

# Modèle de régression auto-logistique spatio-temporel : application à la propagation d'une maladie des forêts.

## Proposition de stage M2

**Contexte biologique** L'armillaire est un champignon parasite observé dans des forêts de résineux. Il est à l'origine d'une maladie du système racinaire qui conduit à la mort des arbres atteints. L'espèce *Armillaria ostoyae* est fortement représentée dans la forêt des Landes, exploitée pour la production de bois. Les dégâts causés par l'armillaire entraînent des pertes économiques importantes dans la filière forêt-bois. L'expérience menée à l'INRAE de Bordeaux avait pour l'objectif l'acquisition des connaissances nécessaires pour comprendre les mécanismes de la propagation de la maladie. Une plantation des pins maritimes a été établie sur une parcelle de 3 ha et suivie pendant 20 ans. Le statut épidémique de chaque arbre (vivant/mort) a été relevé une fois par an et l'information sur des covariables susceptibles d'influencer son état a été renseignée également.

**Approche de modélisation** On considère un champ aléatoire  $Z(t) = (Z_i(t), i \in S)$ , indicé par un temps  $t$ , défini sur un ensemble discret de sites  $S$  et à valeur dans  $E^S$  où  $E = \{0, 1\}$ . On définit :

$$Z_i(t) = \begin{cases} 1 & \text{si l'arbre en site } i \text{ est mort l'année } t \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Dans l'expérience on observe une suite des champs aléatoires  $Z(1), Z(2), \dots, Z(T)$ . A chaque champs  $Z(t)$  on associe  $X(t) = (X_i(t), i \in S)$  où  $X_i(t)$  est un vecteur des covariables observées en site  $i$  l'année  $t$ . On note par  $\mathcal{N}_i$  l'ensemble de voisins du site  $i$ . Dans un premier temps on propose d'étudier la loi conditionnelle de  $Z_i(t)$  par un modèle auto-logistique suivant :

$$\begin{aligned} p_{it} &= \mathbb{P}(Z_i(t) = 1 | (Z_j(t') : j \neq i, t' \leq t); X_i(t)) \\ &= \mathbb{P}(Z_i(t) = 1 | (Z_j(t') : j \in \mathcal{N}_i, t' \in \{t, t-1\}); X_i(t)) \\ \text{logit}(p_{it}) &= X_i(t)^T \beta + \rho_0 \sum_{j \in \mathcal{N}_i} Z_j(t) + \rho_1 \sum_{j \in \mathcal{N}_i} Z_j(t-1). \end{aligned}$$

où  $\beta$  est un vecteur des paramètres de régression,  $\rho_0$  et  $\rho_1$  sont les paramètres associés aux termes autorégressifs du modèle.

**Objectif du stage** Le stage commencera par l'étude du modèle auto-logistique spatial et son extension spatio-temporelle. Dans un premier temps le stagiaire travaillera sur des méthodes d'estimation des paramètres et des algorithmes de simulation du modèle, en les testant sur des données synthétiques. Ces connaissances seront ensuite mise en pratique pour ajuster le modèle aux données expérimentales de l'INRAE de Bordeaux. L'attention particulière sera portée aux questions concernant les facteurs déterminants la mortalité des arbres : la présence de la forêt ancienne infestée par l'armillaire, l'âge des arbres, la structure du voisinage ...

**Profil recherché** Une formation en mathématiques appliquées/statistiques ou une formation en agronomie avec des bonnes connaissances en statistiques. L'intérêt pour la modélisation statistique, les connaissances en algorithmes stochastiques et la maîtrise de programmation en R sont attendus. L'expérience en analyse des données spatiales sera un atout.

**Conditions de stage** *Laboratoires d'accueil* : UR "Mathématiques et Informatique Appliquées du Génome à l'Environnement" (MaIAGE), INRAE, CR de Jouy-en-Josas (78) *Encadrants* : Anne Gégout-Petit (Université de Lorraine), Katarzyna Adamczyk (INRAE, UR MaIAGE). *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 anne.gegout-petit@univ-lorraine.fr avant le 15 décembre. L'arbitrage aura lieu avant le 15 janvier.

## Références

- [1] Gégout-Petit, A., Guérin-Dubrana L. and Li, S. (2019) *A new centered spatio-temporal autologistic regression model with an application to local spread of plant diseases*, Spatial Statistics, 31 : 1-21.
- [2] Guyon, X. Gaetan, C. *Modélisation et statistique spatiales*, Springer, 2008.
- [3] Besag, J. E. (1974). *Spatial interaction and the statistical analysis of lattice system*, Journal of the Royal Statistical Society, Series B, 76 : 192-236.
- [4] Lung-Escarmant, B. and Guyon, D. (2004). *Temporal and Spatial Dynamics of Primary and Secondary Infection by Armillaria ostoyae in a Pinus pinaster Plantation*, Ecology and Epidemiology 4 : 125-131.