

Stage M2 ou Projet de Fin d'Etudes d'Ecole d'Ingénieurs

Un modèle stochastique à événements

pour la représentation spatialisée des avalanches

Eric Parent - AgroParistech, MMIP, Paris

Sophie Donnet - AgroParistech, MMIP, Paris

Nicolas Eckert, IRSTEA, Grenoble

Liliane Bel - AgroParistech, MMIP, Paris

Sujet de stage

Pour ce stage, nous proposons de travailler sur la modélisation des séries d'avalanches exceptionnelles. A partir des données de l'Enquête Permanente des Avalanches, nous analyserons des séries d'avalanches sur différents couloirs d'un massif (cf. Lavigne *et al.*, 2011). Les modèles seront construits en s'appuyant sur la théorie des processus ponctuels marqués.

Plus précisément, l'objectif du stage est de construire un modèle stochastique à événements avec cohérence spatiale. Les processus ponctuels marqués sont largement utilisés en ingénierie. En hydrologie par exemple, ce type de modèle à événements est complètement décrit dans Miquel, 1984 qui en fait un guide pour l'hydrologue des services d'EDF. Dans le monde anglo-saxon, cette structure est connue sous le nom de modèle POT pour Peaks Over Threshold (voir par exemple Davison et Smith, 1990 ou Coles et Powell, 1996). Son extension dans un cadre de statistique spatiale nécessite de généraliser ces modèles de renouvellement pour décrire par exemple la concomitance de pluies en différents sites d'un grand bassin versant, l'occurrence de crues en plusieurs cours d'eau d'une région ou le déclenchement d'avalanches dans plusieurs couloirs d'un massif. Les méthodes d'inférence adéquates seront développées, préférentiellement dans un cadre bayésien.

En fonction de l'avancement du stage, on examinera comment employer ces modèles en aménagement pour l'analyse du risque avalanche : leur fonctionnement en mode prédictif sur le long terme constitue en effet une alternative d'inspiration quasi-mécaniste à l'approche asymptotique plus théorique des champs max-stables (Bacro *et al.*, 2010 en font une présentation pédagogique).

Scientific expectations

This internship focuses on time event modeling with spatial extension such as series of avalanches on various locations of a massif. From the Permanent Avalanche Survey, a series of avalanches in different paths of n Alpinea massif (see Lavigne et al., 2011) will be available to test models and ideas. The statistical foundations to design such models can be found in the theory of marked point processes.

Specifically, the objective will be to build a stochastic model to mimic point

events with spatial coherence. Marked point processes are widely used in engineering. In hydrology for example, this type of stochastic model is fully described in Miquel 1984 making it a guide for the hydrologist of EDF services. In the Anglo-Saxon world, this structure is dubbed as the POT , namely Peaks Over Threshold (eg Davison and Smith, 1990 or Coles and Powell, 1996). Its extension to the spatial statistics framework requires to generalize these models so as to be able to describe the joint occurrence of rains in different sites of a large watershed, the co-occurrence of floods in several rivers in a region or how avalanches are triggered together at the same period in several paths of a massif. Adequate inference methods have to be developed, preferably within a Bayesian framework.

Depending on how the work will progress, one can use these tentative models for the analysis of avalanche risk and compare the results to max-stable theory. Generating long term scenari by running such models in a predictive mode is almost equivalent to a mechanistic alternative to the asymptotic approach based on max-stable fields (see Bacro et al. 2010 for a tutorial).

Profil du stagiaire

L'enjeu essentiel de la recherche est d'apporter une réponse à la fois formalisée et opérationnelle à un défi de modélisation et d'inférence à partir d'une base de données réelles. Tout au long du travail, le (ou la) candidat(e) proposera et mettra en œuvre des méthodes mathématiques et des outils statistiques, sans jamais perdre de vue les résultats attendus.

Pour cette raison, le stagiaire réunira les compétences techniques et humaines suivantes :

- excellentes connaissances en probabilités, culture avancée des modèles aléatoires multidimensionnels gaussiens et éventuellement d'autres approches de construction multivariée comme les copules. Une motivation pratique vis à vis de l'ingénierie environnementale confère un avantage indéniable pour le travail demandé.
- aisance en analyse statistique, en algorithmique inférentielle et informatique avec une volonté de maîtrise d'un environnement de calcul scientifique (R constitue le standard partagé par les membres des laboratoires de recherche Parisien et Grenoblois).
- curiosité et envie d'apprendre à la fois de nouveaux modèles et de nouvelles techniques inférentielles.
- esprit de synthèse, rigueur, curiosité, autonomie, goût pour le travail en équipe de cultures et de langues différentes.
- expression orale de qualité : savoir comprendre et expliquer clairement un problème et les méthodes mises en place pour le résoudre.
- aptitude rédactionnelle, lecture et écriture de documents scientifiques en français et en anglais.

Contacts

Eric Parent , UMR AgroParisTech/INRA 518 , Département de Modélisation Mathématique, Informatique et Physique, 16 rue C. Bernard 75005 Paris
Tel 01 44 08 18 88 Mail : eric.parent@agroparistech.fr

Web : <http://www.agroparistech.fr/mia/equipes:membres:page:eric>

Sophie Donnet , UMR AgroParisTech/INRA 518 , Département de Modélisation Mathématique, Informatique et Physique, 16 rue C. Bernard 75005 Paris
Mail : sophie.donnet@agroparistech.fr

Nicolas Eckert, Irstea, UR ETNA, 2 rue de la papeterie, 38402 St-Martin-d'Hères
Tel: 04 76 76 28 22 Mail : Nicolas.Eckert@irstea.fr

Web : <http://www.irstea.fr/eckert>

Liliane Bel , UMR AgroParisTech/INRA 518 , Département de Modélisation
Mathématique, Informatique et Physique, 16 rue C. Bernard 75005 Paris

Mail : liliane.bel@agroparistech.fr

Web : <http://www.agroparistech.fr/mia/equipes/membres/page:liliane>

Références :

Bacro, J.N., Bel, L., Lantuéjoul, C. 2010 "Testing the independence of maxima: from bivariate vectors to spatial extreme fields," *Extremes*, vol. 13, p. 155, 2010.

Coles, S. G., Powell, E. A. 1996. Bayesian Methods in Extreme Value Modelling. *Intern. Stat. Rev.*, 64(1), 119-136.

Davison, A. C., Smith, R. L. 1990. Models for Exceedances over High Thresholds. *J. Roy. Stat.Soc.*, **52(3)**, 393-442.

Lavigne, A., Bel, L., Parent, E., Eckert, N. 2011. [Spatio-temporal modeling of avalanche frequencies in the French Alps. *Procedia Environmental Sciences*. Vol. 7. pp 311-316.](#) *Monthly Weather Review*, 133(5) :1098-1118, 2005.

Miquel, J. 1984. Guide pratique d'estimation des probabilités de crues. Paris : Eyrolles.

Informations complémentaires :

Le stage, d'une durée de 5 mois, pourra se dérouler durant la période du 1/4/2016 au 1/9/2016, à

- l'UMR 518 Mathématiques Informatiques Appliquées AgroParisTech/INRA, dans les locaux d'AgroParistech à Paris ou bien, aux mêmes dates,
- dans les locaux du Laboratoire d'étude de l'IRSTEA, à St Martin d'Hères, sur le site universitaire de Grenoble.

L'indemnité de stage de niveau M2 est de 554€/mois. Une prolongation en thèse est envisageable, en fonction des résultats et des opportunités.