

Sujet de stage M2

Titre du sujet proposé : Températures maximales en France au 21ème siècle

Lieu : Toulouse

Laboratoire : Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM), Université de Toulouse, Météo France, CNRS.

Équipe : CNRM/GMGEC/CLIMSTAT

Responsable principal du stage :

Aurélien Ribes, chercheur, aurelien.ribes@meteo.fr, 0561079615

Autres responsables :

Nathalie Bertrand, IRSN, nathalie.bertrand@irsn.fr

Philippe Naveau, LSCE, naveau@lsce.ipsl.fr

Description du sujet

L'évolution des vagues de chaleur en changement climatique est un phénomène bien documenté. Le chapitre 11 du récent rapport du WG1 du GIEC (IPCC AR6, 2021) fournit une large revue des connaissances déjà acquises et de la littérature récente sur ce sujet. Avec un effet de serre accru, les canicules deviennent plus fréquentes, plus intenses, plus longues, et sont susceptibles de se produire au cours d'une saison plus étendue. Plusieurs vagues de chaleur survenues ces dernières années en France ont été directement attribuées à l'influence humaine sur le climat (e.g., Vautard et al., 2020 ; Robin & Ribes, 2020). L'intensification déjà observée des vagues de chaleur est appelée à se poursuivre au cours des prochaines décennies, dans des proportions qui dépendront des émissions de gaz à effet de serre (GES), mais aussi de la sensibilité du climat à l'augmentation de l'effet de serre.

Au cours de ce stage, nous chercherons à quantifier les températures maximales susceptibles d'être observées en France au cours du 21ème siècle, qu'il s'agisse des records nationaux, ou sur certains sites d'intérêt. Pour cela, nous chercherons à combiner deux sources d'informations principales : les observations des vagues de chaleur historiques d'une part, les résultats de simulations numériques réalisées par des modèles de climat d'autre part.

La méthode statistique utilisée s'inspirera de Robin & Ribes (2020), et combine différents outils. Primo, les distributions GEV (Generalized Extreme Value) permettant de décrire les probabilités des événements les plus rares (queues de distributions). Deuxio, les statistiques non-stationnaires, afin de relier les paramètres d'une distribution GEV à une co-variable représentative du changement climatique. Tertio, des statistiques bayésiennes afin de combiner modèles climatiques et observations – le plus souvent en considérant que les modèles fournissent un a priori adaptés aux paramètres (y-compris non-stationnaires) de la distribution GEV du monde réel. Une première partie du stage visera à prendre en main cette méthode, à la fois d'un point de vue théorique, et pratique (i.e., utilisation des codes Python disponibles).

Une fois ce travail préliminaire (mais substantiel) effectué, on s'intéressera dans un premier temps au record de chaleur national et à son évolution attendue au 21ème siècle, en appliquant la méthodologie ci-dessus. On étudiera notamment si les données des modèles, à résolution grossière (150km pour les modèles globaux, 25 km pour les modèles régionaux) peuvent réellement être comparées aux observations ponctuelles, et comment adapter la méthode

statistique si cela n'est pas le cas. Nous pourrions, si tout se déroule bien, disposer d'une première estimation des températures maximales susceptibles d'être observées en France au 21ème siècle à la fin du stage.

Possibilité de thèse à l'issue du stage

Ce stage pourra être prolongé par une thèse co-financée par Météo France et l'IRSN (2022-2025).

Références

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhu (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Ribes, A., Thao, S., Cattiaux, J. Describing the relationship between a weather event and climate change: a new statistical approach. *J. Clim.* 33, 6297-6314 (2020).

Robin, Y. and Ribes, A. Nonstationary extreme value analysis for event attribution combining climate models and observations. *Adv. Stat. Clim. Meteorol. Oceanogr.* 6, 205-221 (2020).

Vautard, R., van Aalst, M., Boucher, O., Drouin, A., Haustein, K., Kreienkamp, F., van Oldenborgh, G. J., Otto, F. E. L., Ribes, A., Robin, Y., Schneider, M., Soubeyroux, J.-M., Stott, P., Seneviratne, S. I., Vogel, M., and Wehner, M.: Human contribution to the record-breaking June and July 2019 heat-waves in Western Europe, *Environ. Res. Lett.*, 15, 094077, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba3d4>, 2020.