

Proposition de Sujet de thèse 2017

Laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera la thèse : CNRM - UMR 3589

Titre du sujet proposé : Compréhension, hiérarchisation et réduction des incertitudes sur la réponse des moyennes latitudes à un accroissement du CO₂ atmosphérique.

Nom et statut (PR, DR, MCF, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (préciser si HDR) :
Dr. Hervé Douville (titulaire HDR)

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :
Tel : 05 61 07 96 25 / Courriel : herve.douville@meteo.fr

Résumé du sujet de la thèse

Bien qu'essentielles aux stratégies d'atténuation et d'adaptation, les projections climatiques globales souffrent encore de nombreuses incertitudes liées aux scénarios d'émission, à la variabilité interne du climat, et au caractère imparfait des modèles. Dans la mesure où la réponse du climat aux émissions de gaz à effet de serre est relativement linéaire et dominera les autres effets anthropiques d'ici la fin du 21^{ème} siècle, on peut s'affranchir des deux premières sources d'incertitude en travaillant sur des simulations idéalisées visant à étudier la réponse du climat à un quadruplement abrupt du CO₂ atmosphérique (abrupt4xCO₂).

L'objectif de la thèse est de comprendre, hiérarchiser, et si possible réduire les sources de dispersion de la réponse atmosphérique des modèles dans les simulations abrupt4xCO₂ du prochain exercice d'intercomparaison CMIP. La stratégie consiste d'abord à reproduire et à décomposer cette réponse via des simulations atmosphériques pilotées non seulement par la concentration en CO₂ mais également par des températures de surface de la mer (SST) et des concentrations de banquise (SIC) issues des modèles couplés océan-atmosphère [1,2,3]. On peut alors comparer différents effets, dont l'effet purement radiatif et/ou biophysique du CO₂, l'effet d'un réchauffement océanique uniforme, l'effet du « pattern » des anomalies de SST, et l'effet du retrait de la banquise. On peut aussi profiter de ce protocole pour étudier l'effet des biais de SST/SIC sur la réponse atmosphérique. Le paradigme étant que l'atmosphère est la principale responsable de la diversité des biais et de la réponse des modèles couplés, on peut aussi appliquer différents forçages de SST et/ou SIC au seul modèle ARPEGE-Climat afin de documenter le lien éventuel entre biais et sensibilité atmosphérique. Dans ce but, on pourra aussi mettre en œuvre des versions d'ARPEGE-Climat différant par le réglage des paramètres incertains de la physique ou la résolution. Ces tests de sensibilité seront menés en parallèle d'une analyse systématique du lien entre les comportements préindustriel et 4xCO₂ des modèles couplés ayant participé à CMIP, de manière à proposer des contraintes émergentes [4] sur la réponse de ces modèles à un accroissement du CO₂ atmosphérique.

Le focus des analyses sera sur les moyennes latitudes de l'Hémisphère Nord qui montrent une dispersion particulièrement forte dans les projections globales et où l'usage de simulations idéalisées et/ou purement atmosphériques permet d'améliorer sensiblement le rapport signal sur bruit. Outre la réponse de la circulation en moyenne zonale, on s'intéressera à la réponse des ondes stationnaires et, si possible, de l'activité synoptique. La réponse du cycle de l'eau sera également étudiée en décomposant lorsque cela sera possible (au moins avec ARPEGE-Climat) les changements de convergence d'humidité liés au changement de l'état moyen et au changement de l'activité synoptique (échelles de temps inférieures au mois). Les rôles respectifs du « pattern » de SST et du retrait de la banquise feront l'objet d'une attention particulière, concernant la réponse de la circulation et des précipitations sur l'Atlantique Nord et l'Europe.

Nature du travail attendu et compétences souhaitées

Le travail consistera d'une part à analyser les simulations couplées et atmosphériques existantes, déjà réalisées dans le cadre du DECK (piControl et abrupt4xCO2) et de l'inter-comparaison CFMIP de CMIP6, d'autre part à effectuer des tests de sensibilité supplémentaires avec la version 6 du modèle ARPEGE-Climat. Outre la préparation, la réalisation et le dépouillement de ces simulations atmosphériques, le travail consistera essentiellement en une analyse statistique des résultats, sachant à la fois mettre en évidence les comportements robustes des modèles et la dispersion de leurs résultats.

Références bibliographiques

1. Grise K.M. and L.M. Polvani (2014) The response of midlatitude jets to increased CO₂: Distinguishing the roles of sea surface temperature and direct radiative forcing, *Geophys. Res. Lett.*, 41, 6863–6871, doi:10.1002/2014GL061638.
2. He J. and B.J. Soden (2015) Does the Lack of Coupling in SST-Forced Atmosphere-Only Models Limit Their Usefulness for Climate Change Studies? *J. Climate*, 29, 4317-4325.
3. Chadwick R., H. Douville, C.B. Skinner (2017) Timeslice experiments for understanding regional climate projections: Applications to the tropical hydrological cycle and European winter circulation. *Clim. Dyn.*, doi :doi:10.1007/s00382-016-3488-6.
4. Allen M.R. and W.J. Ingram (2002) Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle. *Nature*, 419, 224-232, doi:10.1038/nature01092.