

Evaluation de LMDZ : Etat des lieux, stratégie, avenir

- Les exigences sur la crédibilité des modèles climatiques n'ont jamais été aussi fortes.
- L'évaluation doit se faire sur une grande variété d'échelles: de processus, de phénomènes (e.g. mousson), état moyen (e.g. position des jets, de l'ITCZ), modes de variabilité (MJO, ENSO, mode annulaire, etc), changements paléoclimatiques, etc
 - importance du nb d'yeux regardant les simulations du modèle ! (cf hier)
- Comme tous les modèles, LMDZ présente de nombreux biais.
- Comment y remédier?
 - Parfois: par une amélioration de la **résolution** (e.g. position des jets)
 - Le plus souvent: par l'amélioration des **paramétrisations physiques** du modèle
 - nécessité d'interpréter ces biais, de les relier à la physique du modèle

Evaluation de LMDZ : Etat des lieux, stratégie, avenir

- Difficulté:

- Les erreurs des paramétrisations physiques entraînent des erreurs dans la dynamique atmosphérique de grande échelle;
- Or le forçage de grande échelle a une telle influence sur la physique du modèle que bien souvent, les écarts entre modèle et observations reflètent les différences de circulation plutôt que le fonctionnement des paramétrisations Elles-mêmes.

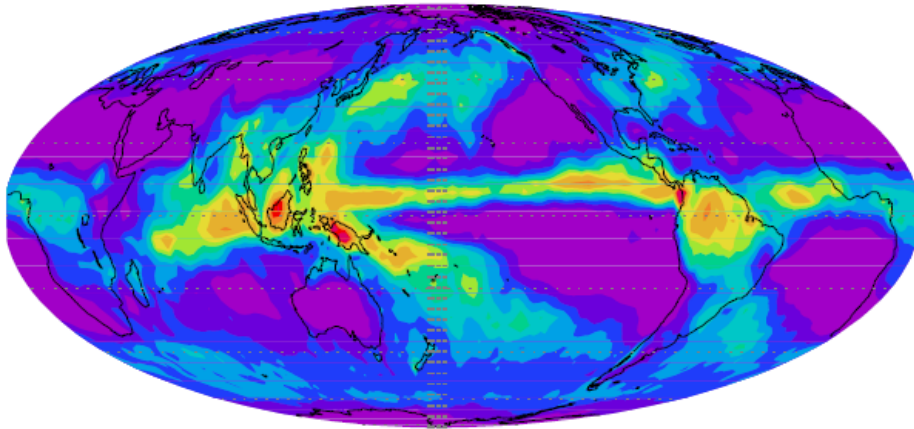
→ Utilisation de méthodologies et de configurations permettant :

- d'étudier les biais du modèle pour des conditions dynamiques données
- de déceler les compensations d'erreurs
- de faciliter les comparaisons aux observations

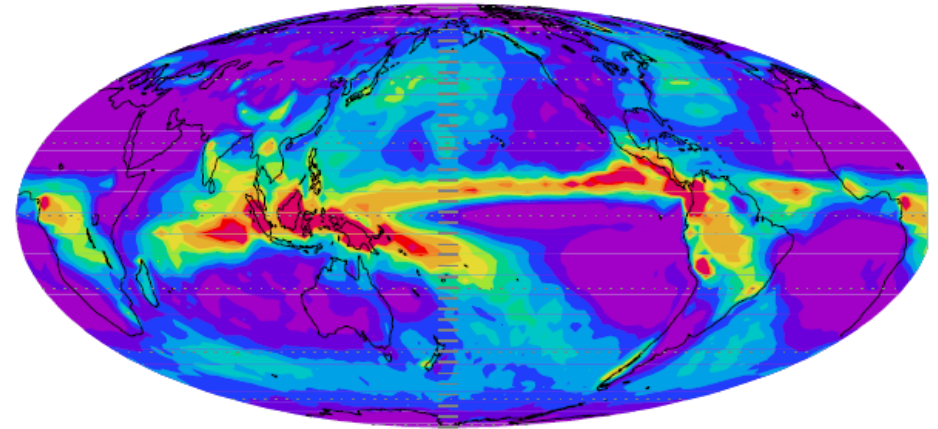
Illustration de quelques méthodologies actuellement utilisées...

Climatologie de précipitation

Precipitation GPCP (2008)



Precipitation npv2

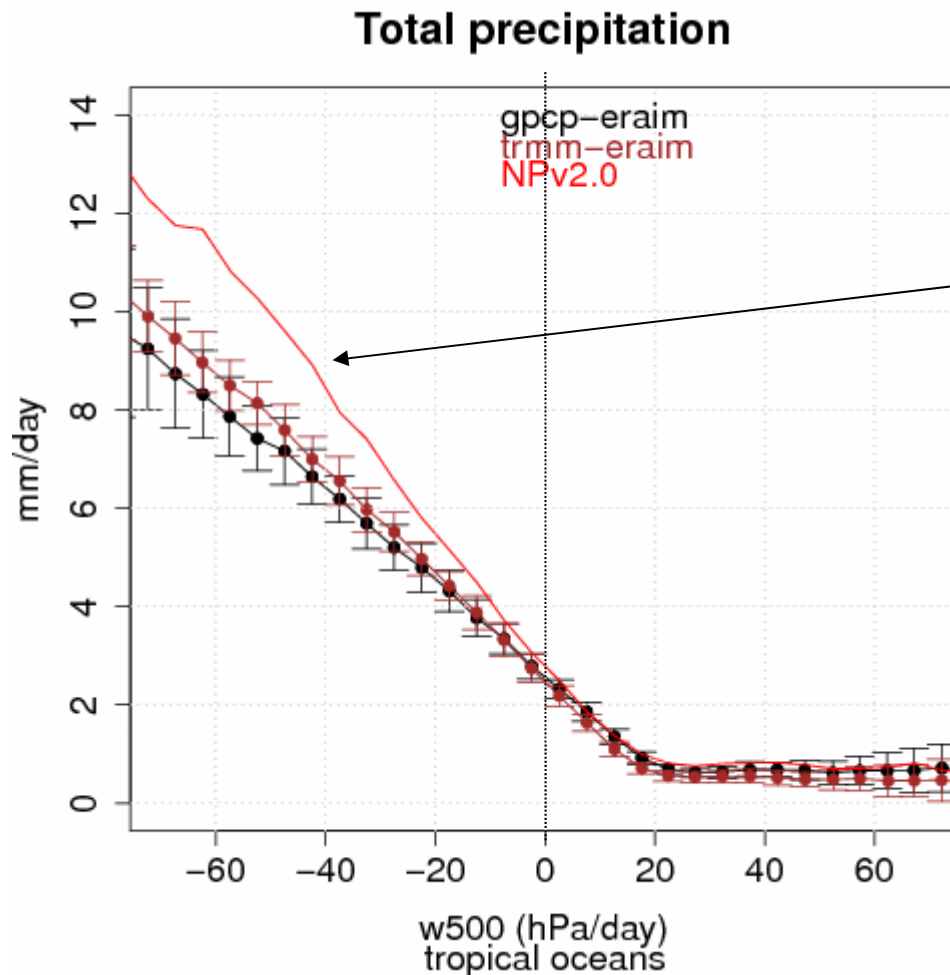


Surestimation de la précipitation dans les zones convectives tropicales :
→ Reflet d'une circulation atmosphérique trop intense ou autre biais ?

Une version de la “Nelle Physique”

(1) Analyse des simulations climatiques en régimes de circulation atmosphérique

Composites de la précipitation en fonction de la vitesse verticale de grande échelle :



Même pour une circulation donnée, surestimation de la Précipitation

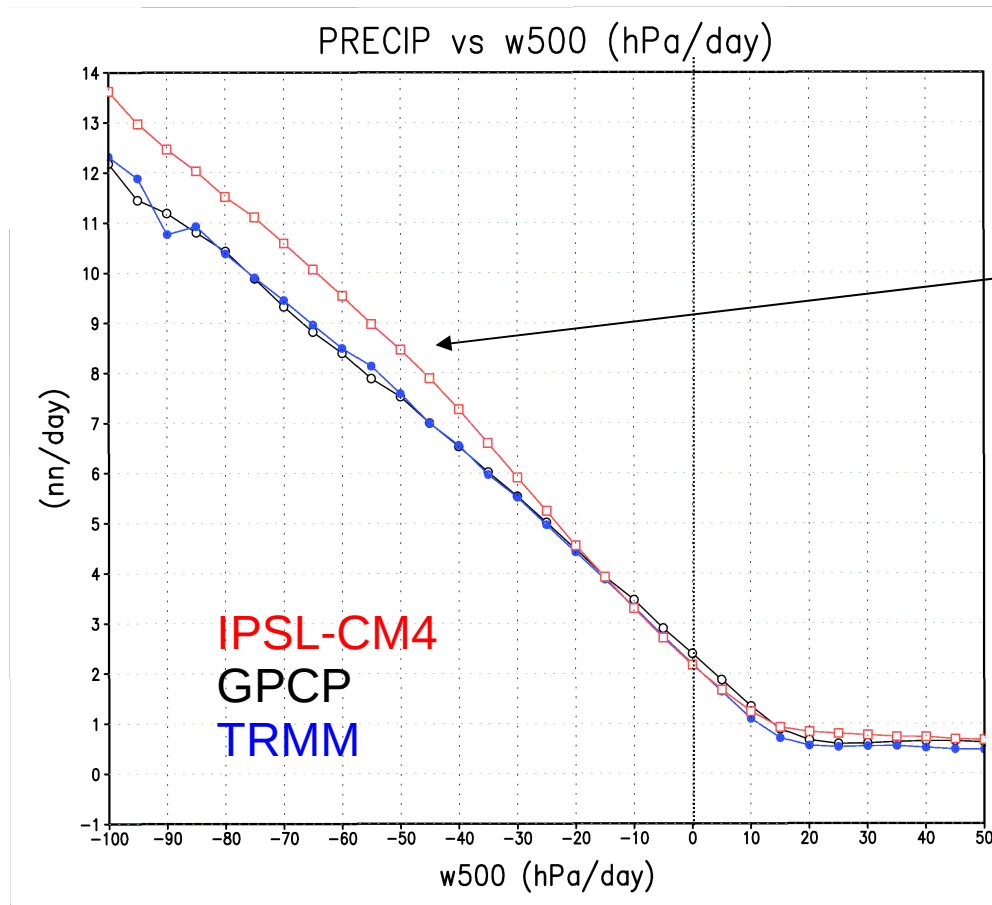
Atmosphère trop humide ?

Sous-estimation de l'effet radiatif des nuages?

Une version de la “Nelle Physique”

(1) Analyse des simulations climatiques en régimes de circulation atmosphérique

Composites de la précipitation en fonction de la vitesse verticale de grande échelle :



Même pour une circulation donnée, surestimation de la Précipitation

Atmosphère trop humide ?

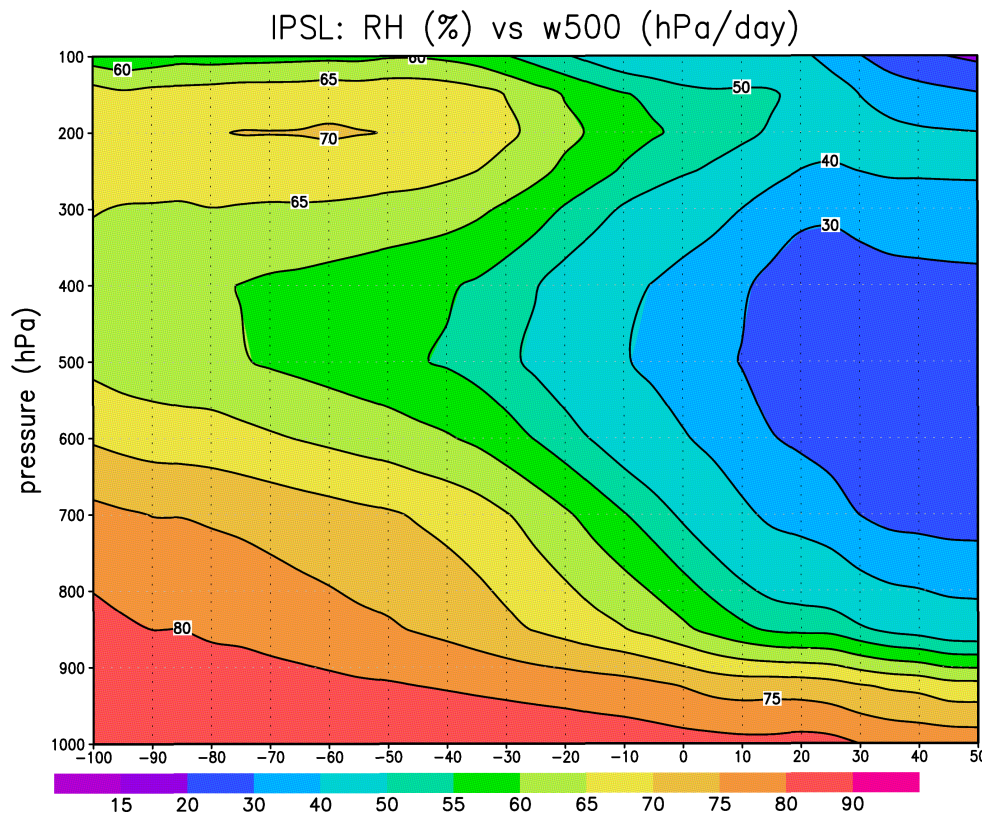
Sous-estimation de l'effet radiatif des nuages ?

