

# L'équilibre radiatif-convectif en mode unicolonne: Outil pour le débogage et le développement des paramétrisations physiques

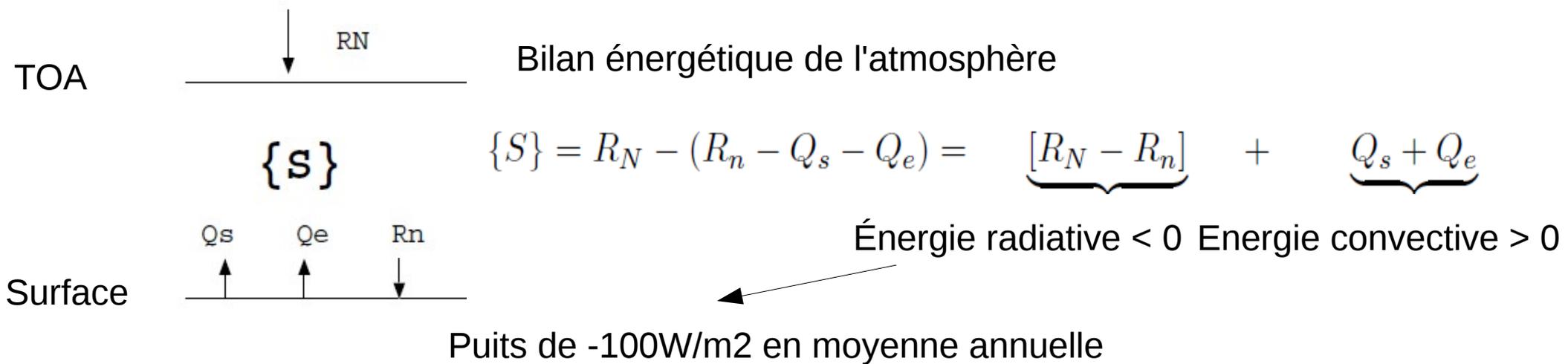


**Catherine Rio<sup>1</sup>, Jean-Yves Grandpeix<sup>2</sup>, Nicolas Rochetin<sup>1</sup>,  
Caroline Müller<sup>2</sup>, Frédéric Hourdin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Centre National de Recherches Météorologiques, Toulouse, France

<sup>2</sup> Laboratoire de Météorologie Dynamique, Paris, France

# L'équilibre radiatif/convectif



Refroidissement radiatif = Chauffage de la convection précipitante

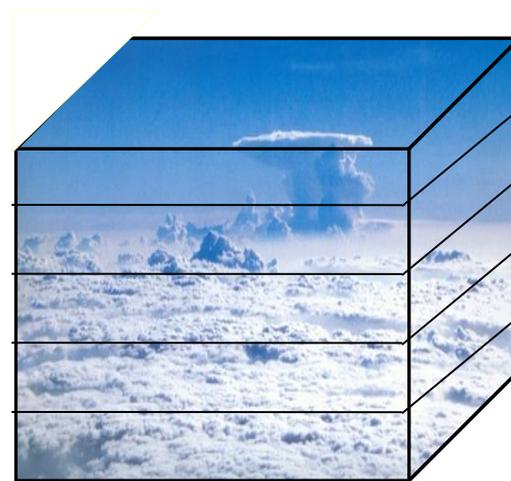
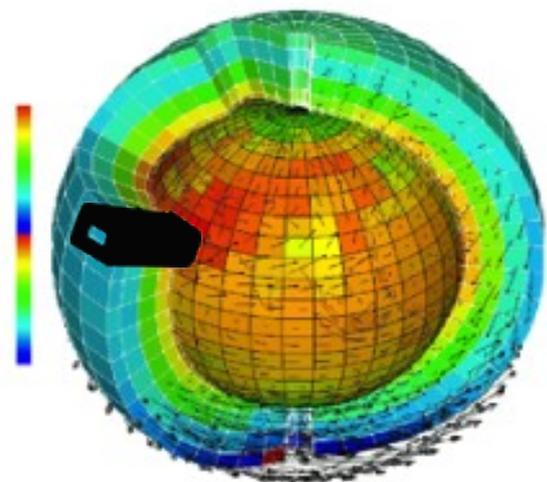
Refroidissement d' 1K/jour



Pr ~ 3.2 mm/jour

(Source: F. Beucher)

## L'équilibre radiatif/convectif en mode unicolonne



~ 200km

- conditions initiales
- advections de grande-échelle nulles
- vitesse verticale nulle
- Rayonnement interactif ou imposé
- conditions de surface:  
Océan: SST fixée  
Continent: schéma de sol interactif

## 1. **Debugger** les plantages du modèle 3D

Identifier et corriger des comportements pathologiques des paramétrisations physiques dans divers environnements

## 2. **Anticiper** l'effet de nouveaux développements dans les simulations 3D

Comprendre l'effet de nouveaux développements sur les propriétés de l'atmosphère simulées

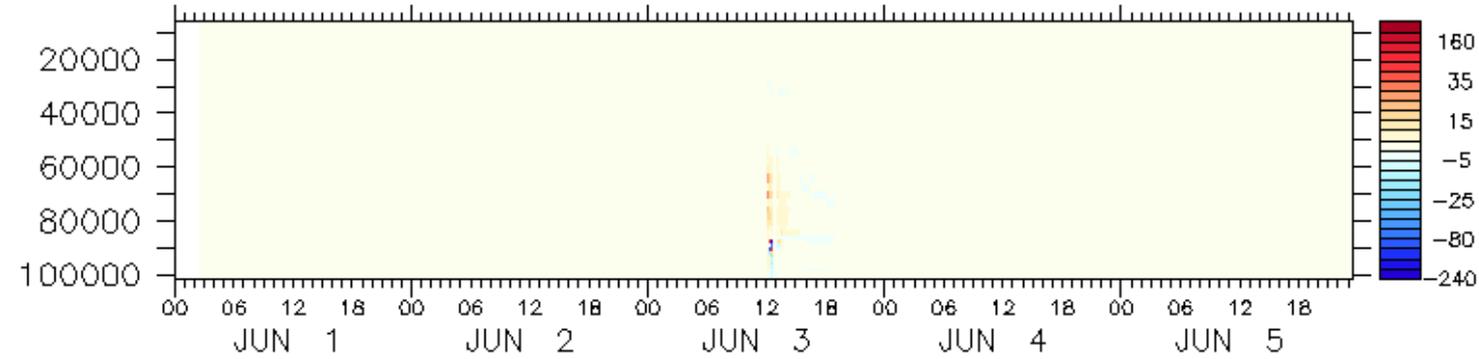
## 3. **Evaluer** le comportement "nominal" des paramétrisations physiques

Confronter les simulations 1D à des simulations LES de référence

# Exemple 1: Plantage à 64N sur océan

## Plantage 3D

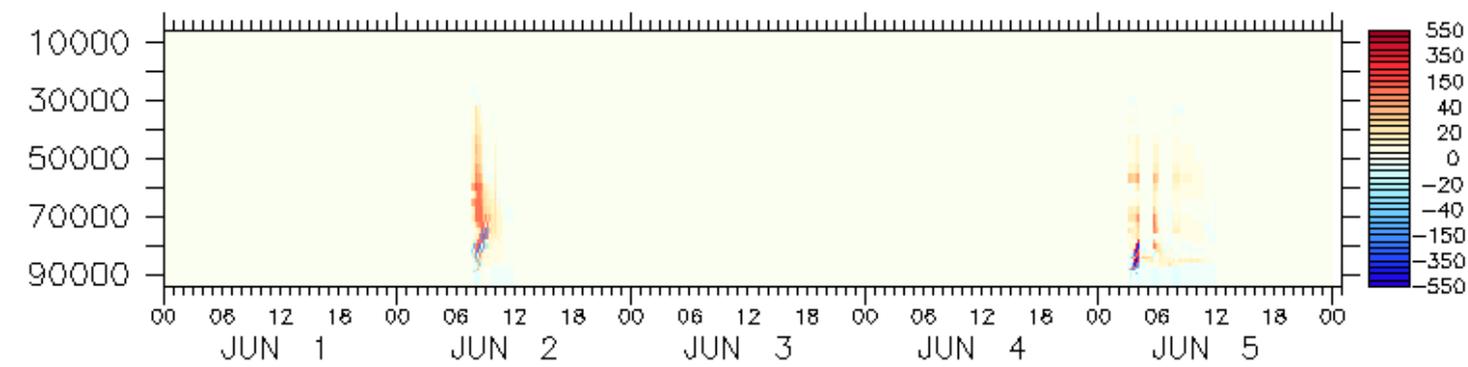
Chauffage convectif (K/jour)



