

Interaction surface-atmosphère dans l'intraseasonnier de la mousson asiatique

vue par un modèle idéalisé

Gilles Bellon

Centre National de Recherches Météorologiques

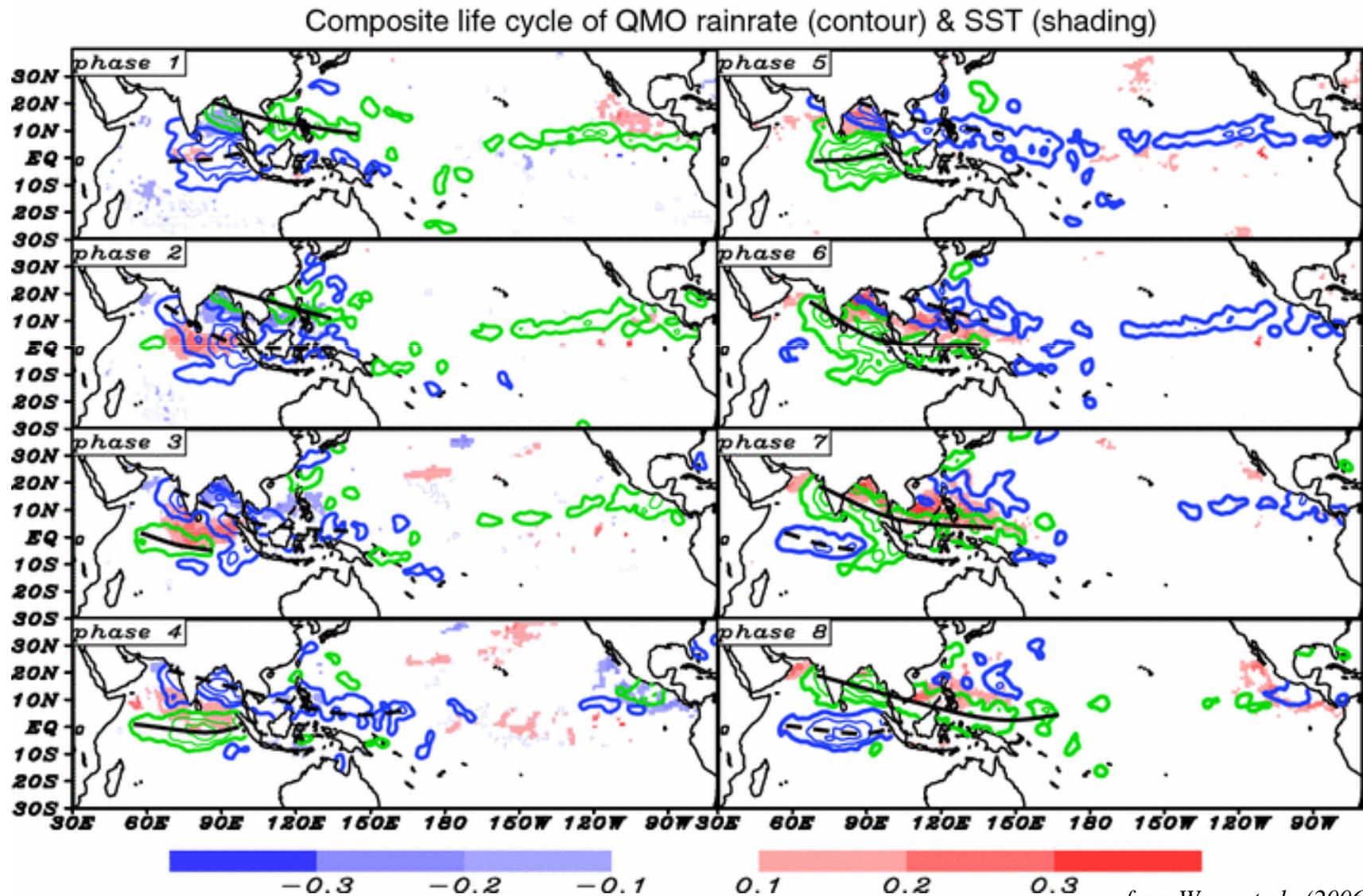


Remerciements: Adam Sobel, Jérôme Vialard



Introduction

L'intrasonnien de la mousson asiatique: une propagation vers le Nord (en 40 jours)



from Wang et al. (2006)

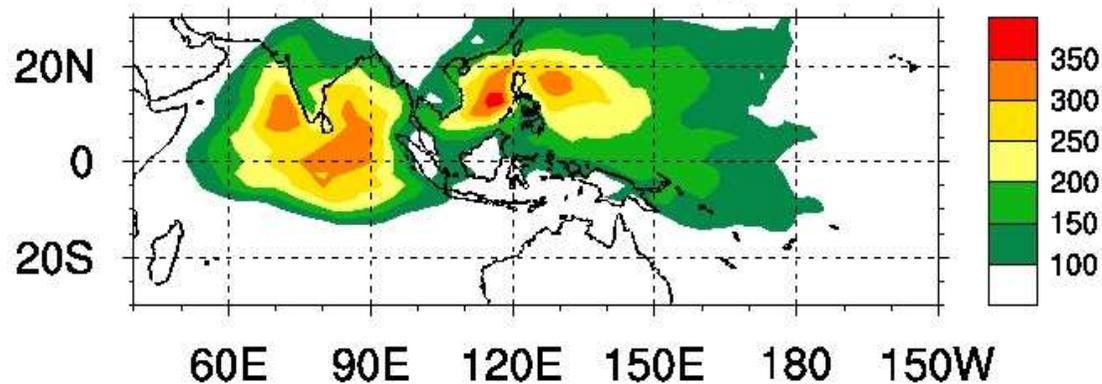
Quelle est le rôle de la surface?

- ✓ **Premières théories :** (*Webster and Chou, 1980*)

L'interaction surface continentale – atmosphère est un mécanisme fondamental de la propagation vers le Nord.

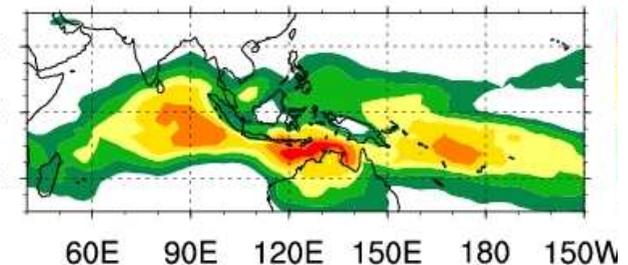
- ✓ **Contraste terre-mer de variabilité intrasaisonnière :**
minimum sur les continents, maximum sur les océans

30-90 Day OLR Variance (May-October)



