

Paramétrisation de la convection et mousson Ouest-Africaine dans le modèle LMDZ

Catherine Rio¹

Frédéric Hourdin², Jean-Yves Grandpeix², Binta Diallo², Nicolas Rochetin¹,
Arnaud Jam², Marine Bonazolla², Adderrahmane Idelkadi²

¹Centre National de la Recherche Météorologique, CNRM/GAME, Toulouse, France

²Laboratoire de Météorologie Dynamique, CNRS/IPSL, Paris, France

AMA-DEPHY2, Toulouse, 21 janvier 2016

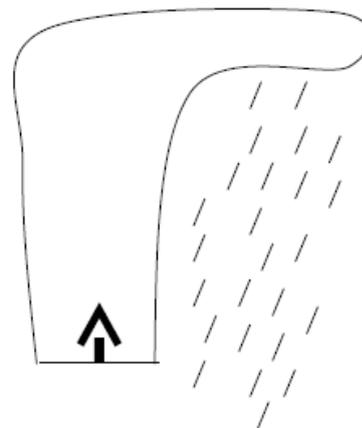
Paramétrisation de la convection de LMDZ5A à LMDZ5B

Développement des paramétrisations dans un cadre 1D

LMDZ5A

Nuages:
PDF lognormale de qt pour tous les types de nuages
(Bony et Emanuel, 2001)

Couche limite:
Schéma de diffusion (Louis, 1979)
(équation stationnaire de TKE)

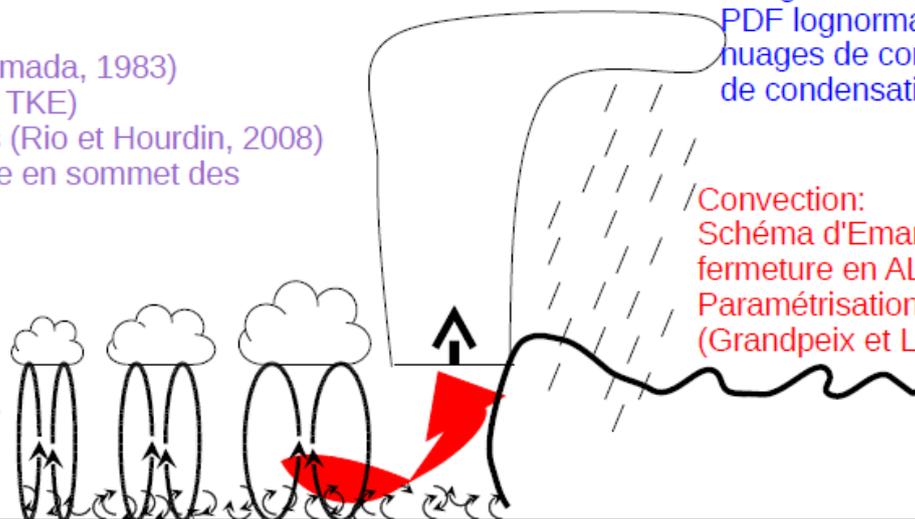


Convection:
Schéma d'Emanuel (1991) avec fermeture en CAPE

LMDZ5B

Couche limite:
-Schéma de diffusion (Yamada, 1983)
(équation pronostique de TKE)
- schéma des thermiques (Rio et Hourdin, 2008)
- convection peu profonde en sommet des thermiques

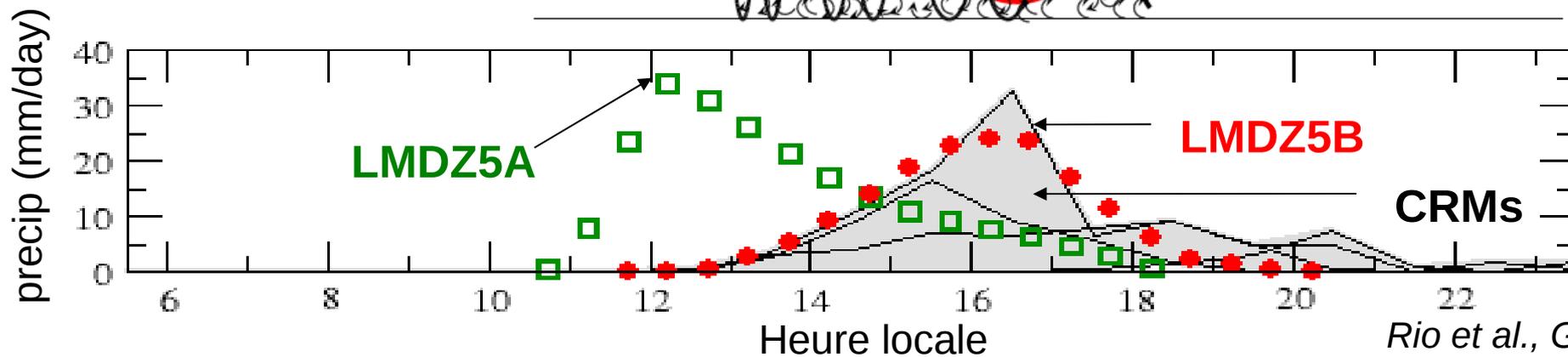
Nuages:
PDF bigaussienne de s pour les nuages de convection peu profonde
(Jam et al., 2012)



Nuages:
PDF lognormale de qt pour les nuages de convection profonde et de condensation grande-échelle

Convection:
Schéma d'Emanuel (1991) avec fermeture en ALP couplé à une Paramétrisation des poches froides (Grandpeix et Lafore, 2010)

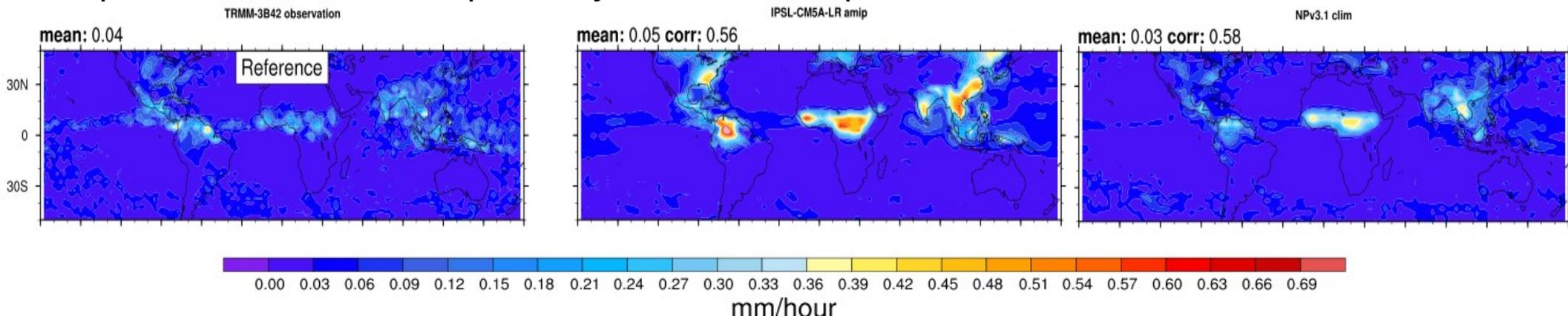
Cycle diurne des pluies le 27 juin 1997 en Oklahoma
Cas EUROCS



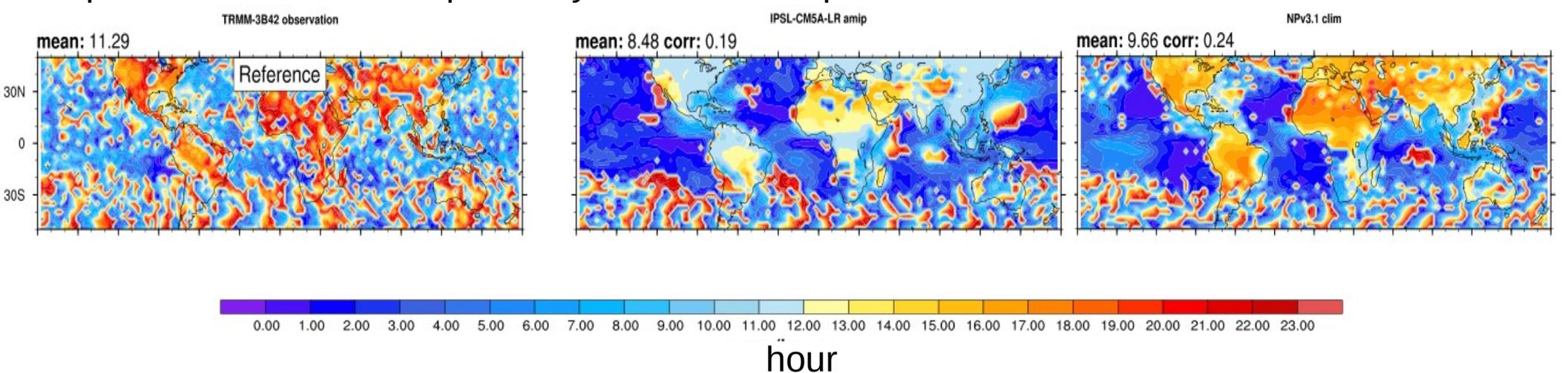
Représentation du cycle diurne des précipitations de LMDZ5A à LMDZ5B

