

Titre : Modélisation jointe de processus extrêmes multivariés avec des composantes non-extrêmes

Mot clés : Théorie des valeurs extrêmes, Processus spatiaux, Statistiques circulaires, Modèles hiérarchiques Bayésiens, Applications environnementales

Résumé : Alors que les outils classiques de la théorie des valeurs extrêmes permettent de représenter efficacement l'intensité des événements rares, ils peinent à intégrer d'autres caractéristiques essentielles à leur compréhension, comme la direction du vent lors d'une tempête. L'objectif principal de ce manuscrit est de développer des modèles statistiques capables d'intégrer de telles variables additionnelles non extrêmes.

Le premier modèle repose sur l'hypothèse d'indépendance conditionnelle et suppose que seuls les paramètres de la loi extrême varient spatialement. Ainsi, en plus de décrire l'intensité potentielle d'un événement

rare, ils peuvent également servir de variables explicatives d'une composante additionnelle. Ce cadre est appliqué à l'étude conjointe de la vitesse et de la direction du vent sur le territoire métropolitain français.

La suite de ce rapport est consacrée à l'introduction des processus max-stables augmentés, une extension multivariée des modèles max-stables, dans laquelle seule la première composante du processus est extrême. Ce formalisme permet de coupler un champ extrême à tout type de processus annexes, tout en conservant une structure de dépendance cohérente avec la théorie des max-stables.

Title: Joint modeling of multivariate spatial extremes models with non-extremal components

Keywords: Extreme value theory, Spatial extremes, Circular statistics, Bayesian hierarchical models, Environmental application

Abstract: While classical tools from extreme value theory are effective at representing the intensity of rare events, they often fail to incorporate other essential characteristics for understanding these phenomena, such as wind direction during a storm. The main objective of this manuscript is thus to develop statistical models capable of including such additional non-extreme variables.

The first model relies on a conditional independence assumption and assumes that only the parameters of the extreme-value distribution vary spatially. Hence, on top of being responsible of the intensity of the extremes, they

can be used as covariates for an additional component. This framework is applied to the joint analysis of wind speed and direction over mainland France.

The second part of this thesis introduces augmented max-stable processes, a multivariate extension of classical max-stable models, in which only the first component is extreme. This framework allows the coupling of an extreme field with any type of additional non-extreme process, while preserving a dependence structure consistent with max-stable theory.