

Mini-projet contrôle des biais de température de surface des océans tropicaux par les paramétrisations physiques atmosphériques

Cours M2 Modélisation numérique, Frédéric Hourdin

11 février 2025

1 Positionnement du sujet

Dans les modèles de circulations couplés océan/atmosphère, des biais systématiques persistent. Notamment, la plupart des modèles montrent un biais chaud de plusieurs degrés à l'Est des océans tropicaux.

Ces biais ont longtemps été attribués à la sous-estimation de l'effet d'ombre des strato-cumulus qui couvrent intégralement pendant une grande partie de l'année ces zones de formations d'eau froide (par upwelling). Ces strato-cumulus sont associés à des subsidences.

Sur l'article joint, on montre le biais moyens des modèles CMIP mais aussi la corrélation entre des erreurs sur des biais de flux radiatifs et latents dans des simulations forcées en SST et des biais de température dans des simulations couplées océan-atmosphère avec les mêmes modèles.

Le but du présent mini projet est de réexplorer ces résultats sur la base de simulations 3D et 1D, en testant différentes versions de la physique atmosphérique. Pour les simulations 3D, on utilisera soit un modèle forcé en SST soit un modèle couplé à un océan simplifié dit slab. Ce modèle est décrit dans l'article de Codron (2012), joint.

2 Le modèle d'océan "slab" ou dalle

Le modèle atmosphérique contient un modèle d'océan simplifié dit "slab" (ou modèle de dalle en français). Ce modèle à une ou deux couches rend compte du transport d'Eckman.

Plusieurs options pour ce modèle. D'abord pour le transport océanique, on peut utiliser un modèle en diffusion latérale. On peut aussi ou non calculer interactivement la glace de mer. Pour activer l'océan slab, il faut éditer le fichier config.def et spécifier :

```
type_ocean=slab
slab_ekman=2      # version a deux couches du modele slab
version_ocean=sicOBS # prescribed ice fraction. Water temperature
                     # nearby is set to -1.8°C and cannot become lower.
```

3 Le "guidage" en vent

On pourra effectuer ces tests à la fois en mode libre, et en mode guidé par les "réanalyses" du Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme ERAI. Pilotage par le fichier guide.def à récupérer en même temps que les fichiers de guidage 'u.nc' et 'v.nc' sur

<http://www.lmd.jussieu.fr/~hourdin/COURS/MINI/GUIDAGE>

Il faut ajouter la ligne

INCLUDEDEF=guide.def

dans 'run.def'. On peut alors activer ou non le guidage à partir de guide.def avec la clé
`ok_guide=y/n`

Le guidage consiste à rajouter un terme de relaxation vers les réanalyses X_{rea} aux tendances du modèles $M(X)$, disponibles toutes les 6 heures (on interpole linéairement ces champs à chaque pas de temps du modèle), avec une constante de temps τ :

$$\frac{\partial X}{\partial t} = M(X) + \frac{X_{rea} - X}{\tau} \quad (1)$$

Avec le 'guide.def' proposé on guide les deux composantes horizontales du vent avec une constante de temps de 3 heures.

En imposant ainsi la circulation à grande échelle, on se concentre sur l'impact des paramétrisations physiques et on limite le caractère chaotique de l'écoulement, et donc la nécessité de réaliser des grands ensembles de simulations pour avoir des résultats statistiquement significatifs.

On privilégiera donc d'effectuer les tests 3D en mode guidé, mais on pourra aussi évaluer la pertinence de l'outil de guidage en effectuant le même test de sensibilité avec et sans guidage.

4 Evaluation du modèle slab

On commencera par effectuer un mois de simulation en version forcée par les SST et en version slab pour évaluer l'erreur faite sur les SST au bout de 1 mois. On pourra regarder le flux associé au transport d'Ekman dans l'océan.

5 Tests de sensibilité

On effectuera des tests de sensibilité à la physique atmosphérique dans 3 configurations : 3D forcée en SST, 3D slab et éventuellement 1D sur deux cas de nuages tropicaux, le cas fire de strato-cumulus et le cas Rico de cumulus d'alizés (qu'il faudra un peu remanier ...).

Un des points sera de vérifier la conclusion de l'article sur les biais chauds de bord Est, à savoir qu'un excès relatif de flux descendant à la surface dans les simulations forcées en SST se traduit par un excès de SST quand elle est calculée de manière interactive avec le modèle slab.

On testera notamment le fait de désactiver les panaches thermiques soit partout, 'flag_thermals=0' soit sur les bord Est uniquement 'flag_thermals=17'.

On testera aussi l'impact des paramètres 'flag_thermals_ed_dz' en le faisant varier de 30% autour de sa valeur nominale.