Effet des paramétrisations sur:

- l'amplitude du 1er harmonique du cycle diurne des pluies

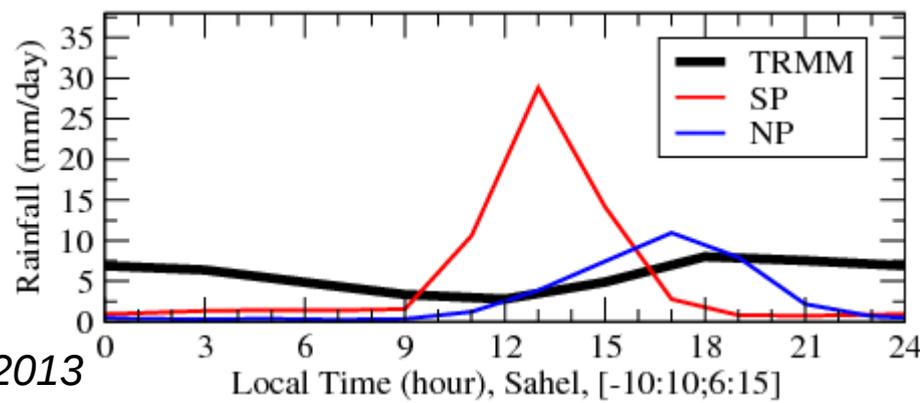


- La phase du 1er harmonique du cycle diurne des pluies



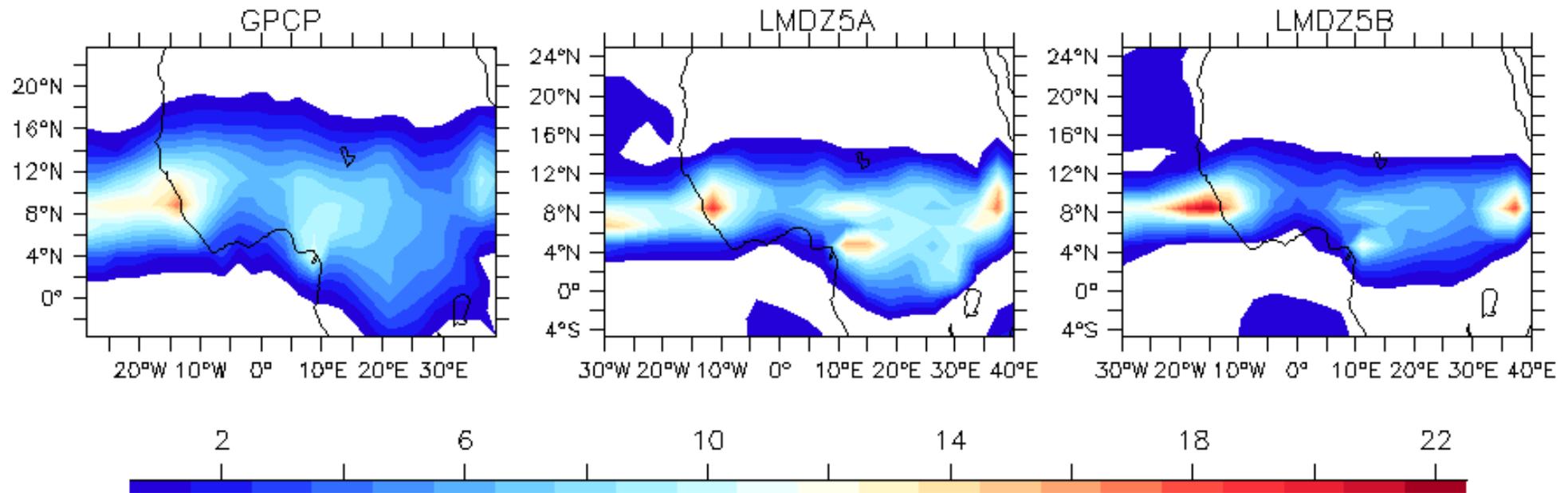
Cycle diurne moyen au Sahel:

- Diminution du maximum de précipitation
- Décalage du maximum de précipitation
- Absence de pluie nocturne au Sahel

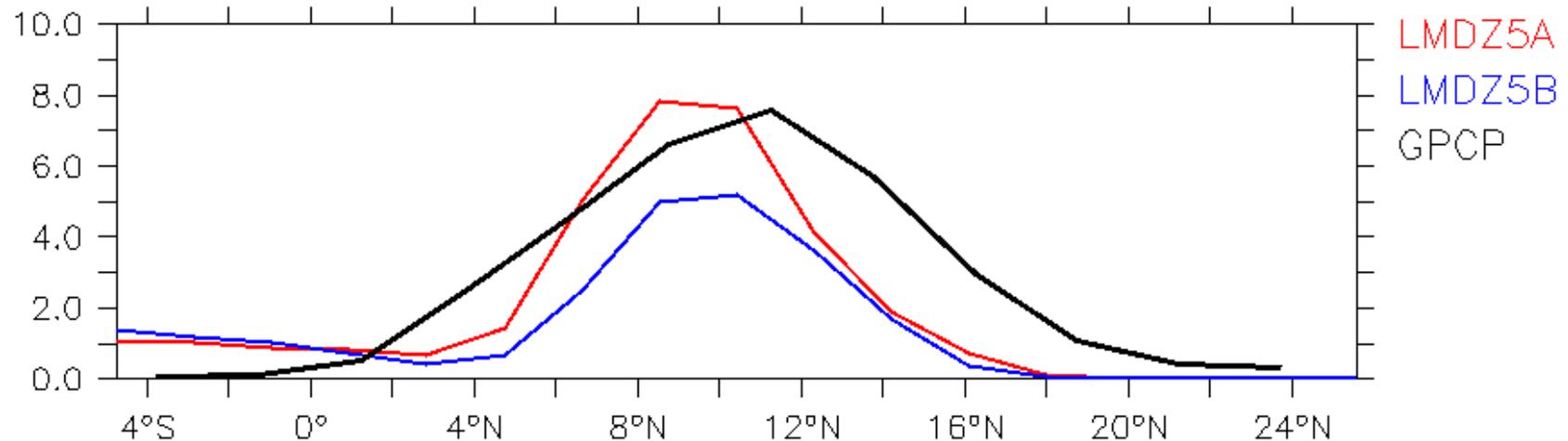


Représentation de la mousson Ouest-Africaine de LMDZ5A à LMDZ5B

Moyenne des pluies sur 10 ans



Distribution latitudinale des pluies (mm/jour) moyennées entre 10W et 10E:



