

Stage de M1 ou M2 Statistiques pour l'environnement

**Sujet : Modélisation spatio-temporelle de contaminants métalliques.
Application aux données de retombées atmosphériques métalliques
enregistrées par les mousses.**

- **Encadrants :**
 - Isabelle Albert (MIA Paris) <https://www6.inra.fr/mia-paris/Equipes/Membres/Isabelle-Albert>
 - Sébastien Leblond (Museum, Paris) <http://patrinat.mnhn.fr/UTILISATEUR/viewAccueil/57>
- **Durée :** 6 mois.
- **Début :** libre
- **Laboratoire :**
 - Equipe Morse, MIA Paris, Unité Mixte de recherche INRA - AgroParisTech 16 rue Claude Bernard, 75005 Paris, <https://www6.inra.fr/mia-paris>
 - Muséum national d'Histoire naturelle - UMS 2006 - Patrimoine Naturel CP39, 12 rue Buffon, 75005 Paris - France <http://patrinat.mnhn.fr/>
- **Localisation :** Paris
- **Contact :** isabelle.albert@agroparistech.fr

Contexte scientifique L'UMS 2006 est le coordinateur pour la France d'un programme européen de surveillance des dépôts métalliques atmosphériques par les mousses terrestres, le dispositif BRAMM (Biosurveillance des Retombées Atmosphériques Métalliques par les Mousses). Il permet de cartographier et de suivre l'évolution, à l'échelle métropolitaine, des niveaux de concentrations en contaminants accumulés dans des mousses. Les mousses n'ont pas de système racinaire et absorbent directement les éléments présents dans l'air. Elles sont donc de bons capteurs des contaminants atmosphériques.

Depuis 1996, des campagnes quinquennales sont réalisées sur environ 500 sites de collectes répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain, en milieu rural et forestier. Treize éléments (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, N, Ni, Pb, Sb, V et Zn) sont suivis et analysés. Pour chaque site, on dispose également de covariables informatives locales telles que latitude, longitude, altitude, type de substrat, etc. Des informations complémentaires sont disponibles telles que des valeurs de concentrations locales en métaux dans les sols et des cartes modélisées de dépôt. La modélisation de ces données a déjà été considérée dans la littérature (Tyler, 1990; Lequy et al., 2016, 2017).

Les attendus de ce stage, sont notamment de modéliser la répartition spatio-temporelle des niveaux de concentrations en métaux accumulés dans les mousses. La difficulté (et l'originalité) de la modélisation à réaliser porte sur le caractère multi-éléments de la réponse ainsi que sur les localisations non concordantes des sources d'information.

Objectifs L'objectif de ce stage est d'adapter les modèles de la littérature aux données le dispositif BRAMM , voir par exemple [Datta et al. \(2016\)](#), et de proposer une méthode d'inférence (de préférence bayésienne) de ces modèles. La pertinence, précision et stabilité de ces méthodes seront testées sur données simulées. Les conséquences en matière d'estimations des concentrations en contaminants seront formulées à partir de données réelles.

Compétences attendues Au delà des compétences classiques attendues (curiosité, motivation, rigueur, aptitude à lire et comprendre l'anglais, autonomie et goût du travail en équipe), et de motivations particulières marquées pour l'analyse de systèmes naturels et le traitement de questions d'environnement, le candidat à ce stage devra réunir les compétences académiques suivantes :

- solides connaissances en statistiques et probabilités, donc avoir suivi et validé la partie académique d'un cursus de type M1 ou M2 statistiques et/ou/ modélisation statistique et/ou probabilités,
- goût pour le développement d'outils algorithmiques,
- maîtriser (et aimer manipuler) un environnement de calcul scientifique, R (pratique avancée) et C (notions de base).

Références

- Datta, A., Banerjee, S., Finley, A. O., and Gelfand, A. E. (2016). Hierarchical nearest-neighbor gaussian process models for large geostatistical datasets. *Journal of the American Statistical Association*, 111(514) :800–812.
- Lequy, E., Dubos, N., Witté, I., Pascaud, A., Sauvage, S., and Leblond, S. (2017). Assessing temporal trends of trace metal concentrations in mosses over france between 1996 and 2011 : A flexible and robust method to account for heterogeneous sampling strategies. *Environmental Pollution*, 220 :828–836.
- Lequy, E., Sauvage, S., Laffray, X., Gombert-Courvoisier, S., Pascaud, A., Galsomiès, L., and Leblond, S. (2016). Assessment of the uncertainty of trace metal and nitrogen concentrations in mosses due to sampling, sample preparation and chemical analysis based on the french contribution to icp-vegetation. *Ecological Indicators*, 71 :20–31.
- Tyler, G. (1990). Bryophytes and heavy metals : a literature review. *Botanical journal of the Linnean Society*, 104(1-3) :231–253.