

Toulouse, le 19 Juin 2023

A l'attention des Directrices/Directeurs d'Unités de Recherche associées au M2 SOAC

Cher.e.s Directrices/Directeurs d'Unités,

Le M2 SOAC (parcours Dynamique du Climat et parcours Etudes Environnementales) sollicite vos équipes pour proposer des sujets de stage de recherche sur les thématiques scientifiques du master (<https://masters.obs-mip.fr/soac/>) pour l'année universitaire 2023-2024. D'une durée de **6 mois**, ces stages pourront débuter à partir du **15 février 2024**, ou plus tard selon convenance, et devront finir au maximum le **30 septembre 2024**. Les soutenances intermédiaires de stage auront lieu **mi mai 2024** et les soutenances finales **au cours de la semaine du 2 septembre 2024 (dates précisées ultérieurement)**.

La date de retour des propositions de stage - via les Directeurs d'Unité - est fixée au **mercredi 20 septembre 2023**. Vous aurez la possibilité de présenter vos laboratoires et sujets de stage proposés au sein de vos équipes au cours d'une séance devant les étudiants et élèves le **mardi 26 septembre 2023** à l'ENM (créneaux d'environ 15-20 minutes). Si votre unité de recherches est concernée par un prochain changement de direction et si vous le souhaitez, vous pourrez associer la future direction à tout ou partie de la démarche. Les propositions de stage auront été validées au préalable par la Commission Pédagogique du master. Nous diffuserons en parallèle l'offre complète sur le site web du master à partir du **mercredi 27 septembre 2023**. La Commission Pédagogique du Master n'interviendra pas sur l'attribution de stages, qui relève de la seule compétence des chercheurs proposant les sujets. **Dès qu'une attribution sera conclue, nous remercions les chercheurs concernés de nous prévenir afin que le sujet soit retiré de la liste des propositions.** Nous souhaitons clore la phase d'attribution vers la moitié du mois de décembre 2023, ce qui laissera environ 2 mois aux étudiants/élèves pour contacter les chercheurs et visiter les laboratoires d'accueil.

Vous trouverez ci-après : le modèle de fiche à remplir pour chaque sujet de stage proposé (**sur 1 seule page et sans figure SVP**), et le guide du stage qui rappelle les objectifs de ces stages de recherche et qui sert de référence pour leur évaluation (à transmettre aux responsables de stage).

Pour nous faciliter la manipulation des nombreux fichiers (création d'un document de compilation), nous vous serions reconnaissants de nous retourner par mail les fiches de stage sur la page suivante au format .pdf et avec la nomenclature ci-après :

**M2SOAC-2024-proposition-stage-LABORATOIRE-ENCADRANT.pdf**

Nous vous remercions pour votre collaboration et vous adressons nos plus cordiales salutations.

Véronique PONT

*Responsable UPS  
du M2 SOAC-DC*

Olivier PANNEKOUCKE

*Responsable INPT  
des M2 SOAC-DC et SOAC-EE*

Dominique SERÇA

*Responsable UPS du master  
SOAC et du M2 SOAC-EE*

Secrétariat pédagogique : Hélène PEREA, OMP, 14 avenue Edouard Belin, Toulouse, Tél. : 05 61 33 28 29, Fax : 05 61 33 28 05

## M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM UMR 3589 (Météo France et CNRS) et CECI UMR 5318 (CNRS-Cerfacs)

Titre du stage : Événements extrêmes de précipitations records ces dernières années : influence de la variabilité naturelle du climat et réponse au changement climatique

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage :

Saïd Qasmi, chercheur MF

Margot Bador, chercheuse CNRS

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :

[said.qasmi@meteo.fr](mailto:said.qasmi@meteo.fr) / [bador@cerfacs.fr](mailto:bador@cerfacs.fr)

05 61 07 83 16 / 05 61 19 31 25

Sujet du stage :

Le réchauffement global projeté au cours des prochaines décennies se matérialisera sur une partie de l'Europe par une augmentation de fréquence et de l'intensité des épisodes de précipitations extrêmes (Lee et al. 2021, Bador and Alexander 2022). Estimer les caractéristiques futures de ces événements est essentiel pour la quantification des risques climatiques et a fortiori dans les démarches d'adaptation des sociétés. Une approche intuitive adaptée à ce contexte est de quantifier dans quelle mesure un événement extrême passé, qui a touché des infrastructures ou des populations (par exemple les inondations en Allemagne en juillet 2021) pourrait être modifié dans de futures conditions climatiques.

