



Offre de Stage IPSL 2021

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

Titre du sujet de stage : « Apport de différentes techniques d'intelligence artificielle pour la classification des organisations spatiales de nuages bas observées par satellites »

Description du sujet (1 page maximum) :

La réponse des nuages bas au réchauffement climatique reste une des sources d'incertitudes les plus importantes des modèles de climat. Il est nécessaire de mieux comprendre les processus physiques contrôlant la formation et le cycle de vie de ces nuages afin de les représenter de manière plus réaliste et d'améliorer la crédibilité de leurs réponses. Une manière pour cela est de s'intéresser à leurs organisations structurales, signature des processus physiques de couche limite.

De nos jours, les capteurs embarqués à bord des satellites ont des résolutions spatiales de l'ordre du kilomètre, permettant une observation fine de ces structures. Dans le cadre de la campagne de mesure EUREC4A (Janvier-Février 2020) étudiant l'organisation de la convection peu profonde au large de la Barbade (Bony et. al, 2017), une classification de ces structures à été faite à partir d'un apprentissage automatique supervisé entraîné par une labellisation collaborative d'observations d'un satellite en orbite basse (Rasp et. al 2020). Ainsi, 4 principales classes d'organisation spatiale des nuages d'alizées ont pour la première fois été identifiées, permettant d'en déduire leur climatologie (Stevens et. al 2020) et d'étudier leur sensibilité aux conditions environnementales (Bony et. al, 2020).

Cette méthodologie est un nouvel outil majeur pour l'analyse des structures nuageuses, mais souffre néanmoins de plusieurs incertitudes: temps de labellisation, biais cognitif sur une classification *a priori*, labellisation subjective (Stevens et. al 2020). Une solution est alors d'utiliser un apprentissage non-supervisé. Récemment, Denby (2020) a prouvé sa capacité à identifier plusieurs catégories de structures nuageuses ayant des caractéristiques radiatives et morphologiques différentes, à partir d'un réseau de neurones en convolution (ResNet-34) et d'une méthode d'entraînement basé sur un triplet d'échantillons d'images (Jean et. al 19).

Le but de stage sera ainsi de :

- (1) Vérifier si la méthode non-supervisée permet de retrouver les 4 catégories d'organisation de cumulus identifiées par la classification supervisée, en valorisant les observations satellites utilisées lors de la campagne de mesure EUREC4A.
- (2) Caractériser la sensibilité de la classification nuageuse aux paramètres incertains de l'apprentissage non-supervisée.
- (3) Tester la capacité à catégoriser d'autres situations nuageuses, tels que les stratocumulus des bords Est des océans tropicaux.

Bony et.al 2017 ([10.1007/s10712-017-9428-0](https://doi.org/10.1007/s10712-017-9428-0)), Bony et. al 2020 ([10.1029/2019GL085988](https://doi.org/10.1029/2019GL085988)), Denby 2020 ([10.1029/2019GL085190](https://doi.org/10.1029/2019GL085190)), Jean et. al 2019 ([10.1609/aaai.v33i01.33013967](https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33013967)), Rasp et. al 2020 ([10.1175/BAMS-D-19-0324.1](https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0324.1)), Stevens et. al 2020 ([10.1002/qj.3662](https://doi.org/10.1002/qj.3662))



Résumé en anglais (5 lignes) :

Low-cloud feedback remains a significant uncertainty in predicting the amplitude of global warming. To improve our understanding in processes controlling the lifecycle of low clouds, one need to focus on their structural morphology. This internship will aim at comparing a novel unsupervised machine-learning technique for classifying low-cloud structures with a supervised technique based on human image labeling. Satellite observations that coincide with the recent EUREC4A field campaign (Jan-Feb 2020) will be used.

Responsables du stage (Nom/prénom/statut) :

Brient Florent, Maître de conférences, Sorbonnes Université, LMD (florent.brient@lmd.ipsl.fr)

Denby Leif, Research Fellow, University of Leeds (L.C.Denby@leeds.ac.uk)

Bony Sandrine, Directrice de recherche, CNRS, LMD (sandrine.bony@lmd.ipsl.fr)

Laboratoire concerné :

Laboratoire de Météorologie Dynamique

Equipe de recherche concernée (si pertinent) :

LMD, équipe EMC3

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

Master, Internship

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

Master SOAC, Sorbonne Université

Thème scientifique de l'IPSL concerné :

STATISTICS FOR ANALYSIS, MODELLING AND ASSIMILATION (SAMA)

CYCLE DE L'EAU (NUAGES)

Durée du stage : 4 à 6 mois

Période : Avril 2021 → Septembre 2021

Est-il prévu une thèse dans le prolongement du stage ?

Oui, si possibilité de financement