Une version de la "Nelle Physique"

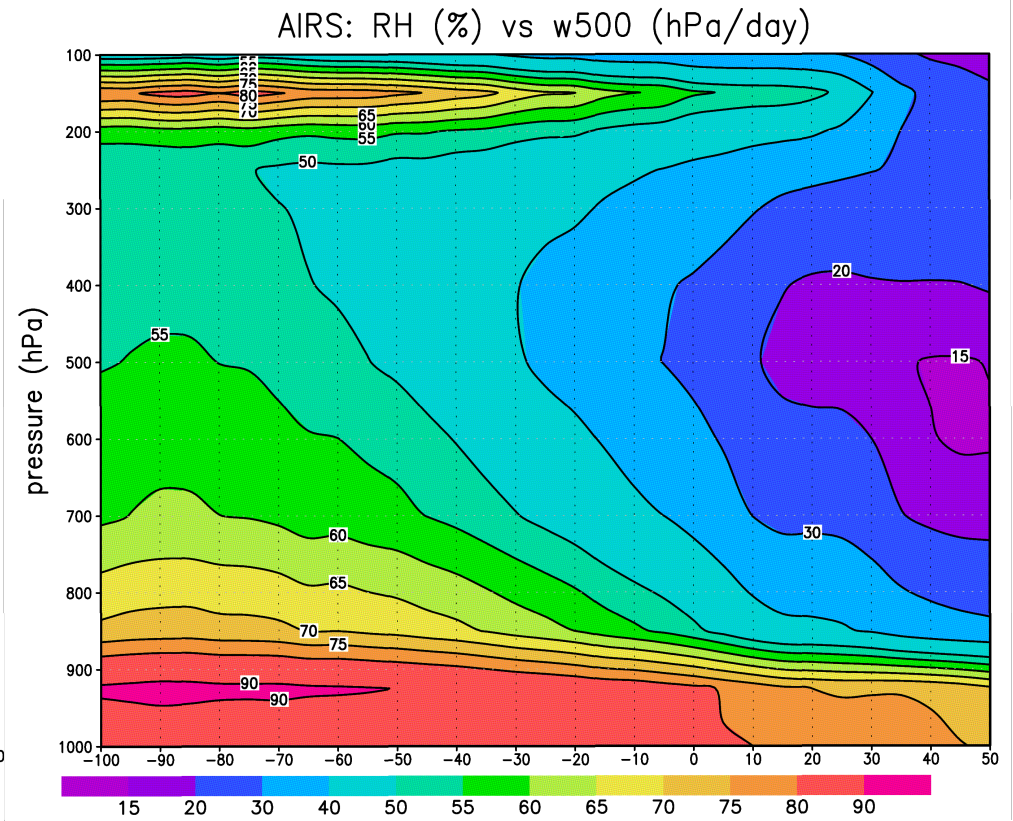
(1) Analyse des simulations climatiques en régimes de circulation atmosphérique

Composites du profil d'humidité relative en fonction de la vitesse verticale de grande échelle :

IPSL-CM4



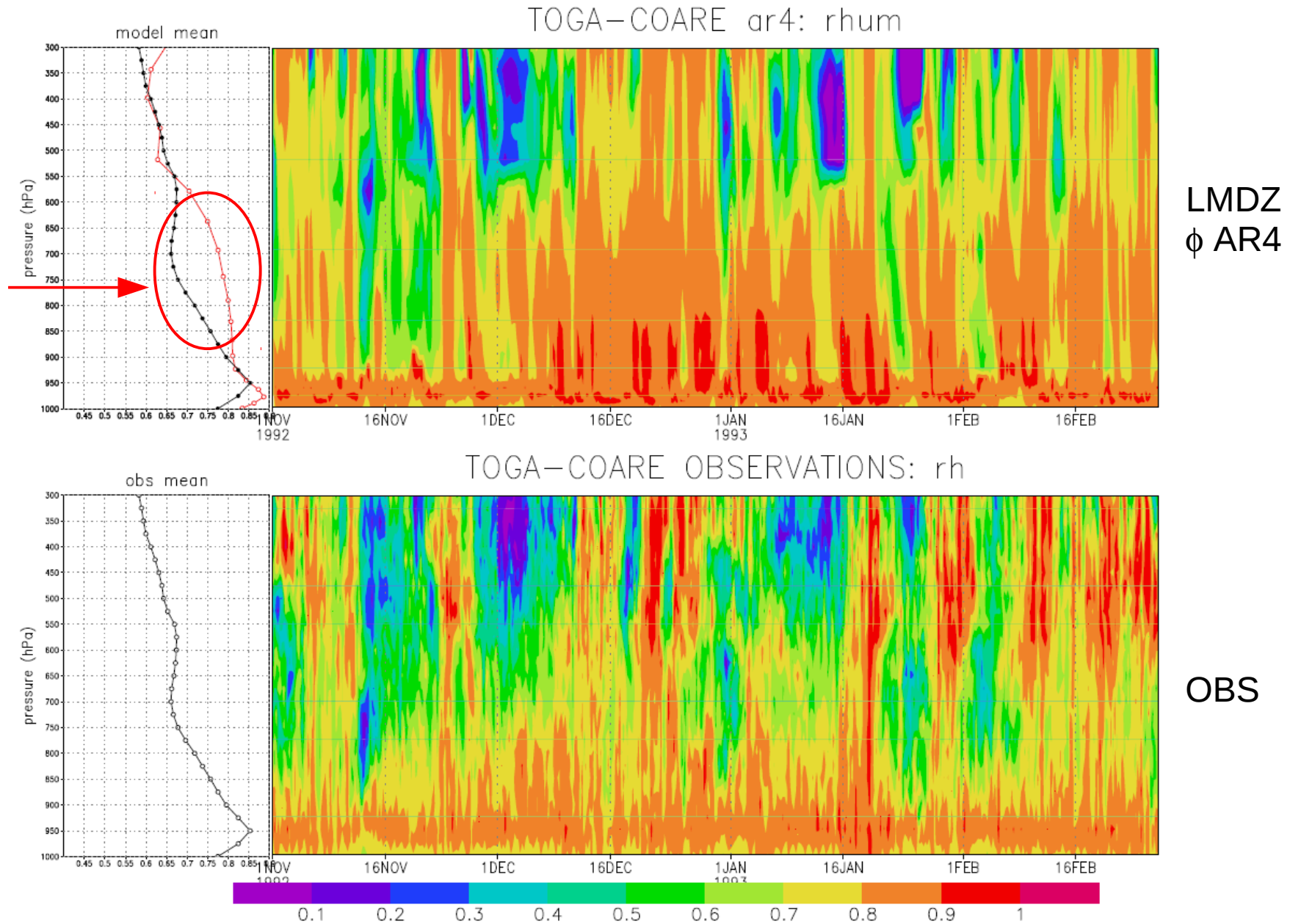
Observations



- Atmosphère effectivement trop humide dans IPSL-CM4
- Dans les régimes convectifs (particulièrement entre 850 et 600 hPa)
- Dans les régimes de subsidence de grande échelle

(2) Evaluation de la physique du modèle dans des configurations 1D forcées par des forçages de grande échelle issus d'observations

Modèle trop humide entre 900 et 600 hPa



Evaluations 1D :

- extrêmement pratiques (observations de campagnes, tests de nouveaux développement..)
- mais en nombre limité sur le globe!
- “cas” disponibles pas forcément très représentatifs

→ Intérêt des sites instrumentés fixes (e.g. SIRTA, CABAUW, SGP..) comme “testbeds” pour les paramétrisations

- large éventail d'observations (+spatial) sur un grand nb de situations Météorologiques
- possibilité d'évaluer le modèle en continu (e.g. KPT)
- de sélectionner et travailler sur les situations qui correspondent aux biais les plus critiques/récalcitrants du modèle
- *en cours ou en projet sur Cabauw et Sirta (F. Chéruy et al)*

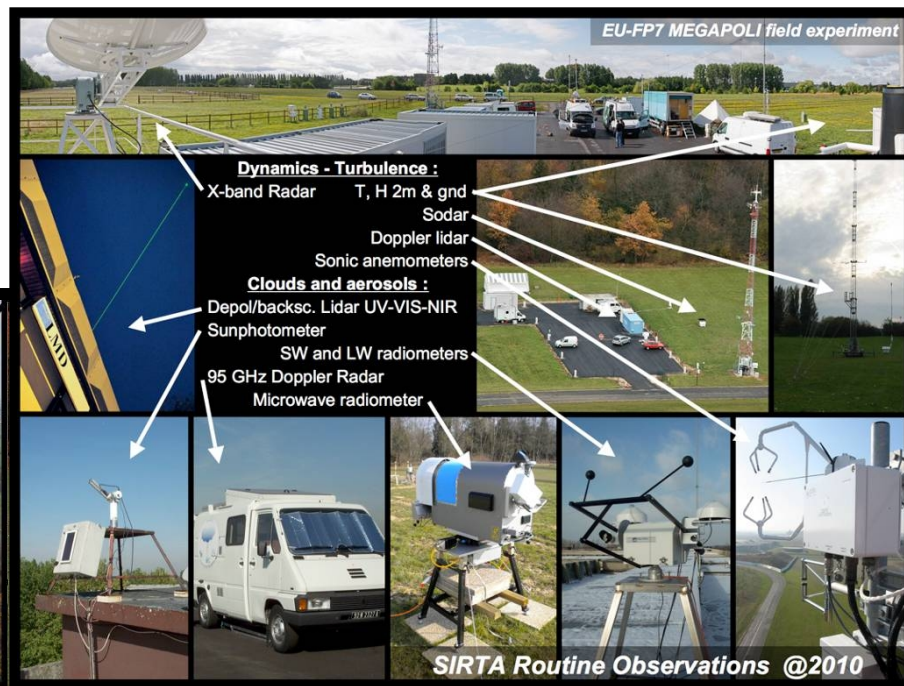
SIRTA Observatory

→ SIRTA is specialized in

- ✓ in-situ, active and passive remote sensing techniques (multi-spectral synergies)
- ✓ data analysis and interpretation

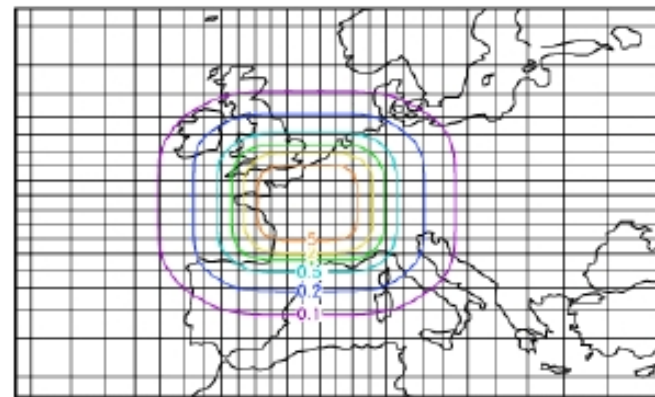
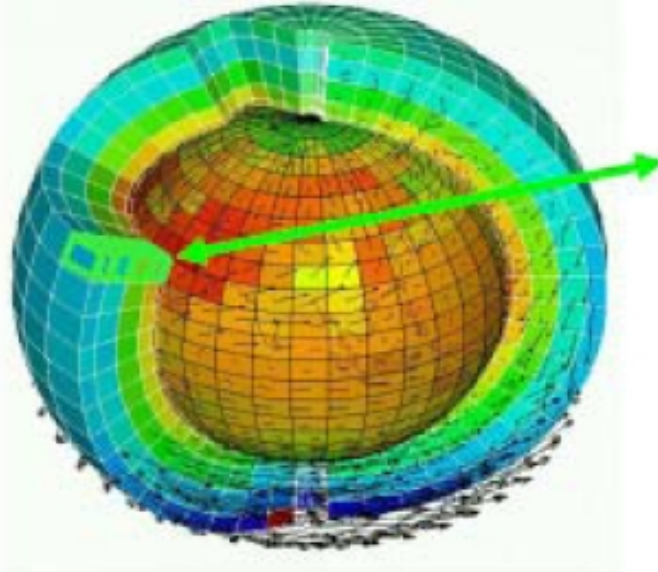
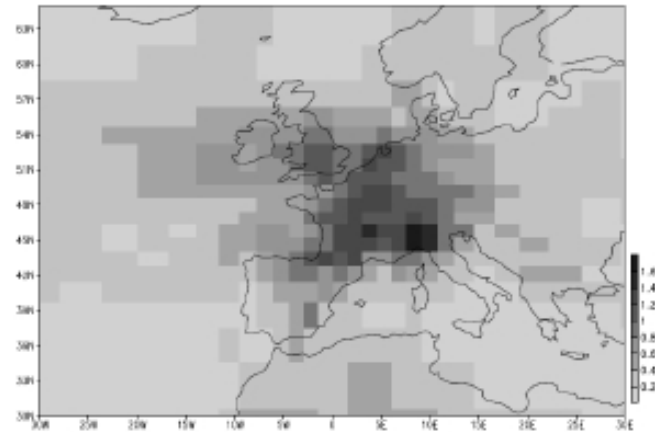
+ Mesures dans le sol (humidité)

+ Peut-être bientôt des mesures Isotopiques ?