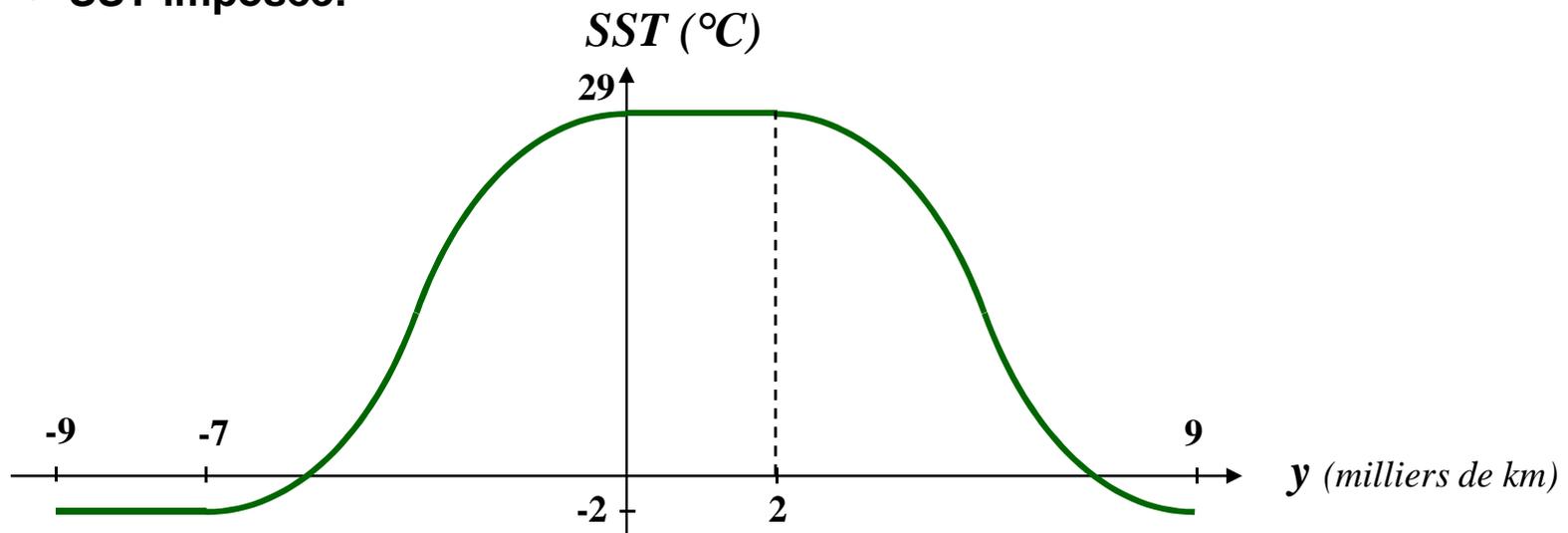
Sobel et al., 2008,2010

Même observation pour la MJO canonique :
30-90 Day OLR Variance (November-April)

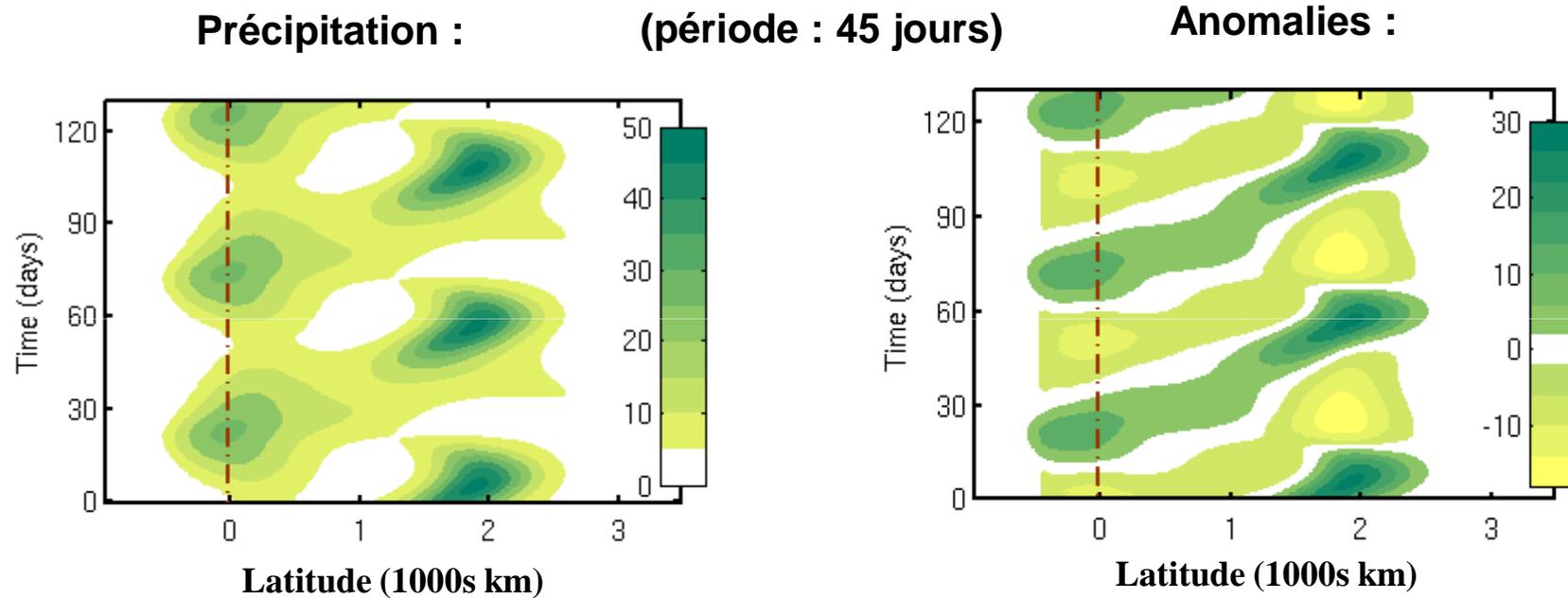


QTCM2 axisymétrique

- ✓ Plan β ; structure verticale simplifiée
- ✓ Paramétrisations :
 - Convection : Betts-Miller $P = \max(\text{CAPE}, 0)/\tau_c$;*
 - Rayonnement : refroidissement newtonien*
- ✓ SST imposée:



Le modèle atmosphérique simule un mode intrasaisonnier avec une propagation vers le Nord



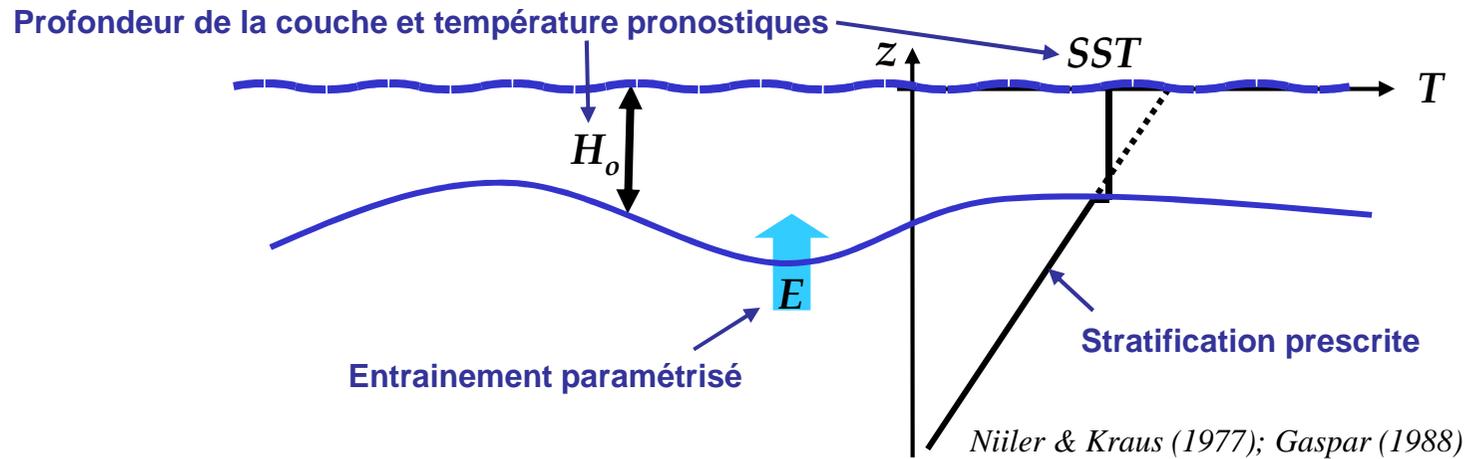
✓ **Mécanisme de propagation:**

interaction entre dynamique atmosphérique et convection;

Mais : la variabilité des flux de surface associée à celle du vent permet le développement de ce mode.