Extraction du point de plantage (T, q, u, v, SST, psurf, albedo, rugosité, latitude, jour)



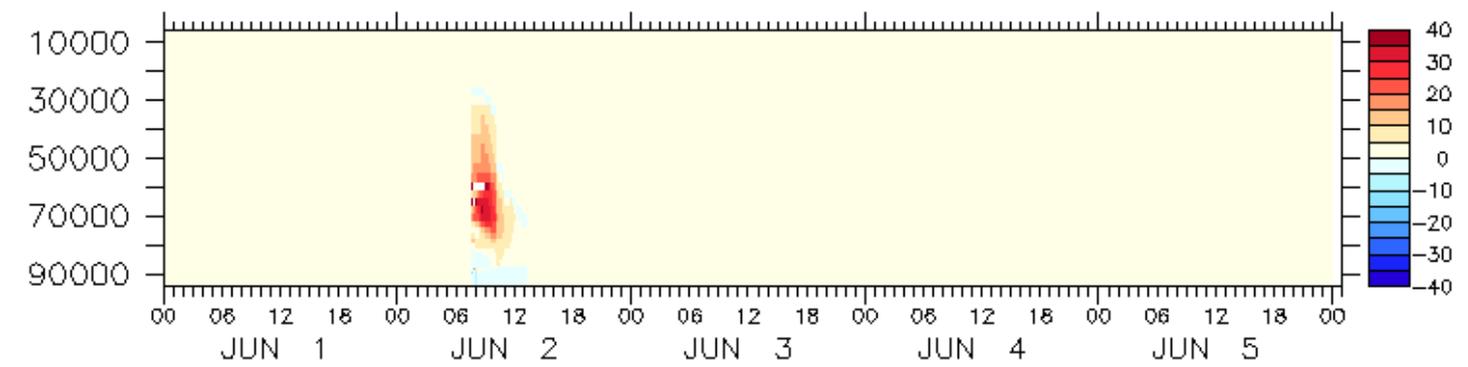
## RCE 1D



Reproduction du comportement pathologique en 1D



## RCE 1D DEBUG

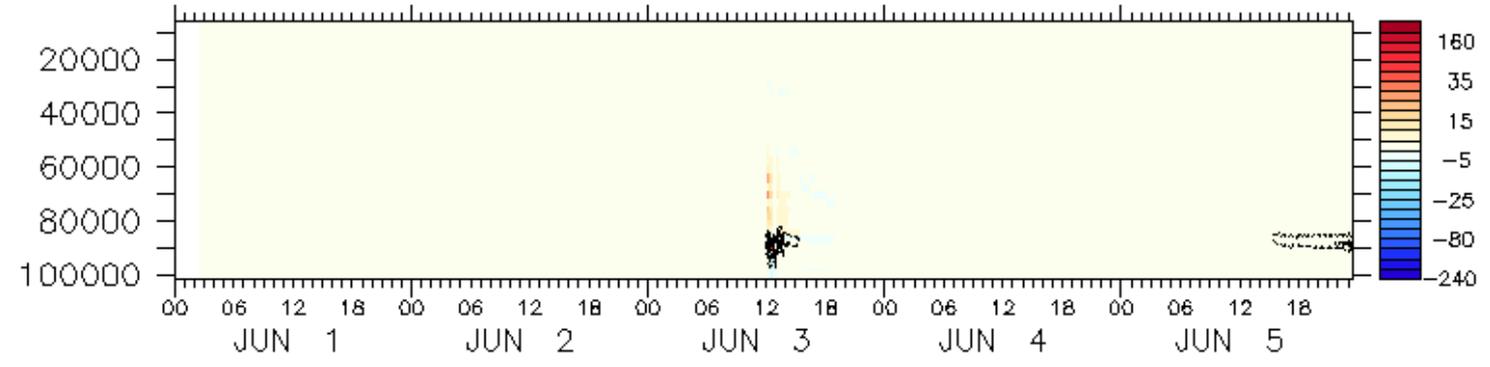


Recherche de solution en 1D

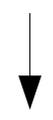
Solution apportée: extension de la plage de température pour la fonte de la glace

# Exemple 1: Plantage à 64N sur océan

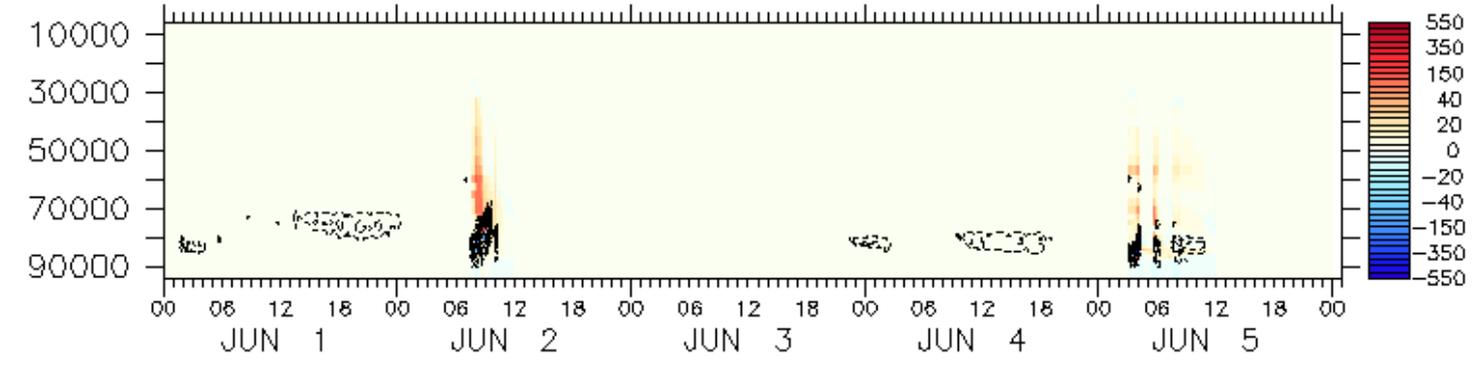
Plantage 3D Chauffage convectif (K/jour) – flux de masse dn (contour)



Extraction du point de plantage (T, q, u, v, SST, psurf, albedo, rugosité, latitude, jour)



