# «SIMULATION STOCHASTIQUE DES PRÉCIPITATIONS À FINE ÉCHELLE : APPLICATION À L'OBSERVATION EN MILIEU URBAIN» PAR NAWAL AKROUR

**Présentée par : Nawal Akrour Discipline : Océan atmosphère, climat et observations spatiales Laboratoire : LATMOS**

**Résumé :**
Les précipitations ont une très grande variabilité sur une large gamme d'échelles tant spatiale que temporelle. Cette variabilité est une source importante d'incertitude pour la mesure et la modélisation, et au-delà pour la simulation et la prévision. De plus, les précipitations sont des processus extrêmement intermittents et possèdent plusieurs régimes d'invariance d'échelle.
Le générateur de champ précipitant développé au cours de la thèse est basé sur la modélisation statistique de l'hétérogénéité et de l'intermittence des précipitations à fine échelle. L'originalité de la modélisation repose en partie sur l'analyse de données observées par un disdromètre à très fine résolution. Cette modélisation qui diffère des modèles existants dont la résolution est plutôt de l'ordre de la minute, voire de l'heure ou du jour, permet d'obtenir des simulations dont les propriétés sont réalistes sur une large gamme d'échelle.

Ce simulateur permet de produire des séries chronologiques dont les caractéristiques statistiques sont identiques aux observations aussi bien à l'échelle de simulation (15s) qu' après dégradation (1h et 1 jour). Les propriétés multi-échelles du simulateur sont obtenues grâce à une approche hybride qui repose sur une simulation à fine échelle des événements de pluie par un générateur multifractal associé à une simulation du support basée sur une hypothèse de type Poissonienne. Une étape de re-normalisation des taux de pluie assure l'adaptation du générateur à la zone climatique considérée.
Le simulateur permet la génération de cartes 2D de lame d'eau. La méthodologie développée pour les séries chronologiques est étendue au cas 2D. Le simulateur stochastique multi-échelle 2D ainsi développé reproduit les caractéristiques géostatistiques et topologiques à la résolution de 1x1 km2.
Ce générateur est utilisé dans le cadre d'une étude de faisabilité d'un nouveau système d' observation des précipitations en milieu urbain. Le principe de ce système repose sur l' utilisation de mesures opportunistes de l'affaiblissement subit par les ondes radios émises par les satellites géostationnaires TV-SAT dans la bande 10.7-12.7 GHz. De façon plus spécifique on suppose que les terminaux de réception TV-SAT installés en ville chez les particuliers sont capables de mesurer de tels affaiblissements. A ce stade de l'étude nous ne disposons pas de telles observations. L'étude s'appuie donc sur des cartes de précipitations issues du générateur 2D et d'un réseau de capteur hypothétique. Le système d'observation envisagé permettra d'estimer les champs de précipitation (30x30 Km2) et avec une résolution spatiale de 0.5x0.5 Km2.

**Abstract :**
Precipitations are highly variable across a wide range of both spatial and temporal scales. This variability is a major source of uncertainty for the measurement and modeling, also for the simulation and prediction. Moreover, rainfall is an extremely intermittent process with multiple scale invariance regimes.
The rain-field generator developed during the thesis is based on the fine-scale statistic modeling of rain by the mean of its heterogeneity and intermittency. The modeling originality partially rest on the analysis of fine-scale disdrometer data. This model differs from other existing models whose resolution is roughly a minute or even an hour or a day. It provides simulations with realistic properties across a wide range of scales.
This simulator produces time series with statistical characteristics almost identical to the observations both at the 15s resolution and, after degradation, at hourly or daily resolutions. The multi-scale properties of our simulator are obtained through a hybrid approach that relies on a fine scale simulation of rain events using a multifractal generator associated with a rain support simulation based on a Poissonian-type hypothesis. A final re-normalization step of the rain rate is added in order to adapt the

generator to the relevant climate area.
The simulator allows the generation of 2D water-sheets. The methodology developed in the first part is extended to the 2 Dimension case. The multi-scale 2D stochastic simulator thus developed can reproduce geostatistical and topological characteristics at the spatial resolution of 1x1 km2.
This generator is used in the scope of the feasability study of a new observation system for urban area. The principle of this system is based on the opportunistic use of attenuation measurements provided radio waves emitted by the geostationary TV satellites which lay in the 10.7 to 12.7 GHz bandwidth. More specifically it is assumed that the SAT-TV reception terminals installed in private homes are able to measure such attenuations. At this stage of the study we do not have such observations. The study is therefore based on rainfall maps generated using the 2D generator in addition to a hypothetical sensor network. The considered observation system will allow to estimate precipitation fields (30 * 30 km2) with a spatial resolution of 0.5x0.5 km2.

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**Pietro BERNARDARA**, Ingénieur de Recherche, Habilité à Diriger des Recherches, à EDF Energy R&D - Londres (Royaume-Uni) - Rapporteur
**Guy DELRIEU**, Directeur de Recherche CNRS, à l'Université Joseph Fourier Grenoble I /Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement (LTHE) - UMR 5564 - Grenoble - Rapporteur
**Cécile MALLET**, Maître de Conférences, Habilitée à Diriger des Recherches, à l' Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire Atmosphères, Milieux et Observations Spatiales (LATMOS) - Guyancourt - Directeur de thèse
**Aymeric CHAZOTTES**, Maître de Conférences, à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire Atmosphères, Milieux et Observations Spatiales (LATMOS) - Guyancourt - Co-Encadrant de thèse
**Balazs KEGEL**, Directeur de Recherche, à l'Université d'Orsay/Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire - Orsay - Examinateur
**Sylvie THIRIA**, Professeur des Universités, à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire d'Océanographie et du Climat Expérimentation et Approches Numériques (LOCEAN) - Paris - Examinateur
**Sandrine VIAL**, Maître de Conférences, à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire Données et Algorithmes pour une ville intelligente et durable de l'infrastructure à l'individu (DAVID) - Versailles - Invitée
**Sébastien VERRIER**, Maître de Conférences, à l'Université de Toulouse III - Toulouse - Invité

**Contact :** dredval service FED : theses@uvsq.fr