Couplage océan-atmosphère

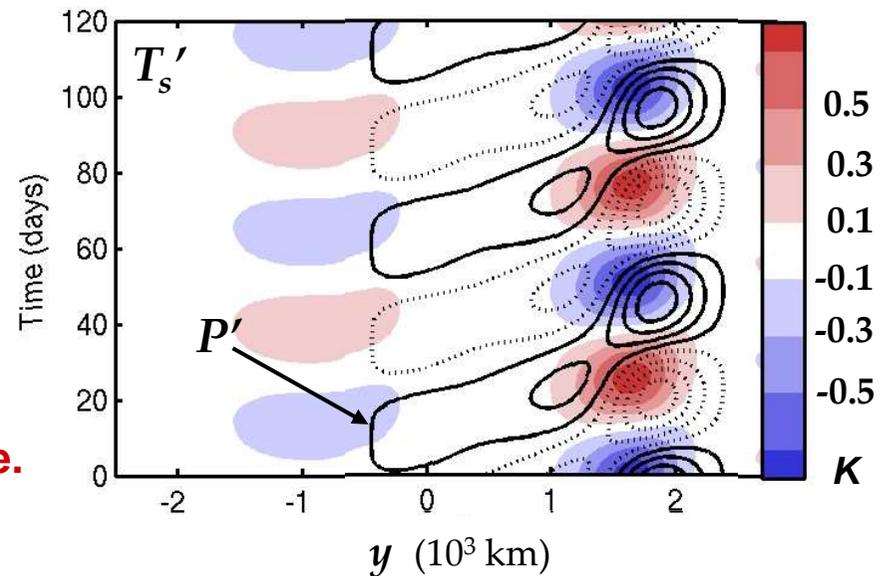
✓ Couplage du QTCM2 avec un modèle de couche de mélange océanique (CMO):



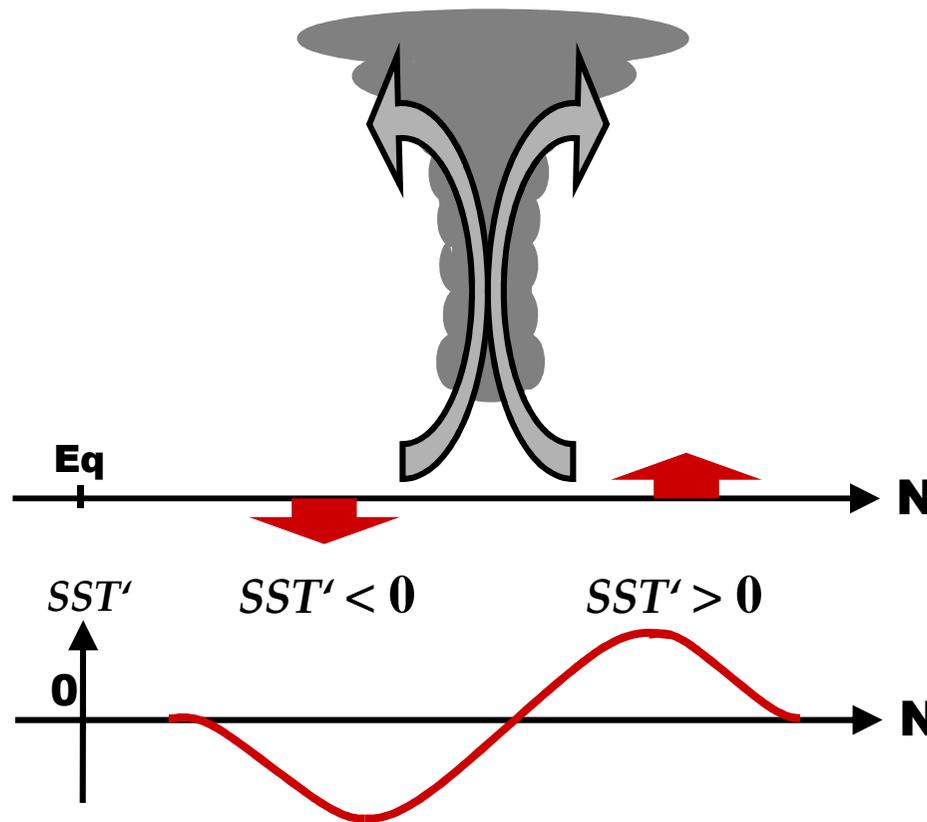
✓ Linéarisation

✓ Résultats :

- ✓ La vitesse de propagation augmente de 20% (période: 36 jours);
- ✓ L'anomalie de SST devance la convection, en quadrature de phase.



Mécanisme du couplage océan-atmosphère



$$\partial_t \text{CAPE}' \approx \dots + \alpha \text{SST}'$$

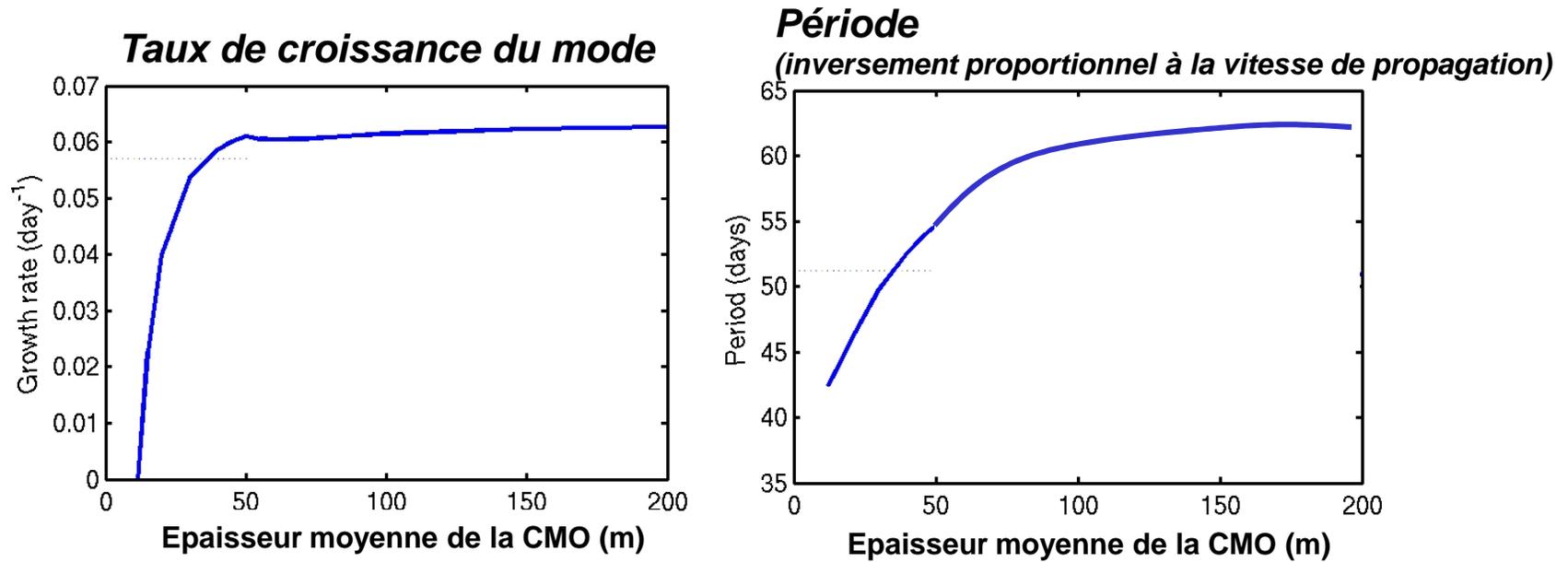
Anomalie de flux de surface

$$C \partial_t \text{SST}' \approx f(\text{atm. forcing})$$

- ✓ Les anomalies de flux de surface associés aux anomalies de SST facilitent la propagation vers le Nord.
- ✓ Le forçage radiatif des nuages et les flux de surface associés au vent refroidissent l'océan sous la convection.