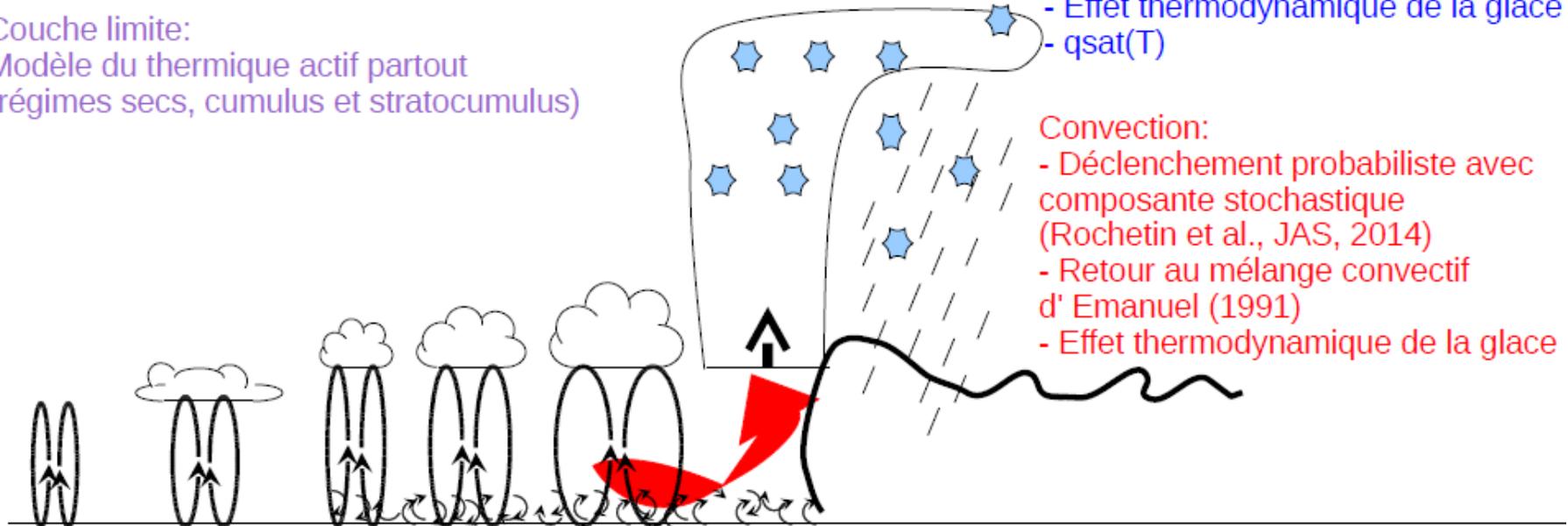
Dégradation de la représentation de la mousson Ouest-Africaine de LMDZ5A à LMDZ5B:

- Amplification du déficit de pluie
- Réduction de la bande de pluie

Vers LMDZ6: nouveaux développements

PRE-LMDZ6: LMDZ5B +

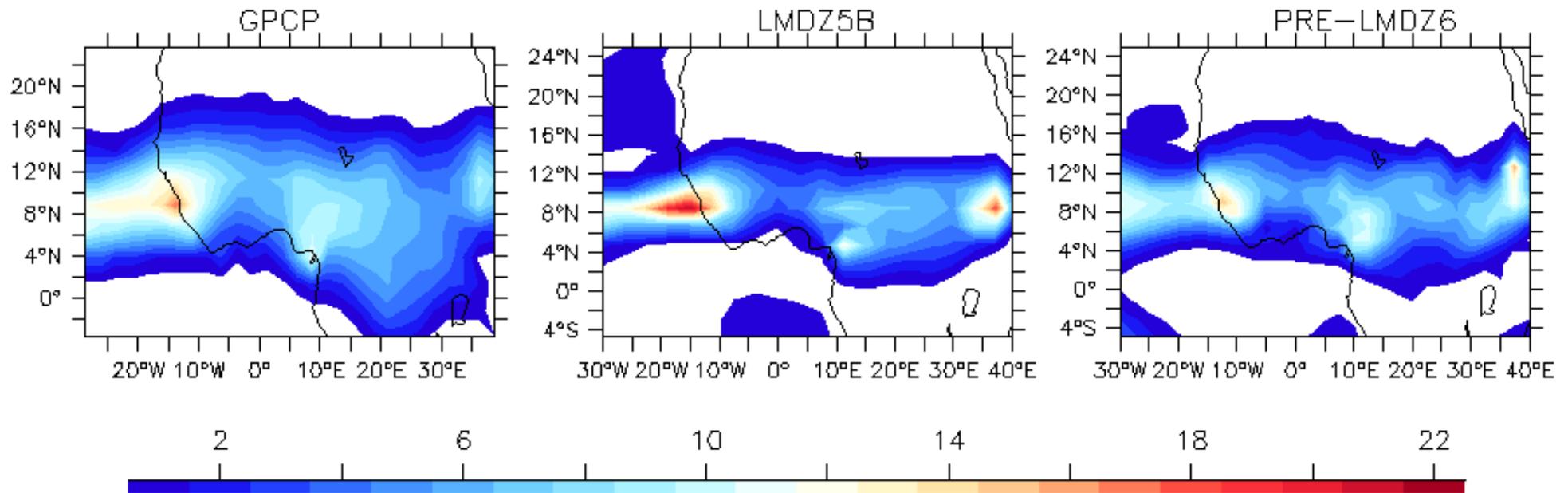
Couche limite:
Modèle du thermique actif partout
(régimes secs, cumulus et stratocumulus)



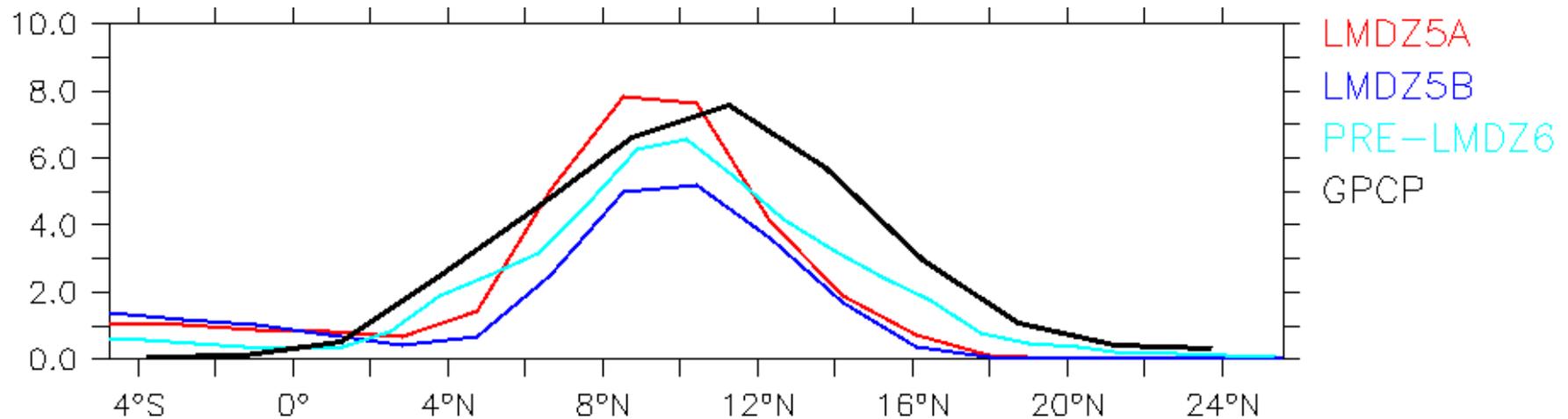
- Activation du modèle des thermiques dans les régions de forte inversion (stratocumulus)
Jam et al, en préparation
- Nouveau déclenchement du schéma de convection profonde: approche probabiliste avec composante stochastique
Rochetin et al., JAS, 2014
- Modification du mélange convectif dans le schéma d'Emanuel (retour à LMDZ5A)
Grandpeix et al., QJRMS, 2004
- Prise en compte de l'effet thermodynamique de la glace dans le schéma de convection profonde et de condensation grande-échelle
- 79 niveaux verticaux, ORCHIDEE 11 couches

Vers LMDZ6: Représentation de la mousson

Moyenne des pluies sur 10 ans



Distribution latitudinale des pluies (mm/jour) moyennées entre 10W et 10E:



Élargissement de la bande de mousson vers le sud et vers le nord
Pourquoi?

Configuration régionale sur l'Afrique de l'Ouest

Grille de LMDZ zoomée sur l'Afrique de l'Ouest (~100km)

Guidage (3h) à l'extérieur du zoom vers les vents des réanalyses

- Spinup: 1,5 an de simulations guidées en vent partout
- Simulations du 1^{er} au 31 juillet 2006