Pour évaluer le modèle aux données des sites instrumentés, plusieurs approches sont possibles :

- LMDZ-1D forcé par les forçages de gde échelle des analyses météorologiques
- LMDZ-3D zoomé-guidé sur le site

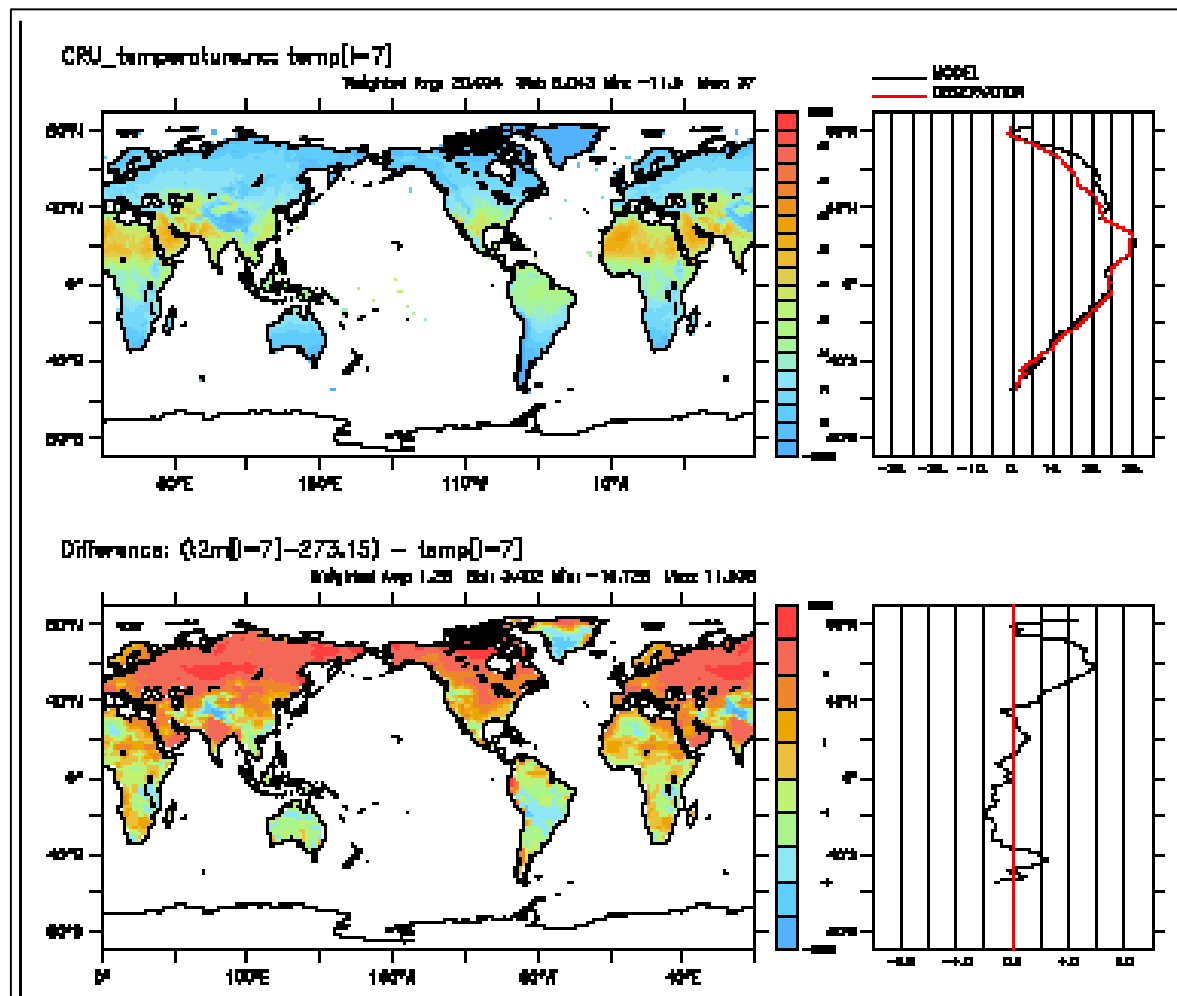


$$\frac{\partial X}{\partial t} = F(X) + \frac{X^a - X}{\tau}$$

Coindreau et al., 2006

Assessment of physical parameterizations using a global climate model with stretchable grid and nudging.

(3) Evaluation de la physique du modèle dans des configurations 3D guidées-zoomées au-dessus de sites d'observations



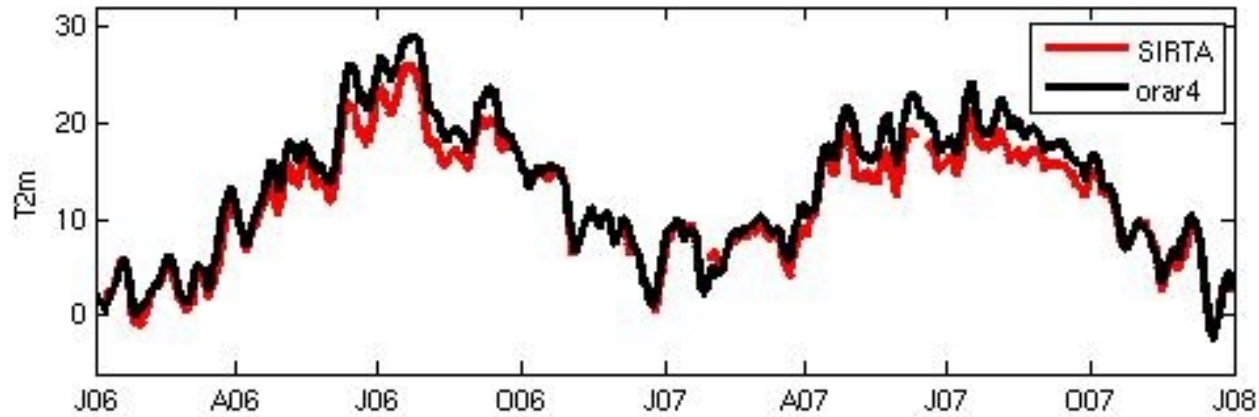
OBS

Biais chaud sur les continents en été (T2m) :

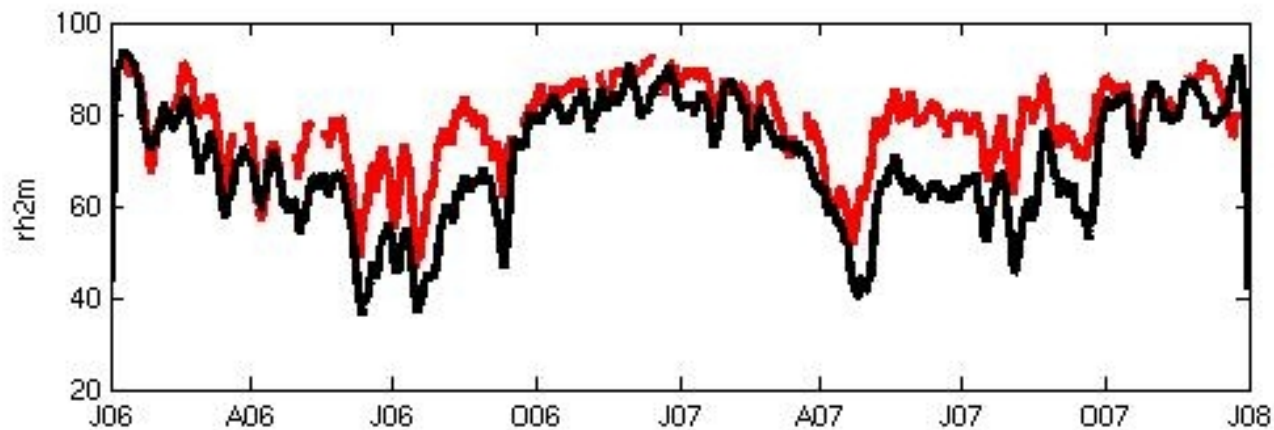
LMDZ-OBS

(3) Evaluation de la physique du modèle dans des configurations 3D guidées-zoomées au-dessus de sites d'observations

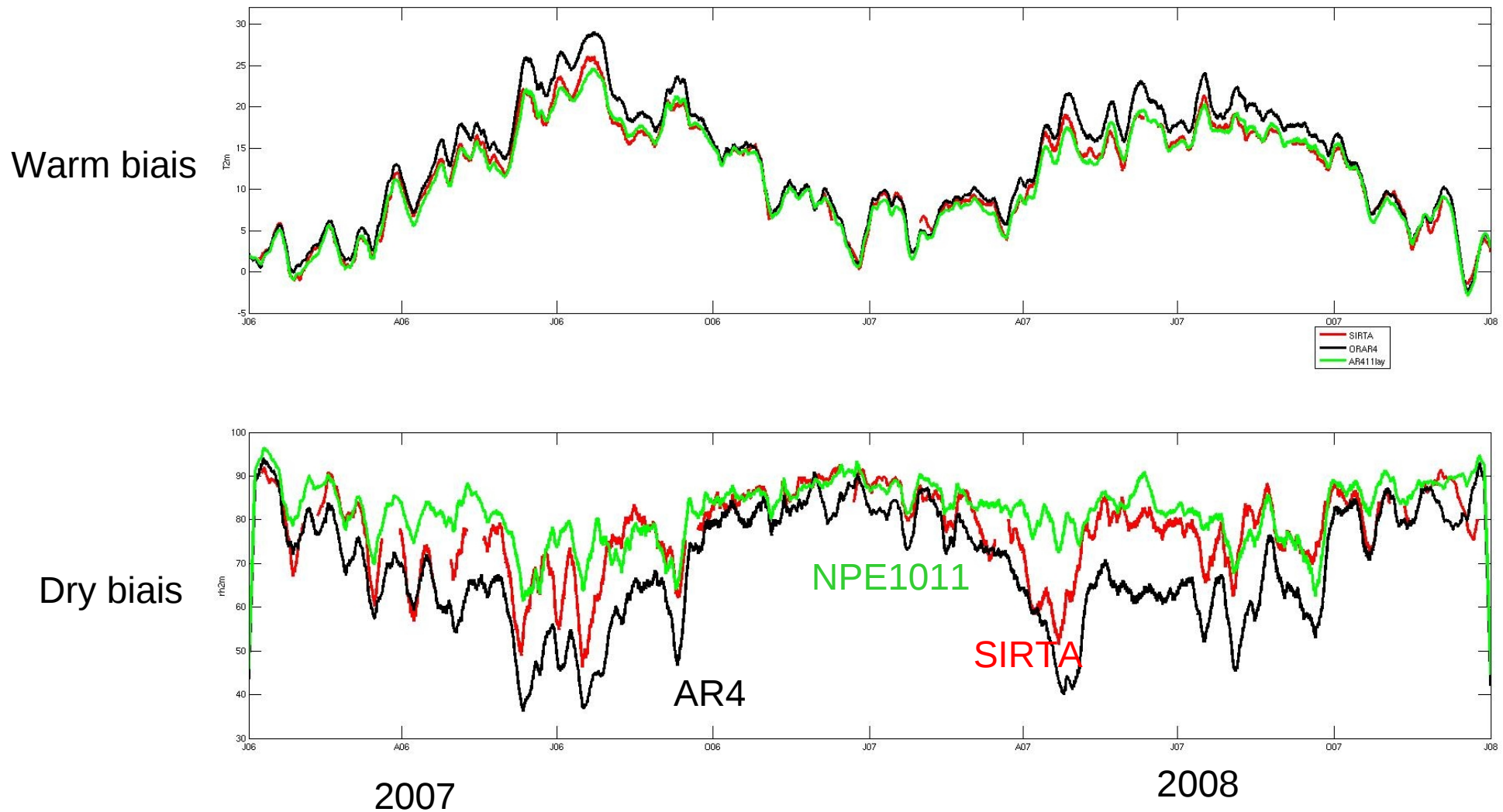
Warm biais



Dry biais



(3) Evaluation de la physique du modèle dans des configurations 3D guidées-zoomées au-dessus de sites d'observations