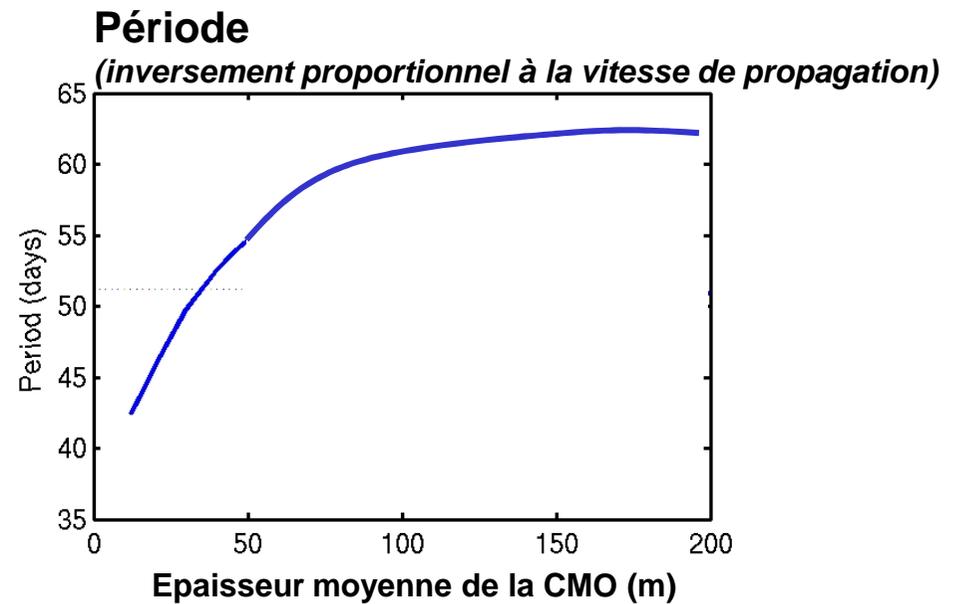
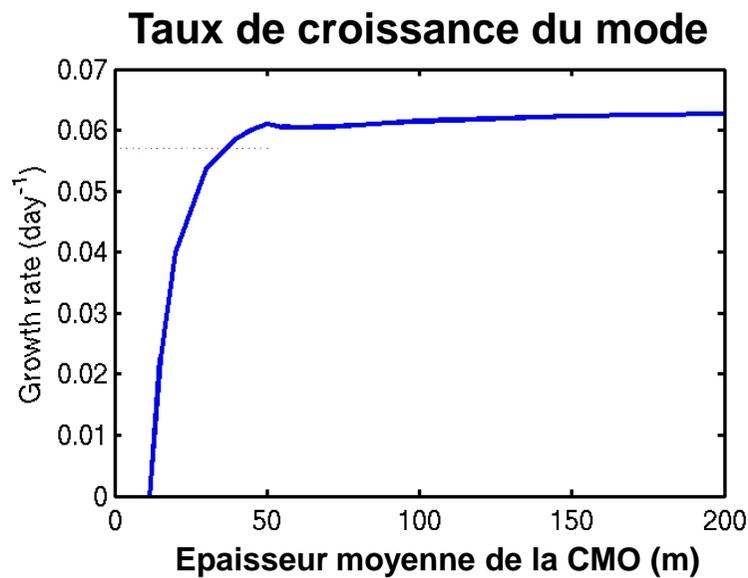
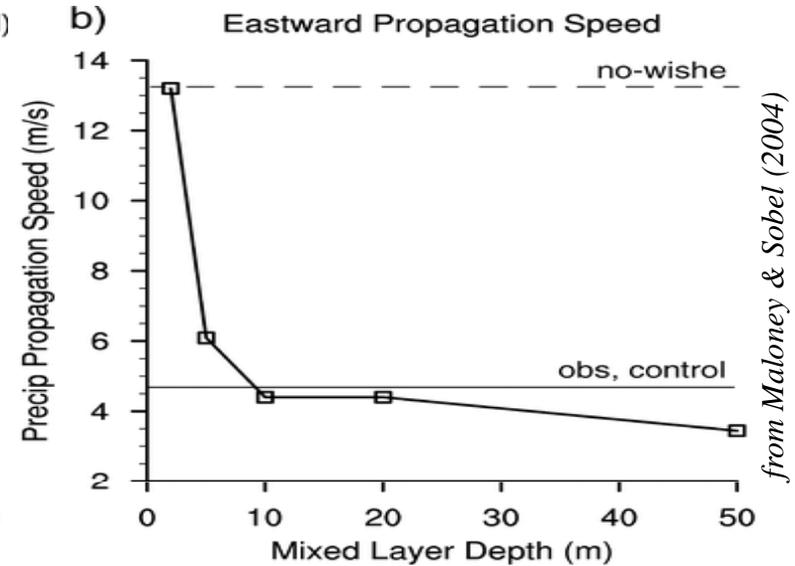
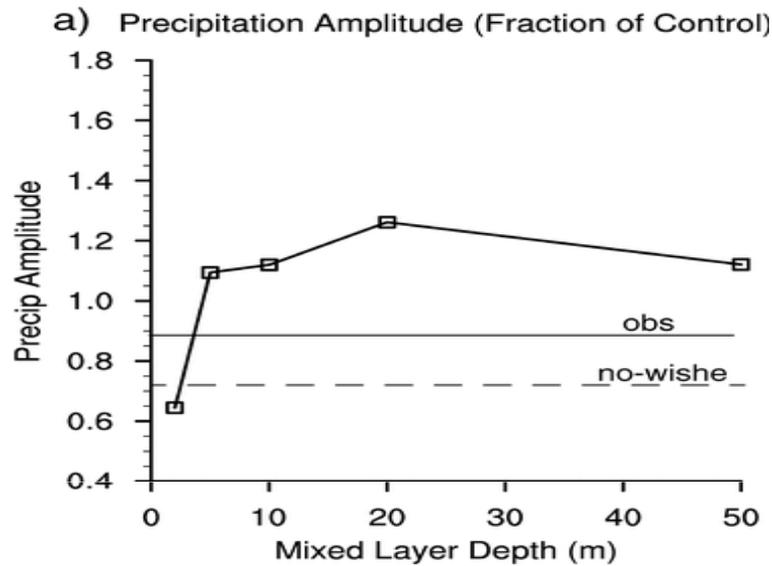
Sensibilité à la profondeur moyenne de la couche de mélange océanique

Le mode intrasaisonnier croît moins rapidement pour des COM fines et la propagation ralentit