Résolution verticale pour toutes les simulations: 39 niveaux

Schéma de sol pour toutes les simulations: ORCHIDEE 2

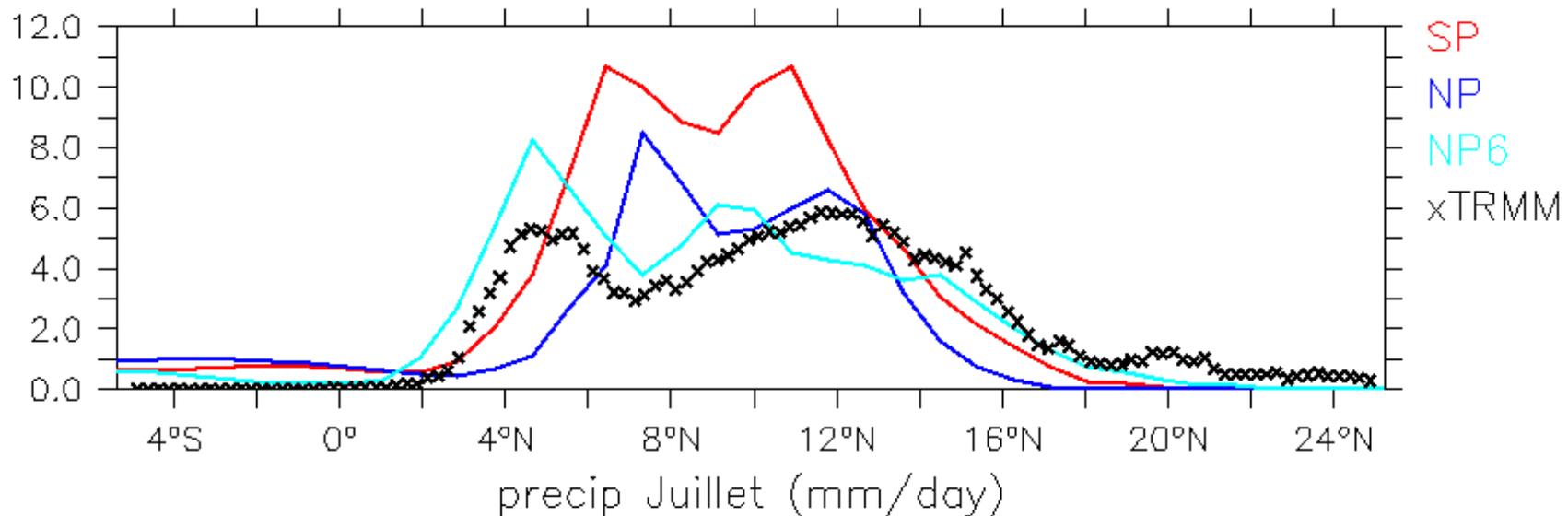
On ne fait varier que la **physique atmosphérique**

SP: physique de LMDZ5A

NP: physique de LMDZ5B

NP6: physique de PRE-LMDZ6 (sans retuning)

Résultats comparables aux simulations AMIP
De SP à NP à NP6



De LMDZ5B à LMDZ6: Tests de sensibilité

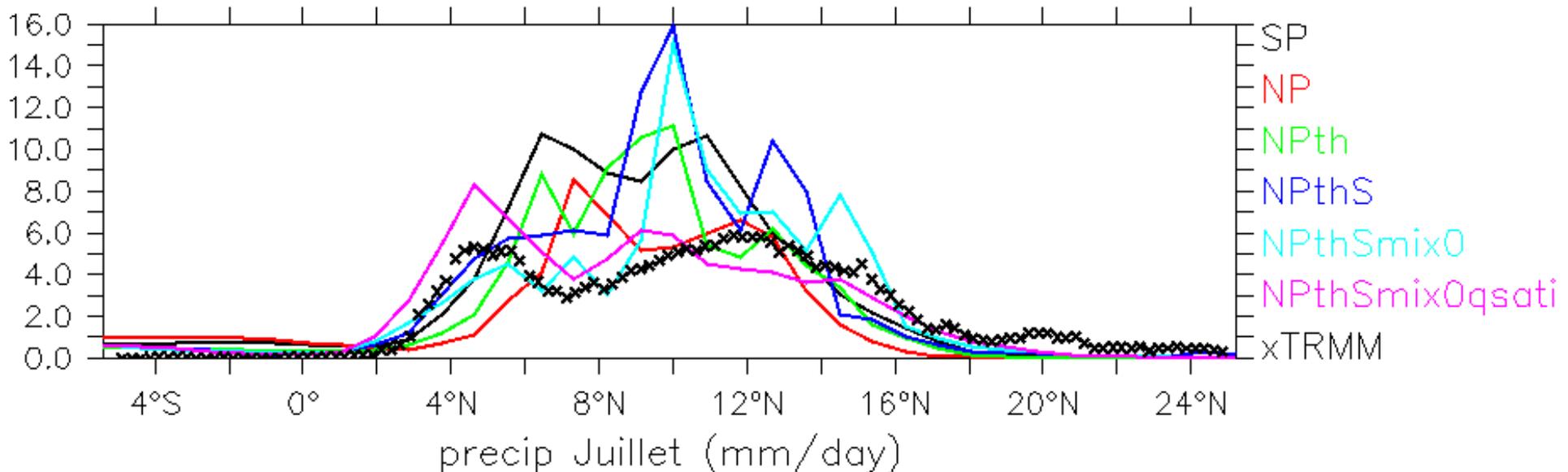
NP Physique de LMDZ5B

NPth Activation du modèle des thermiques dans les régions de forte inversion

NPthS Nouveau déclenchement du schéma de convection profonde: approche Probabiliste avec composante stochastique

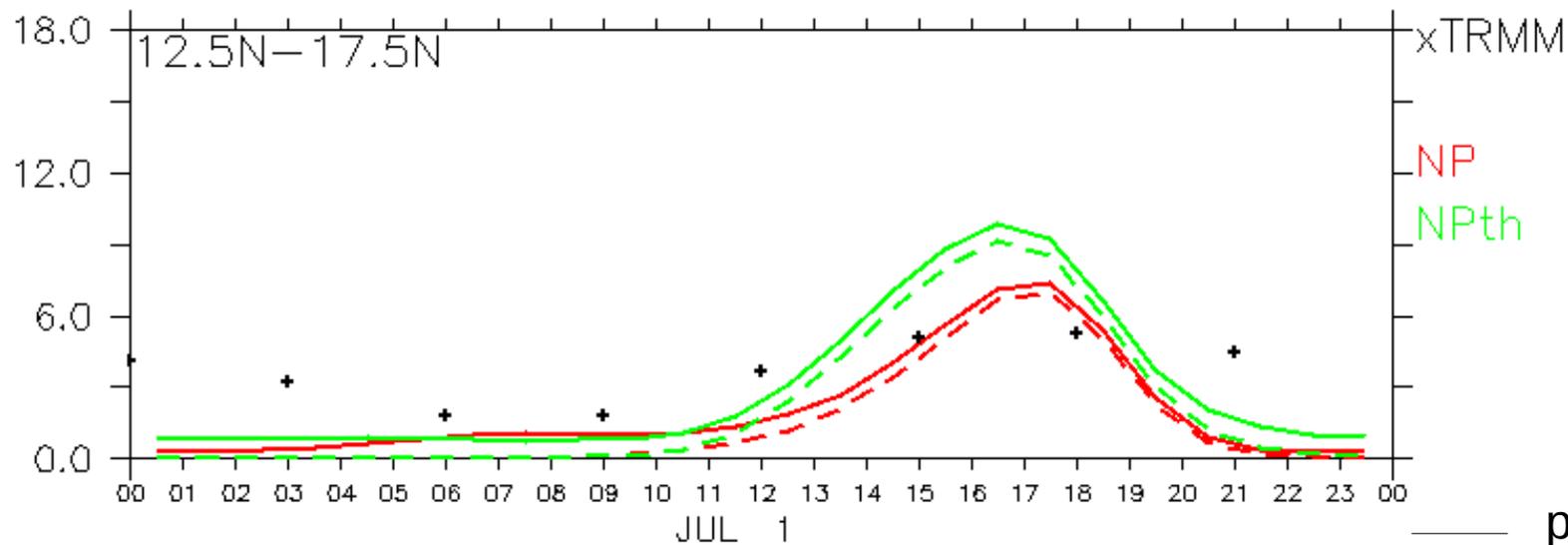
NPthSmix0 Modification du mélange convectif dans le schéma d'Emanuel (retour à LMDZ5A)

NPthSmix0qsatice Prise en compte de l'effet thermodynamique de la glace dans le schéma de convection profonde et de condensation grande-échelle

