

Humidité de la troposphère libre à partir Des canaux vapeur d'eau dans l'IR

L. Picon¹, R. Roca¹, H. Brogniez², R.
Guzman¹, J. Lémond³

1: LMD PARIS

2: LATMOS GUYANCOURT

3: CNRM/GAME, Dir. de la Climatologie, Météo-France

Plan

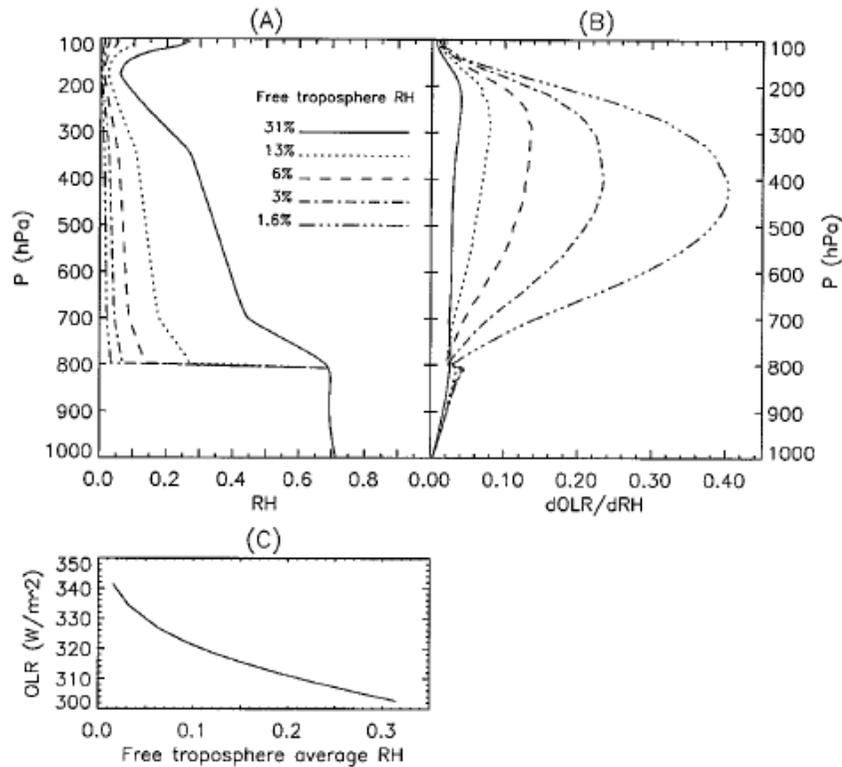
1. Importance de l'humidité dans la troposphère libre
2. Etablissement d'une base de données
3. Quelques éléments d'interprétation
 - Climatologie de la FTH
 - Interprétation des variabilités
 - Retour sur les effets radiatifs
4. Conclusion

1) Importance de l'humidité dans la troposphère libre

Sensibilité de l'OLR:

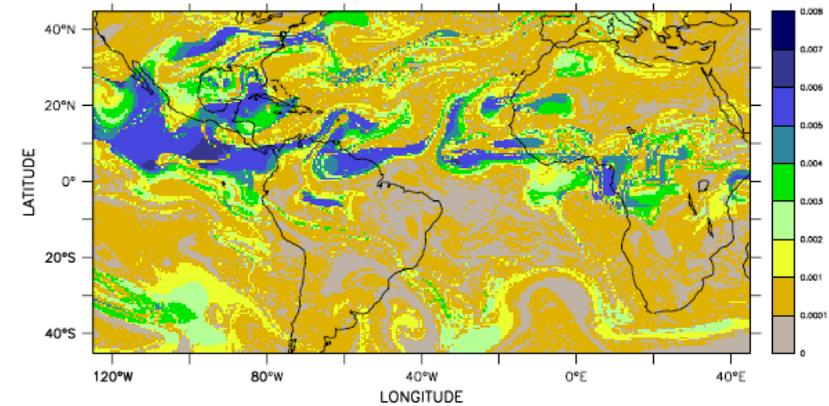
D'autant plus forte que l'air est sec

Zone de non-linéarité

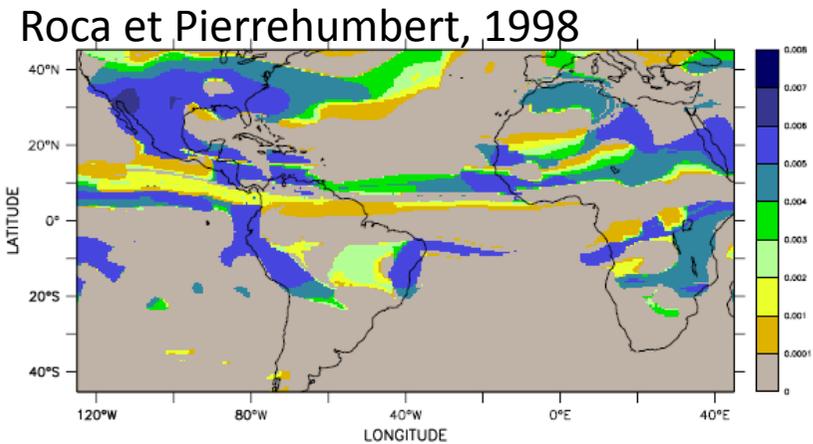


Spencer and Braswell, 2003

Vapeur d'eau dans la troposphère est contrôlée par la dynamique (perturbations à grande échelle)