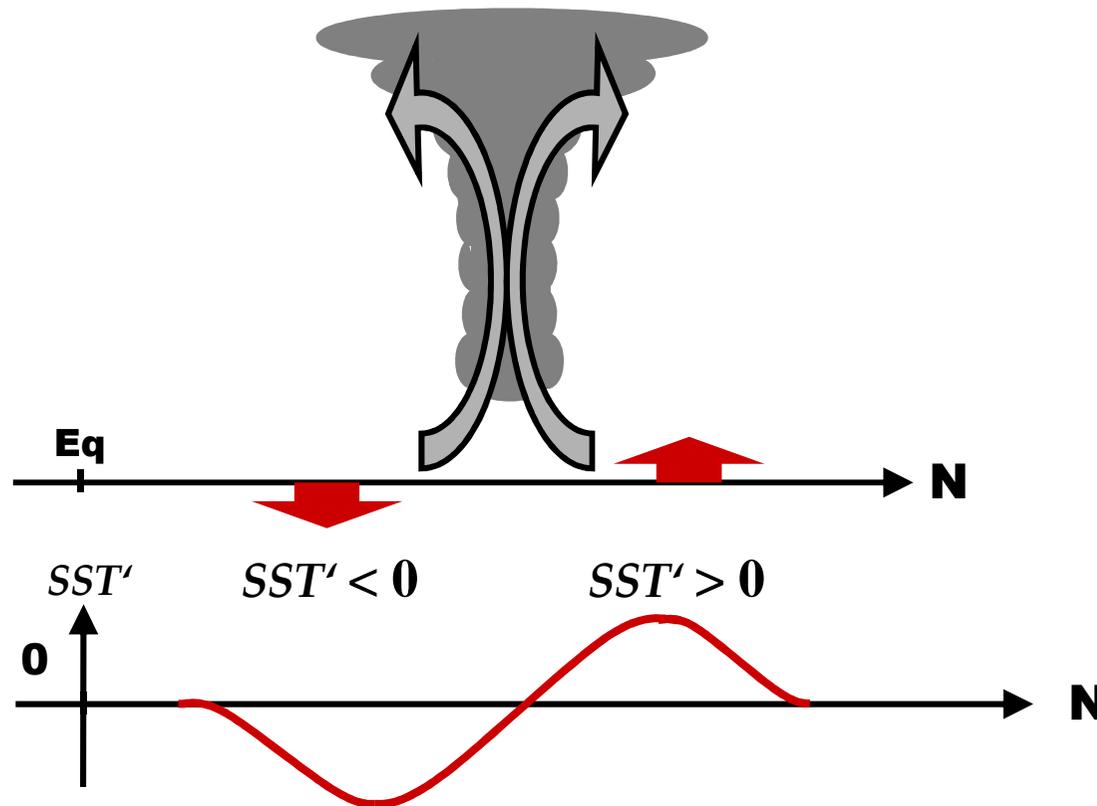


Sensibilité similaire à celle de la MJO

Simulations de la MJO avec un AGCM couplé à une CMO de profondeur fixée ("slab")



Mécanisme de la sensibilité



$$C \partial_t SST' \approx f(\text{atm. forcing})$$

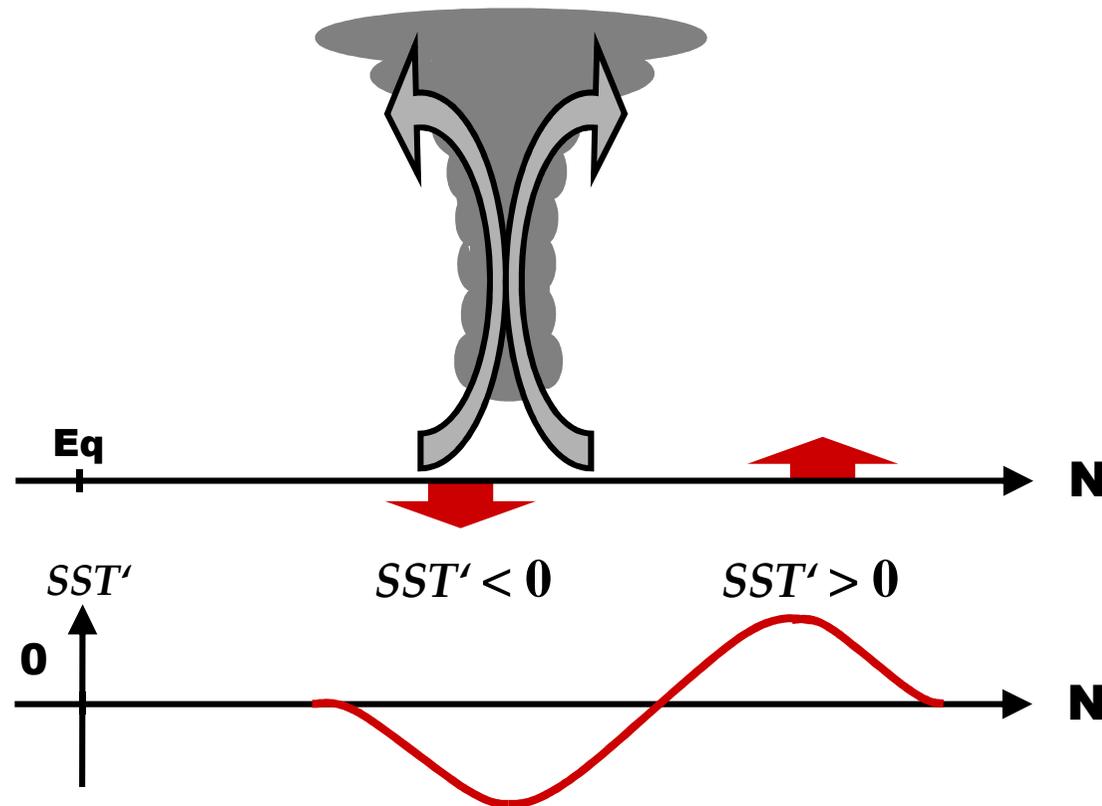
$$\partial_t CAPE' \approx \dots + \alpha SST'$$

Anomalie de flux de surface

Si la capacité calorifique de la CMO est faible:

- ✓ l'anomalie de SST est en opposition de phase avec la convection,
- ✓ le mode intrasaisonnier est amorti et ralenti.

Mécanisme de la sensibilité



$$C \partial_t SST' \approx f(\text{atm. forcing})$$

$$\partial_t CAPE' \approx \dots + \alpha SST'$$

Anomalie de flux de surface

Si la capacité calorifique de la CMO est faible:

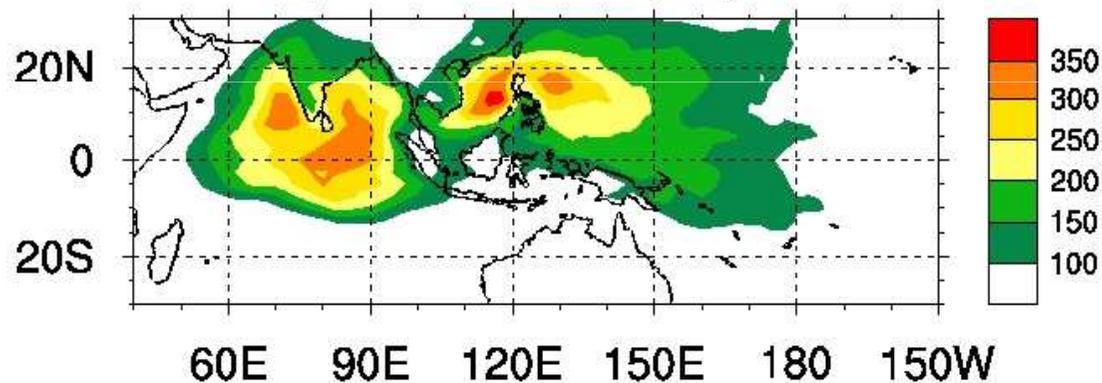
- ✓ l'anomalie de SST est en opposition de phase avec la convection,
- ✓ le mode intrasaisonnier est amorti et ralenti.