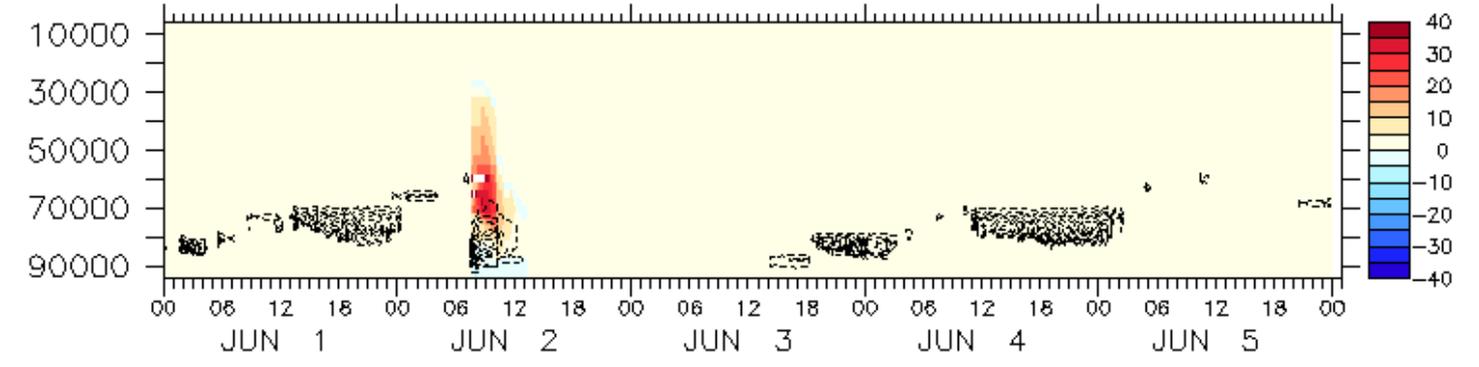
RCE 1D



Reproduction du comportement pathologique en 1D



RCE 1D DEBUG



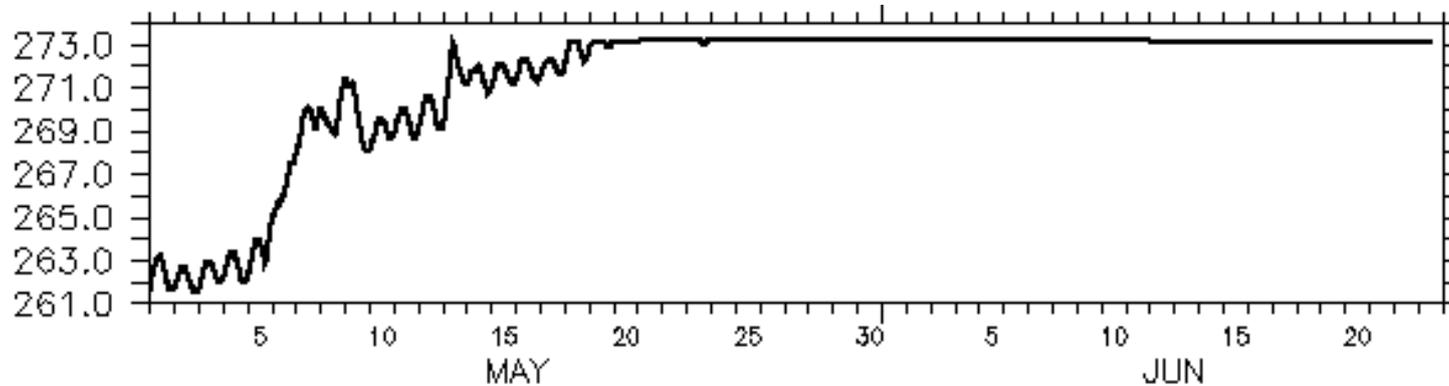
Recherche de solution en 1D

En fait: activation de descentes précipitantes sans convection profonde  
Débuggé à l'occasion du décorticage d'un autre plantage

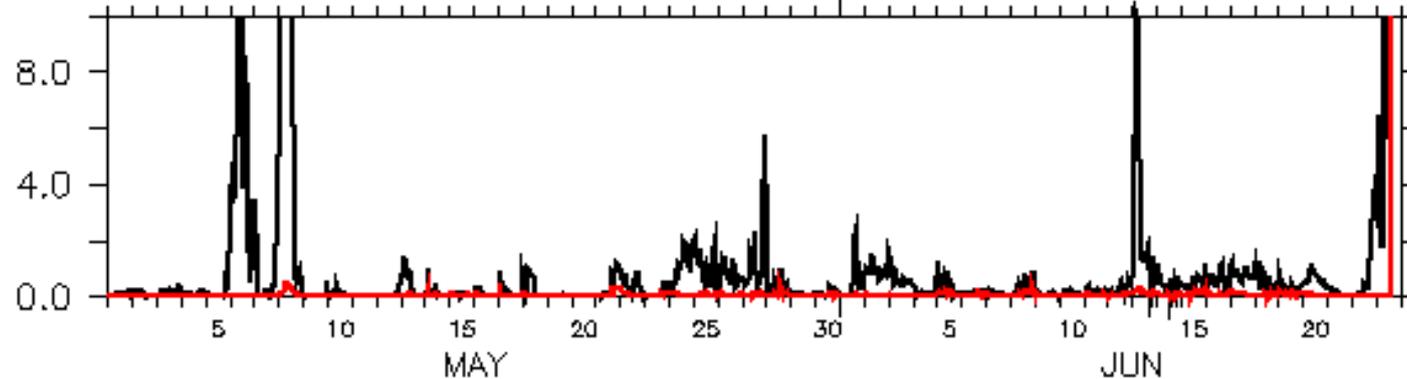
# Exemple 2: Plantage à 87N sur la calotte

## Plantage 3D

Température de surface (K)



Pluies / Neige (mm/jour)

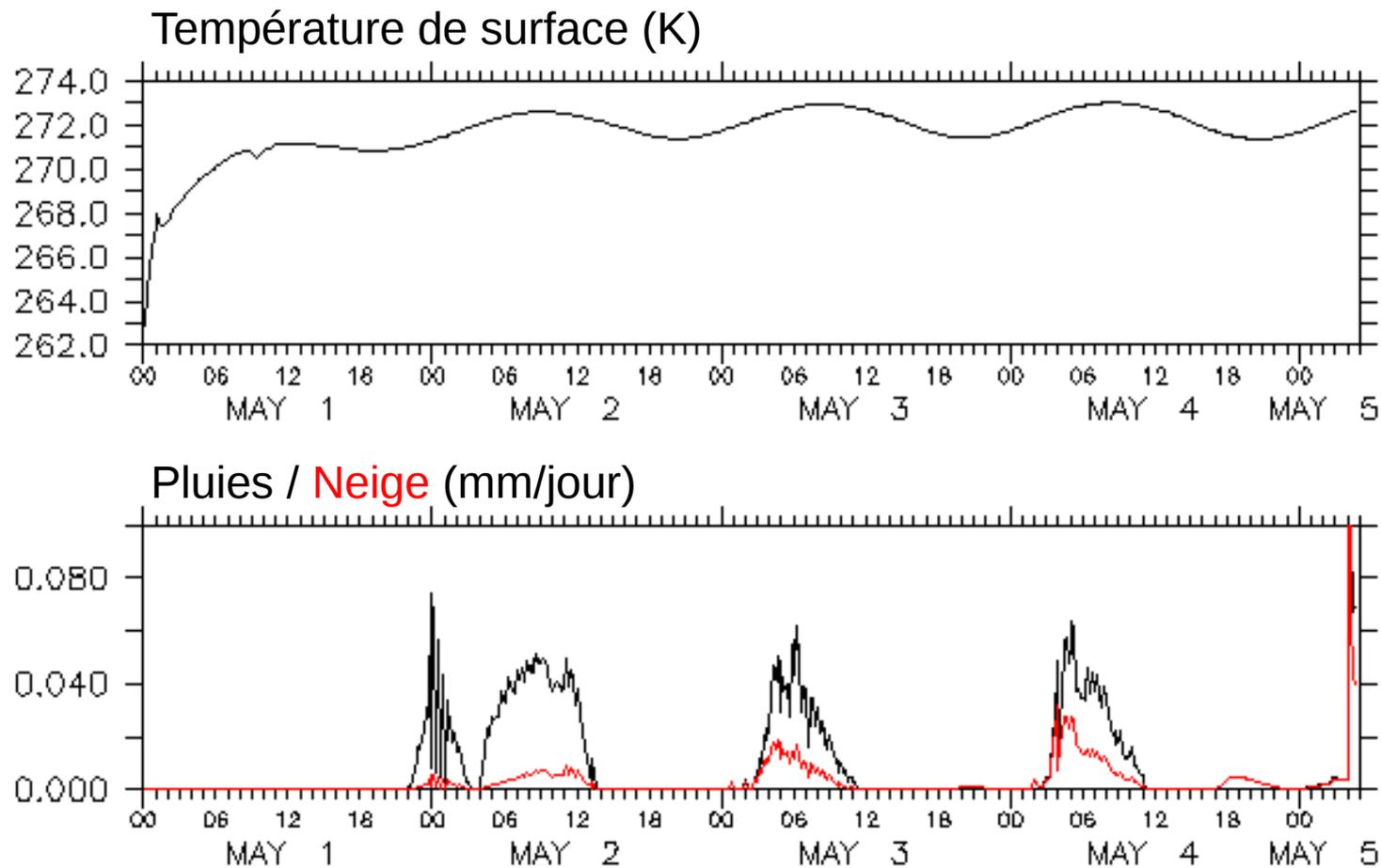


Extraction du point  
de plantage  
(T, q, u, v, tsurf, psurf,  
albedo, rugosité,  
latitude, jour)

Identification comportement pathologique: pluie liquide au sol en dessous de 0 degré.

