

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Laboratoire d'Aérodynamique (LA, OMP) et Laboratoire de Modélisation des Transferts dans l'Environnement (LMTE, CEA Cadarache)

Titre du stage : Utilisation à haute résolution du code WRF pour la simulation de la dispersion atmosphérique à Cadarache

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage :

DURAND Pierre, DR CNRS

HEDDE Thierry, Ing. Dr. CEA

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :

Pierre.Durand@aero.obs-mip.fr 05 61 33 27 38

Thierry.Hedde@cea.fr 04 42 25 38 41

Lieu du stage : Le stage sera réalisé au LMTE sur le site du CEA à Cadarache, 13115 St-Paul-lez-Durance

Sujet du stage : Le LA et le LMTE poursuivent depuis 2012 une collaboration dans le but d'améliorer la compréhension, la représentation et la prévision des écoulements à l'échelle très locale dans la zone où est implanté le centre de Cadarache du CEA. Cette région est caractérisée par un relief complexe, avec des vallées de différentes dimensions. Elle présente également une occurrence élevée de stratifications stables, principalement lors des nuits calmes à ciels dégagés, fréquentes sous ce climat. Dans ces conditions, on observe des effets de canalisation (courants de densité), avec des interactions complexes entre les reliefs locaux et la vallée plus large de la Durance. Une première approche a été menée dans le cadre de la thèse de Duine (2015), qui a permis, grâce à l'exploitation d'une campagne d'observations conduite au cours de l'hiver 2013, une description de la structure de ces écoulements à la verticale du site de mesure. Pendant cette période, une version adaptée du modèle de prévision météorologique WRF a été mise au point (Kalverla et al., 2015), avec une résolution de 1 km, et qualifiée grâce aux observations disponibles. Cet outil s'est révélé capable de décrire correctement les écoulements d'échelle supra-kilométrique (en particulier les courants de densité de la vallée de la Durance), mais ne peut bien sûr représenter les circulations locales.

A partir de là, deux démarches ont été entreprises en parallèle pour mettre au point des outils capables de représenter les écoulements locaux (descente d'échelle) : la première, traitée dans la thèse de Dupuy (2018), est de nature statistique ; elle s'appuie sur les observations pour diagnostiquer un phénomène d'une échelle inférieure aux outils de prévision dont on dispose. La deuxième vise à mettre au point une version de WRF avec une résolution horizontale à même de décrire ces mécanismes de petite échelle. C'est le sujet d'une thèse qui démarre en octobre 2018. Il s'agira de réduire la maille horizontale du modèle à 100 m voire moins, et de passer à une configuration dans laquelle la turbulence de sous-maille est partiellement résolue. Le modèle devra pouvoir fonctionner en conditions de turbulence différentes (diurnes de turbulence convective et stratifications stables essentiellement nocturnes). Il devra également être capable de décrire correctement des situations météorologiques variées : vents modérés et fort (Mistral), cas de blocage anticyclonique ou encore pénétrations de brise de mer sur la zone d'étude en fin de printemps. Plusieurs adaptations seront à faire, en particulier au niveau du schéma de turbulence, et de l'interface surface-atmosphère (occupation des sols, modèle de sol, gestion des reliefs, etc.). Dans ce contexte, le sujet du stage sera focalisé sur l'évaluation de la capacité du modèle à décrire les périodes de transition, au cours desquelles s'établissent et disparaissent les courants de densité observés dans les vallées. Les données de validation se composent d'observations météorologiques continues sur le site, et de deux campagnes de mesure des conditions stables, en hiver 2013 et en hiver – printemps 2017. En fonction des performances obtenues, des pistes d'amélioration du modèle seront explorées.

Les motivations de cette étude sont à la fois de nature académique (amélioration de la connaissance de processus locaux et de leur représentation) et finalisée (disposer d'outils opérationnels de description du transport local). Afin d'améliorer la description de la dispersion d'un rejet éventuel dans cette zone, qu'il soit de nature chronique ou événementielle, l'outil ainsi mis au point pourra être chaîné au code lagrangien de dispersion FLEXPART pour évaluer le bénéfice de tels outils par rapport aux produits opérationnels de dispersion de type panache gaussien.

Le stage sera réalisé au LMTE, sur le site du CEA à Cadarache. Le laboratoire possède la maîtrise du code WRF, qu'il fait tourner en prévision opérationnelle sur la région, ainsi qu'une version adaptée aux études à échelle plus fine. Les calculateurs et l'environnement informatique nécessaires à l'étude proposés sont disponibles au LMTE. Le stage sera co-encadré par le LA et le LMTE. Les prérequis pour le stage sont une connaissance de la météorologie à l'échelle locale et de la couche limite atmosphérique, une adaptabilité aux environnements informatiques, une motivation pour la programmation, une aptitude au travail en équipe et la capacité d'échanger en anglais sur le projet.

Références :

Duine, GJ, 2015, Characterization of down-valley winds in stable stratification from the KASCADE field campaign and WRF mesoscale simulations. PhD Thesis, Université de Toulouse. <http://thesesups.ups-tlse.fr/2980/1/2015TOU30258.pdf>

Dupuy, F., 2018, Amélioration de la connaissance et de la prévision des vents de vallée en conditions stables. Expérimentation et modélisation statistique avec RNA. PhD Thesis, Université de Toulouse.

Kalverla, P., G.-J. Duine, G.-J. Steeneveld, and T. Hedde (2015). Evaluation of the Weather Research and Forecasting model for contrasting diurnal cycles in the Durance Valley complex terrain during the KASCADE field campaign. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* **55**: 861–882. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-15-0258.1>