

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 : LATMOS-IPSL

N° UMR : 8190

Nom du Directeur du laboratoire : François Ravetta

Adresse complète du laboratoire : CC102, Sorbonne Université

4 place Jussieu 75252 Paris cedex 05

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

TROPO

Nom du Directeur de thèse **HDR** : Gaëlle de Coëtlogon

Nom du co-directeur de thèse **HDR** : Cyrille Flamant

Téléphone : 01 44 27 72 72

Téléphone : 01 44 27 48 72

Mail : gdc@latmos.ipsl.fr

Mail : cyrille.flamant@latmos.ipsl.fr

OU

Nom du co-encadrant **non HDR** : Ludivine Oruba

Téléphone : 01 44 27 84 46

Mail : ludivine.oruba@latmos.ipsl.fr

• **Titre de la thèse en Français** : Couplage océan-atmosphère-continent et cyclogénèse en Atlantique Tropical Est / Afrique de l'Ouest

• **Titre de la thèse en Anglais** : Ocean-atmosphere-continent coupling and cyclogenesis in Eastern Tropical Atlantic / West Africa

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

Les modèles de climat souffrent toujours de défauts importants en Atlantique Tropical Est, dont une température de surface océanique (TSO) trop chaude et des vents de surface trop faibles (Richter 2015). Ce biais vient probablement d'une mauvaise représentation du couplage océan-atmosphère pendant le cycle saisonnier, et diminue fortement la prévisibilité à long terme (interannuelle et plus, Prodhomme et al. 2019). Il a de plus un fort impact sur la position d'un courant atmosphérique zonal à 700 mb (ou jet d'est africain, voir Whittlestone 2017), dont le bord le plus au sud donne naissance à des instabilités qui transforment un flux d'humidité (provenant essentiellement du sud et de l'ouest) en précipitation via le déclenchement d'orages et tempêtes (ou *Mesoscale Convective Systems*, MCS). A l'issue de leur déplacement le long du jet d'est d'africain, à la sortie du continent ouest-africain, certaines de ces tempêtes deviennent des cyclones, dont certains finissent par ravager des zones habitées en Atlantique Tropical Ouest. Or, des études ont souligné le fait qu'une année de mousson abondante correspond généralement à une année où beaucoup de cyclones sont générés et traversent l'Atlantique, tandis qu'une mousson peu abondante voit peu de développements cycloniques (Gray 1990) : le soulèvement de poussières désertiques, favorisé lors d'une année « sèche », pourrait inhiber la cyclogénèse, même si les mécanismes impliqués ne sont pas encore bien compris. Le rôle des aérosols (marins ou aérosols issus de feux de biomasse) reste également mal compris dans la zone de la langue d'eau froide, où ils pourraient favoriser une couche de nuages bas (stratocumulus) dans une atmosphère hautement stratifiée, avec un bilan radiatif de ce fait extrêmement difficile à représenter correctement dans les modèles.

Parmi les raisons invoquées pour expliquer les défauts de représentation du couplage océan-atmosphère, on trouve par exemple des vents de surface qui répondent insuffisamment aux fluctuations de TSO (de Coëtlogon et al. 2014). Or, on a pu montrer ces dernières années que l'upwelling équatorial, qui émerge en avril le long et au sud de l'équateur, contrôle le début de la saison des pluies côtières guinéennes (Meynadier et al. 2015). De même, l'apparition d'un upwelling côtier le long de la côte guinéenne en juillet précède l'arrêt des pluies à la côte et leur intensification au Sahel (Nguyen et al. 2011) : un mécanisme déterminant pour les pluies côtières est en effet la convergence du vent de surface le long de la côte, modulée à la fois par le mécanisme brise de mer / brise de terre à l'échelle diurne, et par l'intensité du flux de mousson venant de l'Atlantique à l'échelle intrasaisonnière (travaux de Manuel Tanguy, actuellement en fin de thèse au LATMOS-IPSL).

Afin d'étudier les processus impliqués dans ces différents couplages, et examiner l'impact de leur (bonne ou mauvaise) représentation dans les modèles sur la variabilité en zone Atlantique Tropical / Afrique de l'Ouest, nous développons un modèle régional tenant compte à la fois du couplage océan-atmosphère, mais aussi de l'interaction entre la distribution d'aérosols et le bilan radiatif, déterminant pour la TSO (projet Sorbonne Université). Ce modèle devrait être prêt avant fin 2020 / début 2021. Il s'agira dans cette thèse de préparer et effectuer des simulations, de les comparer aux observations disponibles pour validation, puis d'analyser les mécanismes de rétroaction entre la surface continentale et la circulation générale en Atlantique Tropical / Afrique de l'Ouest.

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

Climate models still have major flaws in the eastern tropical Atlantic, including an excessively warm ocean surface temperature (TSO) and too weak surface winds (Richter 2015). This bias is probably due to a poor representation of the ocean-atmosphere coupling during the seasonal cycle, and greatly reduces long-term predictability (interannual and more, Prodhomme et al. 2019). It also has a strong impact on the position of a zonal atmospheric current at 700 mb (Eastern African Jet, or EAJ, see Whittlestone 2017), where instabilities transform a flow of humidity (mainly from the south and west) in precipitation via the triggering of storms (or Mesoscale Convective Systems, MCS). At the end of their displacement along the EAJ in West Africa, some of these storms become cyclones, some of which end up ravaging inhabited areas in the Western Tropical Atlantic. However, studies have pointed out that an abundant monsoon year generally corresponds to a year in which many cyclones are generated and cross the Atlantic, while a scarce monsoon year sees fewer cyclonic developments (Gray 1990): the dust raising, favored in "dry" years, could inhibit cyclogenesis, even if the mechanisms involved are not yet well understood. The role of salt particles or biomass burning aerosols also remains poorly understood in the area of the cold tongue (equatorial upwelling), where they could favor stratocumulus in a highly stratified low atmosphere, with a radiative balance extremely difficult to represent correctly in models.

The poor representation of ocean-atmosphere coupling could be due, for example, to surface winds which respond insufficiently to TSO fluctuations (de Coëtlogon et al. 2014). However, the emergence of equatorial upwelling in May controls the Guinean Coastal Rainfall (Meynadier et al. 2015). Similarly, the emergence of a coastal upwelling along the Guinean coast in July forces the cessation of the Guinean Coastal Rainfall (Nguyen et al. 2011, de Coëtlogon et al. 2020): a determining mechanism for coastal rains is the convergence of the surface wind along the coast, modulated by the sea breeze / land breeze mechanism on a diurnal scale, and by the intensity of the monsoon flux at intraseasonal scale (work by Manuel Tanguy, who is currently finishing his PhD at LATMOS-IPSL).

In order to study the processes involved in these different couplings, and examine the impact of their (good or bad) representation in the models on the variability in Tropical Atlantic / West Africa, we are developing a coupled regional model taking into account the aerosols distribution and its impact on the radiative balance and TSO. This model should be ready before the end of 2020 / beginning of 2021. The work in this thesis will consist to prepare and run simulations, to compare them with the observations for validation, and to

analyze the feedback mechanisms between the continental / oceanic surfaces and atmospheric circulations.

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

• **Encadrement** : 70 % Gaëlle de Coëtlogon - 15 % Cyrille Flamant – 15 % Ludivine Oruba

. **Liste des autres doctorants que vous encadrez ou co-encadrez au 1^{er} janvier 2020**

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

Manuel Tanguy, UVSQ, bourse ED129, soutenance prévue en 2020.