

Toulouse, le 19 Juin 2023

A l'attention des Directrices/Directeurs d'Unités de Recherche associées au M2 SOAC

Cher.e.s Directrices/Directeurs d'Unités,

Le M2 SOAC (parcours Dynamique du Climat et parcours Etudes Environnementales) sollicite vos équipes pour proposer des sujets de stage de recherche sur les thématiques scientifiques du master (<https://masters.obs-mip.fr/soac/>) pour l'année universitaire 2023-2024. D'une durée de **6 mois**, ces stages pourront débuter à partir du **15 février 2024**, ou plus tard selon convenance, et devront finir au maximum le **30 septembre 2024**. Les soutenances intermédiaires de stage auront lieu **mi mai 2024** et les soutenances finales **au cours de la semaine du 2 septembre 2024 (dates précisées ultérieurement)**.

La date de retour des propositions de stage - via les Directeurs d'Unité - est fixée au **mercredi 20 septembre 2023**. Vous aurez la possibilité de présenter vos laboratoires et sujets de stage proposés au sein de vos équipes au cours d'une séance devant les étudiants et élèves le **mardi 26 septembre 2023** à l'ENM (créneaux d'environ 15-20 minutes). Si votre unité de recherches est concernée par un prochain changement de direction et si vous le souhaitez, vous pourrez associer la future direction à tout ou partie de la démarche.

Les propositions de stage auront été validées au préalable par la Commission Pédagogique du master. Nous diffuserons en parallèle l'offre complète sur le site web du master à partir du **mercredi 27 septembre 2023**. La Commission Pédagogique du Master n'interviendra pas sur l'attribution de stages, qui relève de la seule compétence des chercheurs proposant les sujets. **Dès qu'une attribution sera conclue, nous remercions les chercheurs concernés de nous prévenir afin que le sujet soit retiré de la liste des propositions**. Nous souhaitons clore la phase d'attribution vers la moitié du mois de décembre 2023, ce qui laissera environ 2 mois aux étudiants/élèves pour contacter les chercheurs et visiter les laboratoires d'accueil.

Vous trouverez ci-après : le modèle de fiche à remplir pour chaque sujet de stage proposé (**sur 1 seule page et sans figure SVP**), et le guide du stage qui rappelle les objectifs de ces stages de recherche et qui sert de référence pour leur évaluation (à transmettre aux responsables de stage).

Pour nous faciliter la manipulation des nombreux fichiers (création d'un document de compilation), nous vous serions reconnaissants de nous retourner par mail les fiches de stage sur la page suivante au format .pdf et avec la nomenclature ci-après :

M2SOAC-2024-proposition-stage-LABORATOIRE-ENCADRANT.pdf

Nous vous remercions pour votre collaboration et vous adressons nos plus cordiales salutations.

Véronique PONT

*Responsable UPS
du M2 SOAC-DC*

Olivier PANNEKOUCKE

*Responsable INPT
des M2 SOAC-DC et SOAC-EE*

Dominique SERÇA

*Responsable UPS du master
SOAC et du M2 SOAC-EE*

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

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

Titre du stage : Étude du transfert radiatif dans des milieux urbains à morphologie et matériaux hétérogènes

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Robert Schoetter, chargé de recherche du développement durable

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable (s) de stage : robert.schoetter@meteo.fr ; +33561079723

Sujet du stage :

Le transfert radiatif est un processus crucial pour le climat urbain et l'impact météorologique sur les habitants et les infrastructures. Les multiples réflexions du rayonnement solaire réduisent la réflectivité (albédo) effective de la ville et contribuent ainsi au phénomène de l'îlot de chaleur urbain (Oke, 1982). L'ombrage du rayonnement solaire et l'émission de rayonnement infrarouge terrestre par les bâtiments modifient le bilan radiatif des bâtiments et des humains par rapport à un environnement rural (Krayenhoff et al., 2014) ce qui influence la consommation énergétique des bâtiments et le confort thermique des habitants. Les modèles du climat urbain comme le Town Energy Balance (TEB, Masson, 2000) utilisés dans les modèles météorologiques pour représenter les villes simplifient la géométrie urbaine (rue-canyon de longueur infinie) et la physique du transfert radiatif (échanges radiatifs via la méthode de la radiativité) ce qui induit des incertitudes des observables radiatives comme l'albédo de la ville ou le rayonnement absorbé par les bâtiments.