Mixing ratio (kg/kg) TRANSIENT WINDS



Mixing ratio (kg/kg) STEADY WINDS

Roca et Pierrehumbert, 1998

2) Inversion des mesures IR en FTH

- Mesures dans la bande d'absorption à $6.3 \mu\text{m}$ depuis les années 70 sur les satellites défilants et géostationnaires
- Base de données de longues séries:

HIRS : 1978-2007, global, $2.5^\circ \times 2.5^\circ$, mensuel

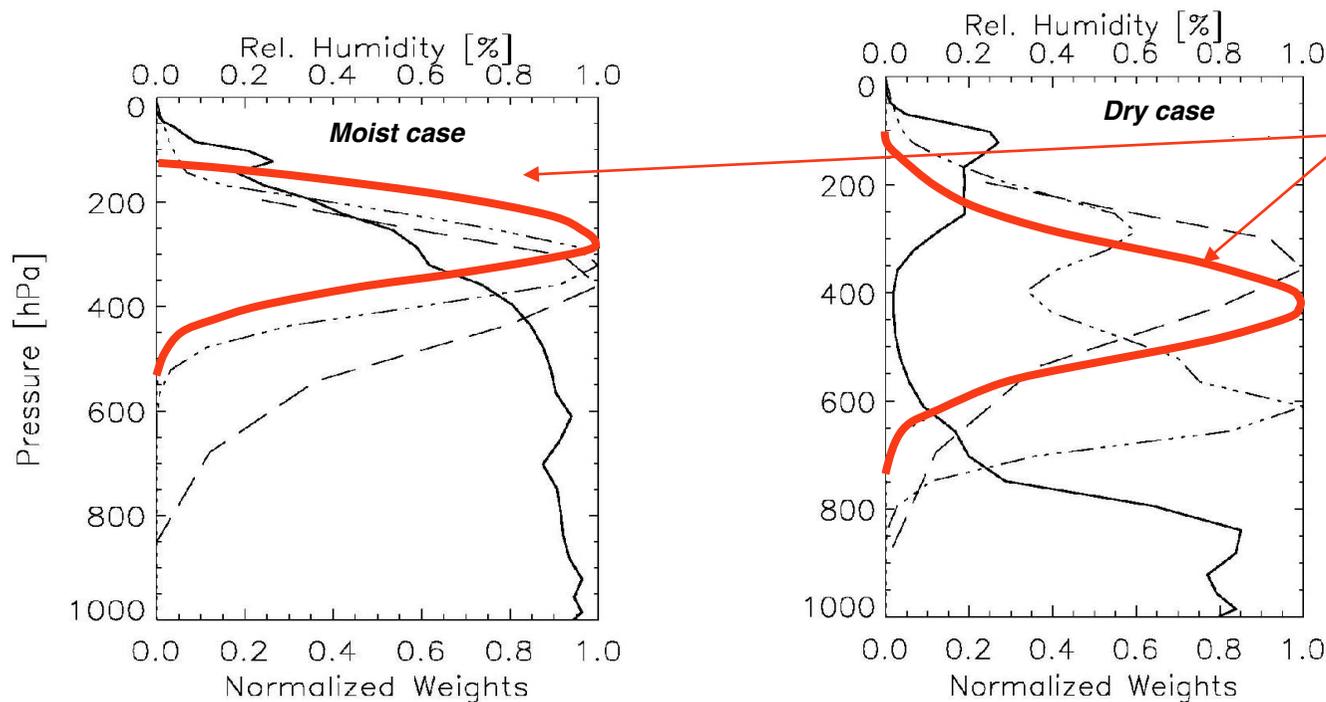
METEOSAT : 1983-2005, $0.625^\circ \times 0.625^\circ$, 3h

Bi-METEOSAT : 1999-2005, $0.625^\circ \times 0.625^\circ$, 3h

2) Etablissement d'une base de données - Inversion

Interprétation de la température de brillance en ciel clair à l'aide d'une théorie simplifiée de transfert radiatif [e.g. Soden & Bretherton, 1993; Schmetz *et al.*, 1995; Stephens *et al.*, 1996; Jackson & Bates, 2001]

$$\ln\left(\frac{\langle RH \rangle \cdot p_0}{\cos\theta}\right) = a \cdot T_{6.3\mu m} + b$$