Anticiper les caractéristiques futures d'un événement extrême observé, ou d'un type d'événement à fort impact, nécessite dans un premier temps de les quantifier précisément dans le climat actuel. Par définition, la rareté et l'unicité d'un événement extrême rend difficile leur caractérisation (fréquence, intensité, extension spatiale, etc) dans le contexte de la variabilité naturelle du climat à partir seulement des observations. L'utilisation de modèles numériques et de simulations sur de longues échelles de temps est alors nécessaire pour quantifier l'unicité de l'événement ainsi que ses caractéristiques, et la manière dont les forçages externes naturels et anthropiques peuvent les influencer depuis l'ère pré-industrielle.

Certains modèles sont capables de reproduire des événements extrêmes de précipitations similaires à ceux qui ont été observés récemment via des simulations couvrant la seconde partie du XX<sup>e</sup> siècle (Thompson et al. 2017, Jain et al. 2023). Néanmoins ces évaluations restent incomplètes et reposent sur l'hypothèse de stationnarité du climat sur cette période.

L'objectif du stage est de revisiter la caractérisation de quelques événements extrêmes de précipitations récemment observés et à fort impact, au cours de différentes saisons et dans différentes sous-régions d'Europe. Leurs caractéristiques seront établies à partir de différentes sources d'observations (radar, ré-analyses etc.).

Il s'agira ensuite de mieux comprendre l'influence de la variabilité naturelle du climat et celle des émissions anthropiques dans l'établissement de ces événements records récents. Pour cela, on utilisera l'ensemble de modèles de climat Système-Terre de dernière génération (modèles CMIP6), et plus précisément les simulations :

- d'un climat stationnaire longues de plusieurs centaines d'années, dans lesquelles les forçages externes d'origine naturelle (volcanisme, activité solaire...) et anthropique (émissions de gaz à effet de serre, pression sur l'usage des sols...) sont maintenus à leurs niveaux préindustriels ;
- sur la période historique récente (avec forçages externes évolutifs) à l'aide de grands ensembles (multi-membres) pour maximiser l'échantillonnage de la variabilité interne ;
- sur la période future en considérant un scénario donné d'émissions de gaz à effet de serre.

- Bador, M., & Alexander, L. V. (2022). Future seasonal changes in extreme precipitation scale with changes in the mean. *Earth's Future*, 10(12), e2022EF002979.

-Jain, S., Scaife, A. A., Shepherd, T. G., Deser, C., Dunstone, N., Schmidt, G. A., et al. (2023). Importance of internal variability for climate model assessment. *Npj Climate and Atmospheric Science*, 6(1), 68.

<https://doi.org/10.1038/s41612-023-00389-0>

- Lee, J. Y., Marotzke, J., Bala, G., Cao, L., & Corti, S. (2021). Chapter 4 - Future Global Climate: Scenario-Based Projections and Near-Term Information. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Thompson, V., Dunstone, N. J., Scaife, A. A., Smith, D. M., Slingo, J. M., Brown, S., & Belcher, S. E. (2017). High risk of unprecedented UK rainfall in the current climate. *Nature Communications*, 8(1), 107.  
<https://doi.org/10.1038/s41467-017-00275-3>

## GUIDE DU STAGE DE FIN D'ETUDE (2023-2024)

Le stage de fin d'étude est une phase de formation de l'étudiant, au cours de laquelle l'encadrant joue un rôle prépondérant et propose diverses activités répondant toutes à des objectifs particuliers :