Quelle est le rôle de la surface?

✓ Les surfaces océaniques facilitent et accélèrent la propagation vers le Nord.

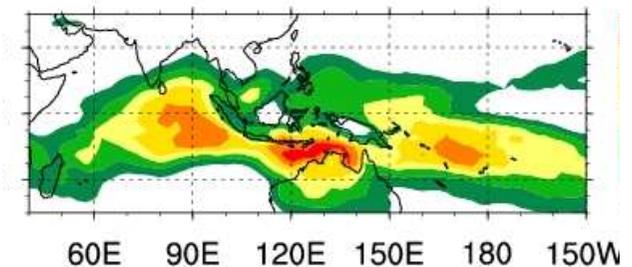
✓ **Contraste terre-mer de variabilité intrasaisonnière :**
minimum sur les continents, maximum sur les océans

30-90 Day OLR Variance (May-October)



Sobel et al., 2008,2010

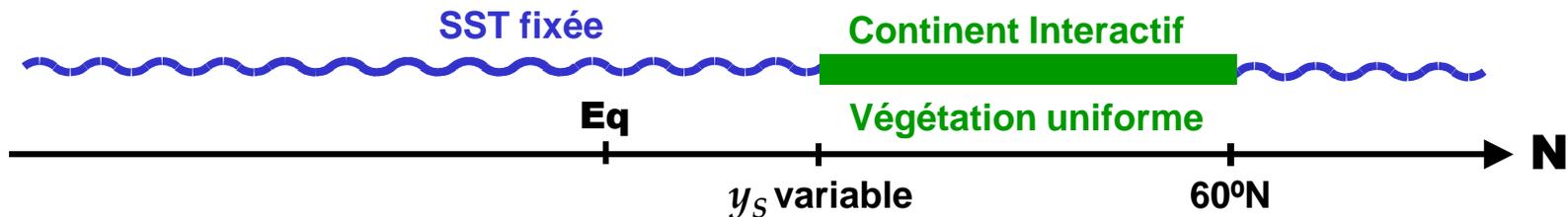
Même observation pour la MJO canonique :
30-90 Day OLR Variance (November-April)



Expliqué par la faible capacité calorifique du sol? Uniquement?

SLand : un modèle “bucket” amélioré

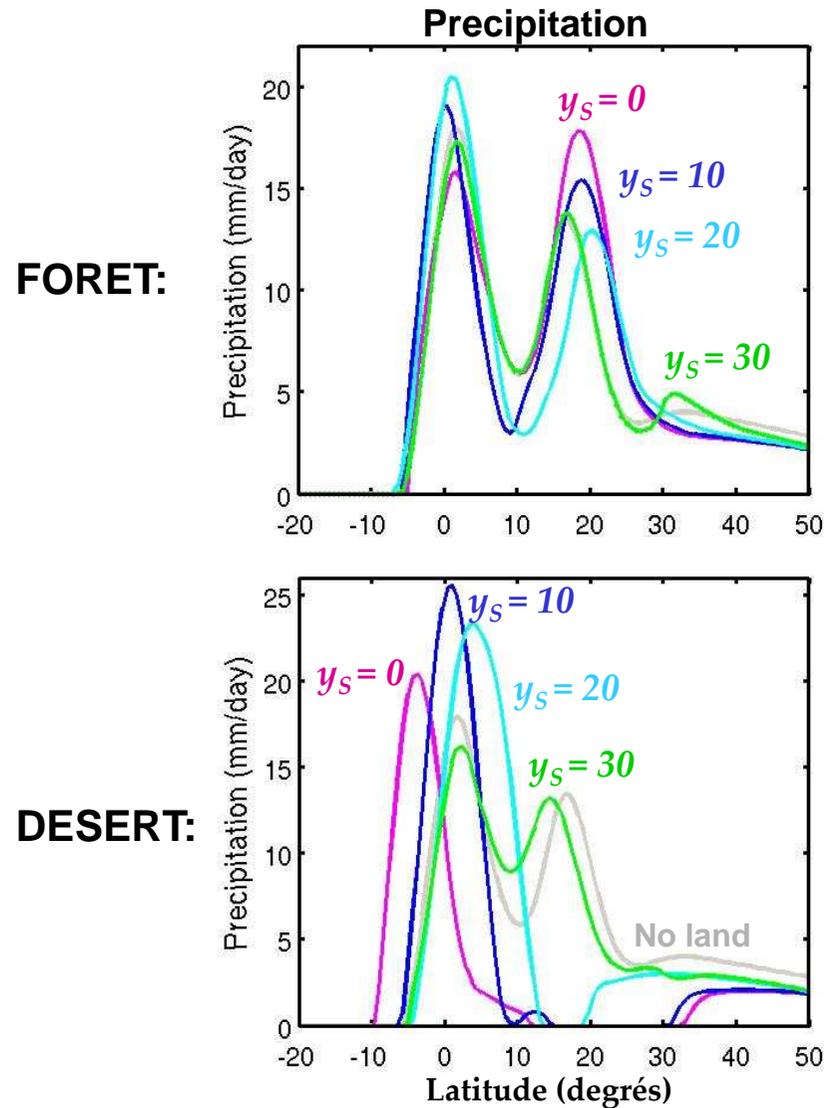
- ✓ **Modèle de surface continentale (SLand):**
 - ✓ 3 types de végétation : désert, savane, forêt
 - ✓ Réservoir fini d'eau : $0 < W < W_s$
 - ✓ Réservoir d'énergie de faible capacité calorifique
 - ✓ Albédo
 - ✓ Flux turbulents de surface (interception, évapotranspiration)
- ✓ **Configuration : modèle non-linéaire,**



Résultats : état moyen

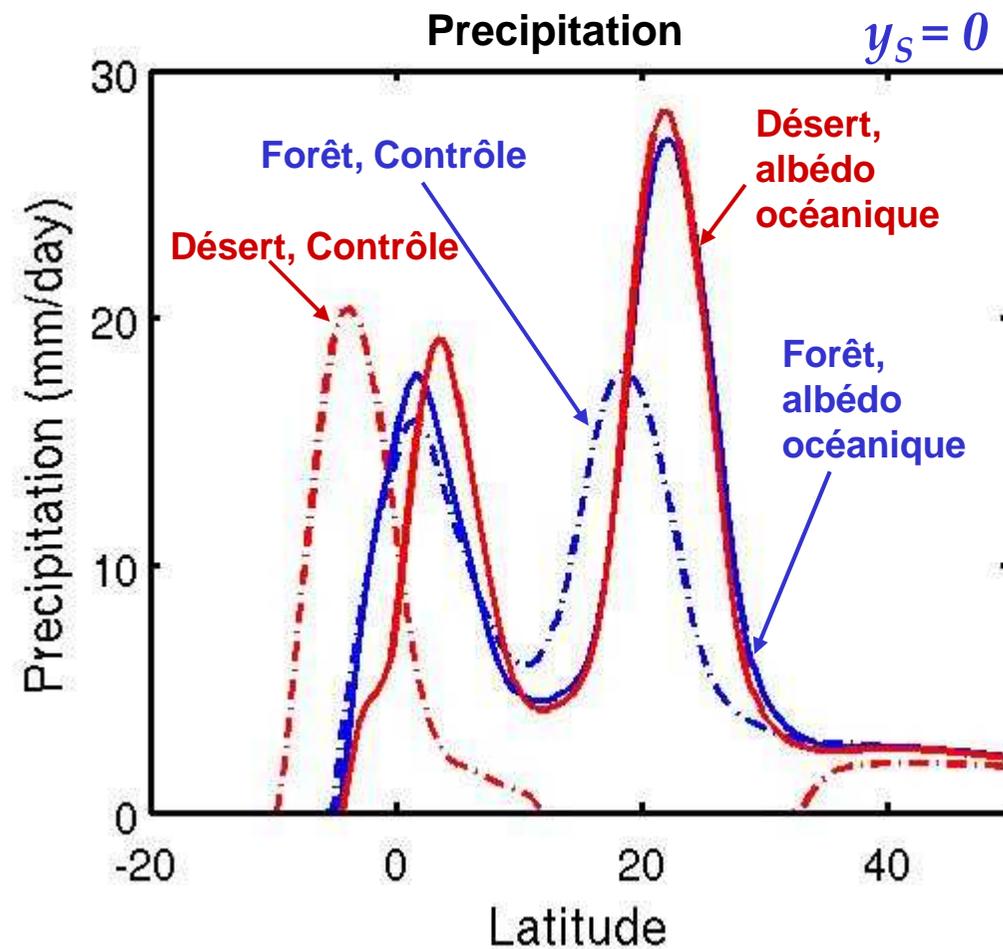
Etats moyens similaires au cas océanique

