



**HAL**  
open science

## Processus Ponctuels et Processus de Dirichlet spatio-temporels

Florenca Chimard, Jean Vaillant, Richard Emilion

► **To cite this version:**

Florenca Chimard, Jean Vaillant, Richard Emilion. Processus Ponctuels et Processus de Dirichlet spatio-temporels. 41èmes Journées de Statistique, SFdS, Bordeaux, 2009, Bordeaux, France, France. inria-00386679

**HAL Id: inria-00386679**

**<https://hal.inria.fr/inria-00386679>**

Submitted on 22 May 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# PROCESSUS PONCTUELS ET PROCESSUS DE DIRICHLET SPATIO-TEMPORELS

Florencia CHIMARD<sup>(1)</sup>, Jean VAILLANT<sup>(1)</sup> et Richard EMILION<sup>(2)</sup>

(1) *Université des Antilles et de la Guyane, GRIMAAG, EA3590  
BP 592 Campus de Fouillole, 97157 Pointe-à-Pitre CEDEX*

(2) *Université d'Orléans, MAPMO, UMR 6628  
BP 6759, 45067 Orléans cedex 2*

*Mots-clés: Processus Ponctuels, Stick-Breaking, Processus de Dirichlet, Modèles bayésiens hiérarchiques, Méthodes MCMC*

*Résumé:* Les processus ponctuels permettent de décrire divers phénomènes consistant en des distributions d'événements. Dans le cadre de la détection de la résurgence de maladies, nous proposons un processus doublement stochastique (Cox) défini par son processus intensité spatio-temporel. Il s'agit d'un modèle hiérarchique spatio-temporel à trois composantes pour la fonction d'intensité : un effet spatial, une tendance temporelle et un effet spatio-temporel où intervient un processus de Dirichlet d'espérance log-gaussienne. Des études par simulations numériques sont menées afin de vérifier la performance des estimateurs proposés.

*Abstract:* Point processes are useful for describing various phenomena consisting of events distributions. In the framework of epidemiology surveillance, we propose a doubly stochastic (Cox) process whose spatio-temporal intensity process consists of three components: a spatial effect, a temporal trend and a spatio-temporal effect for which a Dirichlet process with log-gaussian expectation is introduced. We compared the performance of the proposed estimators by means of numerical simulation.

Beaucoup de phénomènes sont de nature stochastique et nécessitent pour être modélisés et prédits des techniques statistiques appropriées. Par exemple, en sismologie, on utilise souvent la théorie des processus ponctuels (*Ogata 1999, Holden et al. 2003, Zhuang 2006*) pour analyser la répartition des tremblements de terre selon leur localisation, leur date ou encore leur magnitude. Si l'on s'en tient à la distribution des épicentres, qui peut-être représentée dans l'espace et dans le temps, on a un processus ponctuel spatio-temporel sans marque. On peut citer également la modélisation visant à étudier l'incidence de maladie (*Diggle 2005, Diggle et al. 2005, Kottas et al. 2007*). Les modèles considérés par ces différents auteurs sont soit des processus de Cox, soit des processus à mémoire tels le processus d'Hawkes. Leur loi est complètement caractérisée par leur processus intensité conditionnelle ( $\lambda(x, t)$ ). La modélisation se fait donc uniquement à travers ce dernier. Kottas et Sanso (2007) ont proposé un modèle de mélange de processus de Poisson non homogènes où la loi mélangeante est un processus de Dirichlet introduit par Ferguson (1973,1974). Il est à noter cependant, que lorsque les données sont sous forme de comptages régionalisés, la modélisation concerne plutôt la loi de dénombrement (*Green et Richardson, 2002*).

Pour notre part, nous considérons la situation où les positions spatiales des occurrences sont observées entre deux dates données dans le cadre de la détection de la résurgence de maladies. Nous modélisons la log-intensité du processus comme la somme d'un effet spatial, d'une tendance temporelle et d'un effet spatio-temporel. Notre effet spatio-temporel a pour loi *a priori* un processus de Dirichlet (*Teh et al. 2004, Duan 2007*) de paramètre de confiance  $\alpha$  et d'espérance un processus log-gaussien. Un "stick-breaking prior" (*Ishwaran et James 2001*) spatio-temporel développé ici est intégré dans notre modèle. La méthodologie inférentielle bayésienne est appliquée à partir d'un tel modèle hiérarchique. Des études par simulation numériques sont menées afin de vérifier la performance de nos estimateurs.

## References

- [1] P. J. Diggle. A partial likelihood for spatio-temporal point processes. *The Berkeley Electronic Press*, (75), 2005.
- [2] Peter Diggle, Barry Rowlingson, and Ting-li Su. Point process methodology for on-line spatio-temporal disease surveillance. *Environmetrics*, 16:423–434, 2005.
- [3] J. A. Duan, M. Guindani, and A. E. Gelfand. Generalized spatial dirichlet process models. *Biometrika*, 94:809–825, 2007.
- [4] T.S. Ferguson. A bayesian analysis of some nonparametric problems. *The annals of statistics*, 1:209–230, 1973.

- [5] T.S. Ferguson. Prior distributions on spaces of probability measures. *The annals of statistics*, 2:615–629, 1974.
- [6] Peter J. Green and Sylvia Richardson. Hidden markov models and disease mapping. *Journal of the American Statistical Association*, 97(460):1055–1070, 2002.
- [7] L. Holden, S. Sannan, and H. Bungun. A stochastic marked point process model for earthquakes. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3:95–101, 2003.
- [8] H. Ishwaran and L. F. James. Gibbs sampling methods for stick-breaking priors. *Journal of the American Statistical Association*, 96(453):161–173, 2001.
- [9] A. Kottas, J. A. Duan, and A. E. Gelfand. Modeling disease incidence data with spatial and spatio-temporal dirichlet process mixtures. *Biometrical Journal*, 49:1–14, 2007.
- [10] A. Kottas and B. Sanso. Bayesian mixture modeling for spatial poisson process intensities, with applications to extreme value analysis. *Statistical Planning and Inference*, 137:3151–3163, 2007.
- [11] Y. Ogata. Seismicity analysis through point process modeling: a review. *Pure and Applied Geophysics*, 155:471–507, 1999.
- [12] Y. W. Teh, Michael I. Jordan, Matthew J. Beal, and David M. Blei. Hierarchical dirichlet processes. *Journal of the American Statistical Association*, 101, 2004.
- [13] J. Zhuang. Second-order residual analysis of spatiotemporal point processes and applications in model evaluation. *Journal of the Royal Statistical Society*, 64:635–653, 2006.