# Exemple 2: Plantage à 87N sur la calotte

RCE 1D



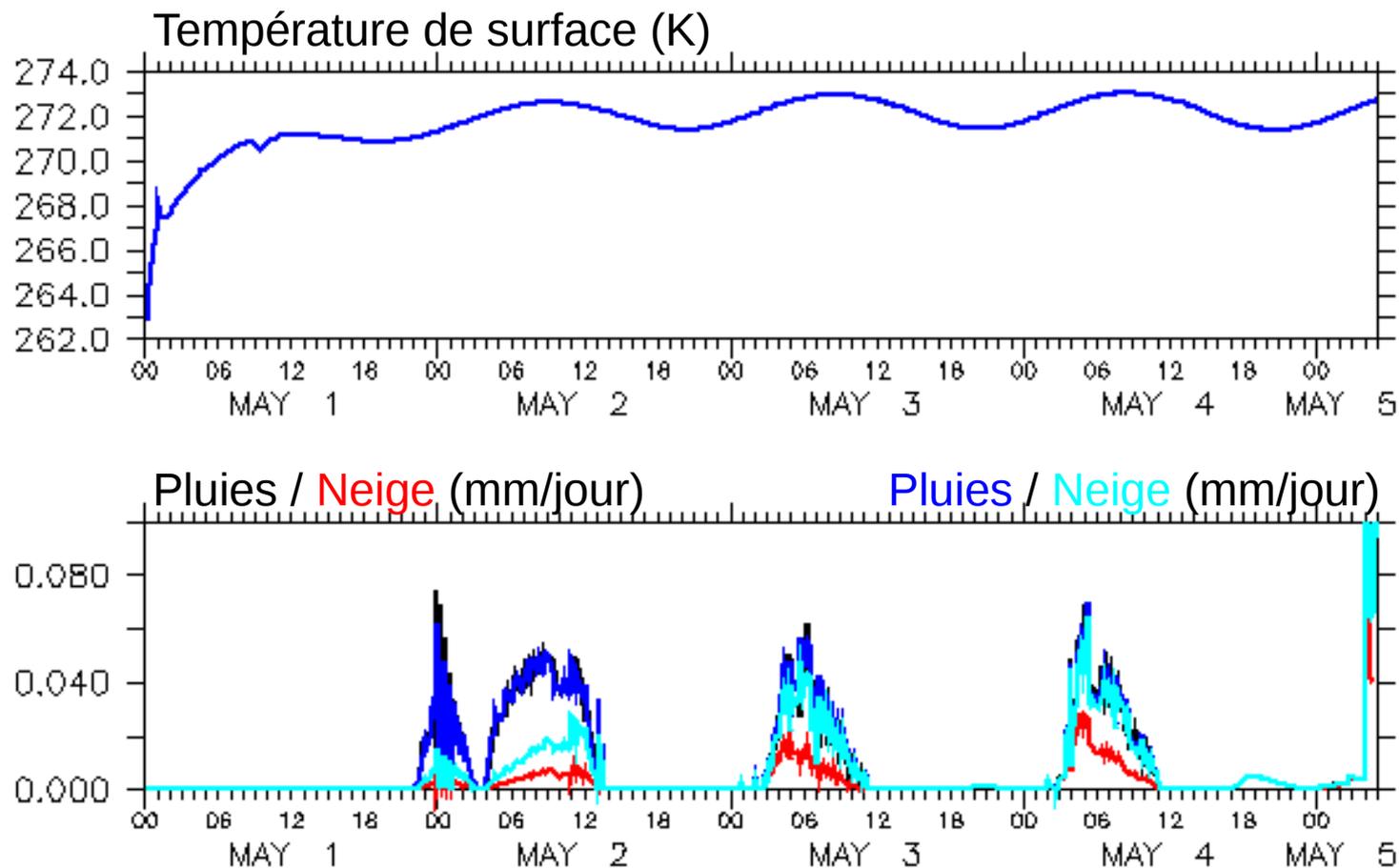
Reproduction du comportement pathologique en 1D

Couplage avec un schéma de sol simplifié:

- contenu en eau du sol imposé (bucket)
- guidage de la température dans le sol vers 270K

# Exemple 2: Plantage à 87N sur la calotte

RCE 1D / RCE 1D DEBUG



Recherche de solution en 1D

Solution apportée: Ajout d'un effet Bergeron pour les précipitations en-dessous de 273K

# Anticiper l'effet de nouveaux développements

Caractériser l'effet de nouveaux développements dans des environnements contrastés

## RCE continental

### - Cas **Sahélien**

27 juillet perpétuel (pas de cycle saisonnier)

15.3N

albedo = 0.24

Profils initiaux issus d'une simulation 3D

Pas de forçages de grande-échelle

Rayonnement interactif

Schéma de sol interactif (bucket)

## RCE océanique

### - Cas **océanique**

1er octobre perpétuel (pas de cycle saisonnier)

0.6S

albedo = 0.07

Profils initiaux issus d'une simulation 3D

Pas de forçages de grande-échelle

Rayonnement interactif

SST = 303K

Exemple: **Mélange convectif** dans le schéma d'Emanuel



### **MIX0**

Epluchage de l'ascendance adiabatique fonction de  $w$

Mélanges env/ascendance équi-probables (distribution plate)

### **MIX1**

Epluchage de l'ascendance adiabatique fonction de  $w$

Mélanges 2/3 env – 1/3 ascendance (distribution en cloche, Grandpeix 2004)

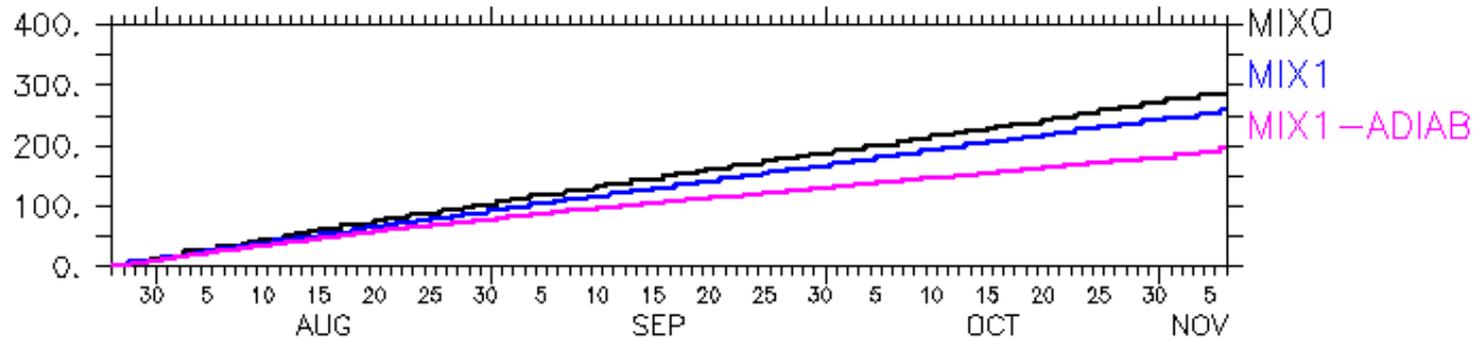
### **MIX1-ADIAB**

Epluchage de l'ascendance adiabatique fonction de  $B/w^2$

Mélanges 2/3 env – 1/3 ascendance (distribution en cloche, Grandpeix 2004)

