

## SUJET DE THESE 2018 (english version below)

### **Titre de la thèse :**

Analyse de la variabilité des extrêmes hydro-météorologiques alpins en contexte de climat changeant

**Mots clés :** Extrêmes hydro-météorologiques, processus atmosphériques, dernier millénaire, Alpes

**Directeur de thèse** Bruno Wilhelm ([bruno.wilhelm@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:bruno.wilhelm@univ-grenoble-alpes.fr))

**Co directeur** Sandrine Anquetin ([Sandrine.Anquetin@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:Sandrine.Anquetin@univ-grenoble-alpes.fr))

**Unité de recherche** IGE

**Equipe :** HMCIS

**Rattachement administratif :** Ecole Doctorale Terre, Univers, Environnement

**Spécialité** OCEAN ATMOSPHERE HYDROLOGIE

### **Profil et compétences recherchées**

Compétences en hydro-météorologie, climatologie, analyse de données et statistiques

**Date limite de candidature :** 15 mai 2018

**Date de début de la thèse :** 1 octobre 2018

### **Description du sujet de thèse\***

Les extrêmes hydrométéorologiques tels que les crues de rivières sont des risques naturels très destructeurs qui ont des impacts étendus sur les socio-écosystèmes. Dans le contexte du changement climatique, la fréquence et l'ampleur de ces événements devraient changer, ce qui constitue un enjeu de plus en plus important pour les sociétés et leurs développements futurs (aménagement du territoire, politiques d'adaptation, politiques d'assurance). Cependant, les processus climatiques menant à de tels événements sont encore mal compris, en particulier dans les zones de montagne qui sont le lieu de processus présents sur des gammes d'échelles spatiales et temporelles très larges. Mieux comprendre ces processus et évaluer avec précision les évolutions des risques demeurent donc des enjeux prioritaires pour la communauté scientifique et les parties prenantes (IPCC, 2013). Dans ce contexte, l'objectif global de cette thèse est de mieux comprendre la variabilité des crues alpines en relation avec les changements climatiques passés afin d'améliorer les projections de la fréquence des crues dans un climat changeant. Cette étude se concentrera sur une sélection de grands bassins versants des Alpes (France, Allemagne, Italie) soumis à différentes influences climatiques.

La première partie de cette thèse de doctorat visera une compréhension approfondie des conditions atmosphériques qui ont conduit à l'occurrence de crues catastrophiques au cours des 150 dernières années (1852-2015). Ceci sera entrepris à travers l'étude des réanalyses climatiques et des résultats du modèle atmosphérique régional MAR. La méthode des ANALOG (voir par exemple Chardon et al., 2014) sera mise en œuvre pour identifier les caractéristiques atmosphériques pouvant être identifiées comme prédicteurs de ces situations.

Fort de ces connaissances sur les processus atmosphériques associés à ces événements extrêmes, la deuxième phase de la thèse de doctorat visera à tester la capacité des modèles climatiques à correctement simuler des changements de la fréquence de crues en climat changeant. Il est généralement très difficile d'entreprendre cette évaluation car les données in-situ (par exemple les données de précipitation ou de débit) couvrent rarement plus de quelques décennies, ce qui rend difficile l'identification de changements significatifs de fréquence de crues. Il est donc nécessaire, dans un premier temps, d'évaluer les modèles climatiques dans leur capacité à reproduire la fréquence des événements extrêmes sur une période plus longue. Récemment, l'étude d'archives naturelles telles que les sédiments lacustres a permis de reconstituer des séries de crues millénaires, révélant une forte variabilité de la fréquence des crues (Wilhelm et al., 2013).

Ainsi, de telles séries de paléo-crues seront utilisées ici comme observations et les simulations PMIP comme sorties de modèles climatiques de référence (Schmidt et al, 2012), toutes deux couvrant le dernier millénaire (850-1850).

Cette thèse sera effectuée au sein de l'équipe HMCIS de l'IGE, et profitera i) des données pouvant être collectées dans le cadre du projet international PAGES Floods Working Group, ii) des sorties de simulations réalisées avec le Modèle Atmosphérique Régional (MAR) et iii) de méthodes d'analyse développées dans le cadre du postdoctorat de Florian Raymond (en cours).

### **Contexte**

Inscrite dans la dynamique de l'équipe « Hydrométéorologie, Climat et Interaction avec les Sociétés » (HMCIS) de l'IGE en lien avec l'équipe GLACE, la thèse bénéficiera par ailleurs de l'environnement et des données du groupe de travail international PAGES Floods ainsi que du projet interdisciplinaire IDEX-UGA CDP-Trajectories. Il s'agit principalement d'une thèse d'analyse de données et il n'existe pas de conditions de sécurité spécifiques. Une collaboration étroite est également prévue avec Hugues Goose de l'Université Catholique de Louvain (Belgique) dans le cadre de la deuxième partie de la thèse (comparaisons modèles - paléo-observations) et pourra nécessiter un séjour de l'étudiant à Louvain.

