

Offre de Stage IPSL 2022

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

Titre du sujet de stage : **Surrogate modeling for climate models with multiple timescales**

Description du sujet (1 page maximum) :

Le processus consistant à s'appuyer sur l'expérience et l'intuition pour trouver de bons ensembles de paramètres, communément appelé "tuning de paramètres", continue de jouer un rôle central dans les feuilles de route suivies par des dizaines de groupes de modélisation de climat participant à des efforts communautaires tels que le projet de comparaison de modèles couplés (CMIP). Un outil de la communauté de la quantification de l'incertitude qui a récemment commencé à attirer l'attention dans la modélisation du climat est au centre de nos intérêts à l'IPSL : le History Matching, également appelé "Iterative Refocussing". L'idée de base du History Matching est d'exécuter plusieurs simulations avec différents ensembles de paramètres, puis d'utiliser les données observées pour exclure tout paramètre "non plausible". Étant donné que les modèles de simulation climatique sont très chers en termes de calcul et ne permettent pas de tester tous les paramètres possibles, nous utilisons un émulateur qui peut constituer un substitut rapide et précis. Un algorithme d'apprentissage automatique (Machine Learning) très populaire pour ce type d'application, est la régression par processus gaussien, utilisé pour l'étape d'émulation.

L'un des objectifs de ce stage est d'évaluer le potentiel du History Matching pour tuner un système climatique avec une dynamique multi-échelle. En utilisant un modèle climatique jouet, et en produisant des expériences dans un cadre de modèle parfait, nous explorons différents types d'applications de l'HM et soulignons les forces et les défis de l'utilisation d'une telle technique.

Le thème de ce sujet de stage est très en relation avec le « surrogate modeling » et le « simulation-based inference ».

Des connaissances en Python et en bases de machine learning (apprentissage supervisé, non-supervisé, réduction de dimensionalité) sont indispensables. Bonus si connaissances avec R ou Fortran (mais pas primordiales).

Suivant les résultats du stage, une publication scientifique peut être envisagée.

Pour toute question ou renseignement sur le stage n'hésitez pas à contacter redouane.lguensat@ipsl.fr et julie.deshayes@locean.ipsl.fr

Résumé en Anglais :

The process of relying on experience and intuition to find good sets of parameters, commonly referred to as "parameter tuning" keeps having a central role in the roadmaps followed by dozens of modeling groups involved in community efforts such as the Coupled Model Intercomparison Project (CMIP). A tool from the Uncertainty Quantification community that started recently to draw attention in climate modeling is at the center of this internship: History Matching also referred to as "Iterative Refocussing".

The core idea of History Matching is to run several simulations with different set of parameters and then use observed data to rule-out any parameter settings which are "implausible". Since climate simulation models are computationally heavy and do not allow testing every possible parameter setting, we employ an emulator that can be a cheap and accurate replacement. Here a machine learning algorithm, namely, Gaussian Process Regression is used for the emulating step. One objective of this internship is to evaluate the potential for history matching to tune a climate system with multi-scale dynamics. By using a toy climate model, and producing experiments in perfect-model setting, we explore different types of applications of HM and highlight the strenghts and challenges of using such a technique.

Responsable du stage (Nom/prénom/statut) :

*** Redouane Lguensat, Ingénieur de Recherche statisticien IRD / IPSL**

*** Julie Deshayes, Océanographe Physicienne au CNRS / laboratoire LOCEAN-IPSL**

Laboratoire concerné : **LOCEAN-IPSL (Laboratoire d'Océanographie et du Climat: Expérimentations et Approches Numériques)**

Adresse à laquelle a lieu le stage : **4, Place Jussieu, 75005, Paris**

Equipe de recherche concernée (si pertinent) ou autre participant à l'encadrement du stage: **Equipe NEMO R&D**

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

Thème scientifique de l'IPSL concerné : **Machine Learning**

Durée du stage : **__5__** mois

Période : 01/03/2023 → 31/08/2023 (négociable)

Rémunération de l'ordre de 580 euros par mois

Est-il prévu une thèse dans le prolongement du stage ? **Dépendra des résultats et du candidat.e**