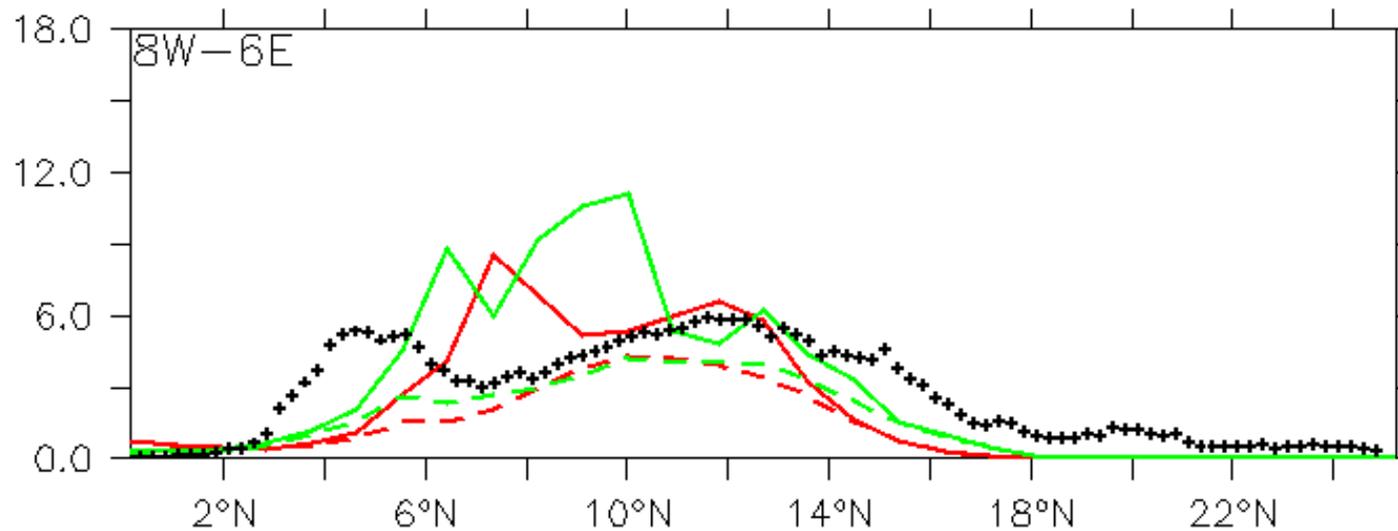


Effet des thermiques de couche limite sur le Golfe de Guinée

Cycle diurne moyen des précipitations au Sahel



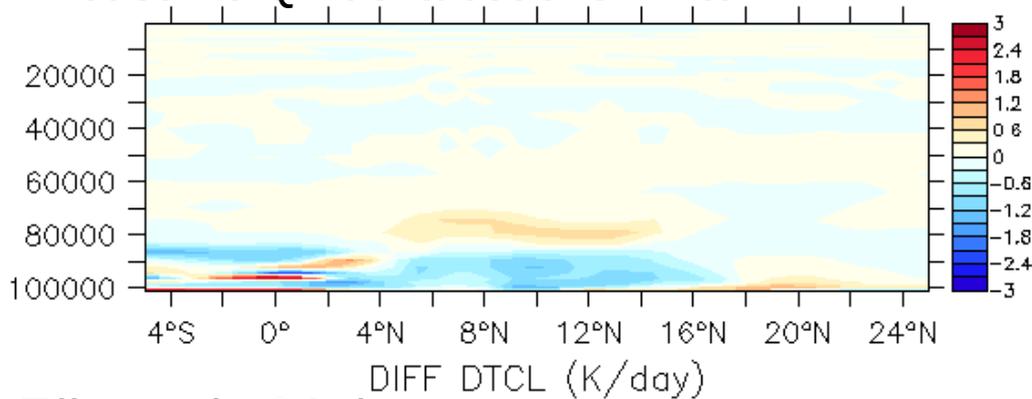
Distribution latitudinale



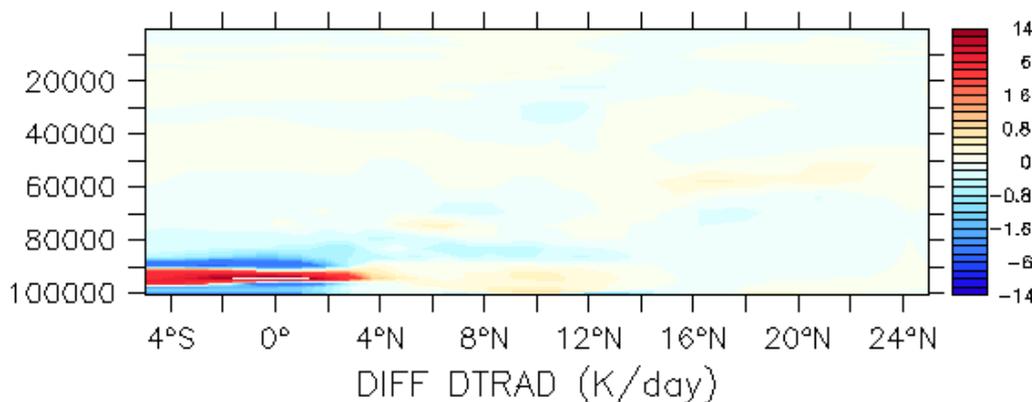
- Cycle diurne peu affectée
- Extension de la bande de pluie vers le nord et vers le sud

