

## Processus de Hawkes : application en épidémiologie végétale

### Proposition de stage M2

**Contexte** Un processus ponctuel est une collection aléatoire des points appartenant à un ensemble  $S$ . Si  $S = \mathbb{R}^+$ , les points du processus peuvent s'interpréter comme les temps d'occurrence d'un évènement. Un processus ponctuel est caractérisé de façon unique par la fonction d'intensité conditionnelle  $\lambda(t)$  qui mesure le taux instantané d'occurrence d'évènements en temps  $t$ , conditionnellement au passé de processus. Les processus de Hawkes sont une classe de processus ponctuels utilisés pour modéliser des évènements qui déclenchent d'autres évènements du même type (des répliques des séismes, la propagation d'une infection etc). Dans le cas univarié, la fonction d'intensité conditionnelle pour les processus de Hawkes est définie par l'équation :

$$\lambda(t) = \lambda_0 + \sum_{t_i < t} \mu(t - t_i)$$

Le scalaire  $\lambda_0$  représente le taux d'occurrence de base, indépendant du temps. Le deuxième terme traduit l'influence du passé de processus via la fonction  $\mu$  qui dépend du délai entre le temps  $t$  et les temps d'occurrence des évènements antérieurs.

**Objectif de stage** Le stage commencera par l'étude de propriétés de processus de Hawkes. Dans un premier temps le stagiaire travaillera sur les algorithmes de simulation et l'inférence statistique pour des processus de Hawkes. Ces connaissances seront ensuite mise en oeuvre pour modéliser la propagation de la tavelure, une des principales maladies fongiques de pommiers. Le modèle sera ajusté aux données de concentration des spores de *Venturia inaequalis*, champignon à l'origine de la maladie, représentées sur la Figure 1.

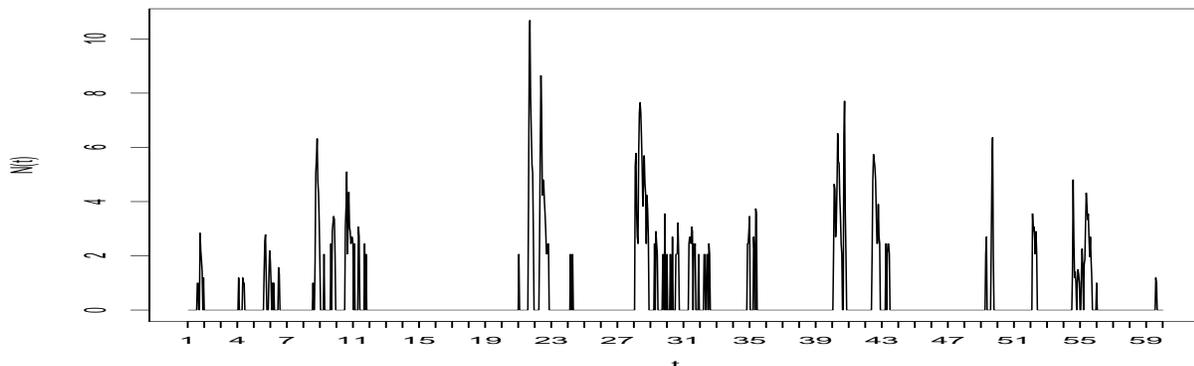


FIGURE 1 – Evolution temporelle de la concentration des spores de *Venturia inaequalis*. Le monitoring des spores a duré 60 jours, la fréquence d'enregistrement est égale à une mesure par heure.

**Compétences** Le candidat doit suivre une formation M2 (ou équivalente) en mathématiques appliquées. Les compétences en processus stochastiques et le goût pour la modélisation statistique sont attendus. La connaissance de la programmation en R est demandée.

**Conditions de stage** *Laboratoires d'accueil* : UR “Mathématiques et Informatique Appliquées du Génome à l’Environnement” (MaIAGE), INRAE, CR de Jouy-en-Josas (78) et/ou Equipe “Processus Aléatoires Spatio-Temporels et Applications” (PASTA), Inria-Grand Est, Nancy. *Encadrants* : Madalina Deaconu (madalina.deaconu@inria.fr), Katarzyna Adamczyk (Katarzyna.Adamczyk@inrae.fr). *Durée* : 4 à 6 mois. *Gratification* : Environ 550 euros en fonction de la législation actuelle.

**Modalités de candidature** Lettre de motivation, CV et le dernier bulletin de notes sont à adresser à Katarzyna.Adamczyk@inrae.fr et madalina.deaconu@inria.fr.

## Références

- [1] Hawkes, A. G. (1971). *Spectra of some self-exciting and mutually exciting point processes*, Biometrika 58 : 83-90
- [2] Daley, D.J. and Vere-Jones, D. (1998) *An Introduction to the Theory of Point Processes. Volume I : Elementary Theory and Methods*, Springer, 2002.
- [3] Ogata, Y. (1978) *The asymptotic behaviour of maximum likelihood estimators for stationary point processes*, Annals of the Institute of Statistical Mathematics 30 : 243-261.
- [4] Ben Allal, L. (2020) *Processus de Hawkes : Modélisation, Simulation et Inférence*, hal-02947341.