

Champs de Markov sur réseau pour modéliser la propagation des maladies des arbres forestiers

Proposition de stage M2

Mots-clés : statistique spatiale, champs aléatoires, auto-modèles markoviens, épidémiologie

Encadrement : Anne Gégout-Petit (Université de Lorraine), Katarzyna Adamczyk (INRAE),

Localisation : INRAE, UR MaIAGE, Centre de Recherche à Jouy-en-Josas (Yvelines),

Durée : 5-6 mois, à partir de février/mars 2024,

Contact : katarzyna.adamczyk@inrae.fr, anne.gegout-petit@univ-lorraine.fr.

Contexte applicatif Un exemple qui a motivé ce projet concerne la mortalité de pins maritimes suite à une maladie transmise par l'Armillaire (*Armillaria ostoye*), champignon pathogène présent en Forêt Landaise. Les premières traces de l'Armillaire ont été détectées au début de XXème siècle dans la zone côtière des Landes où les plantations de pin ont été réalisées pour fixer la dune. Depuis, on observe une expansion lente de la maladie à partir de sources initiales ([Labbé, 2007]).



FIGURE 1 – Forêt attaquée par l'Armillaire

Les données spatio-temporelles des mortalités associées à l'Armillaire ont été recueillies sur une parcelle forestière entre 1985 et 2004. L'enjeu principal de cet étude était d'évaluer l'impact respectif de deux sources de contamination ([Lung, 2004]) : source primaire (les souches de la forêt ancienne infestée par l'Armillaire) et source secondaire (infections provenant de nouvelles plantations). Dans ce stage on propose un cadre de modélisation basé sur les approches de statistique spatiale pour analyser ce type de données.

Objectif de stage On considère un champ aléatoire $X = (X_i, i \in S)$ sur un ensemble discret de sites S et à valeur dans $\Omega = E^S$, où E est une espace d'état. Le réseau discret S représente ici l'ensemble des arbres et l'espace d'état est celle d'un champ binaire : $E = \{1, 0\}$ (présence/absence d'un arbre mort). On note par π la loi de X . On s'intéresse aux modèles de Markov dans lesquels cette loi est caractérisée par une famille des lois conditionnelles $\{\pi_i(X_i|X_{V(i)}), i \in S\}$, où $X_{V(i)}$ désigne le champ X restreint au voisinage $V(i)$ du site i . L'objectif de stage est de proposer un modèle de dynamique de champs de Markov pour décrire la propagation de la mortalité causée par le champignon et de l'ajuster aux données de suivi épidémique. Une attention particulière sera portée sur l'intégration dans ce modèle des variables environnementales d'intérêt ainsi que sur le choix de la structure de voisinage $V(i)$, en lien avec la distance de dispersion de pathogène. Le candidat pourra s'inspirer de modèles appliqués dans des contextes similaires : pour étudier le processus de contamination racinaire de l'hévéa ([Chadoeuf, 1992]) ou la propagation d'une maladie de la vigne ([Gégout-Petit, 2019]).

Compétences souhaitées Le candidat doit suivre une formation en statistique ou en mathématiques appliquées (niveau M2). Les compétences requises pour répondre à l'offre de stage sont : (1) acquis solides en inférence statistique, (2) bonne connaissance des algorithmes stochastiques (méthodes mcmc), (3) connaissance d'un langage de programmation (de préférence R), (4) bonnes capacités rédactionnelles. Le stage offre une occasion d'acquérir une expérience pratique en modélisation statistique appliquée aux problèmes environnementaux étudiés à l'INRAE. Si vous êtes intéressé par notre proposition, nous vous invitons à soumettre votre candidature, accompagnée de derniers relevés de notes (voir adresse de contact en haut de page).

Références

- [Gégout-Petit, 2019] 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.
- [Guyon, 2008] Guyon, X. Gaetan, C. *Modélisation et statistique spatiales*, Springer, 2008.
- [Lung, 2004] 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.
- [Chadoeuf, 1992] Chadoeuf, J., Nandris, D, Geiger, J.P., Nicole, M. and Pierrat, J.C. (1992). *Modélisation Spatio-Temporelle d'une Epidémie par un Processus de Gibbs : Estimation et Tests*, Biometrics, 48 : 1165-1175.
- [Labbé, 2007] Labbé, F., Marcais B., Dupouey J.-L., Bélouard, T., Capdevielle X., Piou D., Robin, C., Dutech, C. (2015) *Pre-existing forests as sources of pathogens ? The emergence of Armillaria ostoyae in a recently planted pine forest*, Forest Ecology and Management, 357 : 248-258.