Effet des thermiques de couche limite sur le Golfe de Guinée

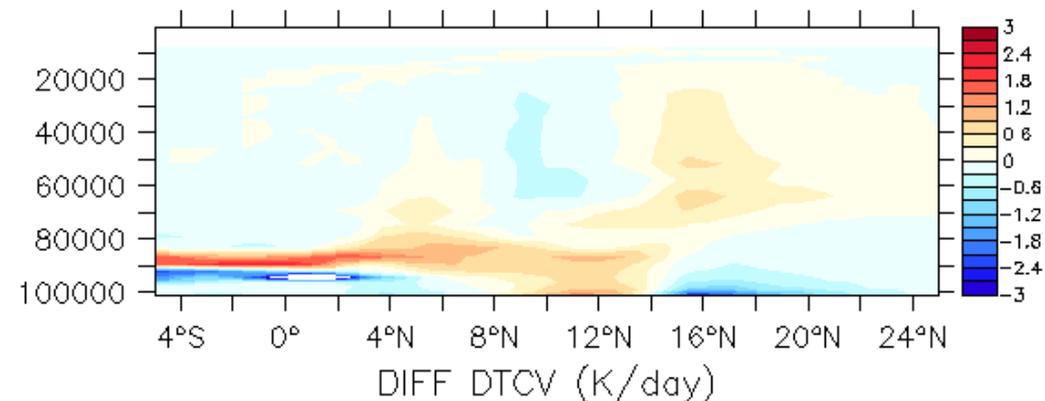
Effet sur le Q1 de la couche limite



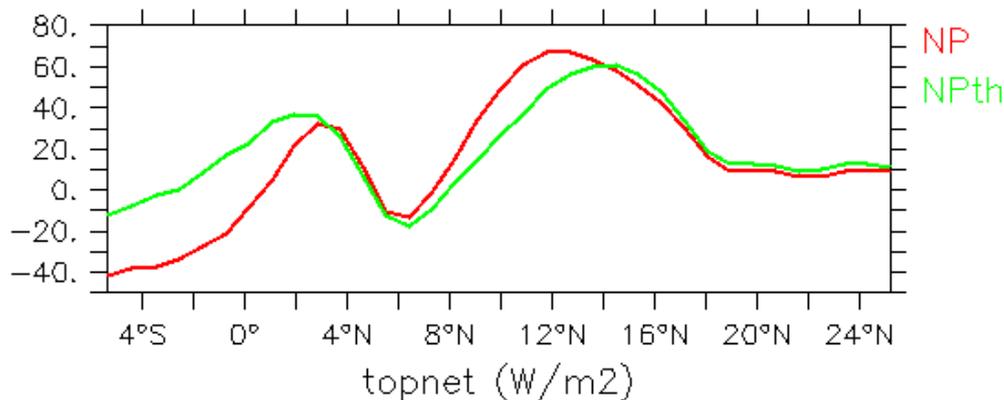
Effet sur le Q1 du rayonnement



Effet sur le Q1 de la convection profonde



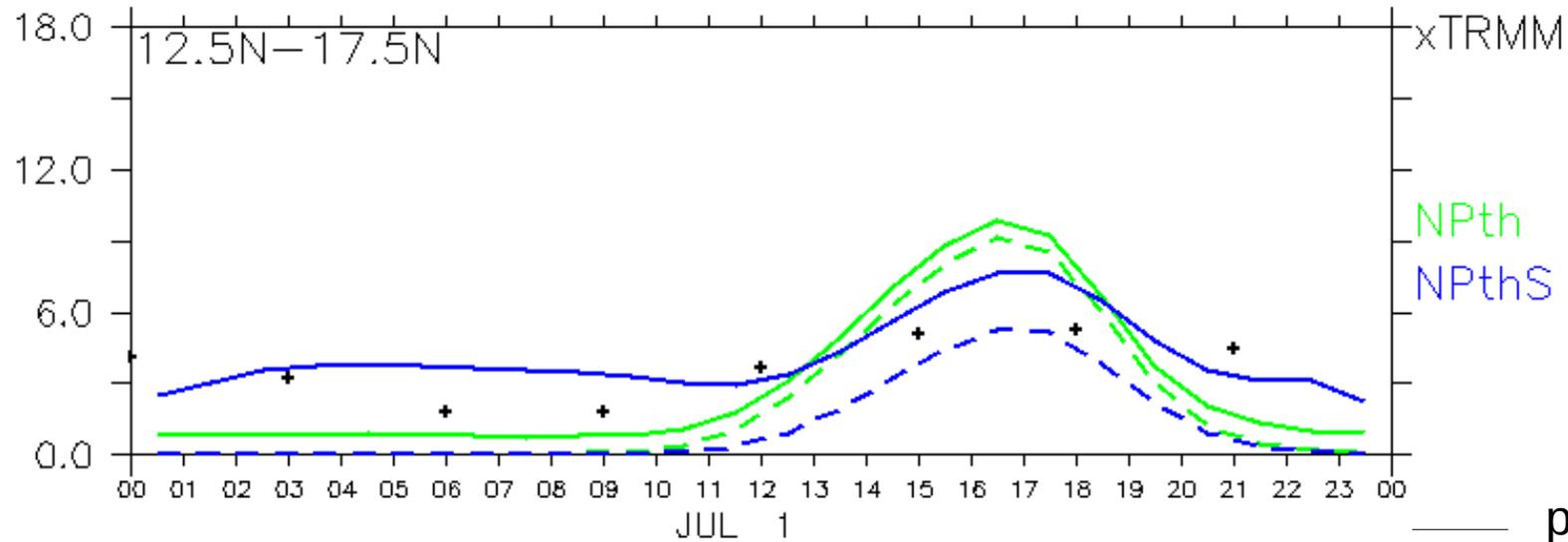
Effet sur le flux net au sommet de l'atmosphère



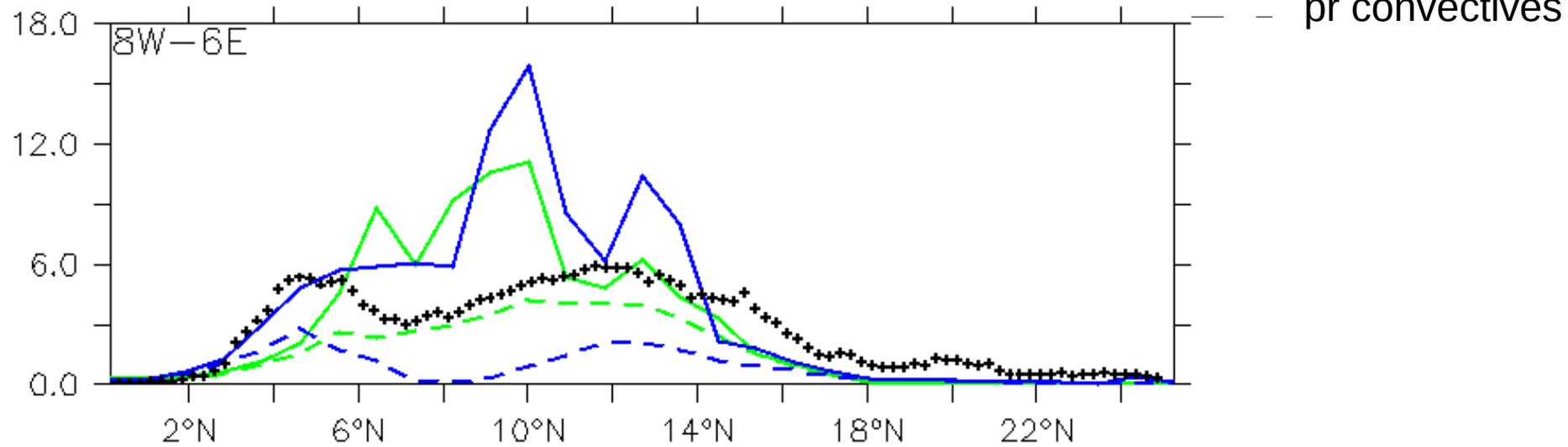
- Impact du Q1 de couche limite sur la circulation?
- Impact de la distribution latitudinale du rayonnement?

Effet du déclenchement stochastique de la convection

Cycle diurne moyen des précipitations au Sahel



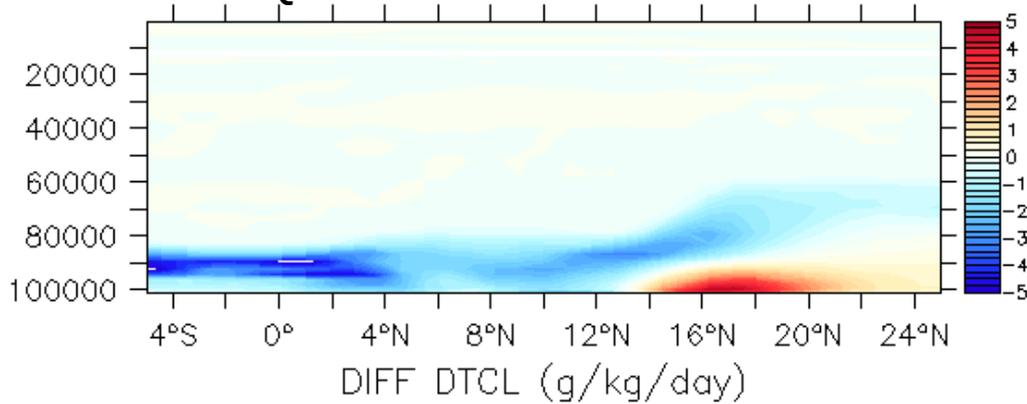
Distribution latitudinale



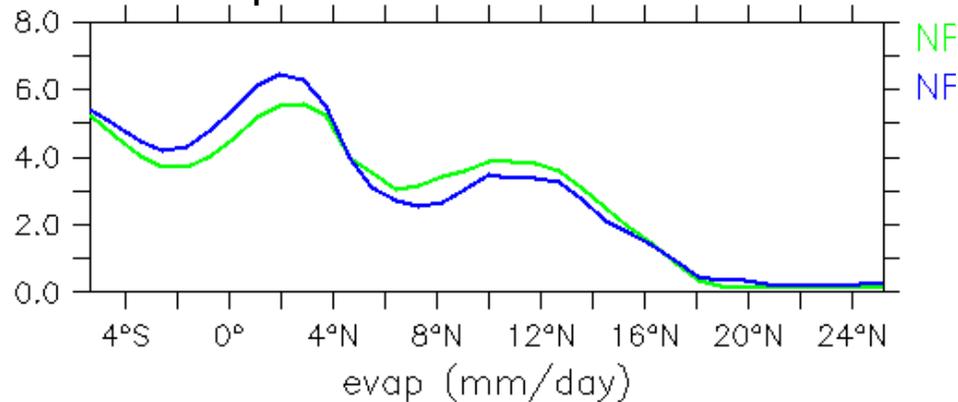
- Apparition de pluies grande-échelle la nuit
- Creux de pluies convectives vers 8N