Excepté pour un continent désertique s'étendant significativement dans les tropiques (au sud de 25°N)



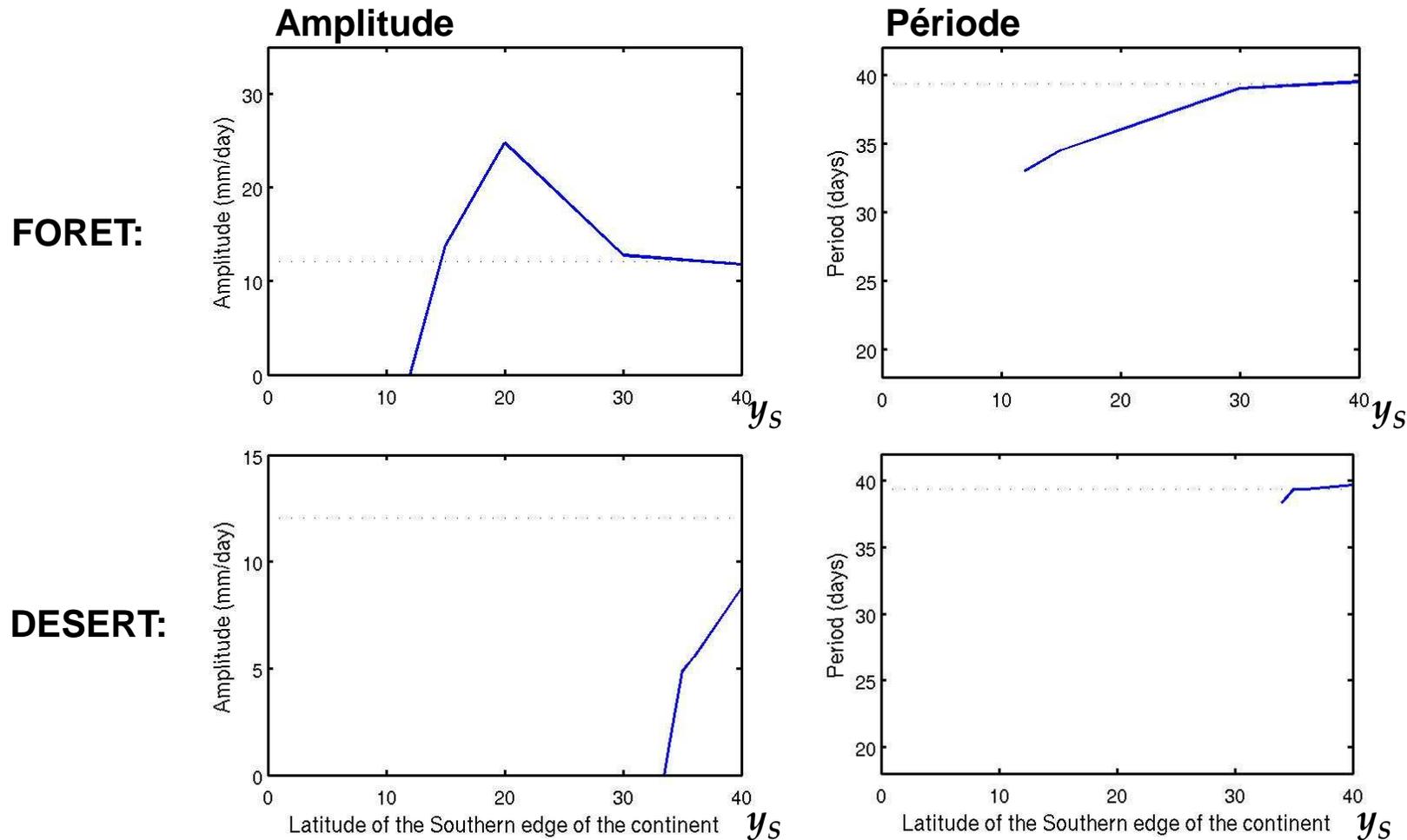
Résultats : sensibilité de l'état moyen à l'abédo

Cette différence d'état moyen est due à l'albédo du désert



Résultats : mode intrasaisonnier

Le continent supprime le mode intrasaisonnier s'il s'étend suffisamment dans les tropiques, et plus facilement s'il est désertique.



Quels sont les mécanismes purement intrasaisonniers?

Quelle est l'influence de l'état moyen?

Modèle linéarisé : expériences de sensibilité

✓ SLand et QTCM2 linéarisés

✓ 5 séries d'expériences:

✓ Contrôle : état moyen atmosphérique de la surface du modèle nonlinéaire avec continent

✓ Etat moyen atmosphérique du modèle nonlinéaire avec continent, état moyen de la surface arbitraire (température de surface = SST, W médian)

✓ Etat moyen atmosphérique du modèle nonlinéaire sans continent, état moyen de la surface arbitraire : température de surface = SST, W médian

✓ Idem (Etat moyen atmosphérique du modèle nonlinéaire sans continent, état moyen de la surface arbitraire : température de surface = SST, W médian) + **Albédo océanique**

✓ Idem (Etat moyen atmosphérique du modèle nonlinéaire sans continent, état moyen de la surface arbitraire : température de surface = SST, W médian) + **Capacité calorifique du sol équivalente à une CMO de 50 m.**

Sensibilité du mode intrasaisonnier à :