Des modèles de référence du transfert radiatif capables à représenter la géométrie 3D des bâtiments et de la végétation urbaine ainsi que la physique réaliste du transfert radiatif sont nécessaires pour pouvoir analyser les processus du transfert radiatif et les incertitudes dues aux simplifications faites dans les modèles du climat urbain. Pour ces raisons, le modèle open-source HTRDR-Urban (Calot et al., 2022 ; <https://www.meso-star.com/projects/htrdr/htrdr.html>) basé sur la méthode de Monte-Carlo a été développé. HTRDR-Urban a été utilisé par Schoetter et al. (2023) pour quantifier les incertitudes des modèles du climat urbain pour des quartiers-types générés de manière procédurale issus de la classification en Local Climate Zones (LCZ ; Stewart et Oke, 2012) qui représentent la variété de morphologie urbaine au niveau mondial. Néanmoins, ces études précédentes ont été restreintes à des quartiers avec uniquement un seul type de bâtiment et avec des matériaux de construction uniformes.

Dans le cadre de ce stage, les travaux antérieurs seront étendus à des quartiers avec une morphologie hétérogène (par exemple des bâtiments de grande hauteur entourés de bâtiments de moyenne hauteur) et une variété de matériaux de construction (par exemple une partie des toits couverts en tuiles et l'autre partie en ardoise). Les travaux du stage porteront sur

- la génération procédurale avec les logiciels *procedural* et *city generator* de géométries urbaines avec une variété de types de bâtiments et/ou de matériaux de construction au sein d'un quartier,
- la simulation avec le logiciel HTRDR-Urban et le modèle du climat urbain TEB du bilan radiatif solaire et infrarouge terrestre de ces quartiers,
- la comparaison entre les résultats de HTRDR-Urban et de TEB pour ainsi quantifier les incertitudes dues aux simplifications faites par TEB,
- le développement de recommandations pour les priorités d'amélioration de TEB

Références bibliographiques

Calot, C., R. Schoetter, V. Forest, V. Eymet et T.-Y. Chung, 2022 : Model of spectral and directional radiative transfer in complex urban canopies with participating atmospheres. *Boundary-Layer Meteorology*, <https://doi.org/10.1007/s10546-022-00750-5>.

Krayenhoff, E.S., A. Christen, A. Martilli et T.R. Oke, 2014 : A multi-layer radiation model for urban neighbourhoods with trees. *Boundary-Layer Meteorology*, 151(1), 139–178, <https://doi.org/10.1007/s10546-013-9883-1>.

Masson, V., 2000 : A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models. *Boundary-Layer Meteorology*, 94(3), 357–397, <https://doi.org/10.1023/A:1002463829265>.

Oke, T.R., 1982 : The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108 (455), 1–24, <https://doi.org/10.1002/qj.49710845502>.

Schoetter, R., C. Calot, T.-Y. Chung, R. Hogan et V. Masson, 2023 : Quantification of uncertainties of radiative transfer calculation in urban climate models. Sous révision à *Boundary-Layer Meteorology*.

Stewart, I.D. et T.R. Oke, 2012 : Local Climate Zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879–1900, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>.