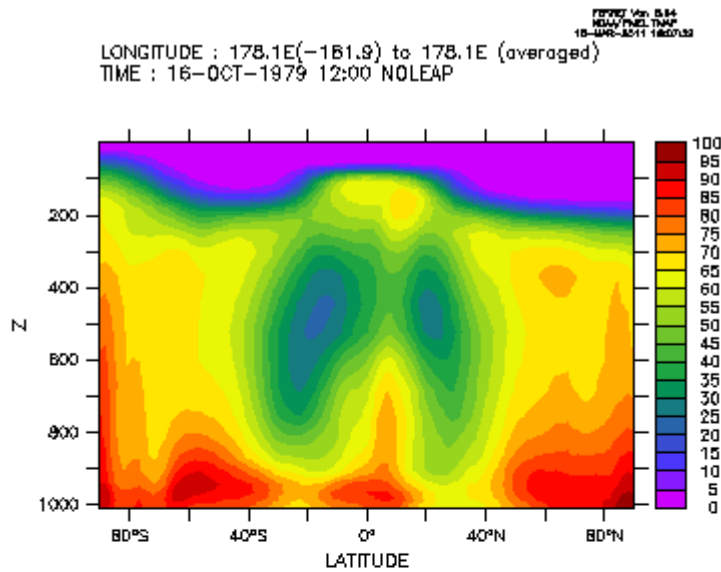
Pour évaluer le modèle aux données des sites instrumentés, plusieurs approches sont possibles :

- LMDZ-1D forcé par les forçages de gde échelle des analyses météorologiques
- LMDZ-3D zoomé-guidé sur le site
- LMDZ utilisé en mode “prévision du temps”

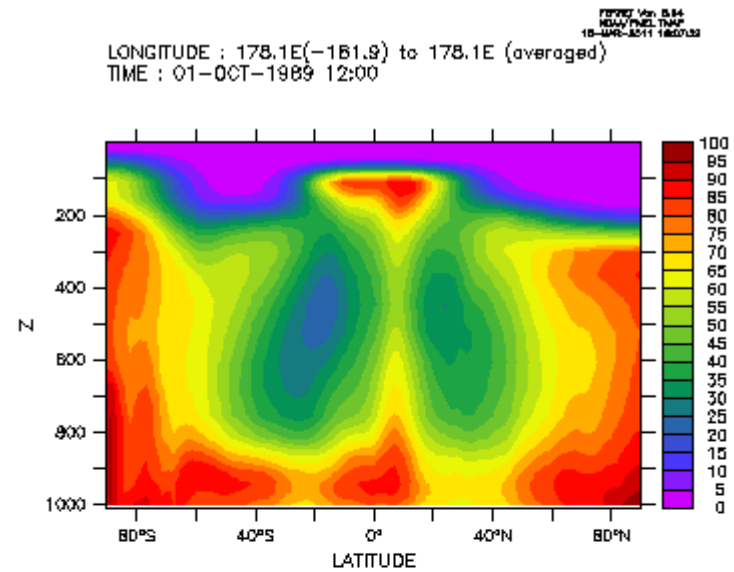
(4) Evaluation des modèles climatiques en Mode “prévision du temps”

- Certaines erreurs des modèles sont liées à des processus “rapides” et donc se développent très rapidement
- Des expériences menées à ECMWF et dans plusieurs groupes de modélisation climatique montrent que certaines des erreurs notées à l'échelle “climatique” apparaissent en quelques jours seulement lorsque le modèle est initialisé par des analyses météorologiques.
 - évaluation dite en mode “Transpose-AMIP” (Philipps et al 2004)
 - déjà pratiquée par plusieurs groupes de modélisation climatique (NCAR, GFDL, Hadley, etc); intercomparaison en cours
 - facilite la comparaison modèle / sites instrumentés ou campagnes
 - permet d'examiner l'influence des erreurs de la physique sur la dynamique

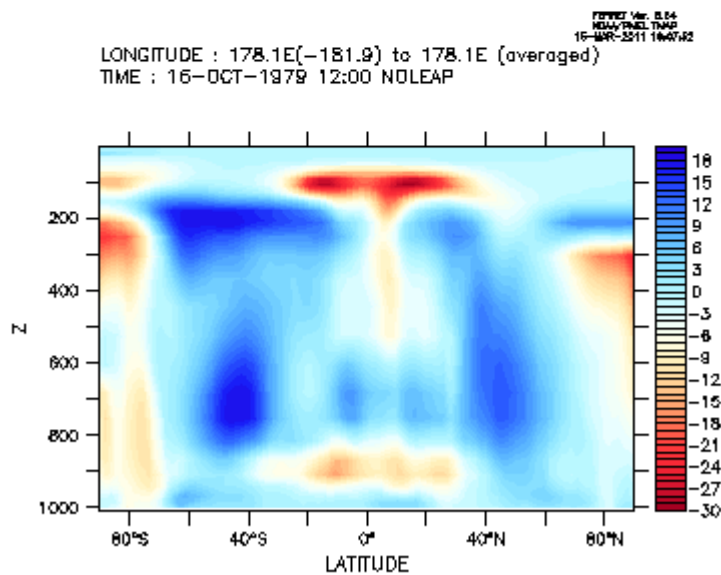
Biais de LMDZ en humidité relative : Climatologie (moyenne sur 10 ans, Oct)



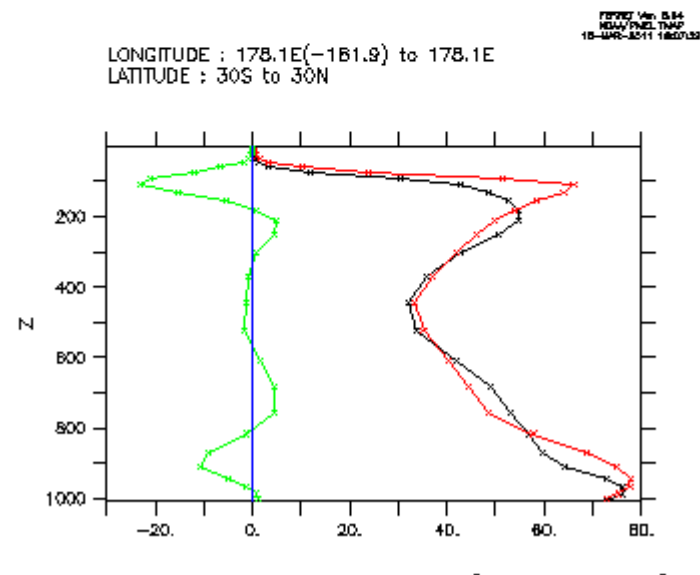
mean oct rhum*100



mean oct r_eraI



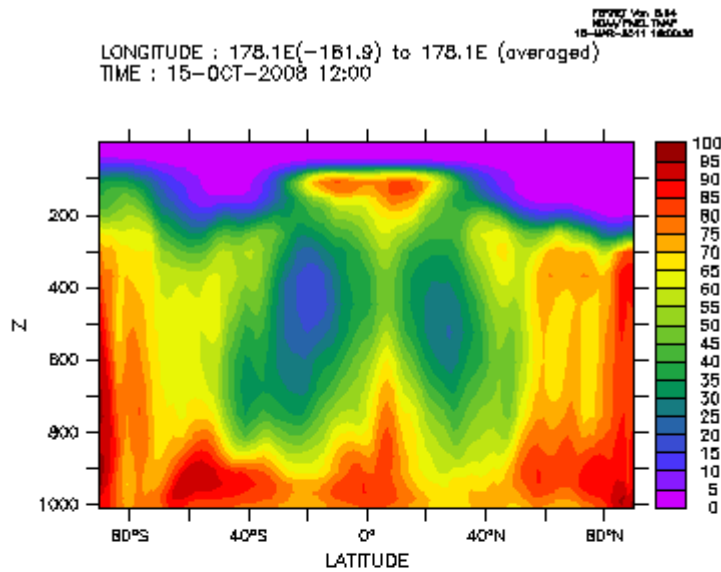
rhum oct bias



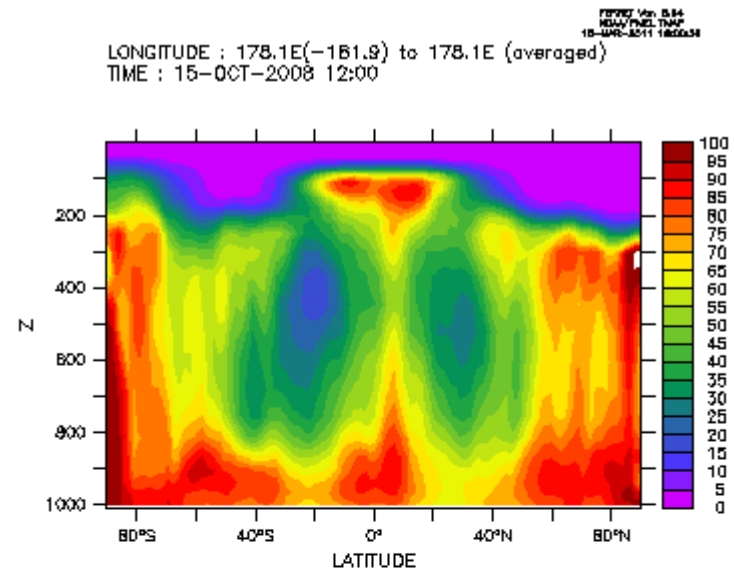
10 ans

x-x-x VERT_RHUM(T=16-OCT-1979 12:00)
- - - VERT_R_REQ(T=01-OCT-1989 12:00)
- - - VERT_RHUM-VERT_R_REQ(T=16-OCT-1979 12:00)

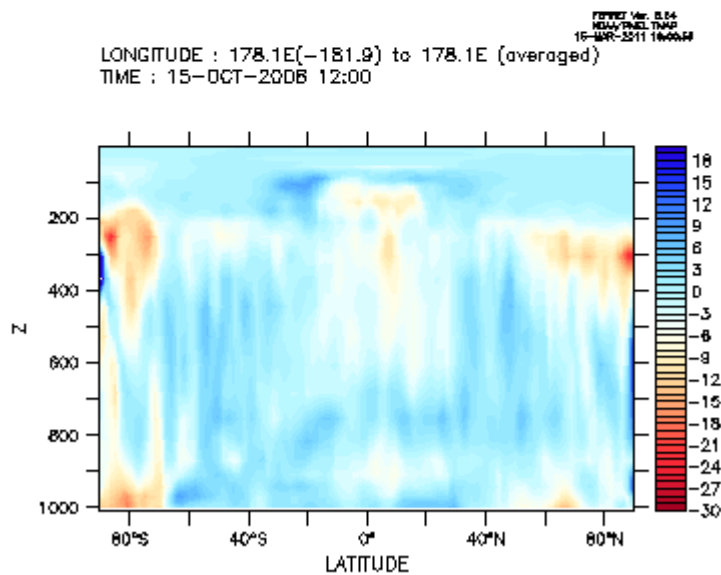
Biais de LMDZ en humidité relative : TransposeAMIP (15 Oct 2008)



