

# ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

## D'ILE DE France N° 129

### Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2018

Nom du Laboratoire d'accueil : LOCEAN N° UMR : 7159  
Nom du Directeur du laboratoire : Jean-Benoît Charrassin  
Adresse complète du laboratoire : Sorbonne Université, Campus PM Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris

Nom de l'Equipe d'accueil et adresse si différente de celle du laboratoire : VARCLIM (ex PARVATI)

Nom du Directeur de thèse **HDR** : Pascal Terray Nom du co-directeur (**HDR**) : Hervé Douville  
Téléphone : 01 44 27 70 72 Téléphone : 05 61 07 96 25  
Mail : [terray@locean-ipsl.upmc.fr](mailto:terray@locean-ipsl.upmc.fr) Mail : [herve.douville@meteo.fr](mailto:herve.douville@meteo.fr)  
Web : <https://pagesperso.locean-ipsl.upmc.fr/terray>

### **Vers une meilleure compréhension de la réponse de la mousson asiatique au changement climatique d'origine anthropique**

Le phénomène de la mousson (de l'arabe/hindi *mausam* qui signifie saison) se caractérise par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide. Il atteint toute son ampleur en Asie du Sud et les régions de l'Océan Indien. Il n'est pas exagéré de dire que la météorologie, la climatologie et l'économie de l'Asie du Sud, mais aussi le devenir des populations de ces régions (près de la moitié de la population mondiale), sont conditionnés par la mousson, en particulier l'évolution de ses caractéristiques dans le contexte du réchauffement climatique dû aux gaz à effet de serre.

Les projections climatiques réalisées avec les modèles CMIP pour les précédents rapports du GIEC suggèrent que les pluies saisonnières de mousson indienne et les événements pluviométriques extrêmes sont susceptibles d'augmenter (IPCC Climate Change 2013) en raison d'une augmentation du contraste thermique continent-océan et d'une plus grande quantité d'eau précipitable dans une atmosphère plus chaude (due à la relation de Clausius-Clapeyron; composante thermodynamique), mais que, paradoxalement la circulation de mousson va s'affaiblir en raison d'une stabilité plus grande de l'atmosphère (composante dynamique). Le réalisme de ces projections est actuellement mis à mal par l'évolution des pluies de mousson, qui sont restées stables ou qui ont plutôt diminuées au cours du dernier siècle et par les biais importants et persistants des modèles couplés actuels pour la simulation de la mousson indienne. Ainsi, la plupart des scientifiques indiens travaillant sur le sujet pensent a contrario que les pluies de mousson vont diminuer dans le futur, car la résolution spatiale actuelle des modèles globaux de climat n'est pas suffisante pour modéliser correctement la mousson et les simulations antérieures ne tiennent pas compte de tous les forçages importants pour la mousson, en particulier de l'évolution des aérosols et de l'utilisation des sols sur les continents.

L'objectif de cette thèse est de revisiter cette problématique en utilisant les nouvelles simulations CMIP6 en cours de réalisation et, en particulier, celles réalisées à l'IPSL, au CNRM (Météo-France) et à l'IITM (Indian Institute of Tropical Meteorology, Pune, Inde; premier modèle couplé indien participant à CMIP). Ces nouvelles simulations sont réalisées avec des modèles améliorés et intègrent des forçages plus réalistes. Ils offrent donc une opportunité importante pour approfondir notre compréhension de la mousson, de sa réponse au changement climatique et du rôle des différents forçages (réchauffement de l'Océan Indien et des déserts subtropicaux, aérosols, utilisation des sols, etc.) dans cette réponse.

Le travail consistera à utiliser le vaste ensemble de simulations disponibles (historiques, projections, simulations de détection-attribution), mais aussi à utiliser/élaborer des techniques de détection et attribution pour quantifier de façon robuste les contributions thermodynamique et dynamique des différents forçages dans la réponse de la mousson. On s'attachera aussi à évaluer finement le rôle de la dynamique interne de l'atmosphère comme facteur de nuisance à la détection de cette réponse aussi bien dans les observations que

les simulations par la mise en œuvre de techniques de « bootstrap » novatrices.

Enfin, de multiples collaborations seront mise en œuvre avec le pôle de modélisation de l'IPSL, le CNRM (Hervé Douville, Aurélien Ribbes) et l'IITM (R. Krishnan, M. Roxy, K.P. Sooraj) pour mener à bien cette recherche.

### **Towards a better understanding of the South Asian monsoon response in a global warming context**

The monsoon climate (from the Arabic/Hindi word *mausam* for season) is characterized by a large seasonal variation in rainfall with one dry season and one rainy season. The centre of the monsoonal region is seen in South Asia and the Indian Ocean regions. It is not exaggerated to say that the meteorology, the climate and the economy of South Asia is determined by the monsoon and the fate of the Asian monsoon in a global warming environment is of great concern for about one-half of the world population (IPCC Climate Change 2013).

The climate projections done with CMIP models and undertaken for the previous IPCC reports suggest that the seasonal monsoon rains and the extreme rainfall events may increase (IPCC Climate Change 2013) because of the increased land-sea contrast and more precipitable water in a warmer atmosphere (e.g. by the Clausius-Clapeyron relation; thermodynamic component), but that, paradoxically, the monsoon circulation will weaken due to a stabilized atmosphere (dynamic component). However, these results are disputed by the historical evolution of the Asian monsoon rainfall, which does not exhibit any increasing trend or even a decreasing trend during the past century, and by the large and persisting biases affecting the simulation of the monsoon in current state-of-the-art coupled models. So, most Indian scientists working on the Asian monsoon believe that, on the contrary, that the monsoon rainfall will decrease in the future, in parallel with the weakening of the monsoon circulation, because the spatial resolution in current coupled models is not sufficient to simulate accurately the monsoon and key forcings of the monsoon (such as a realistic evolution of aerosols and land-use) are not properly included in the previous climate projections.

The goal of this project is to revisit this problem by using the improved CMIP6 simulations in progress and, in particular, those realized at IPSL, CNRM (e.g. Météo-France) and IITM (Indian Institute of Tropical Meteorology, Pune, India; first Indian coupled model participating to CMIP). These new simulations with improved physics and more realistic forcings (especially for aerosols and land-use) offer a good opportunity to improve our understanding of the monsoon and its future evolution as well as the specific role of the various forcings (warming of the Indian Ocean and the subtropical deserts, aerosols, land-use, etc.).

The work will consist in the analysis of the large set of available simulations (e.g. historical, projection, detection/attribution, etc.), but also in using/developing detection/attribution methods in order to quantify both the thermodynamic and dynamic contributions of the various forcings to the monsoon response. The role of the internal atmospheric variability, as a nuisance parameter, will be also addressed in order to obtain robust results with the help of new bootstrap techniques.

This project will benefit from multiple collaborations with IPSL's modeling group, CNRM (Hervé Douville, Aurélien Ribbes) and IITM (R. Krishnan, M. Roxy, K.P. Sooraj).

### **• Type de financement autre que ED 129, précisez si envisageable ou acquis (CNES, CEA, ADEME, Météo-France, etc...) :**

Néant pour financement de la thèse.

### **• Encadrement :**

**. Liste des autres doctorants que vous encadrez au 1<sup>er</sup> janvier 2018**

Aucun