

## M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Centre National de Recherches Météorologiques (Météo-France/CNRS)

Titre du stage : Calcul de coefficients de trainée pour des villes idéalisées avec MESONH-IBM

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Tim Nagel (Post-Doctorant MF)/ Robert Schoetter (CRDD)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage : [tim.nagel@meteo.fr](mailto:tim.nagel@meteo.fr) / 0561079048

Sujet du stage :

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 notamment des termes de trainée. La résolution des modèles à moyenne échelle augmentant avec les moyens de calcul modernes, ces paramétrisations doivent sans cesse être améliorées.

Météo-France développe depuis 30ans MésoNH<sup>1</sup>, un modèle météorologique de recherche permettant de simuler des configurations de la méso-échelle à la micro-échelle. Les améliorations des paramétrisations physiques testées dans MésoNH servent à améliorer les modèles de prévision du temps et de climat régional comme AROME. Depuis peu, MésoNH possède une version où les obstacles comme les bâtiments peuvent être résolus explicitement avec la méthode aux frontières immergées: MésoNH-IBM<sup>2</sup>. Ce modèle a été validé dans différentes configurations comme la dispersion de polluant en milieu urbain (explosion AZF à Toulouse notamment<sup>3</sup>). Le calcul des coefficients de trainée d'obstacles cubiques par le modèle MésoNH-IBM a été validé sur des reproductions numériques d'expériences en soufflerie.

Dans le cadre de ce stage nous souhaitons calculer les coefficients de trainée de quartiers et de villes idéalisés représentés avec la méthode aux frontières immergées.

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

- Construera des configurations de quartiers urbains et de villes idéalisés à l'aide d'une méthode procédurale. Ces quartiers et villes idéalisés auront différents types et densité de bâtiments pour représenter la variété de formes urbaines existant au niveau de la France et au-delà. Une phase d'étude bibliographique sera nécessaire pour la définition de ces quartiers types, cette dernière s'inspirera de ce qui a été fait pour l'étude des températures en ville et de la notion de «local climate zone» (LCZ<sup>4</sup>).
- Lancera des simulations massivement parallèles avec MésoNH-IBM.
- Calculera les coefficients de trainée des quartiers et villes construits en vue de la création d'une base de coefficients de trainée utilisable par la communauté scientifique. Cette base associera à chaque type de quartier prédéfini un coefficient de trainée et permettra de paramétrer finement l'effet de la trainée des bâtiments dans des calculs à l'échelle hectométrique, couramment utilisés pour les études en climat urbain.

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

### Références :

<sup>1</sup>Lac, C., Chaboureaud, 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*, 11, 1929-1969.

<sup>2</sup>Auguste, 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.

<sup>3</sup>Auguste, F., Lac, C., Masson, V., & Cariolle, D. (2020). Large-Eddy Simulations with an Immersed Boundary Method: Pollutant Dispersion over Urban Terrain. *Atmosphere*, 11(1), 113.

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