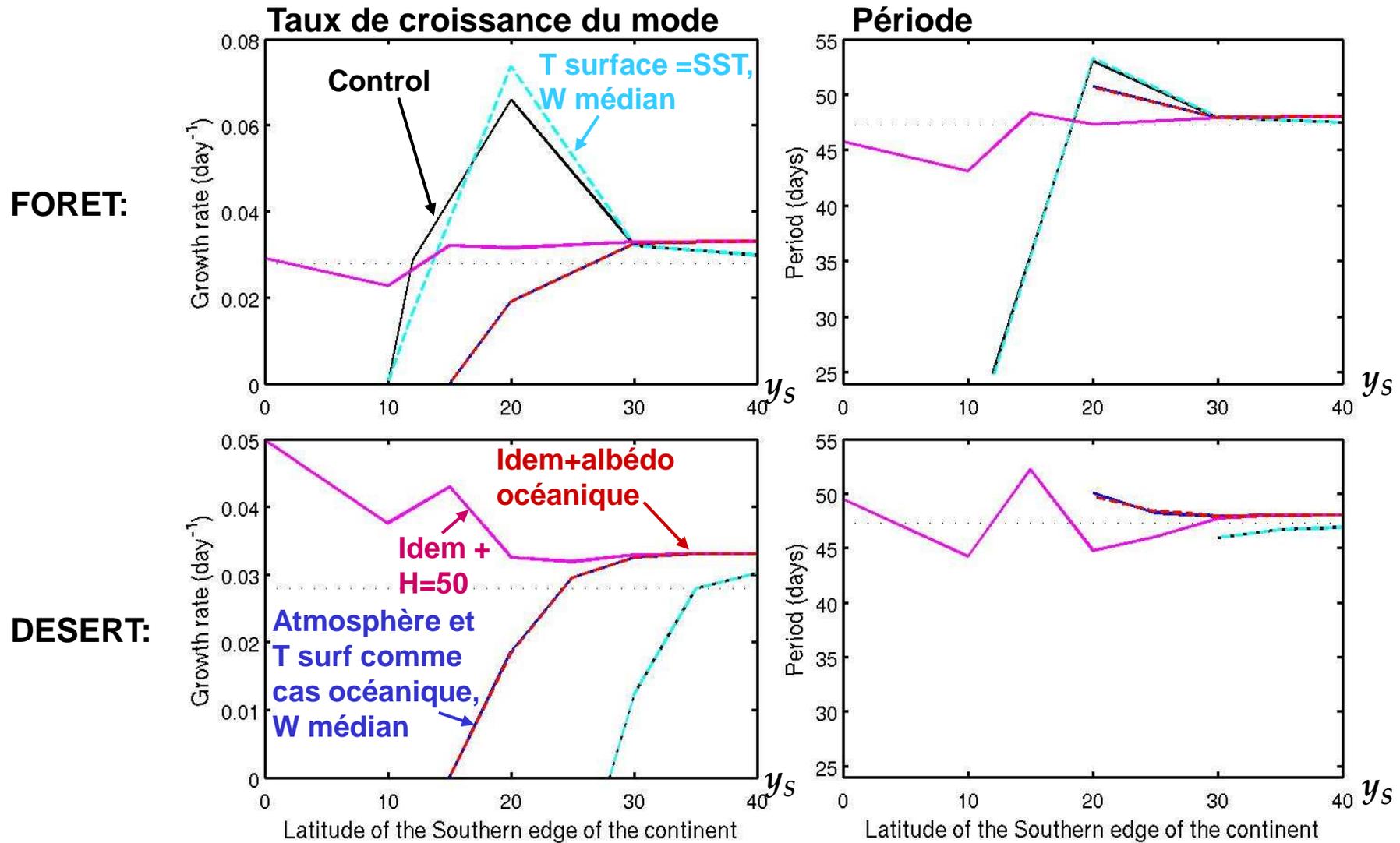
l'état moyen

y_s

Aux paramètres du sol indépendamment de l'état moyen

Résultats du modèle linéarisé: mode intrasaisonnier

La capacité calorifique du sol est le principal paramètre qui influe directement sur le mode intrasaisonnier.

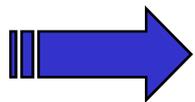


Résumé et spéculations

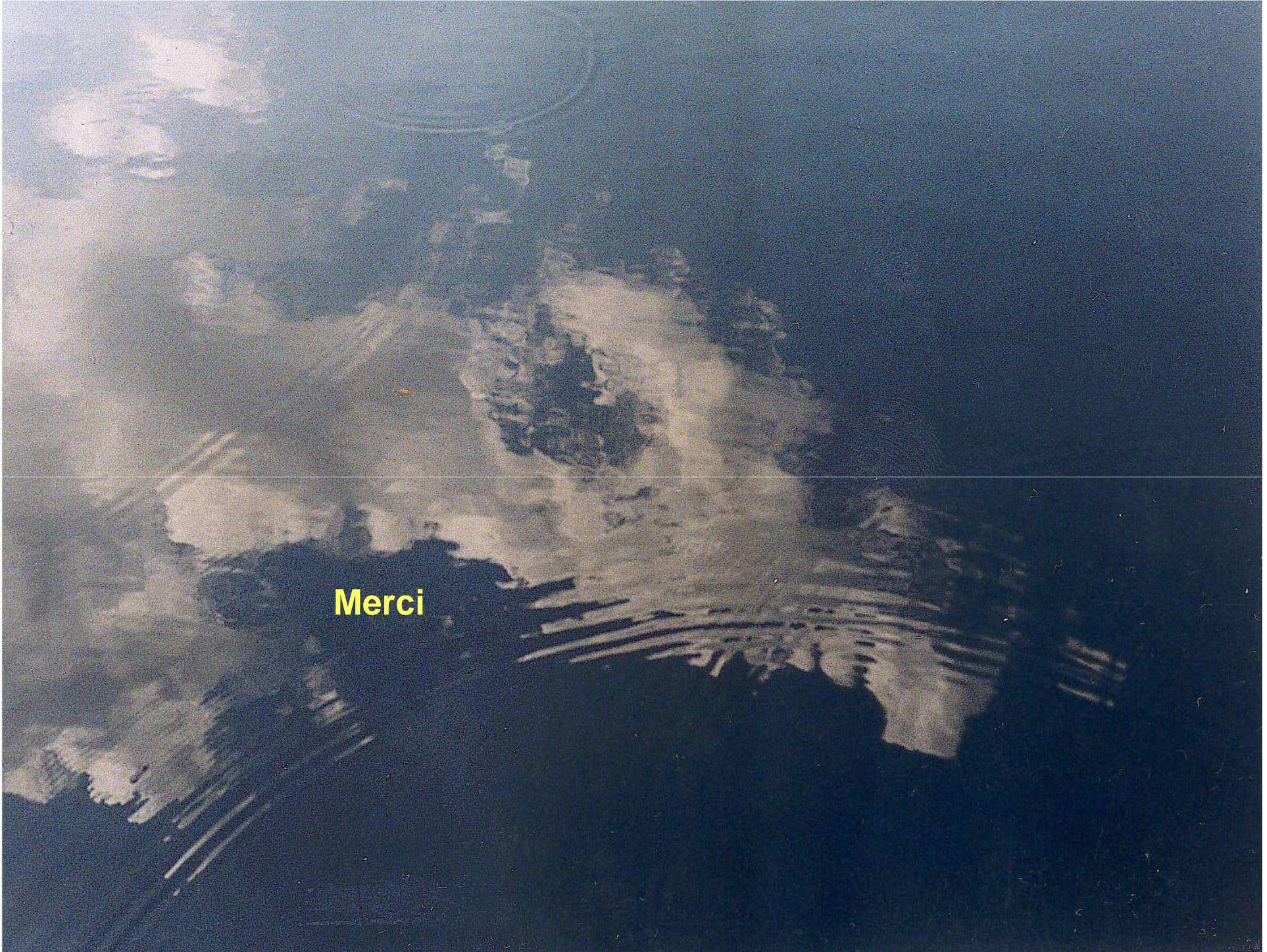
- ✓ **Le couplage avec l'océan favorise la propagation vers le Nord**
- ✓ **Les surfaces continentales amortissent l'oscillation (en général):**
 - **directement à cause de la faible capacité calorifique du sol;**
 - **indirectement via l'état moyen, principalement à cause de l'albédo continental.**



La faible capacité calorifique du sol est un bon candidat pour expliquer le contraste air-mer de variabilité intrasaisonnière dans l'Indo-Pacifique.



L'effet de l'albédo sur l'état saisonnier moyen pourrait expliquer l'absence de ce mode en Afrique de l'Ouest.



Merci