Effet du déclenchement stochastique de la convection

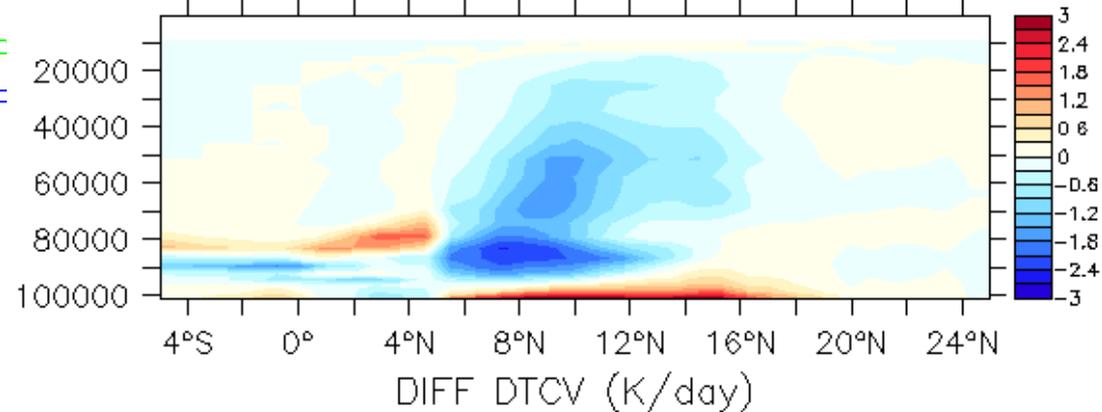
Effet sur le Q2 de la couche limite



Effet sur l'évaporation



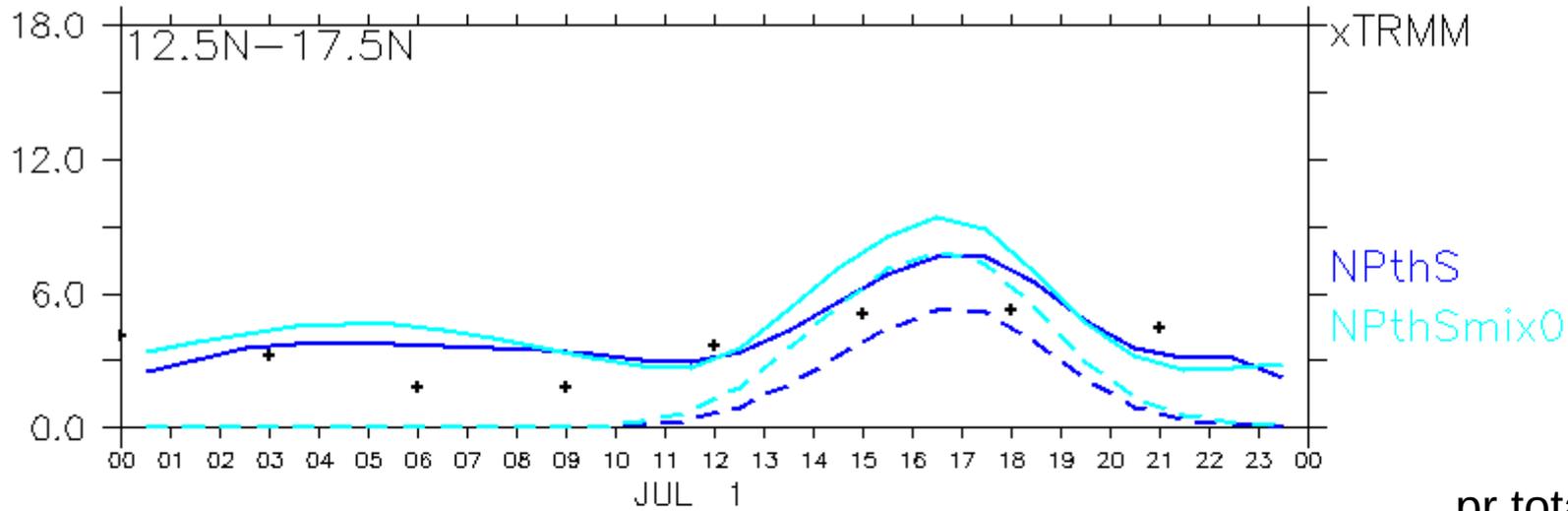
Effet sur le Q1 de la convection profonde



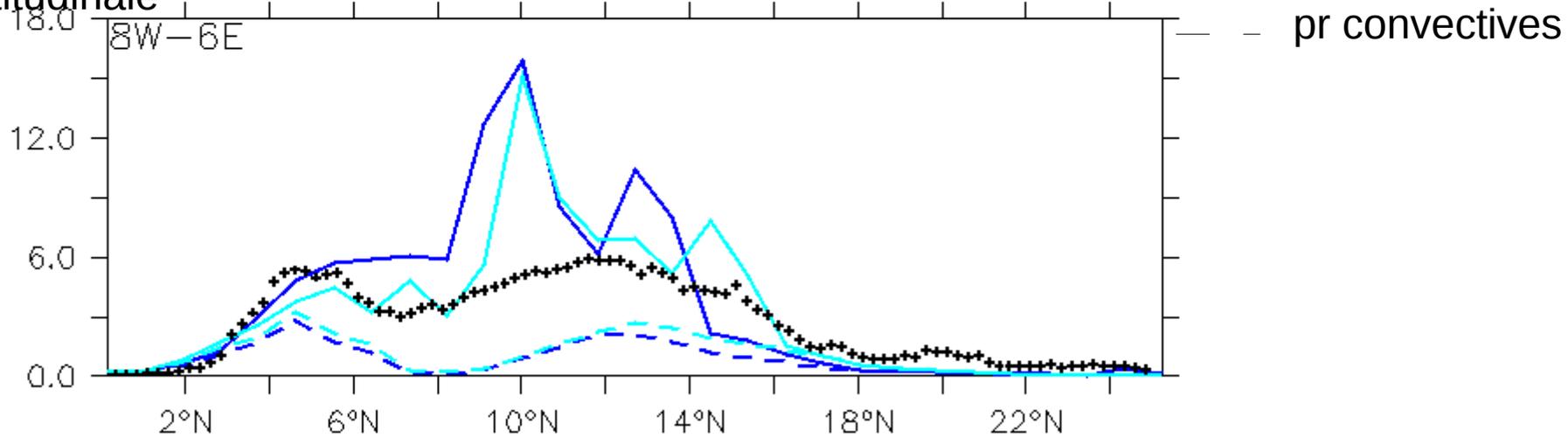
- Importance du non-déclenchement de la convection profonde sur l'océan?
Thermiques plus actifs -> assèchement des basses couches -> plus d'évaporation
- Importance du non-déclenchement de la convection profonde vers 8N ?
Transport plus important d'humidité vers le nord

Effet du mélange convectif

Cycle diurne moyen des précipitations au Sahel



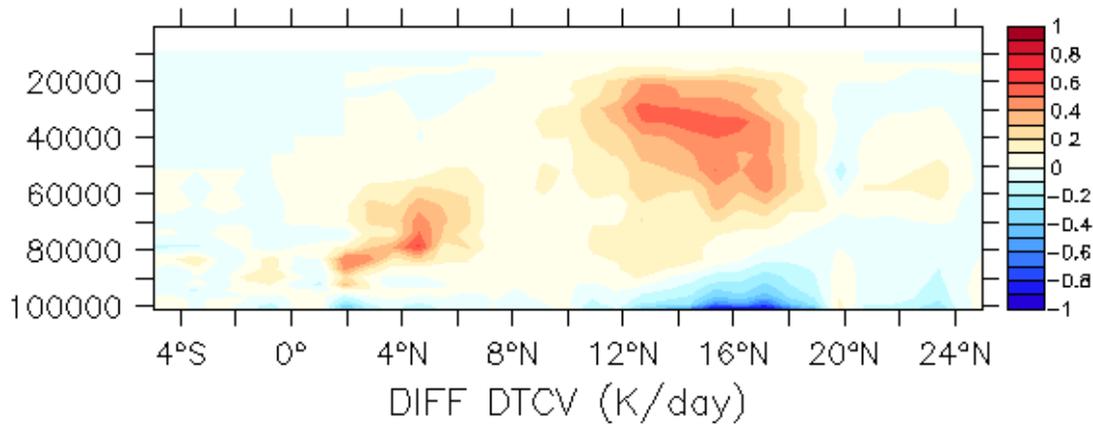
Distribution latitudinale



- Convection amplifiée le jour
- Prolonge l'extension vers le nord

Effet du mélange convectif

Effet sur le Q1 de la convection profonde



→ Importance de la sensibilité de la convection à l'humidité troposphérique?

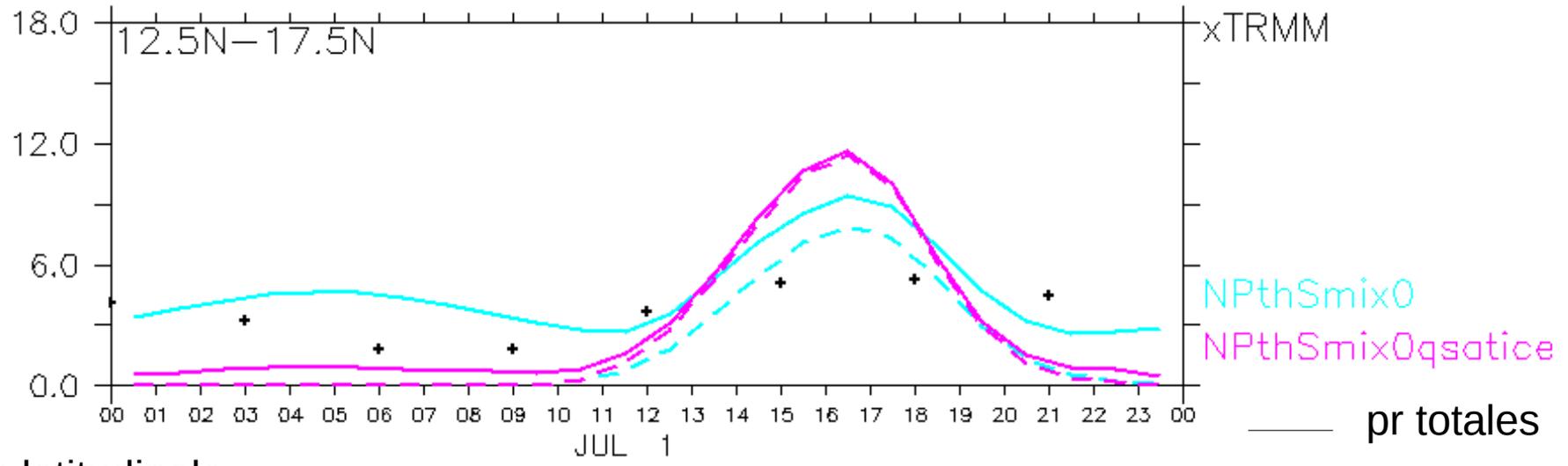
Dans NP, convection trop inhibée en atmosphère sèche