GUIDE DU STAGE DE FIN D'ETUDE (2023-2024)

Le stage de fin d'étude est une phase de formation de l'étudiant, au cours de laquelle l'encadrant joue un rôle prépondérant et propose diverses activités répondant toutes à des objectifs particuliers :

1. *Travail bibliographique* : savoir resituer son sujet dans le contexte d'étude correspondant.
2. *Assimilation de méthodes, d'approches, de techniques* : savoir manipuler des données, utiliser et/ou développer un modèle, mener des expériences, mettre en place une approche ou une méthode afin d'obtenir des résultats nécessaires à l'analyse d'un problème, à la résolution d'une question scientifique ou industrielle.
3. *Support de communication (poster / rapport)*: savoir rédiger une synthèse de ses travaux dans un format imposé, en faisant preuve de clarté et d'esprit de synthèse, avec un choix judicieux d'illustrations (figures, tableaux...).
4. *Soutenance orale* : savoir présenter de façon synthétique ses travaux et défendre ses résultats devant une assistance au cours d'une série de questions/réponses.
5. *Effort de pédagogie* : savoir expliciter son propos devant une assistance dont tous les membres ne sont pas spécialistes du domaine présenté.

Le jury doit pouvoir **évaluer les compétences acquises** par l'étudiant dans ces diverses activités, afin de vérifier que tous les objectifs de la formation ont été atteints. **Pour les élèves/étudiants travaillant sur un sujet plutôt à connotation 'recherche'** évalué par le jury SOAC 'Recherche', une **évaluation, à mi parcours** du stage environ, est faite sous format poster et oral associé. A l'échéance de la durée complète du stage, **pour l'ensemble des étudiants/élèves**, l'**évaluation finale** est quant à elle basée sur le rapport de stage, la soutenance orale et l'appréciation de l'encadrant de stage.

"**Quelle réponse apporter à quelle problématique et avec quelle approche?**" Ce questionnement peut servir de fil rouge à l'étudiant qui devra démontrer son esprit critique vis-à-vis des résultats obtenus et de la méthode de travail choisie, et faire preuve de qualités pédagogiques pour bien faire comprendre ses travaux. Il pourra, si possible, montrer les apports des différents cours qu'il a suivis pendant toute la durée du master. Par ailleurs, le jury doit pouvoir bien cerner **le travail effectif et personnel de l'étudiant** que ce dernier devra mettre en évidence en particulier dans son rapport écrit.

Pour les évaluations à mi-parcours :

Présentation sous forme d'oral de 8 minutes d'un poster : du même type que ceux demandés en session poster d'un congrès scientifique, qui contiendra les éléments suivants : (i) état de l'art de la question scientifique abordée avec mise en avant du contexte scientifique ; (ii) état d'avancement des travaux ; et (iii) analyse des premiers résultats ; (iv) suite du travail et perspectives. 1 à 2 questions seront ensuite posées par le jury.

Le poster pourra être rédigé en anglais ou en français.

Pour les évaluations finales :

* Rapport de stage :

- 25 à 30 pages maximum dont le contenu indicatif est le suivant : 1 résumé, 1 table des matières, 1 liste des acronymes si le texte en utilise, 1 introduction (posant la problématique, resituant les questions abordées dans leur contexte scientifique ou industriel, et présentant la démarche utilisée/suivie pour aborder cette thématique), 1 description de la méthodologie, 1

- présentation des résultats ou des cas d'étude, 1 discussion, 1 conclusion avec des perspectives, 1 conclusion personnelle d'une demi-page (apport du stage), 1 bibliographie.
- Possibilité de mettre des annexes (utiles pour l'équipe d'accueil) qui ne seront pas évaluées et dont la lecture ne doit pas être indispensable à la compréhension du rapport.
 - Format impératif des 25 à 30 pages : police de caractères de taille 12, marges de 2,5 cm.

* Soutenance de stage :

- Présentation sous forme de diaporama (PowerPoint Windows XP ou Acrobat pdf) d'une durée de 15 minutes, suivie de 5 minutes de questions, en présence de l'encadrant, qui ne peut intervenir.
- Chaque soutenance est suivie de 5 minutes de délibération en présence du responsable de stage dans un premier temps, et en son absence dans un second temps.