1. *Travail bibliographique* : savoir resituer son sujet dans le contexte d'étude correspondant.
2. *Assimilation de méthodes, d'approches, de techniques* : savoir manipuler des données, utiliser et/ou développer un modèle, mener des expériences, mettre en place une approche ou une méthode afin d'obtenir des résultats nécessaires à l'analyse d'un problème, à la résolution d'une question scientifique ou industrielle.
3. *Support de communication (poster / rapport)*: savoir rédiger une synthèse de ses travaux dans un format imposé, en faisant preuve de clarté et d'esprit de synthèse, avec un choix judicieux d'illustrations (figures, tableaux...).
4. *Soutenance orale* : savoir présenter de façon synthétique ses travaux et défendre ses résultats devant une assistance au cours d'une série de questions/réponses.
5. *Effort de pédagogie* : savoir expliciter son propos devant une assistance dont tous les membres ne sont pas spécialistes du domaine présenté.

Le jury doit pouvoir évaluer les **compétences acquises** par l'étudiant dans ces diverses activités, afin de vérifier que tous les objectifs de la formation ont été atteints. **Pour les élèves/étudiants travaillant sur un sujet plutôt à connotation 'recherche'** évalué par le jury SOAC 'Recherche', une **évaluation, à mi parcours** du stage environ, est faite sous format poster et oral associé. A l'échéance de la durée complète du stage, **pour l'ensemble des étudiants/élèves**, l'**évaluation finale** est quant à elle basée sur le rapport de stage, la soutenance orale et l'appréciation de l'encadrant de stage.

"**Quelle réponse apporter à quelle problématique et avec quelle approche?**" Ce questionnement peut servir de fil rouge à l'étudiant qui devra démontrer son esprit critique vis-à-vis des résultats obtenus et de la méthode de travail choisie, et faire preuve de qualités pédagogiques pour bien faire comprendre ses travaux. Il pourra, si possible, montrer les apports des différents cours qu'il a suivis pendant toute la durée du master. Par ailleurs, le jury doit pouvoir bien cerner **le travail effectif et personnel de l'étudiant** que ce dernier devra mettre en évidence en particulier dans son rapport écrit.

Pour les évaluations à mi-parcours :

Présentation sous forme d'oral de 8 minutes d'un poster : du même type que ceux demandés en session poster d'un congrès scientifique, qui contiendra les éléments suivants : (i) état de l'art de la question scientifique abordée avec mise en avant du contexte scientifique ; (ii) état d'avancement des travaux ; et (iii) analyse des premiers résultats ; (iv) suite du travail et perspectives. 1 à 2 questions seront ensuite posées par le jury.

Le poster pourra être rédigé en anglais ou en français.

Pour les évaluations finales :

\* Rapport de stage :

- 25 à 30 pages maximum dont le contenu indicatif est le suivant : 1 résumé, 1 table des matières, 1 liste des acronymes si le texte en utilise, 1 introduction (posant la problématique, resituant les questions abordées dans leur contexte scientifique ou industriel, et présentant la

démarche utilisée/suivie pour aborder cette thématique), 1 description de la méthodologie, 1 présentation des résultats ou des cas d'étude, 1 discussion, 1 conclusion avec des perspectives, 1 conclusion personnelle d'une demi-page (apport du stage), 1 bibliographie.

- Possibilité de mettre des annexes (utiles pour l'équipe d'accueil) qui ne seront pas évaluées et dont la lecture ne doit pas être indispensable à la compréhension du rapport.
- Format impératif des 25 à 30 pages : police de caractères de taille 12, marges de 2,5 cm.

\* Soutenance de stage :

- Présentation sous forme de diaporama (PowerPoint Windows XP ou Acrobat pdf) d'une durée de 15 minutes, suivie de 5 minutes de questions, en présence de l'encadrant, qui ne peut intervenir.
- Chaque soutenance est suivie de 5 minutes de délibération en présence du responsable de stage dans un premier temps, et en son absence dans un second temps.