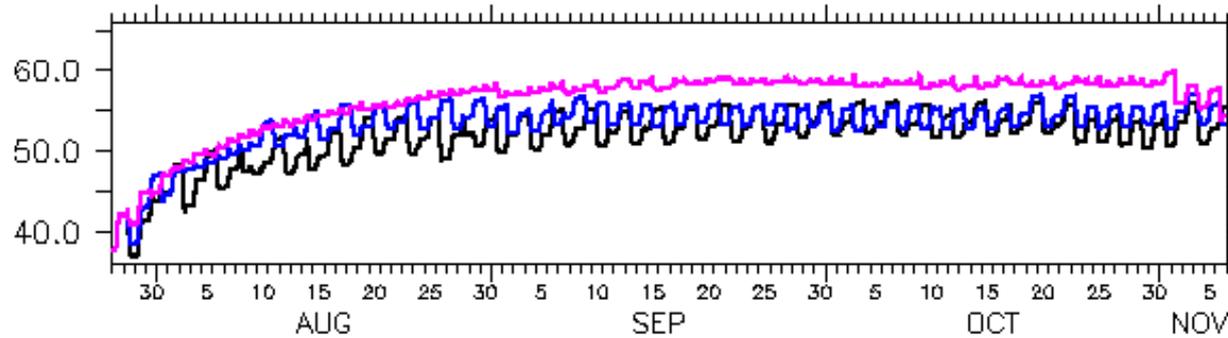
# Au Sahel fin juillet

## Cumul de précipitation (mm)

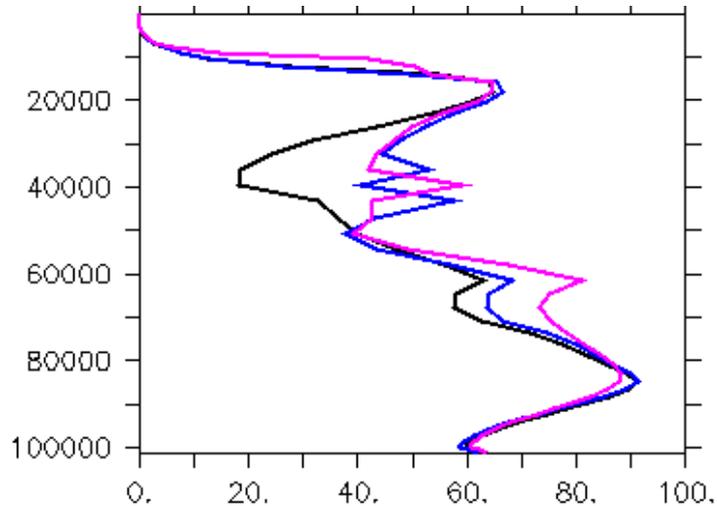


Moins de pluie  
Troposphère plus humide

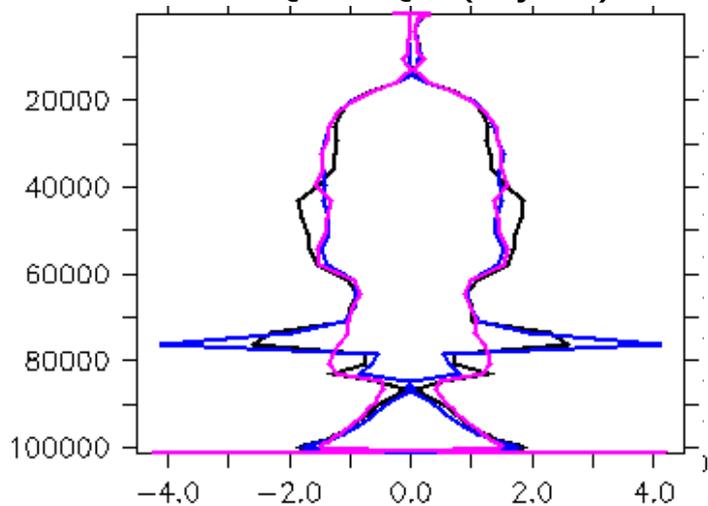
## Eau précipitable (mm)



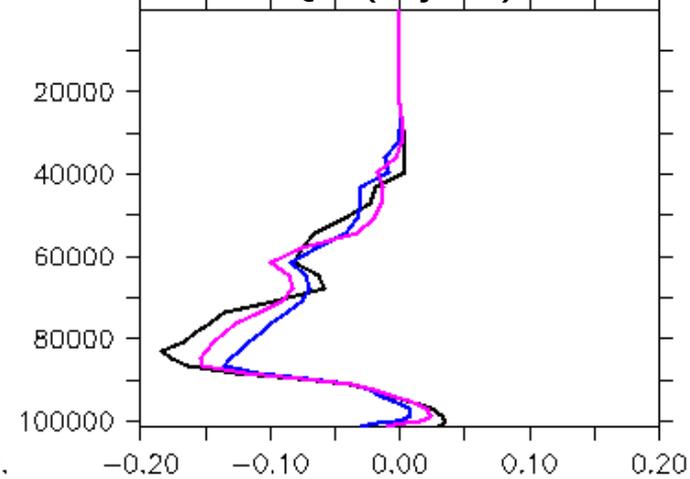
## Humidité relative



## QR / Q1 (K/jour)



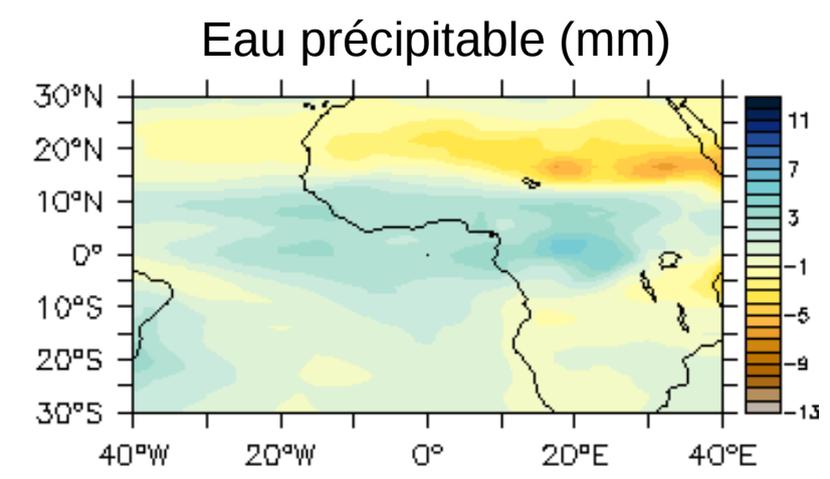
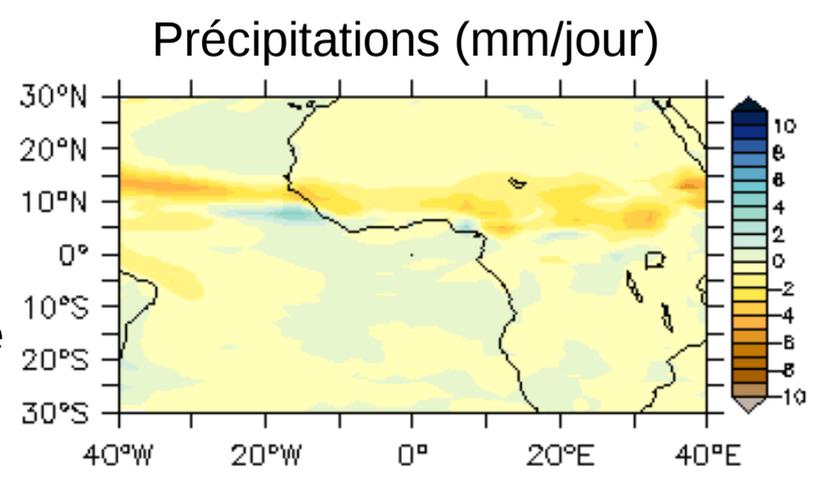
## Q2 (K/jour)



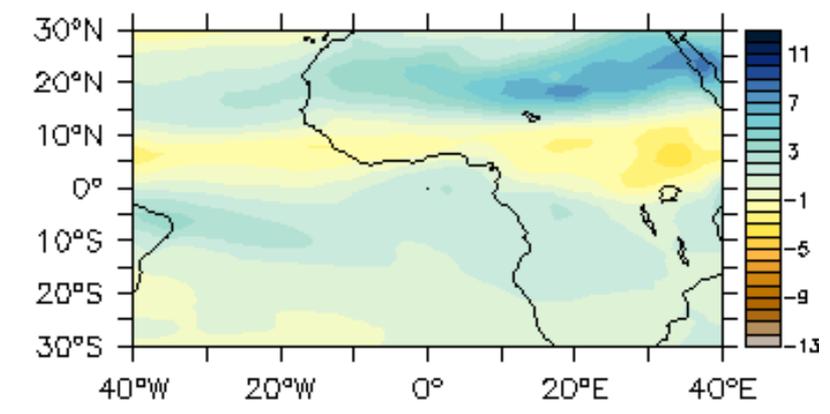
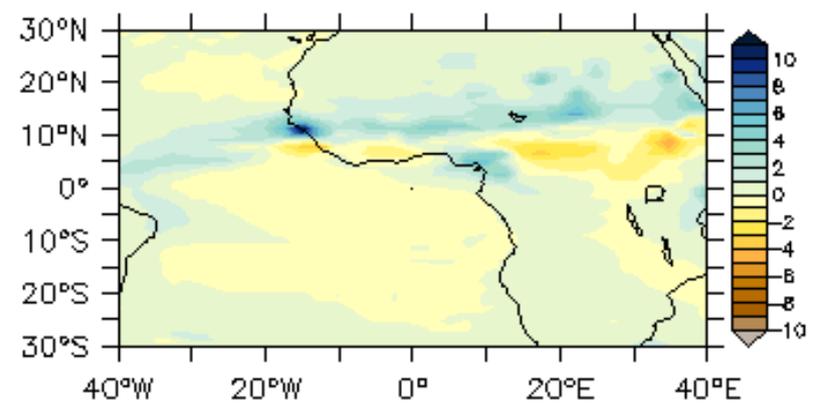
# Au Sahel fin juillet

