

PROJET DE FIN D'ETUDES

INGENIEURS DE L'ECOLE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE

FICHE DE PROPOSITION DE SUJET

Titre du sujet proposé : **Modélisation couplée ou forcée, quelles conséquences sur les études d'impact et d'adaptation en ville en contexte de canicule ?**

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 : **de MUNCK**

Prénom : **Cécile**

téléphone : **05.61.07.97.79**

Mél : **cecile.demunck@meteo.fr**

Autres responsables : **Marine CLAEYS** (CR CDD), **Aude LEMONSU** (DR CNRS)

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 modifient le climat local, créant notamment des **îlots de chaleur urbains** (ICU). Ils traduisent l'anomalie positive de température de l'air fréquemment observée la nuit en ville par rapport aux zones naturelles environnantes. L'ICU est à la fois influencé par les caractéristiques urbaines [1] et gouverné par les conditions météorologiques locales, comme le vent ou la couverture nuageuse. Les ICU peuvent être très marqués, particulièrement lors d'épisodes de canicules, engendrant des problèmes sanitaires. Afin d'améliorer le confort thermique des habitants, des plans d'adaptation sont progressivement mis en place par les acteurs locaux, une mesure phare étant la végétalisation de la ville. Les acteurs en charge de l'aménagement urbain sont en attente de diagnostics territoriaux fins pour qualifier l'ICU d'une ville, et de scénarios prospectifs pour évaluer l'efficacité de différents leviers d'adaptation. La **modélisation numérique** avec des modèles de climat urbain à base physique est un outil pertinent pour ce type d'étude et de scénarisation. Les modélisateurs disposent de deux approches pour cela : coupler un schéma de surface à un modèle atmosphérique ou forcer ce schéma par des conditions météorologiques prescrites (par des observations/réanalyses). Numériquement coûteuse, l'**approche**

couplée permet de tester des scénarios d'adaptation sur des périodes relativement courtes mais a l'avantage de représenter les rétroactions potentielles sur l'atmosphère des modifications de la surface imaginées dans les scénarios. Moins coûteuse, l'**approche forcée** permet de réaliser des études à haute résolution horizontale et sur des échelles temporelles longues. En revanche, les rétroactions de la surface sur l'atmosphère n'y sont pas représentées. L'apport d'une modélisation couplée par rapport à forcée pour des études urbaines n'a à ce jour pas été estimé.

Ce stage propose de quantifier cet apport sur la base des outils numériques utilisés au CNRM: le schéma de surface SURFEX [2,3] et le modèle atmosphérique Meso-NH [4]. Il s'appuiera sur des simulations à haute résolution (250 m) déjà réalisées en modes couplé et forcé pour représenter un cas de canicule en région parisienne. Il visera **deux objectifs** :

- (1) **constituer un scénario d'adaptation de la ville de Paris** (se basant notamment sur la végétalisation des toitures), l'appliquer sur un cas de canicule et étudier son efficacité sur le rafraîchissement urbain et l'amélioration du confort thermique ;
- (2) **analyser la sensibilité des résultats** des scénarios de végétalisation urbaine à la configuration de modélisation (couplée versus forcée).

Concrètement, ces objectifs seront étudiés sur l'épisode de canicule de juillet 2019, en région parisienne, au cours duquel un record de température de 42.6°C a été enregistré à Paris.

Dans un premier temps, l'étudiant(e) analysera deux simulations numériques déjà réalisées de cette canicule, l'une en mode couplé, l'autre en mode forcé. Pour cela l'étudiant(e) s'appuiera sur des observations météorologiques disponibles (réseau RADOME de Météo-France, radiosondages, réseau de stations Netatmo).

Dans un second temps, l'étudiant(e) construira un jeu de données de surface pour décrire un scénario d'aménagement urbain visant à adapter la ville aux canicules, en ajoutant notamment des toitures végétalisées. Ce travail s'inspirera des données prospectives établies par l'Atelier Parisien d'Urbanisme (APUR). Les simulations de la canicule seront rejouées pour ces nouveaux aménagements urbains, l'une en mode couplé et l'autre en mode forcé en utilisant les mêmes conditions atmosphériques que pour la simulation forcée de référence. Il s'agira de comparer différentes variables descriptives de la vulnérabilité des villes en fonction des configurations de modélisation : (i) les diagnostics de confort thermique, (ii) la demande énergétique pour assurer les besoins de régulation thermique des bâtiments (climatisation).

Ces travaux seront menés dans l'équipe VILLE du CNRM et en lien avec l'APUR en ce qui concerne la construction des scénarios de végétalisation. Le stage requiert une bonne pratique des outils de traitement de données (R, Python) et un goût pour la modélisation numérique. Compétences en SIG souhaitées.

Bibliographie

- [1] Houet et al, 2011. Mapping urban climate zones and quantifying climate behaviors—an application on Toulouse urban area (France). *Environmental pollution*, 159(8-9), 2180–2192
- [2] Lemonsu et al, 2012. Inclusion of vegetation in the Town Energy Balance model for modelling urban green areas, *Geosci. Model Dev.*, 5, 1377–1393
- [3] Masson et al, 2012. The SURFEXv7.2 land and ocean surface platform for coupled or offline simulation of Earth surface variables and fluxes. *Geosci. Model Dev. Discuss.*, 5, 3771–3851
- [4] Lac et al, 2018, Overview of the Meso-NH model version 5.4 and its applications, *Geosci. Model Dev.*, 11, 1929–1969

2) lieu du stage, durée ou période

Ces travaux seront menés dans l'équipe VILLE du CNRM et en lien avec l'APUR en ce qui concerne la construction des scénarios de végétalisation. Le stage requiert une bonne pratique des outils de traitement de données (R, Python) et un goût pour la modélisation numérique. Compétences en SIG souhaitées.