

**ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT**  
**D'ILE DE France N° 129**  
**Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2020**

Nom du Laboratoire d'accueil : Laboratoire de Météorologie Dynamique      N° UMR : 8539  
Nom du Directeur du laboratoire : Philippe Drobinski  
Adresse complète du laboratoire : Ecole Normale Supérieure  
Département de Géosciences  
24, Rue Lhomond  
F 75231 Paris Cedex 05

Nom de l'Equipe d'accueil et adresse si différente de celle du laboratoire :

Nom du Directeur de thèse **HDR** : Caroline Muller      Nom du co-directeur de thèse **HDR** :  
Téléphone : 01-44-32-22-47      Téléphone :  
Mail : muller@lmd.ens.fr      Mail :

**OU**

Nom du co-encadrant **non HDR** :  
Téléphone :  
Mail :

• **Titre de la thèse en Français :**

Organisation des nuages, dans notre climat et dans un climat qui change

• **Titre de la thèse en Anglais :**

Organization of clouds, in our current and in a warming climate

• **Résumé Sujet en Français (1 page maximum) :**

**OBJECTIF GENERAL ET CONTEXTE**

L'objectif de ce projet de recherche est de **clarifier les processus physiques responsables de l'organisation de la convection profonde dans les tropiques**. La convection fait référence aux mouvements de l'air dans lesquels les nuages sont insérés, et la convection profonde fait référence à la convection couvrant toute la profondeur de la troposphère. L'exemple le plus spectaculaire de convection profonde organisée est sans doute le cyclone tropical, avec son œil dépourvu de nuages profonds, entouré d'un mur nuageux avec des vents en rotation parmi les plus forts de notre planète.

Il existe d'autres types, peut-être moins connus, de convection profonde organisée. En effet, l'organisation de la convection profonde à méso-échelles, c'est-à-dire à des centaines de kilomètres, est omniprésente sous les tropiques. La convection organisée est définie comme une convection à longue durée de vie et qui croit à grande échelle, c'est-à-dire qui couvre une zone plus grande que les cellules convectives individuelles, généralement de quelques kilomètres à quelques dizaines de kilomètres. Elle prend la forme de systèmes convectifs à méso-échelle, qui comprennent les complexes convectifs de méso-échelle, les lignes de grains et les cyclones tropicaux (figure).

## IMPACTS CLIMATIQUES ET SOCIÉTAUX

Ces systèmes ont de forts impacts sociétaux. Ils sont notamment associés à des conditions météorologiques extrêmes, dont des précipitations très intenses. Des observations récentes montrent que l'augmentation récente des précipitations tropicales peut être en grande majorité attribuée à l'augmentation de la fréquence de la convection organisée. Une étude numérique récente montre également que **l'amplification des précipitations extrêmes due à l'organisation (lignes de grains dans cette étude) est plus forte que l'amplification due à un réchauffement de cinq degrés** pour un niveau d'organisation donné. Ainsi, **une grande incertitude dans nos estimations actuelles de l'évolution des précipitations avec le réchauffement climatique, vient du manque de compréhension fondamentale de l'organisation convective et de sa réponse au réchauffement climatique.**

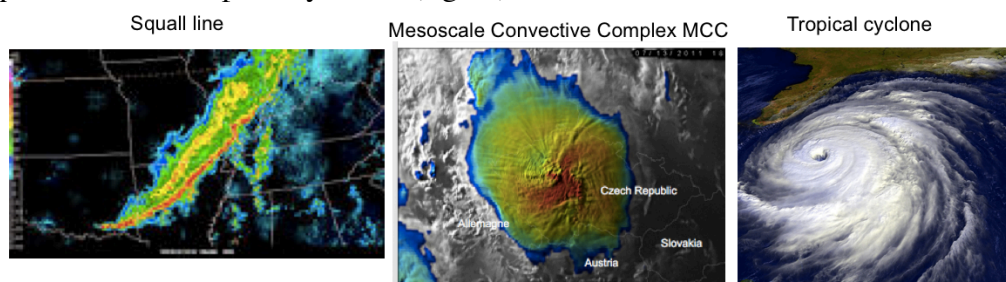
L'étude de l'organisation convective est donc un **domaine prioritaire pour le développement de modèles climatiques, afin d'obtenir des projections fiables de précipitation.** Ce projet proposé est étroitement lié à 2 des grands défis du World Climate Research Program (WCRP) : un sur les nuages, la circulation et la sensibilité au climat, et un sur les extrêmes climatiques. Les grands défis du WCRP représentent des **domaines prioritaires de la recherche scientifique au cours de la prochaine décennie, identifiant des obstacles spécifiques empêchant les progrès dans un domaine critique des sciences du climat.**

### • Résumé Sujet en Anglais (1 page maximum) :

#### OVERALL GOAL AND CONTEXT

The overall goal of this research project, is to **clarify the physical processes responsible for the organization of deep convection in the tropics.** Convection refers to the overturning of air within which clouds are embedded, and deep convection refers to convection spanning the whole depth of the troposphere. Arguably, the most spectacular example of organized deep convection is the tropical cyclone, with its eye devoid of deep clouds, surrounded by a sharp cloudy eyewall with rotating winds among the strongest on our planet.

There are other, perhaps less famous, types of organized deep convection. In fact, organization of deep convection at mesoscales, i.e. hundreds of kilometers, is ubiquitous in the tropics. Organized convection is defined as convection which is long-lived and which grows upscale, i.e. which covers an area larger than the individual convective cells, typically a few kilometers to a few tens of kilometers. It takes the form of mesoscale convective systems, which include mesoscale convective clusters, squall lines and tropical cyclones (figure).



*Figure: Organization of deep convection at mesoscales in the tropics, taking the form of Mesoscale convective systems (MCS). These include squall lines (radar image), mesoscale convective complexes (from EUMETSAT Meteosat-8 satellite), or tropical cyclones (from NOAA GOES satellite).*

#### CLIMATIC AND SOCIETAL INCENTIVES

These systems have strong societal impacts. Notably, they are associated with extreme weather conditions, including extreme rainfall rates. Recent observations show that most of the regional increase of tropical precipitation is associated with changes in the frequency of organized convection. A recent numerical study also shows that **the amplification of precipitation extremes with**

**organization is larger than the amplification due to warming by five degrees for a given level of organization** (squall lines in that study). **Thus, a large uncertainty in our current estimates of changing precipitation with warming, comes from lack of knowledge of how convective organization will change with warming.**

Improved fundamental understanding of convective organization and its sensitivity to warming is hence an **area of priority for climate model development in order to achieve accurate rainfall projections in a warming climate.** This proposed project is closely related to 2 of the World Climate Research Programme (WCRP) grand challenges: one on **Clouds, circulation and climate sensitivity**, and one on **Climate extremes**. WCRP grand challenges represent areas of emphasis in scientific research in the coming decade, identifying specific barriers preventing progress in a critical area of climate science.

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

Bourse de thèse sur budget ERC (Starting Grant) acquise

**• Encadrement :**

**. Liste des autres doctorants que vous encadrez ou co-encadrez au 1<sup>er</sup> janvier 2020**

(Nom, Université d'inscription, type de financement, date de soutenance envisagée)

Shamekh Sara, Paris Science Lettres (PSL), financement Marie Curie, soutenance prévue en juin 2020