Dans 10 ans de simulations forcées en SST

Effet du nouveau mélange  
  
- de pluie  
+ d'eau précipitable



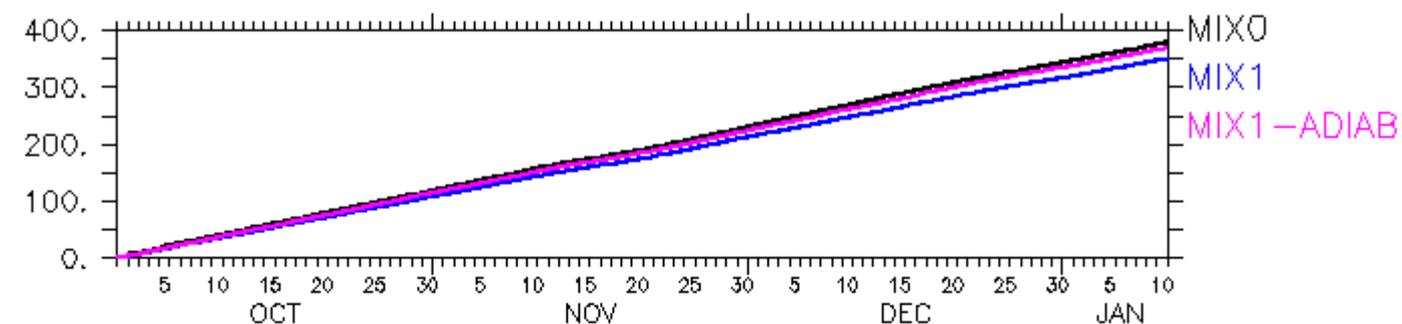
Effet du nouvel épluchage  
  
+ de pluie  
- d'eau précipitable



Rôle important de l'apport d'eau via le flux de mousson et l'AEJ

# Dans l'océan Indien en octobre

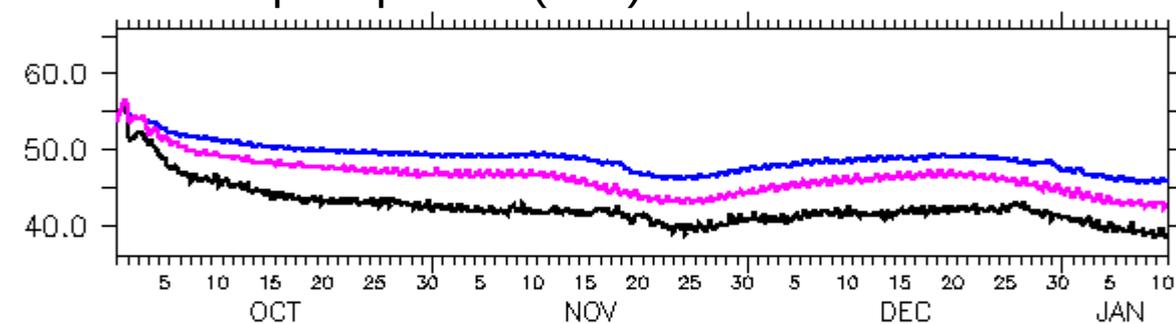
## Cumul de précipitation (mm)



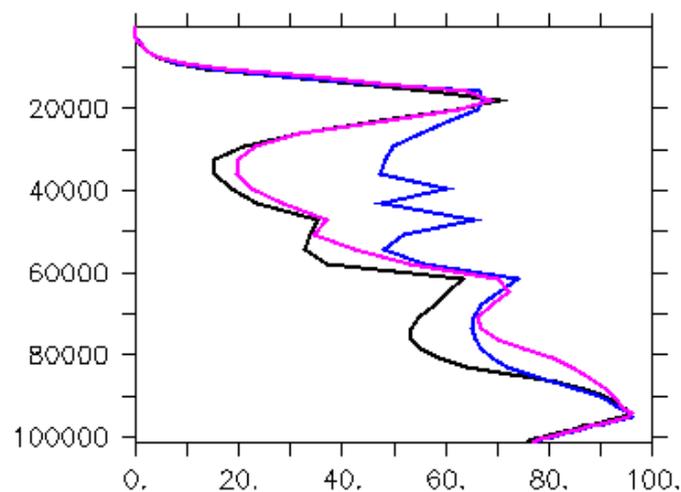
↓  
Moins de pluie  
Troposphère plus humide

↓  
Plus de pluie  
Trososphère plus sèche

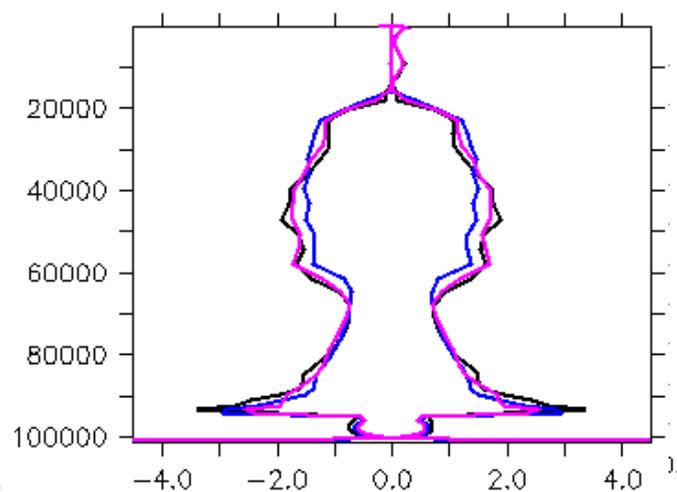
## Eau précipitable (mm)



