

Offre de Stage IPSL 2022

(soutenu par le programme EUR IPSL-Climate Graduate School)

Titre du sujet de stage : Machine Learning pour le suivi de régimes océaniques sous différents scénarios de changement climatique

Description du sujet (1 page maximum) :

Dans les décennies à venir, le réchauffement de la planète entraînera sans aucun doute des changements dans la circulation océanique, qui pourraient pousser le climat au-delà de points de basculement clés et influencer la vitesse à laquelle l'océan et les écosystèmes marins absorbent le CO₂ et produisent de l'O₂ (Österreich, 2000). La compréhension de ces effets est essentielle pour prévoir l'impact du changement climatique. Cependant, la manière dont les modèles de circulation océanique vont changer est encore floue : un récent rapport spécial du GIEC (Hoegh-Guldberg et al., 2018) souligne ce domaine comme une des lacunes importantes dans les connaissances qui doivent être comblées.

En raison de la richesse des données océaniques disponibles, qu'il s'agisse d'observations historiques ou de prévisions de modèles. L'apprentissage automatique (machine learning) refait surface dans le domaine de l'océanographie au-delà de techniques statistiques classiques. Dans un travail récent, Maïke Sonnewald (Princeton University) et Redouane Lguensat (encadrant principal de cette offre de stage) ont développé l'algorithme THOR (regarder la référence en fin de ce descriptif) qui permet de faire un clustering K-means de l'océan en régimes océaniques puis permet de les suivre sous différents scénarios de changements climatiques en utilisant les sorties de modèles CMIP6.

Vu qu'il peut y avoir une réticence à mettre en œuvre des techniques d'apprentissage automatique dans un contexte d'océanographie et d'étude de climat, en raison de leur aspect "boîte noire". Les techniques permettant de résoudre ce problème pour les modèles "boîte noire" tels que les réseaux de neurones sont connues sous le nom d'"IA explicable" (explainable AI ou XAI). Dans Sonnewald et Lguensat (2021) les deux méthodes LRP et LIME ont été utilisés.

Le/La stagiaire aura pour mission de pousser encore plus l'aspect XAI de la méthode THOR. Implémenter (ou utiliser des bibliothèques existantes de XAI) d'autres techniques XAI comme SHAP. Ce stage aura pour but de quantifier l'incertitude des résultats obtenus par des réseaux de neurones déterministes en utilisant des techniques récentes de réseaux de neurones bayésiens. Une dernière étape consistera en l'application de THOR sur plusieurs modèles CMIP6 et de contribuer au « packaging » et à la documentation du code <https://github.com/maikejulie/DNN4Cli>

Des connaissances en Keras et/ou PyTorch sont indispensables, un bon niveau de Python est souhaité, avoir une expérience avec la gestion de données géoscientifiques (bibliothèque python xarray par exemple) est un plus.

Reference :

- Sonnewald, M., Lguensat, R., 2021. Revealing the impact of global heating on north atlantic circulation using transparent machine learning. Journal of Advances in Modeling Earth Systems 13, e2021MS002496. <https://doi.org/10.1029/2021MS002496>

Résumé en anglais (5 lignes) :

This internship aims to use the THOR method (Sonnewald & Lguensat 2021) for the tracking of ocean regimes under several climate change scenarios. The focus will be on developing a version of THOR that takes into consideration uncertainty quantification. This will give a more holistic view of ocean circulation changes due to future climate forcing, and reveal potential scenarios not discernible with a deterministic framework, as well as their likelihood of occurring. The internship will also significantly reduce the 'black box' mystery associated with machine learning techniques, which has previously been a barrier to their application in the fields of climate and ocean sciences.

Responsable du stage (Nom/prénom/statut) : Dr. Lguensat Redouane, Ingénieur de Recherche IRD/IPSL

Laboratoire concerné : ESPRI-MOD

Adresse à laquelle a lieu le stage : Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL) Tour 45-55, 2e étage. BC, Jussieu, Paris

Equipe de recherche concernée (si pertinent) ou autre participant à l'encadrement du stage: Deshayes Julie (LOCEAN-IPSL) et Venkatramani Balaji (LSCE-IPSL)

Niveau du stage (Licence, M1, M2, internship) : M2

Licence ou Master(s) où sera proposé le sujet :

Thème scientifique de l'IPSL concerné : SAMA

Durée du stage : __5__ mois

Période : 01/03/2021 → 31/08/2021 (peut être négocié)

Rémunération de l'ordre de 580 euros par mois

Est-il prévu une thèse dans le prolongement du stage ? Non, mais d'autres opportunités de financements de thèse peuvent être envisagés