

PROJET DE FIN D'ETUDES

INGENIEURS DE L'ECOLE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE

FICHE DE PROPOSITION DE SUJET

Titre du sujet proposé : Construction d'une paramétrisation basée sur des quartiers hétérogènes pour les effets dynamiques de l'environnement urbain à la moyenne échelle.

Organisme ou service proposant le sujet : DESR/CNRM/GMME/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 : NAGEL

Prénom : Tim

téléphone : 0561079048

Mél : tim.nagel@meteo.fr

Autres responsables : Robert Schoetter

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

Les villes sont connues pour avoir une forte influence sur les champs météorologiques locaux, réduisant la vitesse du vent, augmentant la turbulence et modifiant le transport de polluants. Les bâtiments génèrent des structures turbulentes proportionnelles à leur taille, interagissant avec le vent moyen et les tourbillons dans la couche limite atmosphérique. Dans les modèles météorologiques à moyenne échelle (résolution hectométrique à kilométrique), une représentation explicite des effets individuels des bâtiments est impossible et l'on paramètre plutôt l'effet moyen d'un ensemble de bâtiments, via des termes de traînée et une modification de la longueur de mélange. La résolution des modèles à moyenne échelle augmentant avec les moyens de calcul modernes, ces paramétrisations doivent sans cesse être améliorées.

Météo-France et le Laboratoire d'Aérodynamique développent depuis 30ans MesoNH¹, un modèle météorologique de recherche dont les améliorations des paramétrisations physiques servent à améliorer les modèles de prévision du temps et de climat régional comme AROME. Depuis peu, MesoNH possède une version où les obstacles comme les bâtiments peuvent être résolus explicitement avec la méthode aux frontières immergées: MesoNH-IBM². Ce modèle a été validé dans différentes configurations comme la dispersion de polluant en milieu urbain idéalisé³. Le modèle est maintenant utilisé pour l'étude des caractéristiques aérodynamiques de quartiers idéalisés, construits à partir de la classification des Local Climate Zones⁴ (LCZ). La détermination de coefficients de traînée et de longueur

de mélange pour chacun de ces quartiers idéalisés permet l'élaboration d'une nouvelle paramétrisation des effets dynamiques de l'environnement urbain à moyenne échelle. Des publications scientifiques sont en cours de rédaction sur ces travaux.

Dans le cadre de ce stage nous souhaitons proposer une paramétrisation améliorée, dérivée à partir de quartiers idéalisés construits en combinant plusieurs LCZ.

Au cours de ce stage, la candidate ou le candidat :

- Construira des configurations de quartiers urbains suivant une méthode procédurale et en combinant plusieurs LCZ. Une phase d'étude bibliographique sera nécessaire pour la définition de ces quartiers types, afin de représenter au mieux la variété de formes urbaines existant au niveau de la France et au-delà.
- Lancera des simulations massivement parallèles avec MesoNH-IBM.
- Étudiera les caractéristiques aérodynamiques des quartiers-types et calculera les variables d'intérêt en vue de l'élaboration d'une paramétrisation améliorée des effets dynamiques de l'environnement urbain à la moyenne échelle.

Pour ce stage, des compétences en mécanique des fluides ou météorologie/océanographie ainsi que une affinité pour la modélisation numérique seront bénéfiques.

Références :

¹Lac, C., Chaboureau, P., Masson, V., Pinty, P., Tulet, P., Escobar, J., ... & Aumond, P. (2018). Overview of the Meso-NH model version 5.4 and its applications. *Geoscientific Model Development*.

²Auguste, F., Réa, G., Paoli, R., Lac, C., Masson, V., & Cariolle, D. (2019). Implementation of an immersed boundary method in the Meso-NH v5. 2 model: applications to an idealized urban environment. *Geoscientific Model Development*, 12(6), 2607-2633.

³Nagel, T., Schoetter, R., Masson, V., Lac, C., & Carissimo, B. (2022). Numerical Analysis of the Atmospheric Boundary-Layer Turbulence Influence on Microscale Transport of Pollutant in an Idealized Urban Environment. *Boundary-Layer Meteorology*, 184(1), 113-141.

⁴Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879-1900.

2) lieu du stage, durée ou période

CNRM (Météopole/Toulouse)-- 5/6 mois