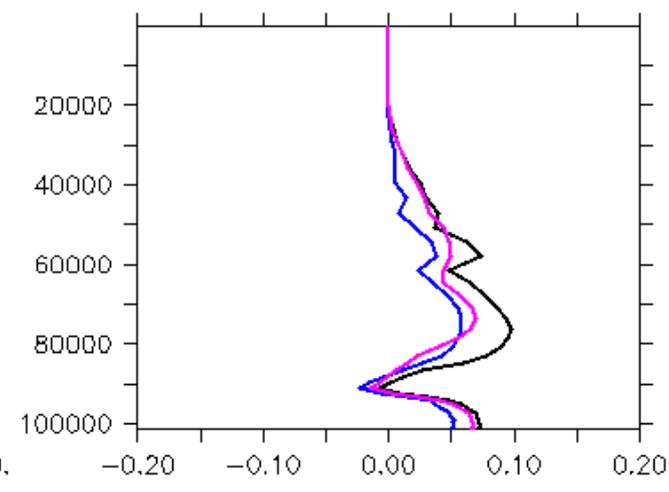
## Humidité relative



## QR / Q1 (K/jour)



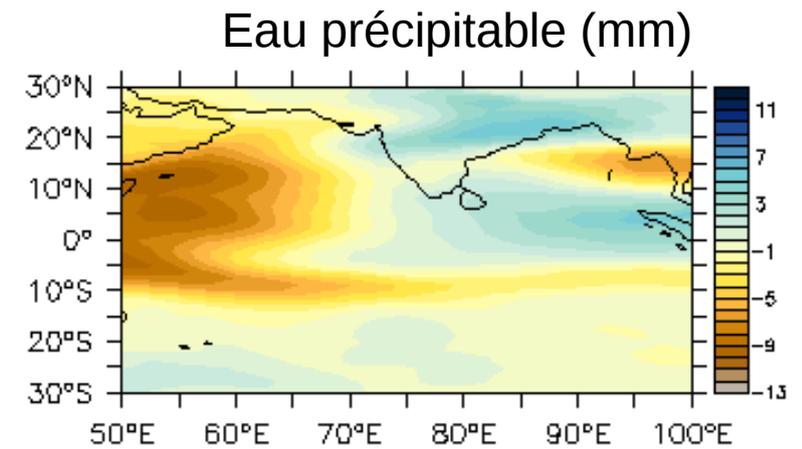
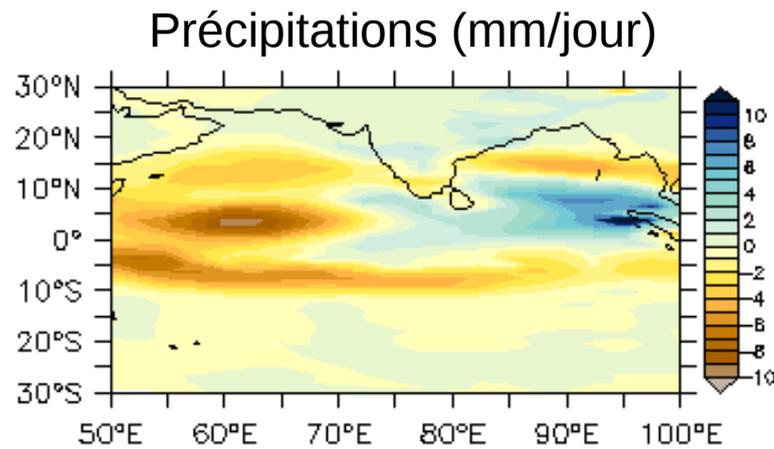
## Q2 (K/jour)



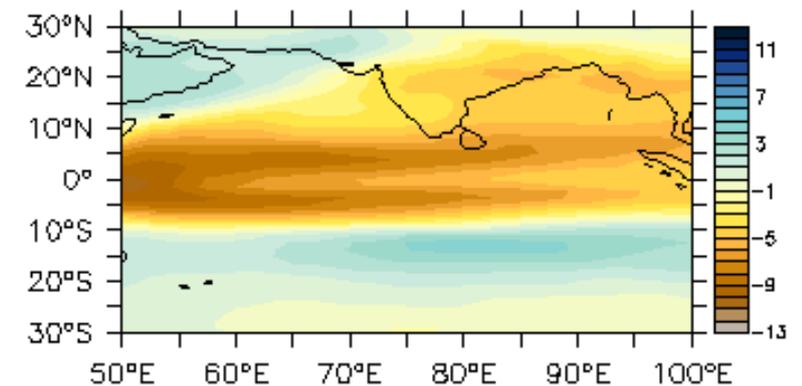
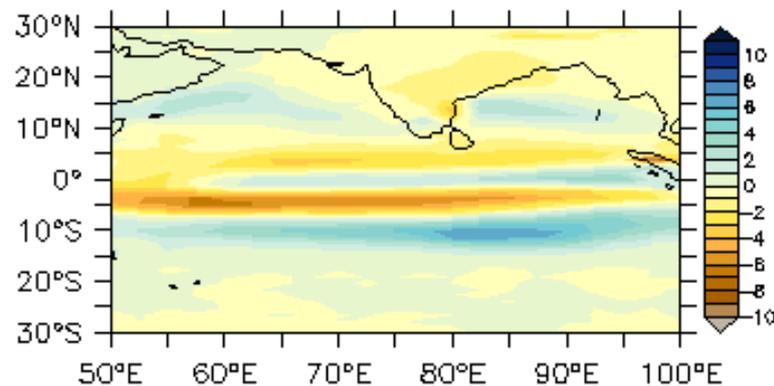
# Dans l'océan Indien en octobre

Dans 10 ans de simulations forcées en SST

Effet du nouveau mélange



Effet du nouvel épluchage



Les effets dépendent du régime de pluies

→ Besoin de distinguer les périodes de convection active et inhibée

# Evaluation à partir d'une simulation LES en RCE

Simulation réalisée avec le modèle non hydrostatique SAM

RCE océanique

Domaine: 51kmx51km

dx=dy=200m

Pas de rotation

SST=300K

Rayonnement imposé (-1.5 K/jour)

Initialisation: T, RH

Rappel des vents vers une valeur imposée

20 jours de simulation

# Evaluation à partir d'une simulation LES en RCE

Simulation réalisée avec le modèle non hydrostatique SAM

RCE océanique

Domaine: 51kmx51km

$dx=dy=200m$

Pas de rotation

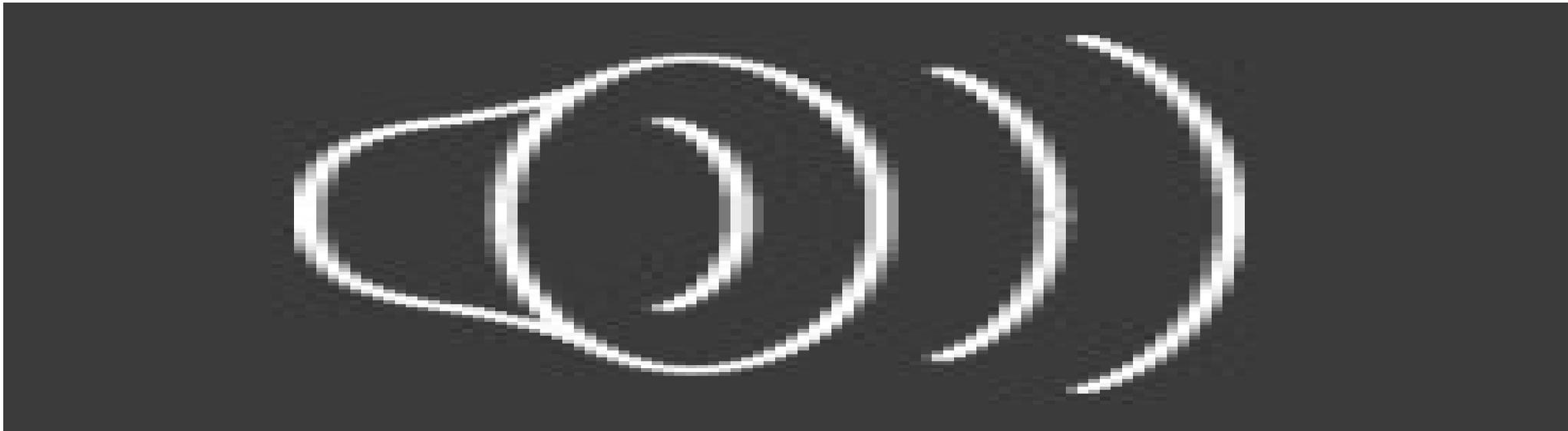
SST=300K

Rayonnement imposé (-1.5 K/jour)

