

PROJET DE FIN D'ETUDES
INGENIEURS DE L'ECOLE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE
FICHE DE PROPOSITION DE SUJET

Titre du sujet proposé : Evaluation du modèle climatique CNRM-AROME couplé au modèle urbain TEB sur la région parisienne pour l'étude du climat urbain et des interactions avec l'atmosphère

Organisme ou service proposant le sujet : CNRM UMR 3589, Météo-France/CNRS
Groupe GMME, Equipe VILLE

Responsable principal du stage :

Responsable principal (le responsable principal est l'interlocuteur direct de l'Ecole. C'est à lui, en particulier, que seront adressés les courriers ultérieurs) :

NOM : **LEMONSU**

Prénom : **Aude**

téléphone : **05.61.07.97.52**

Mél : **aude.lemonsu@meteo.fr**

Autres responsables :

Le stage présente-t-il un caractère de confidentialité ? : non

Le stage peut-il être effectué à distance ? : non

1) Description du sujet – livrables attendus

Contexte

Les villes concentrent les populations et les activités, de sorte qu'elles contribuent aux émissions de gaz à effet de serre, tout en étant très vulnérables aux effets locaux du changement climatique (CC). L'évaluation des impacts du CC - par ex. sur le stress thermique des habitants ou sur la consommation d'énergie des bâtiments - nécessite de raffiner les projections climatiques fournies par des modèles de climat globaux ou régionaux à une échelle spatiale plus fine et plus adaptée à l'étude des villes. Pour cela, on utilise désormais au laboratoire le modèle de climat régional à haute résolution CNRM-AROME (mailles de 2.5 ≃ 2.5 km², Caillaud et al. 2021). Il intègre une représentation explicite des zones urbaines et des processus physiques associés grâce au modèle TEB (Masson 2000), ce qui permet de traiter les interactions entre climat urbain et climat régional et de représenter avec plus de réalisme certains phénomènes propres aux villes, comme les îlots de chaleurs urbains ou l'effet des villes sur les précipitations (Lemonsu et al. 2022). Des améliorations de la configuration CNRM-AROME-TEB sont

néanmoins envisagée pour raffiner la modélisation de ces phénomènes et diagnostiquer de nouveaux indicateurs d'impacts.

Objectif scientifique

La nouvelle configuration CNRM-AROME couplée à TEB est actuellement testée sur un domaine France élargie, forcée par les réanalyses globales ERA-5 sur l'année 2015, et bientôt sur une période passée plus longue. Le stage a pour objectif général d'évaluer et de raffiner cette configuration pour les applications urbaines, avec la région parisienne comme cadre d'étude.

Organisation du travail

Trois étapes sont envisagées, qui seront adaptées selon l'avancement du travail :

- (1) Confronter les résultats de la nouvelle configuration aux observations de surface et d'atmosphère disponibles sur la région parisienne pour évaluer la physique du modèle CNRM-AROME et du modèle urbain TEB. En particulier, la base de données très complète de la campagne de mesures PANAME 2022 pourra être exploitée.
- (2) Tester de nouvelles versions du modèle TEB dans CNRM-AROME, notamment pour la représentation de la végétation urbaine (Lemonsu et al. 2012) et pour l'énergétique des bâtiments (Pigeon et al. 2008) et le confort thermique (Redon et al. 2021).
- (3) Evaluer l'effet de l'urbanisation sur le climat urbain et régional en comparant deux simulations CNRM-AROME intégrant des cartes d'usage des sols différentes (en collaboration avec le CIRED)

Le/la candidat-e devra se familiariser avec les champs disciplinaires d'intérêt (en particulier, climat urbain et interactions surface/atmosphère) et la manipulation de grosses bases de données à l'aide de langages de programmation du type python ou R. Il sera amené à travailler en équipe sur des méthodes communes d'analyse des données, d'évaluation et d'inter-comparaison des modèles.

Bibliographie

- Caillaud C et al. (2021) Modelling Mediterranean heavy precipitation events at climate scale : an object-oriented evaluation of the CNRM-AROME convection-permitting regional climate model. *Clim Dyn* 56, 1717–1752.
- Lemonsu A et al. (2022) What added value of CNRM-AROME convection-permitting regional climate model compared to CNRM-ALADIN regional climate model for urban climate studies ? Evaluation over Paris area (France). *Climate Dynamics*, en révision.
- Lemonsu A et al. (2012) Inclusion of vegetation in the Town Energy Balance model for modelling urban green areas. *Geoscientific Model Development*, 5:1377-1393.
- Masson V (2000) A Physically-based scheme for the Urban Energy Budget in atmospheric models. *Boundary-Layer Meteorol.*, 94, 357-397.
- Pigeon et al. (2008) Simulation of fall and winter energy balance over a dense urban area using the TEB scheme. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 102(3-4), 159-171.
- Redon E et al. (2020) An urban trees parameterization for modelling microclimatic variables and thermal comfort conditions at street level with the Town Energy Balance model (TEB-SURFEX v8.0). *Geoscientific Model Development*, 13:385-399.

2) lieu du stage, durée ou période

Le stage se déroulera au CNRM dans l'équipe VILLE, pour une durée de six mois à partir de février 2023. A noter que l'étudiant.e pourra être amené.e à participer (s'il.elle le souhaite) à la prochaine phase expérimentale de PANAME qui aura lieu durant l'été 2023 à Paris.