FPS Convection experiments, supports some of these findings for Paris, France. In particular, these simulations agree on the projected increase in the duration, intensity, and frequency of heatwaves in response to climate change, as well as the reduction of the diurnal urban heat island during the summer.

This thesis works underscores the relevance of climate modeling configurations that incorporate a dedicated urban model. The results have identified several areas for improvement and analysis, contributing to enrich discussions within the scientific community for future coordinated experiments.