

Programme 2011
Bourses de thèse cofinancées CNRS - Ecole des Ponts ParisTech
(Contact CNRS libanais: Dr Charles Tabet email : ctabet@cnrs.edu.lb)

Sujet de thèse: Quantification de l'hétérogénéité des précipitations et mesure radar

Directeur de thèse : Daniel Schertzer (Laboratoire d'accueil : LEESU, <http://leesu.univ-paris-est.fr/>), email : Daniel.Schertzer@enpc.fr

Co-directeur de thèse : Wadji Najem (ESIB - Université Saint Joseph), email : wajdi.najem@usj.edu.lb

Présentation détaillée du sujet :

La quantification de l'hétérogénéité des précipitations à différentes échelles de temps et d'espace est une question essentielle pour l'estimation de la lame d'eau à la fois en tant que ressource et risque. Les mesures radar (sol (Krajewski and Smith 2002) et satellitaire, (Lovejoy, Schertzer et al. 2008)) permettent seules une évaluation conjointe en temps et en espace, mais les réseaux in-situ, en dépit de leur mesure quasi-ponctuelle, ont aussi leur rôle à jouer, notamment du fait de la longueur de leurs séries (Hoang, Tchiguirinskaia et al. 2010) et d'incertitudes sur des estimations radar.

La plupart des services météorologiques fournissent des estimations radar avec une résolution spatiale du kilomètre sur une portée de mesure d'une centaine de kilomètres. La Chaire « Hydrologie pour une Ville Résiliente » vise à se saisir de la technologie des radars X polarimétriques (Testud, Le Bouar et al. 2000; Matrosov, Kingsmill et al. 2005; Berne and Uijlenhoet 2006) pour atteindre une résolution spatiale de l'ordre de l'hectare. Cette résolution est particulièrement indispensable pour l'hydrologie urbaine (Berne, Delrieu et al. 2004), ainsi que pour des terrains particulièrement complexes (gradients topographiques, forte hétérogénéité du sol, etc.). Les techniques polarimétriques ont l'avantage de permettre un auto-calage du radar quasiment instantané (classiquement ajustement des paramètres de la loi de Marshall-Palmer), donc avec une dépendance nettement plus faible par rapport aux réseaux pluviométriques in-situ et surtout de corriger les biais introduits par l'absorption, qui est particulièrement sensible en bande X.

Après une familiarisation avec les techniques radars et techniques statistiques multiéchelles, on s'efforcera, en première partie de la thèse, de quantifier les traits communs et distincts de l'hétérogénéité de la pluie au Liban et en France, à partir des mesures disponibles et ce à la plus haute résolution possible. On prêtera tout d'abord attention à la qualité et résolution effective de ces données, par exemple avec l'aide de la procédure SERQUAL (Hoang et al. 2010) développée au LEESU à ce dessein. D'autre part ces estimations seront menées essentiellement avec des techniques multi-échelles (analyse spectrale, fonctions de structure, multifractals) pour arriver à des estimations à travers les échelles, plutôt qu'à une échelle donnée (Schertzer, Lovejoy et al. 2002).

A partir de ces estimations, on s'efforcera dans une deuxième partie d'évaluer sur une plus grande gamme d'échelle l'hétérogénéité des précipitations, en particulier pour évaluer comment les différences peuvent s'accroître ou s'atténuer en changeant d'échelle et ce qu'un gain en résolution de mesure peut apporter au niveau de l'estimation des précipitations, notamment ses extrêmes (Schertzer, Bernardara et al. 2006).

En dernière partie, on déterminera alors les modélisations spatio-temporelles des précipitations qui semblent les plus adéquates tenant compte des résultats précédents. On évaluera les projections statistiques correspondantes pour les extrêmes (grandes périodes de retour, diverses durées), notamment pour des outils d'aide à la décision (Tchiguiriskaia, Schertzer et al. 2010). Dans la mesure du possible, on tentera de cerner et quantifier l'évolution des extrêmes dans le contexte du changement climatique.

Compétences souhaitées des candidats :

- Une habilité à programmer avec des langages du type MATLAB/SCILAB, et un intérêt à travailler avec des données expérimentales diverses sont indispensables.
- Une certaine aisance en Français ou en Anglais, au niveau de l'écrit, comme de l'oral. La connaissance des deux langues serait un plus.
- Une relative connaissance des processus hydrologiques et des statistiques est souhaitable. Une familiarisation avec les processus stochastiques serait un plus.

Bibliographie

- Berne, A., G. Delrieu, J. D. Creutin and C. Obled (2004). "Temporal and spatial resolution of rainfall measurements required for urban hydrology." Journal of Hydrology 299(3-4): 166-179.
- Berne, A. and R. Uijlenhoet (2006). "Quantitative analysis of X-band weather radar attenuation correction accuracy." Natural Hazards and Earth System Sciences 6(3): 419-425.
- Hoang, C. T., I. Tchiguirinskaia, D. Schertzer, P. Arnaud, J. Lavabre and S. Lovejoy (2010). "Assessing the high frequency quality of long rainfall series." J. Hydrology (under review).
- Krajewski, W. and J. A. Smith (2002). "Radar hydrology – rainfall estimation." Adv. Water. Res. 25: 1387–94.
- Lovejoy, S., D. Schertzer and V. Allaire (2008). "The remarkable wide range spatial scaling of TRMM precipitation." J. Atmos. Research, 90: 10-32.
- Matrosov, S. Y., D. E. Kingsmill, B. E. Martner and F. M. Ralph (2005). "The utility of X-band polarimetric radar for quantitative estimates of rainfall parameters." J. Hydrometeorology 6: 248-262.
- Schertzer, D., P. Bernardara, A. Biau, I. Tchiguirinskaia, M. Lang, E. Sauquet, H. Bendjoudi, P. Hubert, S. Lovejoy and J. M. Veysseire (2006). "Extremes and multifractals in hydrology: results, validation and prospects." Houille Blanche 5: 112-119.
- Schertzer, D., S. Lovejoy and P. Hubert (2002). An Introduction to Stochastic Multifractional Fields. ISFMA Symposium on Environmental Science and Engineering with related Mathematical Problems. A. Ernet al. Beijing, High Education Press. 4: 106--179.
- Tchiguiriskaia, I., D. Schertzer and S. Lovejoy (2010). Quantifying Flood Probability. Urban Flood Management. C. Zevenbergen et al. London, CRC Press/Balkema – Taylor & Francis Group.
- Testud, J., E. Le Bouar, E. Obligis and M. AliMehenni (2000). "The rain profiling algorithm applied to polarimetric weather radar." J. Atmos. Oceanic Tech., 17: 332-356.