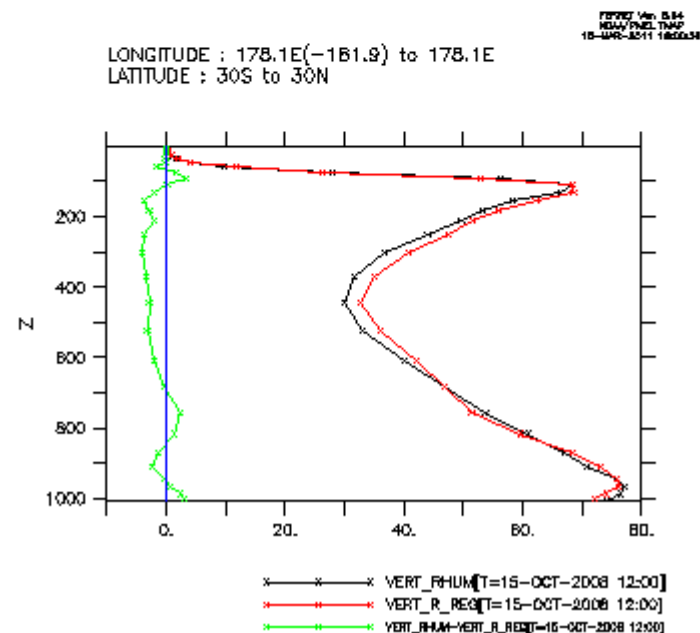
rhum*100



r_era



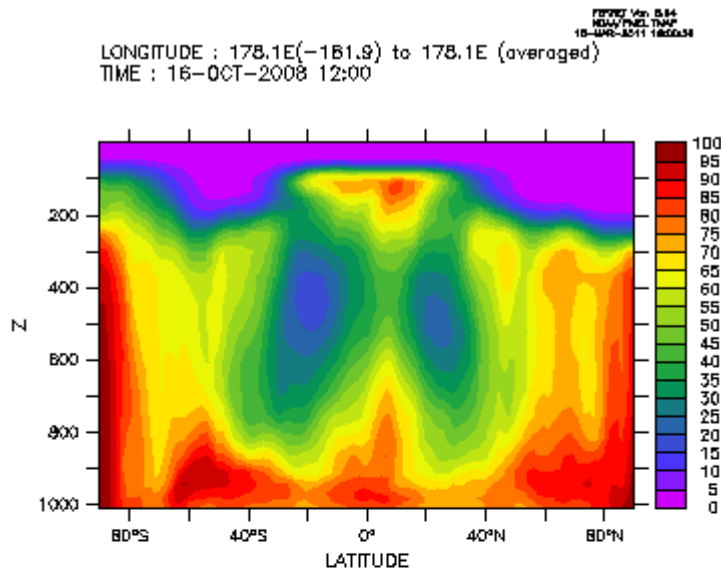
rhum bias



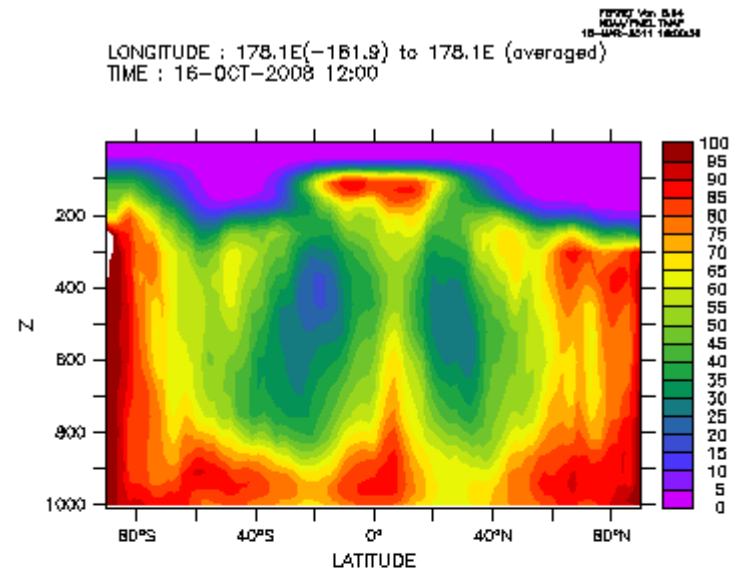
J + 1

Biais de LMDZ en humidité relative :

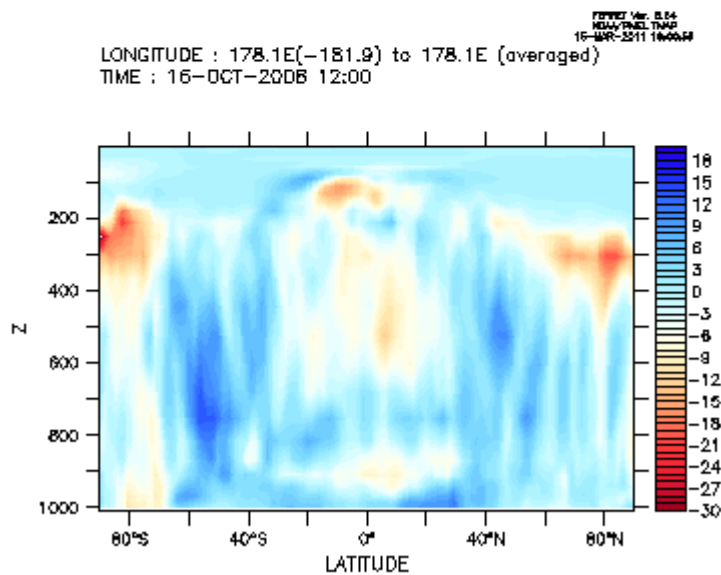
TransposeAMIP (15 Oct 2008)



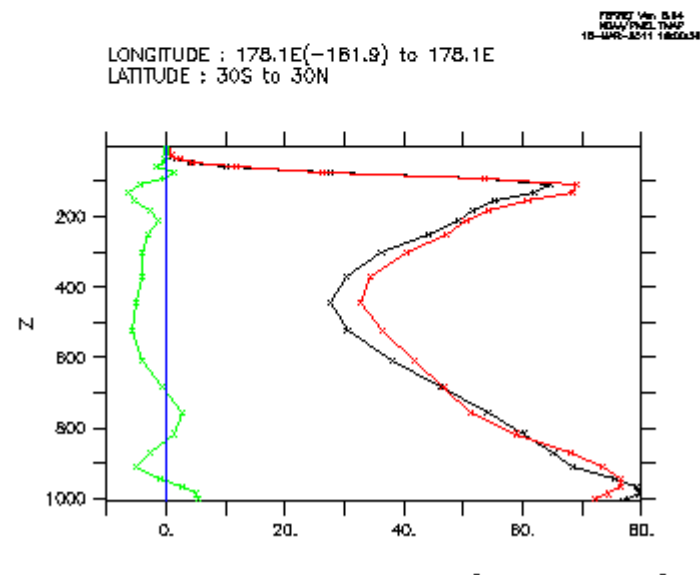
rhum*100



r_era



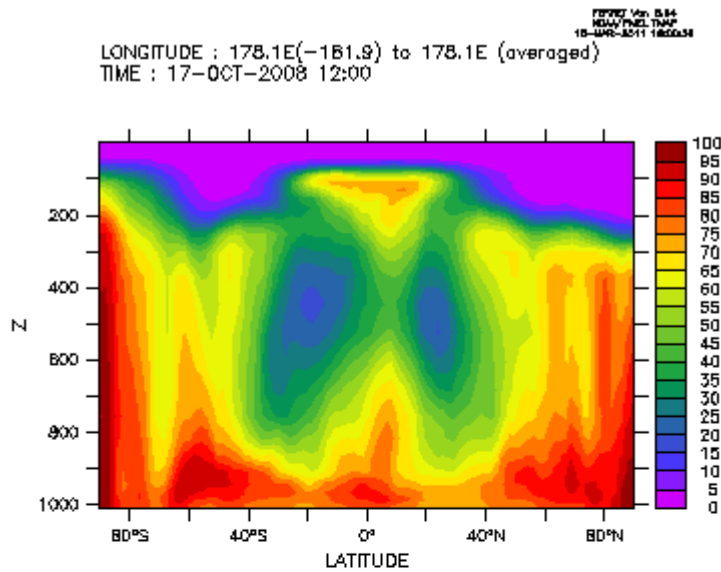
rhum bias



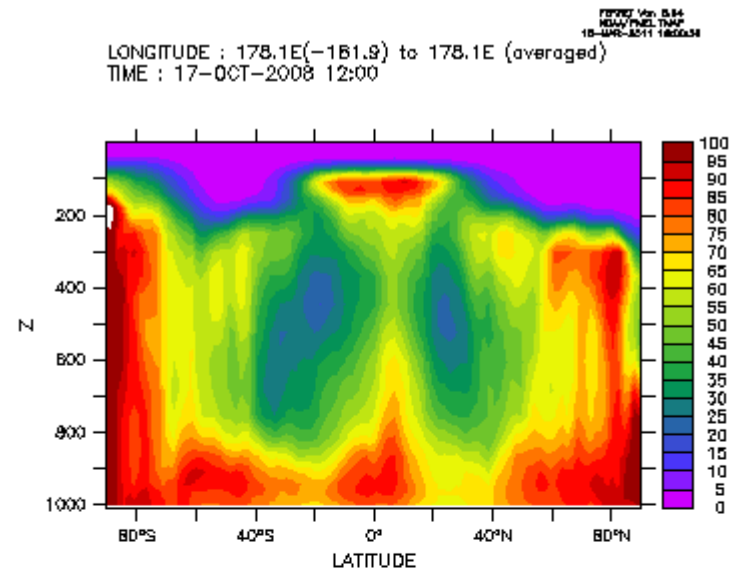
x x x VERT_RHUM[T=16-OCT-2008 12:00]
x x x VERT_R_REQ[T=16-OCT-2008 12:00]
x x x VERT_RHUM-VERT_R_REQ[T=16-OCT-2008 12:00]

J + 2

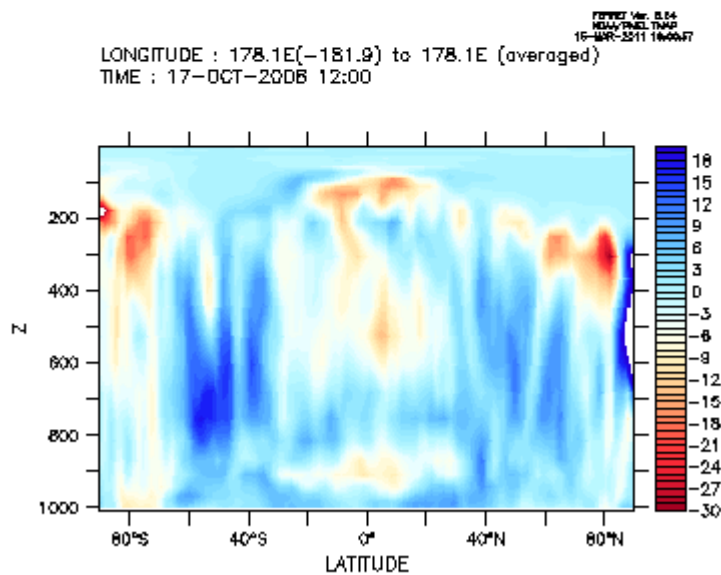
Biais de LMDZ en humidité relative : TransposeAMIP (15 Oct 2008)



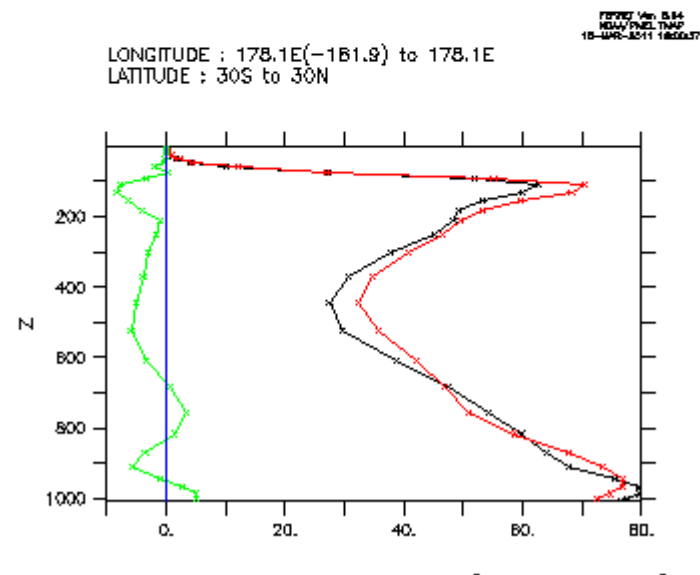
rhum*100



r_era



rhum bias

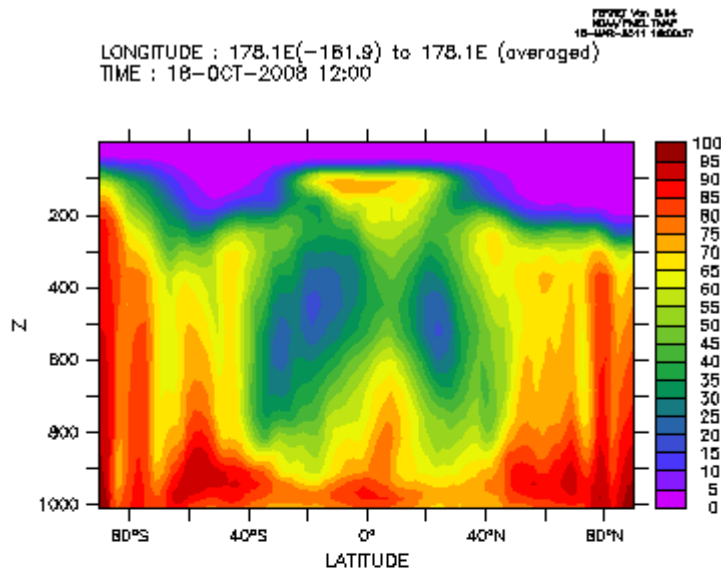


x-x-x VERT_RHUM[T=17-OCT-2008 12:00]
- - - VERT_R_REQ[T=17-OCT-2008 12:00]
- - - VERT_RHUM-VERT_R_REQ[T=17-OCT-2008 12:00]

