

Offre de stage à EDF R&D

L'évolution des indices climatiques à grande échelle dans le contexte du changement climatique

Résumé (en français) :

Afin d'étudier l'impact du changement climatique, le World Research Climate Programme, dans le cadre du projet CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project – phase 6), a mis à disposition des simulations climatiques pour le climat futur à partir de différents modèles climatiques et de différents scénarios socio-économiques (SSP). Dans ce contexte, EDF, grâce à sa présence mondiale, a déjà mis en place une base de données climatiques basée sur les simulations CMIP6 afin d'étudier l'impact du réchauffement climatique sur ses activités à travers le monde.

Les indicateurs climatiques à grande échelle tels que le phénomène El Niño-Oscillation australe (ENSO), le dipôle de l'océan Indien (IOD), la mousson africaine et asiatique, l'oscillation quasi-biennale (QBO) et les états du vortex polaire stratosphérique (vortex fort et faible) influencent le climat mondial. De plus, les régimes météorologiques quasi stationnaires et persistants (par exemple : NAO) influencent le temps à la surface de l'Europe. Étant donné que les modèles climatiques présentent des incertitudes, il est important de sélectionner un sous-ensemble de simulations climatiques en fonction de la manière dont les modèles représentent ces indicateurs climatiques à grande échelle. À cet égard, l'objectif de ce stage est de comprendre les incertitudes présentes dans les simulations climatiques (historiques et futures) en fonction de leur représentation des modes de variabilité climatique à grande échelle dans divers scénarios socio-économiques.

Abstract (in English):

To study the impact of climate change, the World Climate Research Programme through the Coupled Model Intercomparison Project – phase 6 (CMIP6) exercise has made available climate simulations for the future climate from various climate models under different socio-economic pathway scenarios (SSPs). In this context, EDF, with its global presence, has already setup a climate database based on CMIP6 simulations to study the impact of a warmer climate on its activities across the world.

The large-scale climatic indicators such as El Niño Southern Oscillation (ENSO), Indian Ocean Dipole (IOD), African and Asian monsoon, Quasi-Biennial Oscillation (QBO), and Stratospheric Polar Vortex states (strong and weak vortex) influence global weather. Additionally, quasi-stationary and persistent weather (for e.g., NAO) influence surface weather over Europe. Since the climate models represent uncertainty, it is important to select a sub-ensemble of climate simulations based on how the models represent these large-scale climatic indicators. In this regard, the objective of this research internship is to understand the uncertainties present in both historical and future climate simulations based on their representation of large-scale climatic modes of variability under various shared socio-economic pathway scenarios.

Références bibliographiques :

1. Michelangeli, P.-A., Vautard, R. & Legras, B. Weather Regimes: Recurrence and Quasi Stationarity. (1995).
2. Domeisen, D. I. V., Grams, C. M., and Papritz, L.: The role of North Atlantic–European weather regimes in the surface impact of sudden stratospheric warming events, *Weather Clim. Dynam.*, 1, 373–388, <https://doi.org/10.5194/wcd-1-373-2020>, 2020.
3. Bacer, S. et al. Impact of climate change on wintertime European atmospheric blocking. *Weather and Climate Dynamics* 3, 377–389 (2022).
4. Rao, J. & Garfinkel, C. I. CMIP5/6 models project little change in the statistical characteristics of sudden stratospheric warmings in the 21st century. *Environ. Res. Lett.* 16, 034024 (2021).
5. Goddard, L. and Gershunov, A. (2020). Impact of El Niño on Weather and Climate Extremes. In *El Niño Southern Oscillation in a Changing Climate* (eds M.J. McPhaden, A. Santoso and W. Cai). <https://doi.org/10.1002/9781119548164.ch16>
6. Chongyin, L., Mingquan, M. The Influence of the Indian Ocean Dipole on Atmospheric Circulation and Climate. *Adv. Atmos. Sci.* **18**, 831–843 (2001). <https://doi.org/10.1007/BF03403506>
7. Gray, L. J. et al. Surface impacts of the Quasi Biennial Oscillation. *Atmospheric Chemistry and Physics* **18**, 8227–8247 (2018). <https://acp.copernicus.org/articles/18/8227/2018/>.
8. Kitoh, A., H. Endo, K. Krishna Kumar, I. F. A. Cavalcanti, P. Goswami, and T. Zhou (2013), Monsoons in a changing world: A regional perspective in a global context, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 3053–3065, doi:[10.1002/jgrd.50258](https://doi.org/10.1002/jgrd.50258).

Profil du stagiaire

Niveau d'étude :

Stage de fin d'études (Bac +5), écoles d'ingénieur ou Master 2 en **météorologie et climat**.

Domaines de compétences :

- Connaissance en météorologie et/ou climatologie,
- Notions en statistiques,
- Manipulation des données liées aux sorties des modèles numérique
- Recherche, gestion et rédaction d'une bibliographie scientifique
- Rédaction scientifique (projet d'article scientifique ou de data paper)

Informatique :

- Environnement de travail LINUX et/ou Windows,
- Maîtrise d'un langage python/R,
- Manipulation des données (format .nc), cdo, nco,
- Utilisation de GitLab

Savoir-être :

Curiosité intellectuelle, esprit critique, autonomie, bonnes capacités d'analyse et de synthèse, sens de l'initiative.

Informations pratiques

Encadrants entreprise/Contacts :

- Naveen GOUTHAM, PhD, Ingénieur-chercheur (EDF-R&D/OSIRIS/R38) - naveen.goutham@edf.fr
- Thibault LEMAITRE-BASSET, PhD, Ingénieur-Chercheur (EDF-R&D/OSIRIS/R38) - thibault.lemaitre-basset@edf.fr

Lieu de stage : EDF Lab Paris-Saclay, 7 Boulevard Gaspard Monge, 91120 Palaiseau.

Durée : 6 mois

Date de début possible : Début 2026 (entre janvier et avril)

Langue de travail du stage : Français/anglais

Gratification du stage : Selon le niveau d'études

Autres avantages : Remboursement de 75 % du pass Navigo, télétravail ponctuel, accès à la cantine, etc.

Student profile

Education Level:

Final-year internship (Master's level), engineering schools or Master's degree (M2) in meteorology and climate.

Areas of Expertise:

- Knowledge of meteorology and/or climatology
- Basic Knowledge of statistics
- Handling data from numerical model outputs
- Research and management
- Scientific writing (drafting of scientific articles or data papers)

IT Skills:

- Working environment: LINUX and/or Windows
- Proficiency in Python and/or R
- Data handling (e.g., .nc format), use of CDO and NCO tools
- Experience with GitLab

Soft Skills:

Intellectual curiosity, critical thinking, autonomy, strong analytical and synthesis skills, leadership and initiative skills.

Practical Information

Industry Supervisors / Contact:

Naveen GOUTHAM, PhD, Research Engineer (EDF R&D / OSIRIS / R38) – naveen.goutham@edf.fr

Thibault LEMAITRE-BASSET, PhD, Research Engineer (EDF R&D / OSIRIS / R38) – thibault.lemaitre-basset@edf.fr

Internship Location: EDF Lab Paris-Saclay, 7 Boulevard Gaspard Monge, 91120 Palaiseau, France

Duration: 6 months

Possible Start Date: Early 2026 (between January and April)

Working Language: French/English

Internship Compensation: Based on level of studies

Additional Benefits: 75% reimbursement of Navigo pass, occasional remote work, access to company cafeteria, etc.