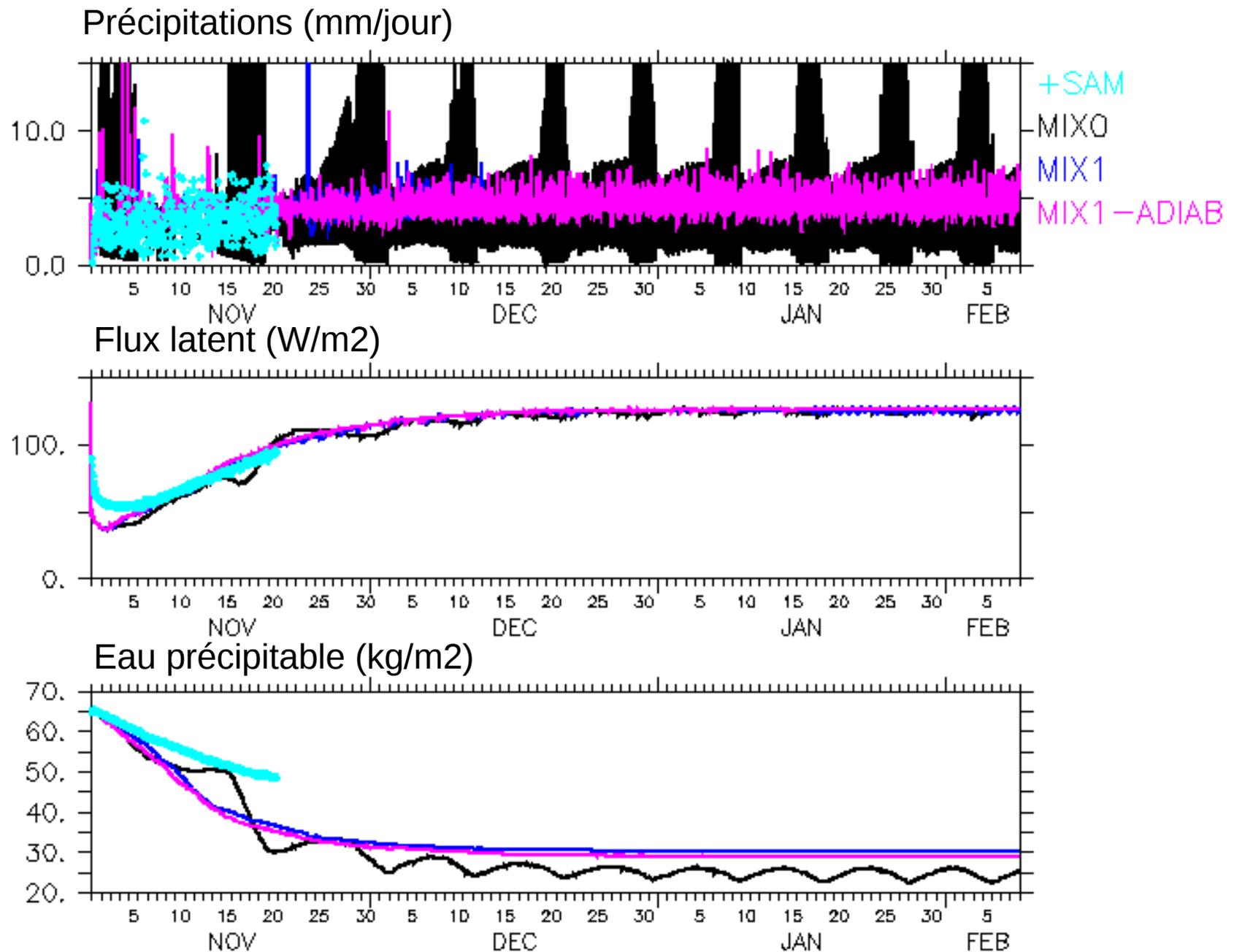
Initialisation: T, RH

Rappel des vents vers une valeur imposée

20 jours de simulation



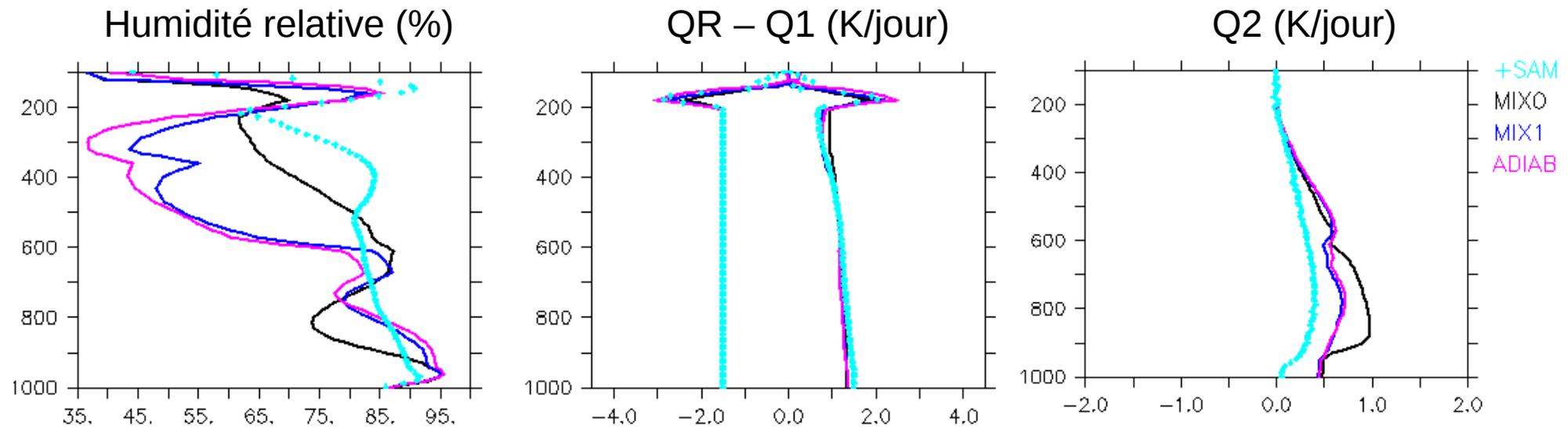
# Evaluation à partir d'une simulation LES en RCE



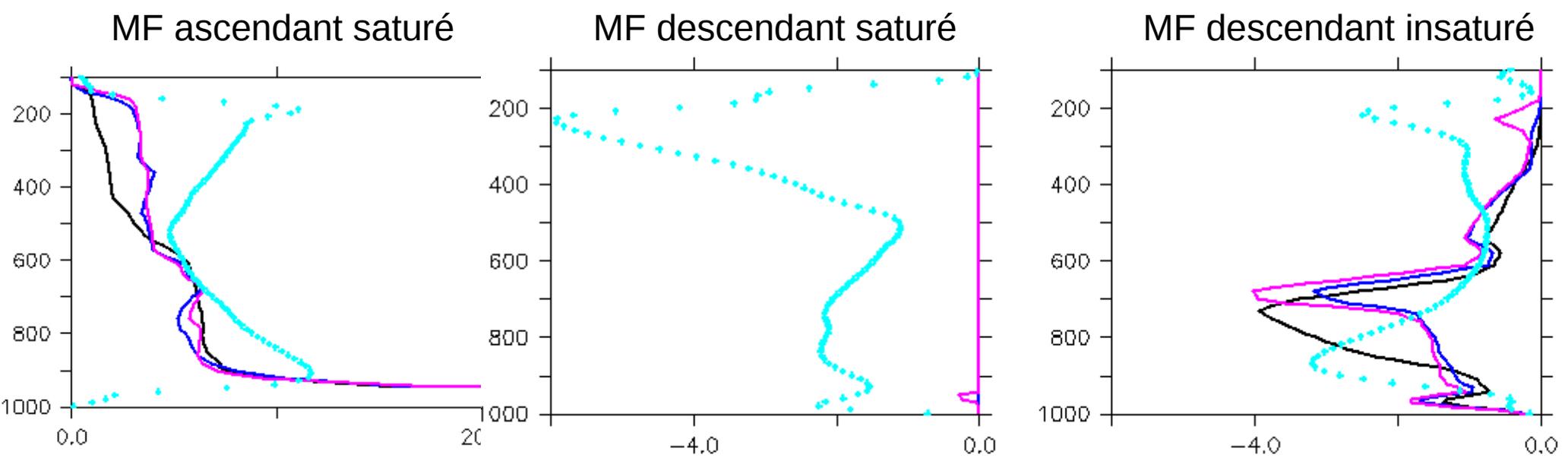
Equilibre atteint en 1D au bout d'environ 40 jours

Dans les 20 premiers jours, le modèle 1D s'assèche beaucoup plus rapidement que la LES

# Evaluation à partir d'une simulation LES en RCE



## Evaluation des flux de masse convectifs (g/m2/s)



- Sous-estimation des flux de masse saturés
- Profil des descentes insaturées

# Conclusions

## Apport de l'équilibre radiatif/convectif pour le développement des paramétrisations

“Carte d'identité” des paramétrisations physiques

- Comportements pathologiques
- Comportement dans des environnements contrastés

## Pour aller plus loin

Mieux comprendre comment utiliser le RCE pour anticiper le comportement des paramétrisations dans le modèle 3D

Besoin de simulations LES de référence dans lesquelles analyser les processus en jeu  
Analyse conditionnelle des updrafts, downdrafts, poches froides  
Analyse des flux de surface

- Simulation RCE océanique avec un autre modèle (MESONH?)
- Simulation RCE continental

# Evaluation à partir d'une simulation LES en RCE