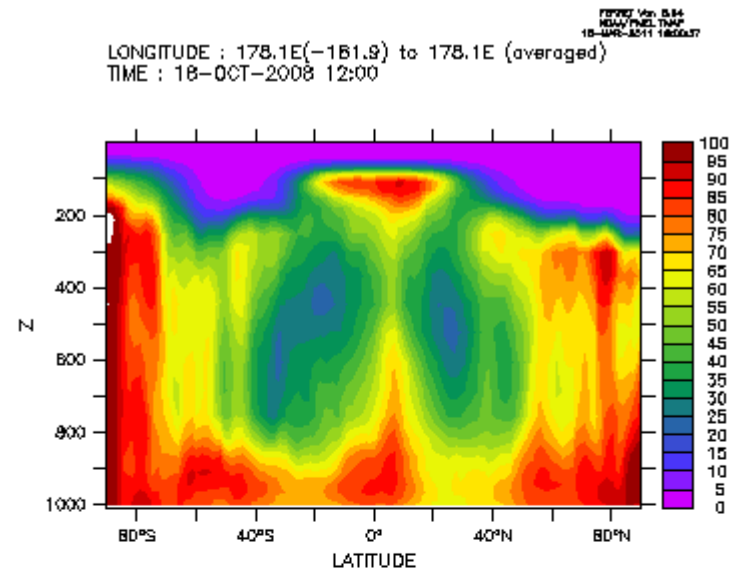
J + 3

Biais de LMDZ en humidité relative :

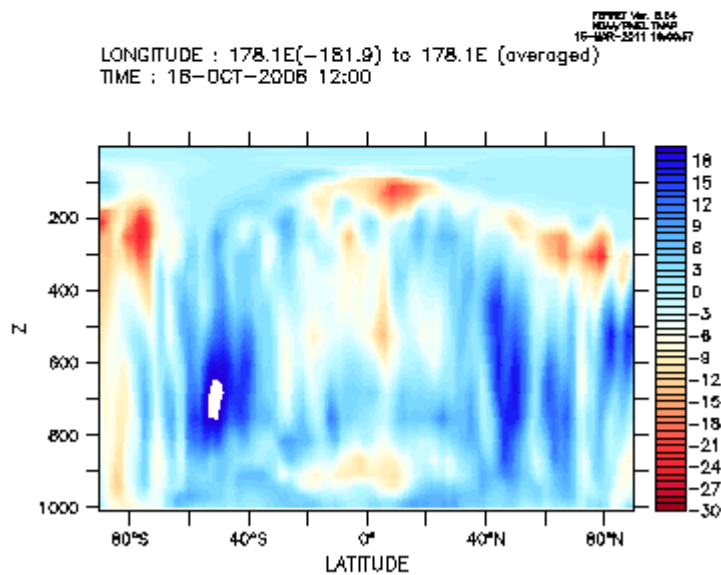
TransposeAMIP (15 Oct 2008)



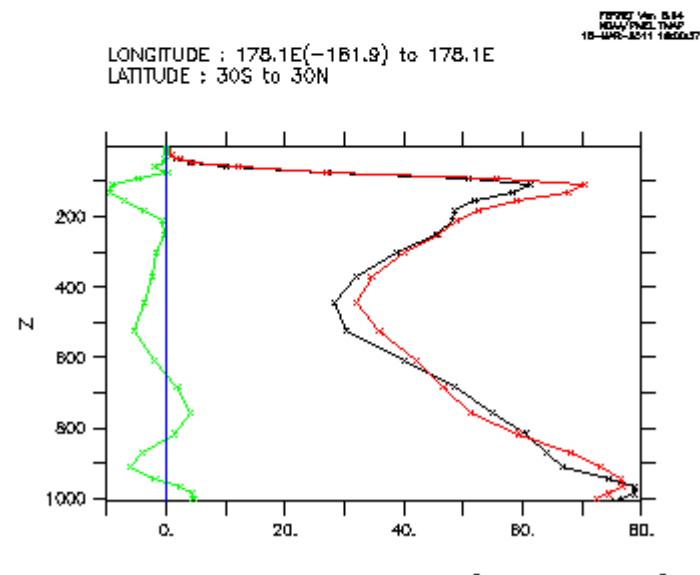
rhum*100



r_era



rhum bias

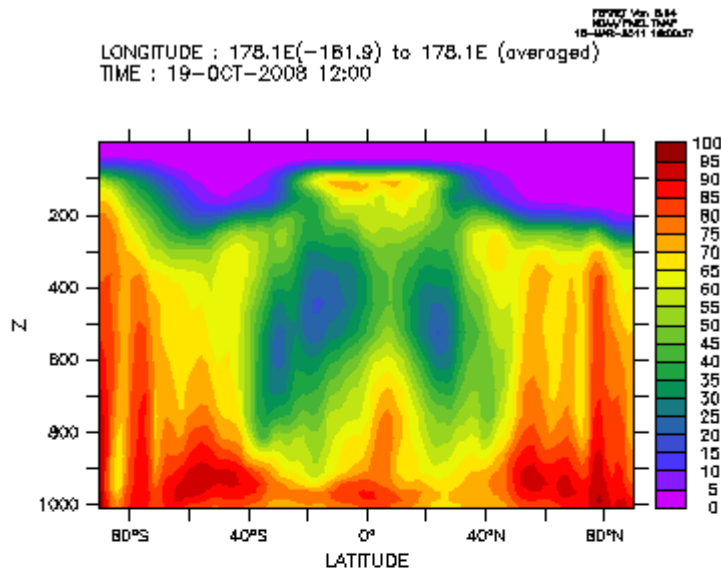


x VERT_RHUM[T=18-OCT-2008 12:00]
+ VERT_R_REQ[T=18-OCT-2008 12:00]
x VERT_RHUM-VERT_R_REQ[T=18-OCT-2008 12:00]

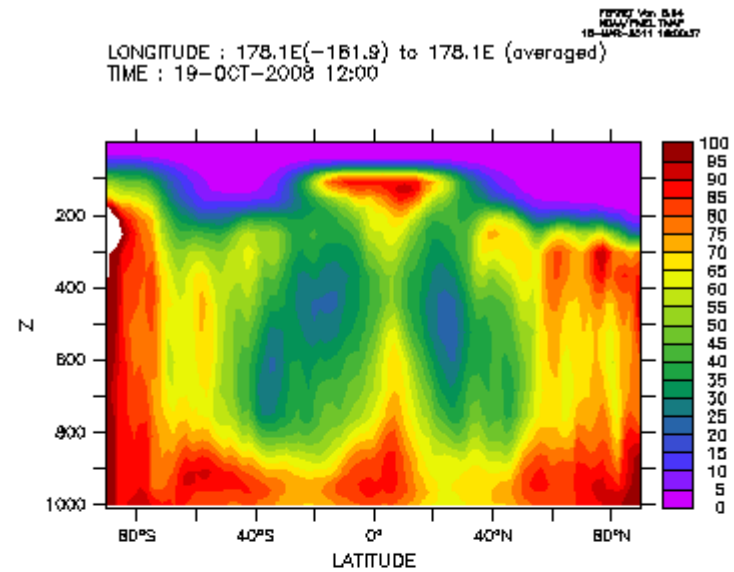
J + 4

Biais de LMDZ en humidité relative :

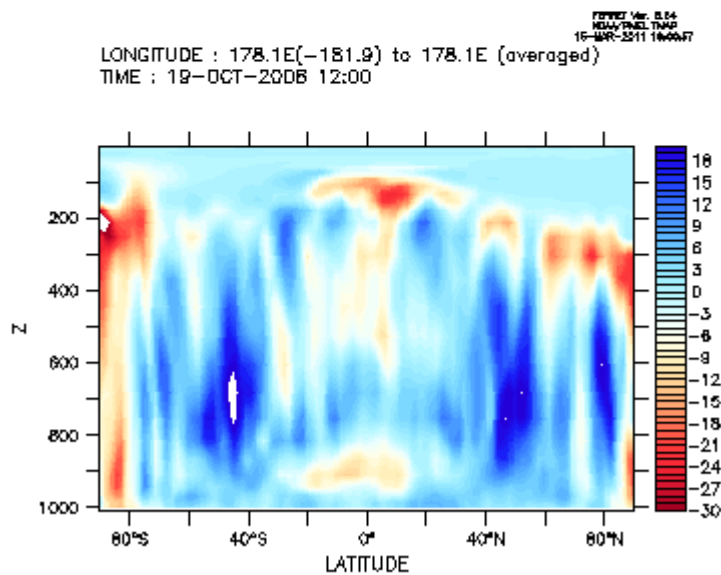
TransposeAMIP (15 Oct 2008)



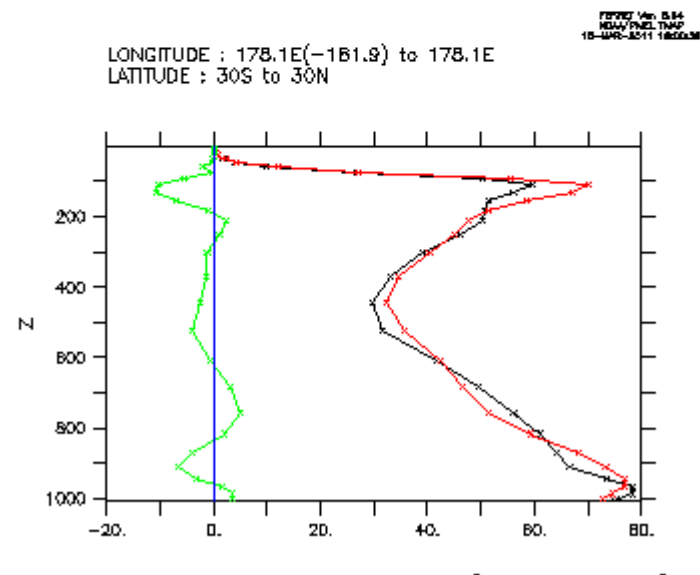
rhum*100



r_era



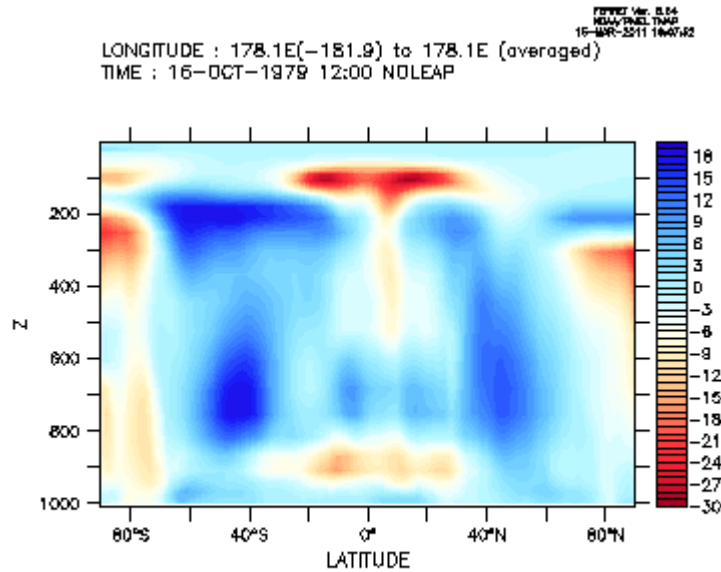
rhum bias



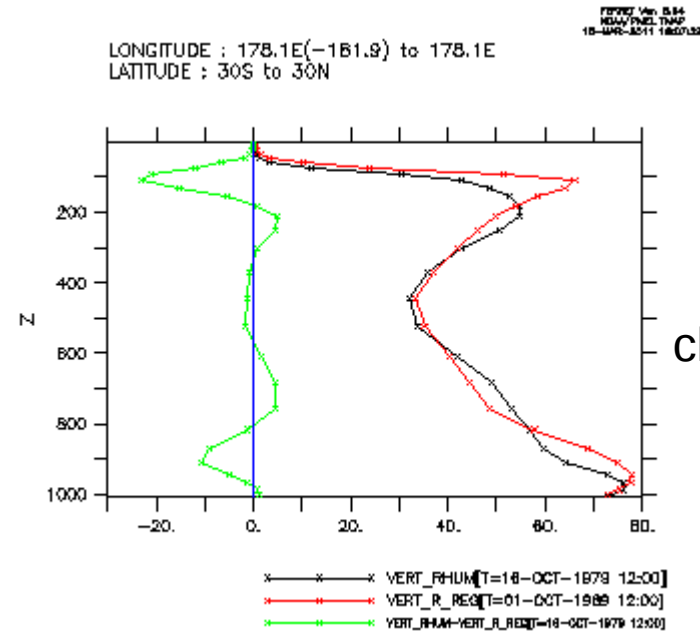
x x x VERT_RHUM[T=19-OCT-2008 12:00]
x x x VERT_R_REQ[T=19-OCT-2008 12:00]
x x x VERT_RHUM-VERT_R_REQ[T=19-OCT-2008 12:00]