### **Modalités d'encadrement, de suivi de la formation et d'avancement des recherches du doctorant**

Réunions annuelles d'un comité de thèse et réunions avec les membres du projet IDEX-UGA CDP-Trajectories pour qui les méthodes et résultats sont d'intérêt. Une collaboration étroite est également prévue avec Hugues Goose de l'Université Catholique de Louvain (Belgique) dans le cadre de la deuxième partie de la thèse (comparaisons modèles - paléo-observations) et pourra nécessiter un séjour de l'étudiant à Louvain.

### **Références bibliographiques**

1. Chardon J., B. Hingray, A.-C. Favre et al. (2014). Spatial similarity and transferability of analog dates for precipitation downscaling over France. *Journal of Climate*, 27(13), 5056-5074.
2. IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth, Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley(eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY,USA, 1535 pp.
3. Wilhelm B. , F. Arnaud, P. Sabatier, O. Magand, E. Chapron, T. Courp, K. Tachikawa, B. Fanget, E. Malet, C. Pignol, E. Bard, J.J. Delannoy (2013). Paleoflood activity and climatic changes over the last 1400 years from lake sediments of the NW European Alps. *Journal of Quaternary Science* 28(2): 189–199.
4. Schmidt G. A., Jungclaus J. H., Ammann C. M., Bard E., Braconnot P., et al.. *Climate forcing reconstructions for use in PMIP simulations of the Last Millennium (v1.1)*. Geoscientific Model Development, European Geosciences Union, 2012, 5, pp.185- 191.

## PhD Opportunity

**Title:** Understanding the variability of Alpine hydro-meteorological extremes in an evolving climate

**Keys words:** Hydro-meteorological extremes, atmospheric processes, last millennium, Alps

**Supervisor** Bruno Wilhelm ([bruno.wilhelm@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:bruno.wilhelm@univ-grenoble-alpes.fr))

**Co-supervisor** Sandrine Anquetin ([Sandrine.Anquetin@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:Sandrine.Anquetin@univ-grenoble-alpes.fr))

**Institute** IGE

**Research group** : HMCIS

**Administrative base** : Ecole Doctorale Terre, Univers, Environnement

**Speciality** OCEAN ATMOSPHERE HYDROLOGIE

**Profile:** Skills in hydro-meteorology, climatology, data analysis and statistics

**Deadline for application:** 15 May 2018

**Starting date** : 1 October 2018

### Thesis detailed overview

Hydro-meteorological extremes such as river flooding are highly destructive natural hazards causing widespread impacts on socio-ecosystems. In the context of climate change, the frequency and magnitude of these events are expected to change, which constitutes an increasingly relevant issue for the societies for its future development (land planning; adaptation policies; insurance policies). However, climatic processes leading to such events are still poorly understood, in particular within mountainous areas where processes take place within a large range of spatial and temporal scales. Better understand these processes and accurately assess hazard evolutions thus remain priority challenges for the scientific community and stakeholders (IPCC reports, 2013).

Within this general context, the overall goal of this PhD thesis is a better understanding of the Alpine flood variability in relation to past climate changes to improve projections of flood frequency in a changing climate. This study will focus on large Alpine catchment areas (France, Italy, Germany) being under different climate influences.

The first step of this PhD thesis will aim to an in-depth understanding of the atmospheric conditions that led to the occurrence of catastrophic river floods over the last 150 years (1852-2015) as documented by the international PAGES Floods Working Group. This will be undertaken through the study of both climate reanalyses and outputs from the atmospheric regional model MAR. The ability of the identified atmospheric features to be used as predictors will be tested using the ANALOG method (e.g. Chardon et al., 2014).

Based on this knowledge, the second phase of the PhD thesis will aim to test the ability of climate models to simulate reliable changes in frequency of such river flooding in a changing climate. Addressing this issue is usually highly challenging because in-situ observations (e.g. precipitation or gauge data) rarely span more than a few decades, precluding to identify significant changes in extreme frequency. It is therefore necessary, as a first step, to evaluate climate models in their ability to reproduce extreme event frequency within a longer time period. Recently, the study of natural archives such as lake sediments allowed to reconstruct millennium-long flood series, revealing a high variability in flood frequency (Wilhelm et al., 2012). Thereby, such paleoflood series will here be used as observations and PMIP simulations as reference climate model outputs (Schmidt et al, 2012), both covering the last millennium (850-1850).

This PhD will take advantage of the international PAGES Floods Working Group as well as the IDEX-UGA CDP-Trajectories interdisciplinary project. Collaborations with Hugues Goose (University of Louvain, Belgium) are planned in the second part of the PhD thesis (comparison proxy-model) and may need short stays at Louvain.