

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

D'ILE DE France N° 129

Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2019

Nom du Laboratoire d'accueil : LATMOS

N° UMR : 8190

Nom du Directeur du laboratoire : Philippe Keckhut

Adresse complète du laboratoire : LATMOS, Université de Versailles Saint-Quentin

11, boulevard d'Alembert, 78280 Guyancourt, France

Nom de l'Equipe d'accueil et adresse si différente de celle du laboratoire : Equipe TROPO, LATMOS, Sorbonne Université, Campus Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05

Nom du Directeur de thèse **HDR** :

Cyrille Flamant

Téléphone : 0144274872

Mail : cyrille.flamant@latmos.ipsl.fr

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

Gaëlle de Coëtlogon (Soutenance HDR prévue le 27/05)

Téléphone : 0144277272

Mail : gaelle.decoetlogon@latmos.ipsl.fr

- **Titre de la thèse en Français : Couplage océan-atmosphère dans le golfe de Guinée et l'Afrique de l'Ouest**
- **Titre de la thèse en Anglais : Ocean-atmosphere coupling in the Gulf of Guinea and 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. Ce biais est issu d'une mauvaise représentation du cycle saisonnier, et diminue fortement la prédictibilité interannuelle. Il a un impact très important sur la position d'un courant atmosphérique zonal à 700 mb (ou jet d'est africain), 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).

Parmi les raisons invoquées pour expliquer ces biais, on trouve principalement un couplage océan-atmosphère mal représenté, avec par exemple des vents de surface qui répondent insuffisamment aux fluctuations de TSO. Or, on a pu montrer ces dernières années que l'upwelling équatorial, qui émerge en avril le long de la côte guinéenne, contrôle le début de la saison des pluies côtières. 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: un mécanisme déterminant pour les pluies côtières est en effet la convergence du vent de surface autour de la côte, modulée à la fois par le mécanisme brise de mer / brise de terre à l'échelle diurne, et par la force du flux de mousson venant de l'Atlantique en intrasaisonnier (travaux de Manuel Tanguy, actuellement en troisième année de thèse au LATMOS-IPSL). On peut montrer aussi que cet

upwelling côtier influence le transport des aérosols anthropiques émis par les méga-cités de la côte guinéenne (travaux en cours au LATMOS-IPSL et au LMD-IPSL dans le cadre du projet européen DACCIWA).

Nous proposons alors d'étudier les processus impliqués dans ces différents couplages, et d'examiner l'impact de leur (bonne ou mauvaise) représentation dans les modèles sur la variabilité en zone Atlantique Tropical / Afrique de l'Ouest. Pour cela, il faudra analyser conjointement observations (*in situ* et satellites), réanalyses et simulations numériques. Jusqu'à présent, nous avons réalisé au sein du LATMOS des études avec le modèle régional atmosphérique WRF forcé par des champs de TSO modifiés : cela permettra dans un premier temps d'étudier de près les processus impliqués dans la réponse atmosphérique à des fluctuations de SST, comme par exemple le signal de vortacité déclenché par l'intensification de l'upwelling côtier guinéen en juillet. Mais la TSO est de son côté principalement forcée par le vent de surface et les flux de chaleur turbulents, ce qui indique qu'il y a dans cette région une rétroaction active qui pourrait influencer la variance intrasaisonnière, voire l'évolution saisonnière de la mousson africaine. Dans un deuxième temps, nous proposons donc de travailler sur des simulations couplées. Un modèle régional couplé WRF / NEMO de cette zone a déjà été développé par Julien Jouanno au LEGOS en 2018, et pourra être facilement utilisé pour effectuer un grand nombre de simulations couplées, grâce auxquelles on espère mieux comprendre les amplitudes et temps de réponse du vent à la TSO, et réciproquement de la TSO au vent de surface, et leur impact sur la représentation du cycle saisonnier dans cette région clé du climat global.

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

Climate models still suffer from significant defects in the Eastern Tropical Atlantic, including too hot an ocean surface temperature (OST) and too weak surface winds. This bias is due to a poor representation of the seasonal cycle, and greatly reduces interannual predictability. It has a very significant impact on the position of a 700 mb zonal atmospheric current (or East African jet), whose southernmost edge gives rise to instabilities that transform a moisture flow (mainly from the south and west) into precipitation via the initiation of storms and storms (or Mesoscale Convective Systems, MCS).

Among the reasons given for these biases is mainly a poorly represented ocean-atmosphere coupling, with, for example, surface winds that do not respond sufficiently to fluctuations in TSO. However, it has been shown in recent years that equatorial upwelling, which emerges in April along the Guinean coast, controls the start of the coastal rainy season. Similarly, the appearance of coastal upwelling along the Guinean coast in July preceded the cessation of rains on the coast and their intensification in the Sahel: a decisive mechanism for coastal rains is indeed the convergence of the surface wind around the coast, modulated both by the sea breeze / land breeze mechanism on a day scale, and by the force of the monsoon flow coming from the Atlantic in the off-season (work by Manuel Tanguy, currently in third year of his thesis at LATMOS-IPSL). It can also be shown that this coastal upwelling influences the transport of anthropogenic aerosols emitted by megacities on the Guinean coast (work in progress at LATMOS-IPSL and LMD-IPSL as part of the European DACCIWA project).

We then propose to study the processes involved in these different couplings, and to examine the impact of their (good or bad) representation in models on variability in the Tropical Atlantic / West Africa region. This will require joint analysis of observations (*in situ* and satellites), reanalysis and numerical simulations. So far, we have carried out studies within LATMOS with the regional atmospheric model WRF forced by modified TSO fields: this will initially allow us to closely study the processes involved in the atmospheric response to SST fluctuations, such as the vorticity signal triggered by the intensification of coastal upwelling in Guinea in July. But OST is mainly forced by surface winds and turbulent heat flows, indicating that there is active

feedback in this region that could influence the intra-seasonal variance, or even the seasonal evolution of the African monsoon. In a second step, we therefore propose to work on coupled simulations. A WRF/NEMO coupled regional model of this area has already been developed by Julien Jouanno at LEGOS in 2018, and can be easily used to perform a large number of coupled simulations, through which it is hoped to better understand the amplitudes and response times from wind to TSO, and vice versa, from TSO to surface wind, and their impact on the representation of the seasonal cycle in this key global climate region.

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

• **Encadrement :**

. **Liste des autres doctorants que vous encadrez ou co-encadrez au 1^{er} janvier 2019**
(Nom, Université d'inscription, type de financement, date de soutenance envisagée)

Gaëlle de Coetlogon :

Manuel Tanguy, Sorbonne Université, Bourse ministérielle, actuellement en troisième année de thèse, soutenance prévue en automne 2019