J + 5

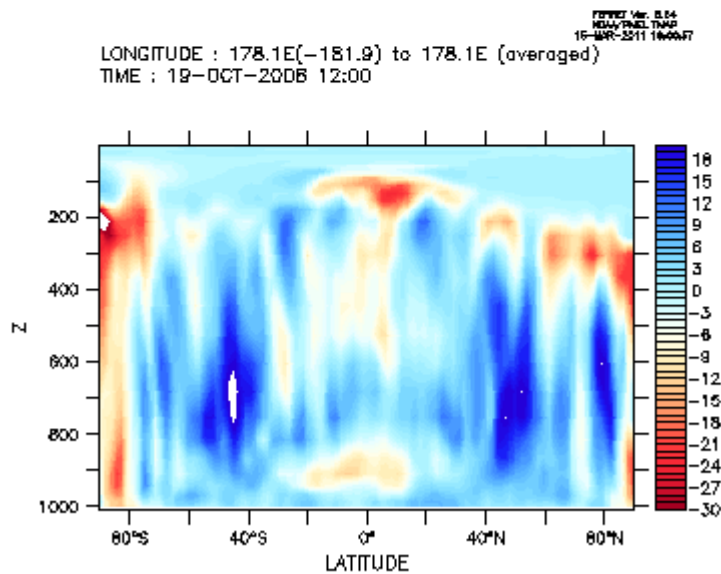
Biais de LMDZ en humidité relative : TransposeAMIP (15 Oct 2008) et Climatologie



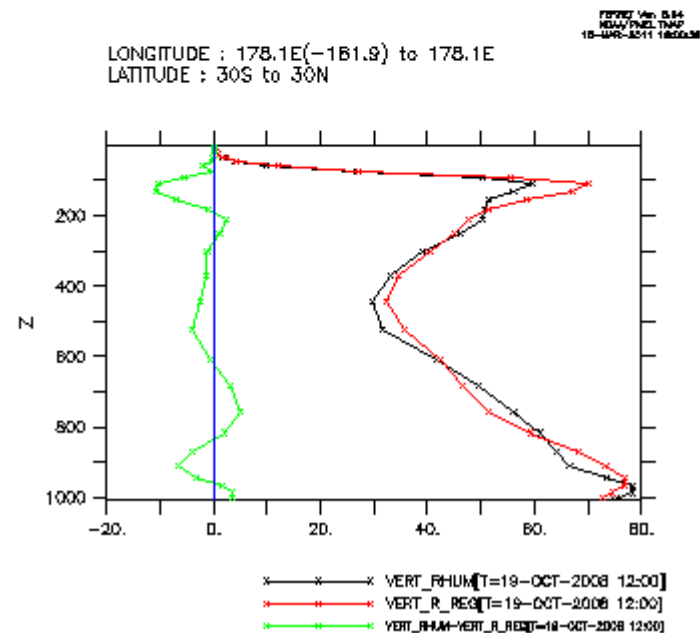
rhum oct bias



Moyenne
climatologique
Sur 10 ans



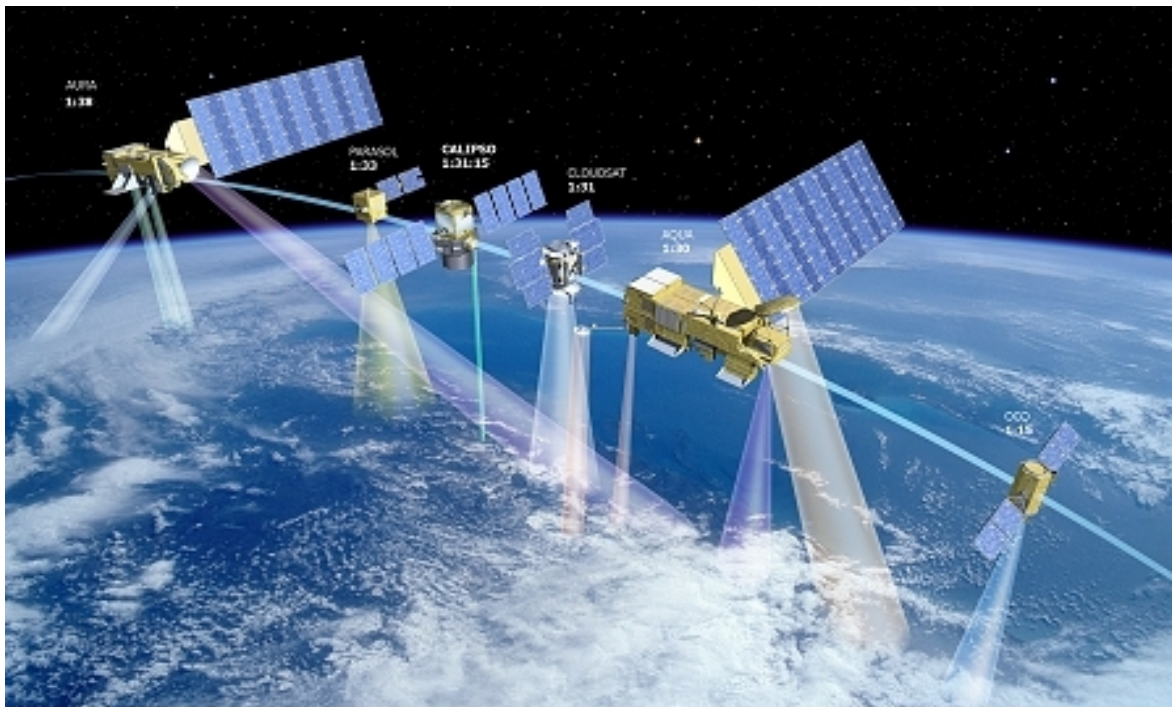
rhum bias



J + 5

Un aspect critique de l'évaluation de modèle : Repérer les compensations d'erreurs, Interpréter les erreurs...

- Importance d'évaluer un gd nb de variables simultanément
- S'y prêtent particulièrement :
 - les campagnes de type AMMA (cf AMMA-MIP)
 - les observations de l'A-train :

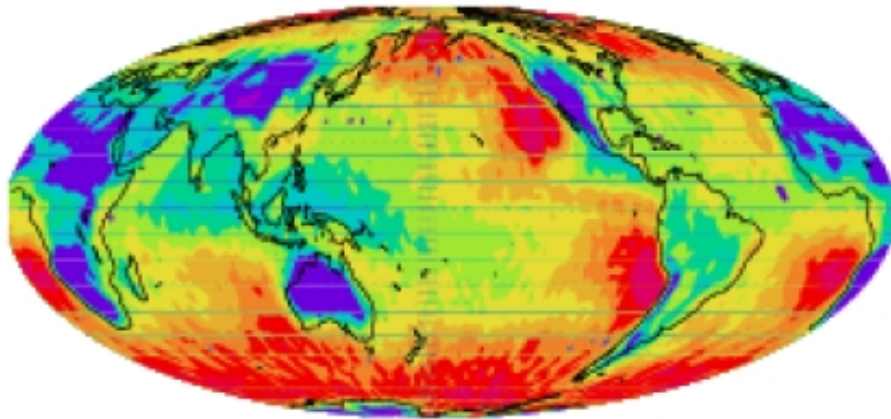


© CNRS - Avril 2008 / Illustration P. CAFFRE

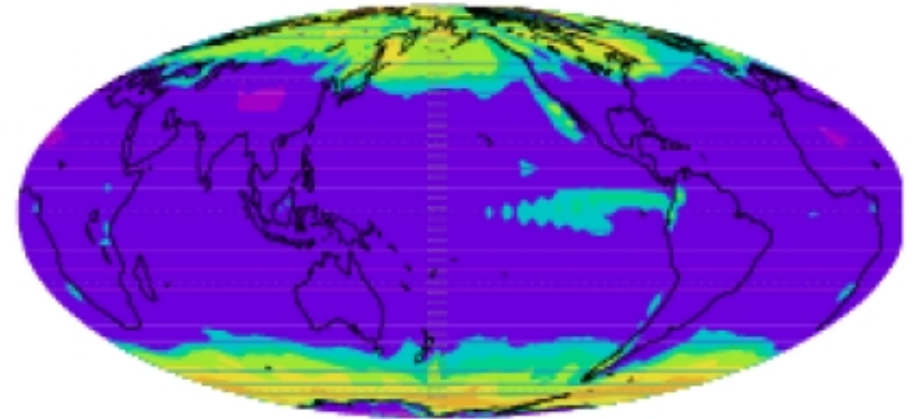
CERES (rad fluxes)
Calipso (cld fraction)
CloudSat (hydrometeor)
Parasol (opt thickness)
MODIS (clds, refl)
AIRS (WV)
TES (isotopes)
etc

Pour faciliter la comparaison des simulations LMDZ aux observations spatiales :
COSP : CFMIP Observations Simulator Package

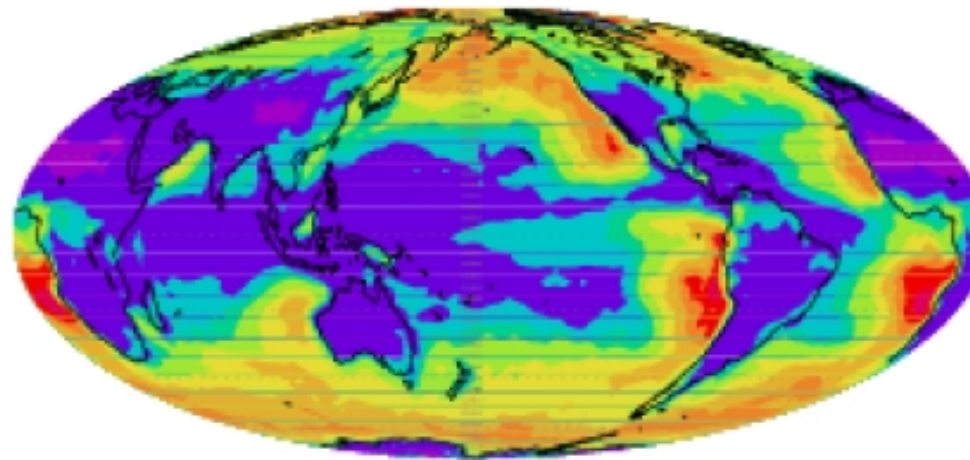
Low-level clouds CALIPSO (2008)