Empêche la progression de la convection vers le nord

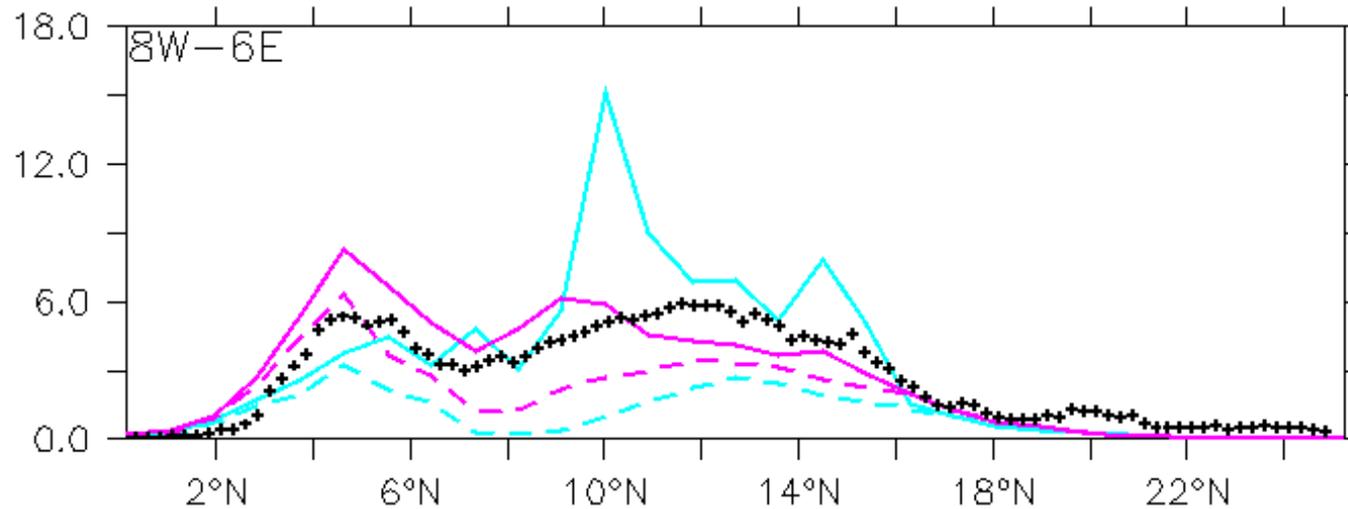
Cependant, dans NP, on a une meilleure sensibilité de la convection à l'humidité troposphérique sur les océans

Effet de la thermodynamique de la glace

Cycle diurne moyen des précipitations au Sahel



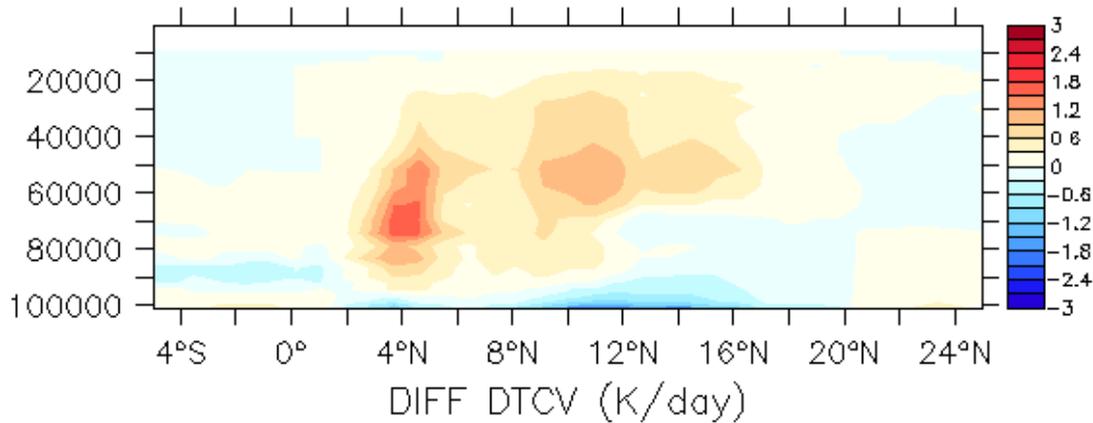
Distribution latitudinale



- Très forte réduction de la pluie grande-échelle
- Disparition des forts pics de précipitations

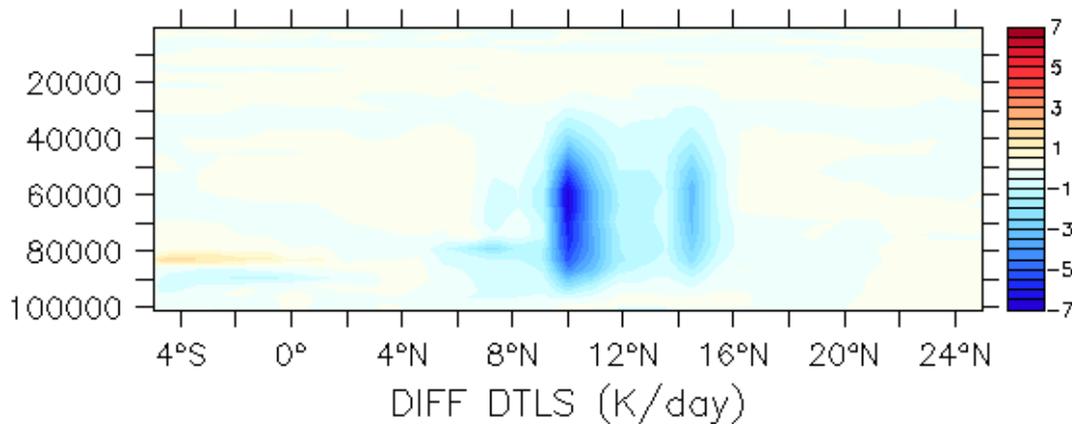
Effet de la thermodynamique de la glace

Effet sur le Q1 de la convection profonde



Rétroaction positive des descentes insaturées sur les poches froides et la convection:
Amplification de la convection

Effet sur le Q1 de la condensation grande-échelle



Forte réduction de la condensation
Grande-échelle
Forte atténuation notamment des “grid-point storms”

→ Importance du partitionnement convection/grande-échelle?

Conclusions

- Besoin de mettre en place des **méthodologies** pour mieux **anticiper et comprendre l'impact des paramétrisations physiques sur le climat simulé**, comme ici la mousson africaine.

Les configurations régionales semblent adaptées pour comprendre l'effet local des paramétrisations physiques, même si on ne représente pas les interactions avec le reste du globe.

Importance de plusieurs processus sous-maille sur la mousson: mélange de couche limite, déclenchement, mélange convectif, thermodynamique de la glace.

- Besoin d'**interpréter** plus finement les résultats obtenus à l'aide de diagnostics pertinents ou d'outils adaptés

A venir: Forçage d'un **modèle 2D sec** par les Q1 des différentes paramétrisations physiques pour voir leur effet sur la circulation de mousson: Collaboration Philippe Peyrillé.

A venir: Analyse des tendances de guidage dans des simulations guidées en vent sur l'Afrique Pour mieux comprendre les interactions physiques/dynamiques: Thèse de Binta Diallo.

- Besoin de vérifier que les effets des processus physiques sont **robustes d'un modèle à l'autre**

A venir: Comparaison des effets obtenus avec des modifications équivalentes des paramétrisations du modèle **ARPEGE**: Collaboration Romain Roehrig.

- Besoin de continuer à **améliorer la physique** des nuages et de la convection:

A venir: Développements pour le mélange convectif, les pluies stratiformes associées aux nuages convectifs, les systèmes propagatifs: Collaborations LMD/MOANA.