

Proposition de Stage M2 ou de fin d'Etude pour 2014

Nom du laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera le stage :

Météo-France, GMEI, CNRM-GAME, UMR 3589

Titre du sujet proposé :

Mesure de la turbulence atmosphérique par scintillométrie : cas de la campagne BLLAST

Nom et statut du (des) responsable(s) de Stage (**préciser si HDR**) :

Guyline Canut, CR2

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :

guyline.canut@meteo.fr - téléphone : 05 61 07 90 11

Résumé du sujet (*le descriptif ne doit pas dépasser une page recto/verso*)

Sujet de stage :

Les techniques de mesure directe généralement utilisées pour l'estimation des flux de chaleurs sont celles

connues sous le nom de "méthode de l'Eddy-Correlation" (EC). Cette technique est utilisée aussi bien pour la détermination des flux turbulents de surface (chaleur sensible et chaleur latente) que pour la détermination des flux de CO₂. Elle est cependant mise en défaut pour des surfaces hétérogènes (Finnigan et al., 2003). En effet la nature hétérogène du sol (topographie, type de sol, présence de végétation, géologie) conduit à une variabilité spatiale de l'état hydrique et thermique du sol qui se traduit par une variabilité des flux turbulents

de surface (Lemone et al., 2007 ; Timouk et al., 2009). Ces flux turbulents génèrent alors des circulations atmosphériques secondaires dans la couche limite de surface, comme l'ont montré Raash et al. (2001) par simulations à fine échelle. Ces circulations secondaires, à l'origine de la formation des tourbillons organisés en structures turbulentes, expliqueraient la sous-estimation systématique des flux turbulents de surface avec la méthode d'EC (Kanda et al., 2004 ; Inagaki et al., 2006 ; Steinfeld et al., 2006 ; Huang J. et al., 2008) et seraient donc en partie liées au problème de fermeture du bilan d'énergie.

De nouvelles techniques de mesures ont été développées pour approcher la complexité des surfaces hétérogènes. La plus prometteuse est la mesure scintillométrique. Le scintillomètre est un système de mesure constitué d'un récepteur et d'un émetteur de faisceau infrarouge. Les perturbations de ce dernier causées par les fluctuations de la température, de l'humidité et de la pression de l'air, sont proportionnelles au paramètre de structure de l'indice de réfraction. Pour un signal infra-rouge les perturbations sont causées par les inhomogénéités du champ de température et donc liés aux flux turbulents de chaleur sensible. Les mesures de scintillométrie ont été déjà utilisées avec succès pour documenter les flux au-dessus des surfaces hétérogènes (Meijninger et al., 2002, 2006, Bouin et al, 2012 parmi d'autres). Cependant deux difficultés majeures sont rencontrées dans son utilisation :

– L'estimation des flux turbulents à partir des paramètres de structure nécessite de connaître les

caractéristiques aérodynamiques représentatives de la surface (hauteur de déplacement, longueur de rugosité, rapport de Bowen) ;

– Les modèles d'empreinte utilisés pour déterminer la source des flux turbulents ne sont pas utilisables sur topographie complexe (Meijninger et al., 2002, 2006 ; Sogachev et al., 2004 ; Schmid, 1997, 2002). En effet la plupart de ces modèles sont des modèles bidimensionnels alors que les flux turbulents sont tridimensionnels.

L'équipe 4M dispose d'un scintillomètre permettant des mesures de flux intégré sur une distance de plusieurs kilomètres (entre 6 et 8 km). Le déploiement de cet outil lors de la campagne instrumentale Bllast (Boundary Layer Late Afternoon and Sunset Turbulence, <http://www.bllast.sedoo.fr/>) sur une tour de 65m a permis d'acquérir une série de mesures en continu sur la période d'étude sur une large surface hétérogène.

Le stage débutera par un travail de bibliographie sur le sujet. Puis la majeure partie du travail portera sur l'estimation des flux de chaleurs sensibles et sur l'exploitation de ces données. La partie informatique se fera en python ou en scilab. La connaissance de l'un de ces langages (ou similaires PVwave, Matlab) est souhaitable. La campagne de mesure s'étant déroulée en juin 2011, le stagiaire ne sera pas amené à partir sur le terrain. Pendant le stage le stagiaire sera amené à traiter ces différents points :

a/ la documentation de la couche limite atmosphérique durant bllast

b/ la quantification du flux de chaleur par les données du scintillomètre,

c/ la comparaison et validation de celle-ci par les mesures sur mât et celles acquises par la sonde turbulente déployée sous ballon captif

d/ l'étude de la turbulence lors de la transition de fin d'après-midi (flux de chaleur et indice de réfraction obtenus avec les mesures par le scintillomètre)