Low-level clouds ar40



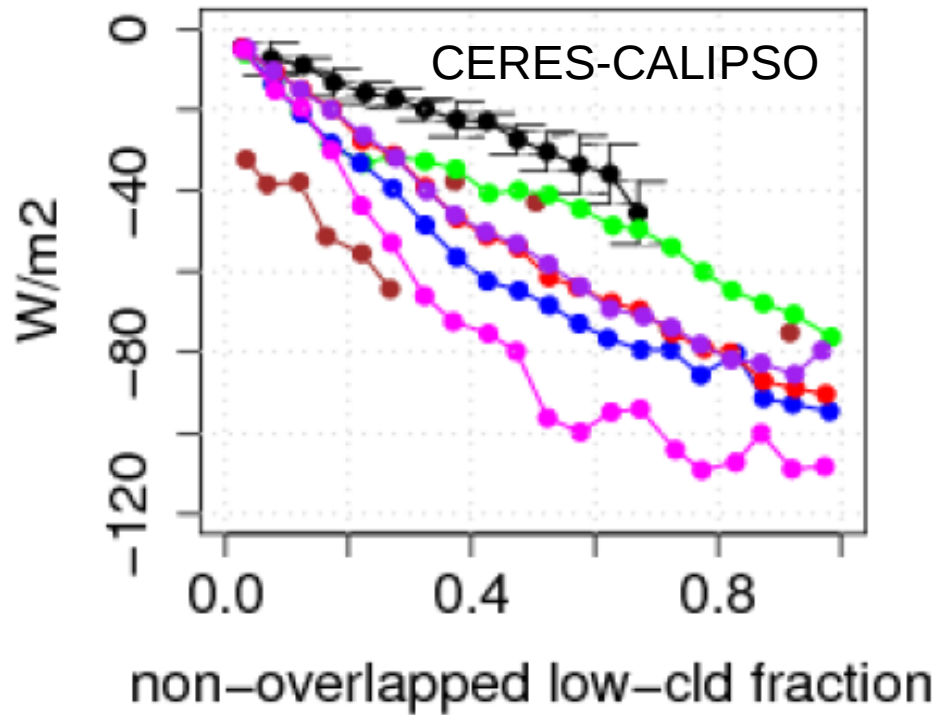
Low-level clouds npv2



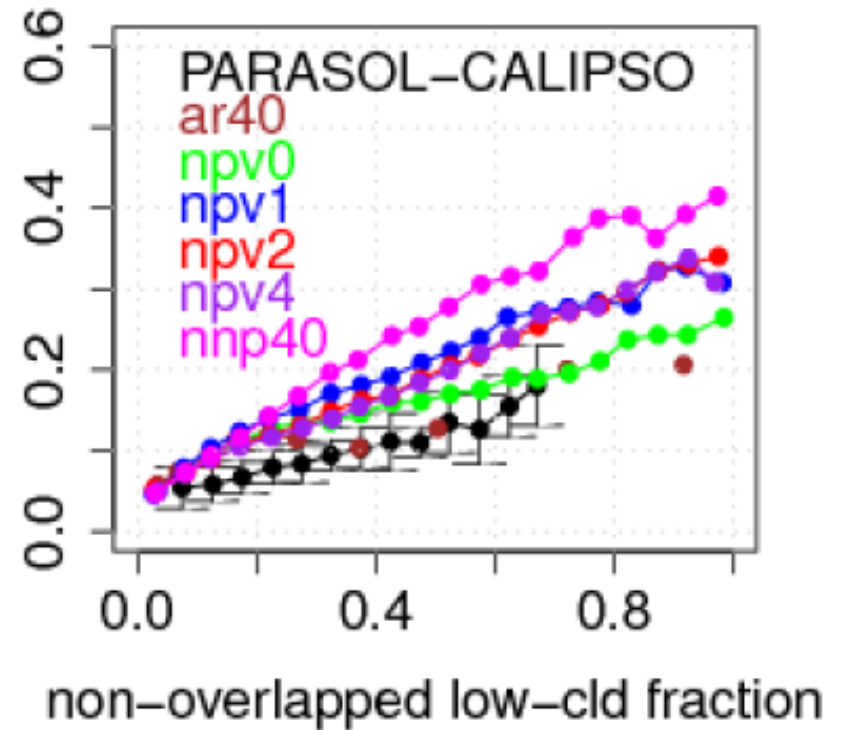
- Nuages bas bien meilleurs dans la nouvelle physique que dans AR4 !
Une sous-estimation qd même dans la plupart des régions

Pour faciliter la comparaison des simulations LMDZ aux observations spatiales :
COSP : CFMIP Observations Simulator Package

SW CRF vs cld fraction



Reflectance vs cld fraction



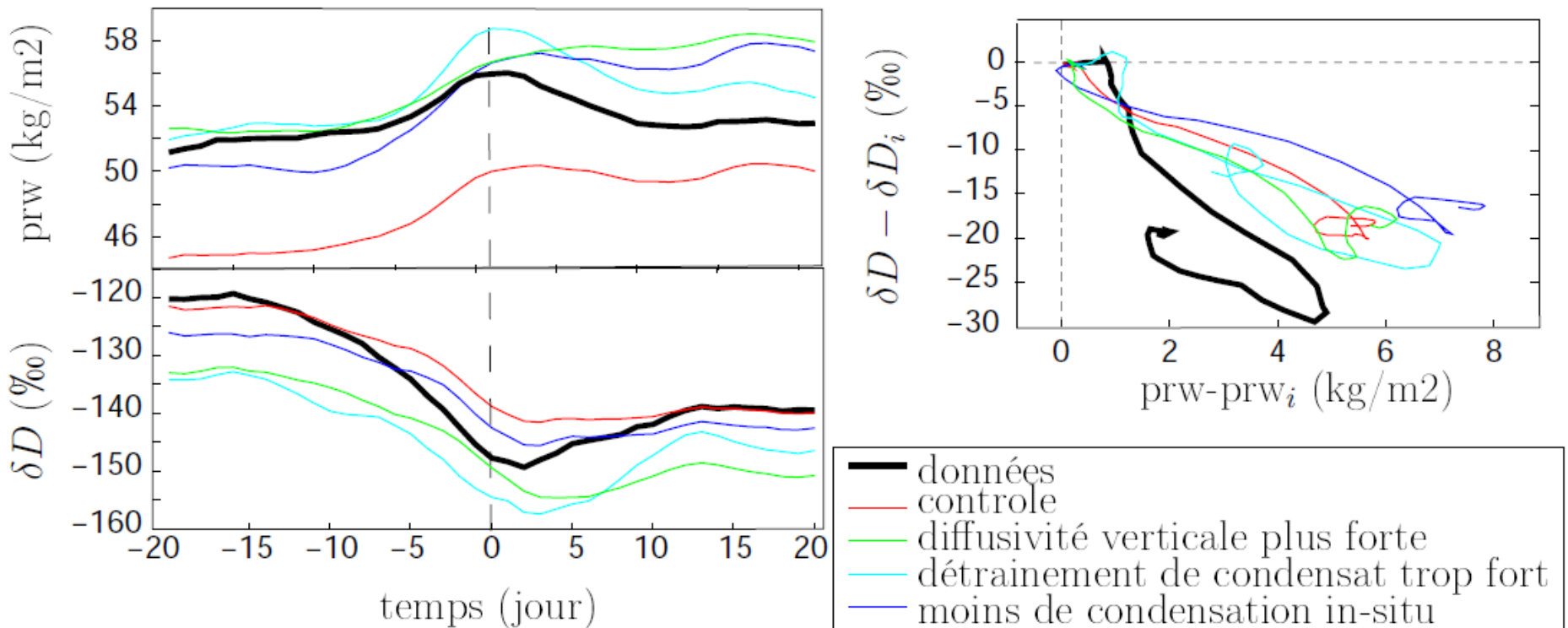
→ Pour une fraction nuageuse donnée: surestimation de l'épaisseur optique

Comparaison aux données de télédétection depuis le sol à Darwin (Australie, DJF)

(Données FTIR toutes les 3 min depuis 2004, LMDZ guidé par ECMWF)

Contenus intégrés sur la colonne

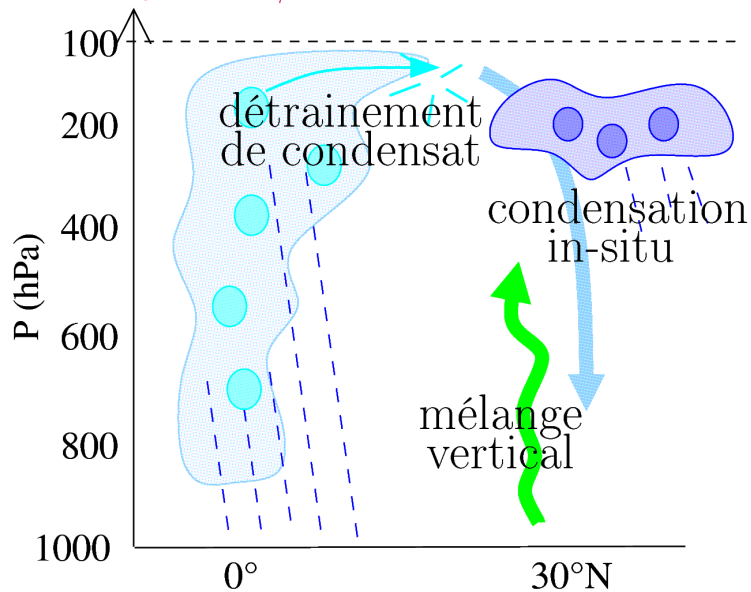
Composites de la variabilité intra-saisonnière tropicale (% max d'activité convective) :



- constantes de temps et pentes prw- δD sensibles à la physique
- perspective: LMDZ-1D, en particulier sur le cas TWP-ice

Utilisation de la composition isotopique de l'eau pour discriminer les différentes sources possibles de biais humide du modèle dans la haute troposphère

Cause biais humide dans la moyenne/haute troposphère?



Simulations LMDZ:

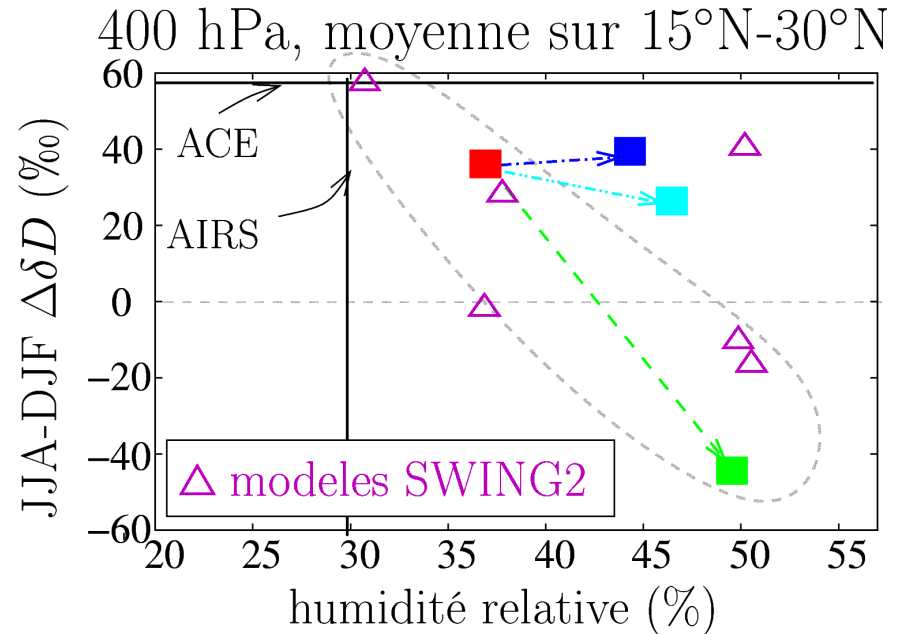
■ Controle

Tests: causes du biais humide:

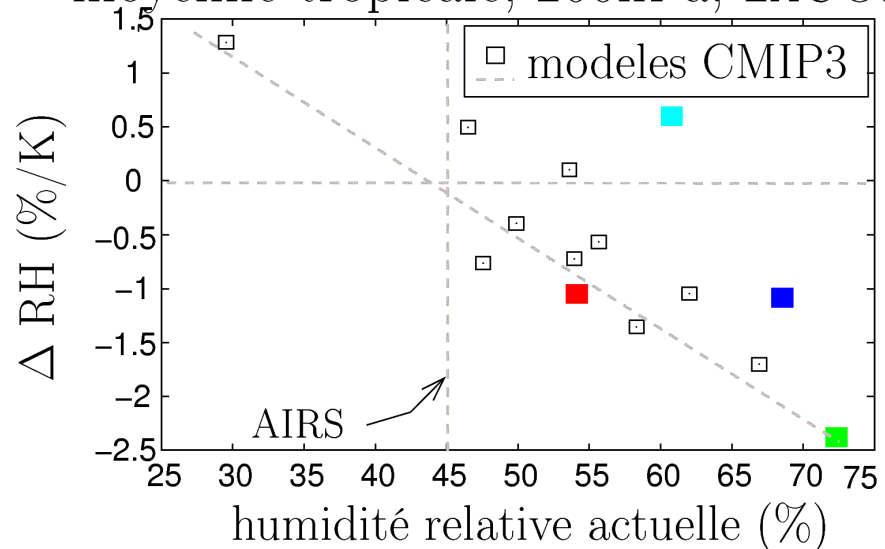
■ Advection verticale trop diffusive

■ Détrrainement de condensat trop fort

■ Condensation in-situ insuffisante



moyenne tropicale, 200hPa, 2xCO2



Evaluation de LMDZ : Points à développer / renforcer / améliorer ?

- Il se fait déjà beaucoup de choses !
Au LMD (grâce notamment à Ionela, Laurent, Marie-Pierre, Abderhamanne, etc)
Ailleurs à l'IPSL et au LGGE
- Comment faire pour que la gde diversité de diagnostics et d'évaluations présentées durant cette réunion (modes de variabilité, rétroactions OA, paléo, etc):
 - 1/ soit appliquée plus régulièrement au modèle ?
 - 2/ contribuent effectivement au développement du modèle
 - automatisation ? ou application individuelle?
 - organisation régulière de journées de ce type ?
- Encourager l'application des différentes approches sur des simulations communes
 - mérites relatifs des différentes approches?
- Encourager les évaluations intégrées (nbse variables, depuis l'espace et le sol)
 - sites instrumentés + observations spatiales co-localisées (notamment A-Train)
 - + simulateurs + isotopes
 - **Développer/affirmer le SIRTA comme “banc d'essai pour les paramétrisations” :**
 - avec mesures atmosphère, sol, météo, isotopes, traceurs, nuages..
 - + simulations CRM/LES ?
- CMIP5: Outputs LMDZ sur 119 sites (+ observations spatiales au-dessus):
 - opportunité pour évaluer les processus de LMDZ sur une gde variété de sites
 - Ex: nuages polaires
 - et à haute fréquence (cycle diurne, événements extrêmes.)

119 sites avec sorties CMIP5 à haute fréquence

