

## **Titre : Mesures de risque basées sur des séries temporelles**

### Directeur(s) de Thèse :

Armelle Guillou, Professeur des universités, Université de Strasbourg  
Yuri Goegebeur, Associate Professor, University of Southern Denmark

Unité(s) d'Accueil(s) : IRMA, UMR 7501

Établissement de rattachement : Université de Strasbourg et CNRS, IRMA UMR 7501

Collaboration(s) (s'il y a lieu) :

Rattachement à un programme (s'il y a lieu) :

Résumé (1500 caractères au maximum) :

Les événements climatiques catastrophiques comme les inondations, les incendies de forêt, les vagues de chaleur sont souvent le résultat du comportement extrême simultané de plusieurs processus en interaction. Traditionnellement, la recherche en sciences du climat s'est concentrée sur des dangers univariés, réduisant la complexité de la dynamique climatique et les conséquences possibles. Cependant, le risque composé reflète la possibilité de nombreuses causes ou aléas climatiques en interaction, et par conséquent ceux-ci doivent être pris en compte simultanément dans les analyses statistiques. La quantification du risque se fait par des mesures dites de risque, largement étudiées dans la littérature, mais principalement dans le cadre univarié ou dans le contexte multivarié mais sous des hypothèses sous-jacentes peu réalistes pour les applications en science du climat, en particulier celle d'observations indépendantes.

Dans cette thèse nous chercherons à estimer des mesures de risque sur la base de données de séries chronologiques. La présence d'une dépendance temporelle va clairement constituer le défi mathématique à appréhender dans l'étude théorique des estimateurs et devra être faite dans le contexte de séries chronologiques à variations régulières. En sus des propriétés asymptotiques des estimateurs, les méthodologies développées seront appliquées à des jeux de données simulées, puis illustrées sur des données réelles.

Pour de plus amples informations : [armelle.guillou@math.unistra.fr](mailto:armelle.guillou@math.unistra.fr)

## Descriptif du sujet (en complément, au format Word ou pdf)

Les événements climatiques catastrophiques comme les inondations, les incendies de forêt, les vagues de chaleur sont souvent le résultat du comportement extrême simultané de plusieurs processus en interaction. Traditionnellement, la recherche en sciences du climat s'est concentrée sur des dangers univariés, réduisant la complexité de la dynamique climatique et les conséquences possibles. Cependant, le risque composé reflète la possibilité de nombreuses causes ou aléas climatiques en interaction, et par conséquent ceux-ci doivent être pris en compte simultanément dans les analyses statistiques. La quantification du risque se fait par des mesures dites de risque, largement étudiées dans la littérature, mais principalement dans le cadre univarié ou dans le contexte multivarié, mais sous des hypothèses sous-jacentes peu réalistes pour les applications en science du climat, en particulier celle d'observations indépendantes.

L'exemple le plus connu d'une mesure de risque multivariée est le "Marginal Expected Shortfall" (MES), défini par

$$E(X|Y>Q(\alpha)), \alpha \in (0, 1),$$

où  $(X, Y)$  représente une paire de risques et  $Q(\alpha)$  est le  $\alpha$ -quantile associé au risque  $Y$ . Cet outil est important pour mesurer le risque systémique des institutions financières. Cai et al. (2015) ont proposé un estimateur du MES lorsque les variables d'intérêt suivent des distributions de type Pareto et récemment Goegebeur et al. (2021a, b) ont considéré l'estimation du MES lorsque les variables aléatoires d'intérêt sont observées conjointement à une covariable aléatoire.

Ces travaux ne sont malheureusement pas directement applicables en science du climat, où les données sont souvent collectées au fil du temps (température, précipitation, ozone...) et donc exhibent une dépendance temporelle, violant ainsi l'hypothèse habituelle d'observations indépendantes. Notre objectif dans cette thèse sera donc d'estimer des mesures de risque sur la base de données de séries chronologiques, en particulier celles de type MES. La présence d'une dépendance temporelle va clairement constituer le défi mathématique à appréhender dans l'étude théorique des estimateurs et devra être faite dans le contexte de séries chronologiques à variations régulières (Basrak et Segers, 2009).

Le candidat devra donc avoir de solides bases en statistique et en probabilité, notamment en processus stochastiques, et un goût pour les applications. Pour mener à bien cette thèse, il devra également connaître R et si possible un langage de programmation.

### **Références :**

Basrak, B. & Segers, J. (2009). Regularly varying multivariate time series. *Stochastic Processes and their Applications*, 119, 1055-1080.

Cai, J.J., Einmahl, J.H.J., de Haan, L. & Zhou, C. (2015). Estimation of the marginal expected shortfall: the mean when a related variable is extreme. *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, 77, 417-442.

Goegebeur, Y., Guillou, A., Ho, N.K.L. & Qin, J. (2021a). Conditional marginal expected shortfall, *Extremes*, 24, 797-847.

Goegebeur, Y., Guillou, A., Ho, N.K.L. & Qin, J. (2021b). A Weissman-type estimator of the conditional marginal expected shortfall, *Econometrics & Statistics*, <https://doi.org/10.1016/j.ecosta.2021.09.006>.