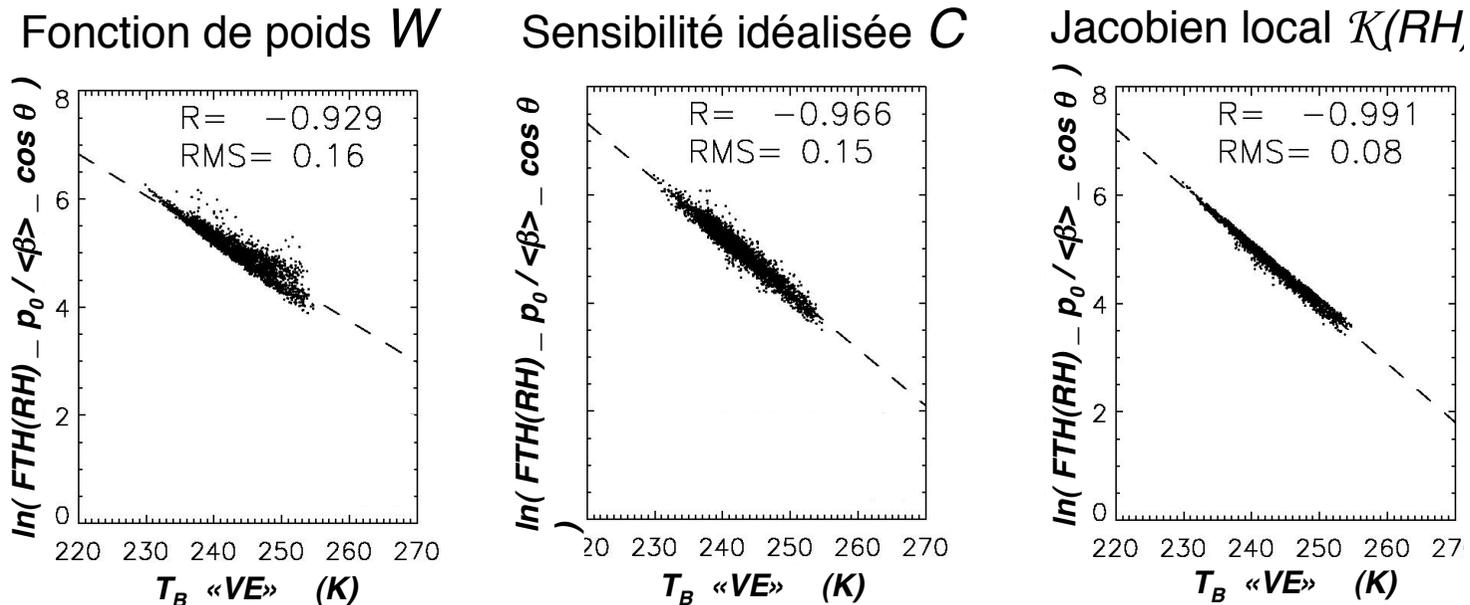


Pondération verticale de RH avec le jacobien local:

$$\langle RH \rangle = FTH$$

METEOSAT FIRST GENERATION 1983-2005 0.625°x0.625° 3h

2) Etablissement d'une base de données - Inversion



Intérêt de l'opérateur vertical $\mathcal{K}(RH)$: } Meilleure régression
 } Plus faible dispersion

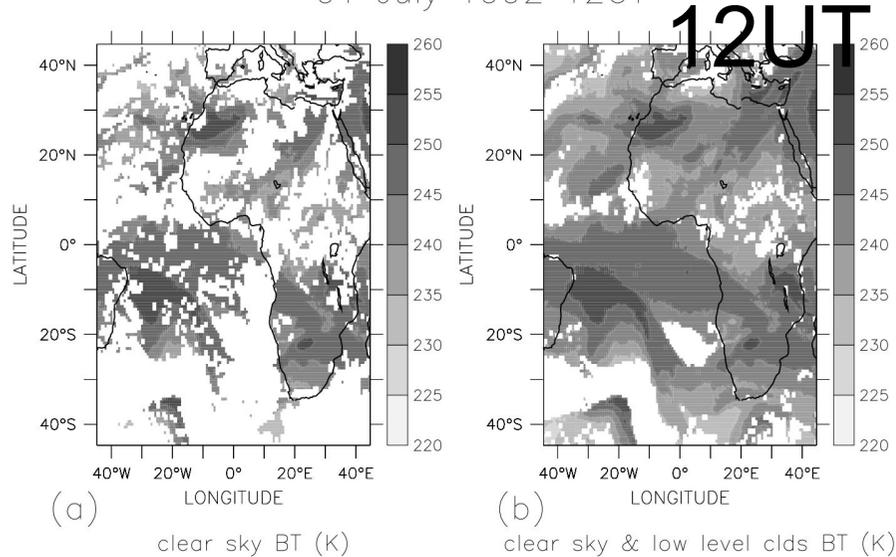
} La $T_B \llcorner VE \gg$ fournit une estimation de l'humidité relative de la troposphère libre (FTH) pondérée par le **jacobien d'humidité $\mathcal{K}(RH)$**

⇒ Détermination des coefficients a et b de la régression établie avec l'opérateur $\mathcal{K}(RH)$

Thèse d'H. Brogniez, 2004

2) Etablissement d'une base de données - Clarification

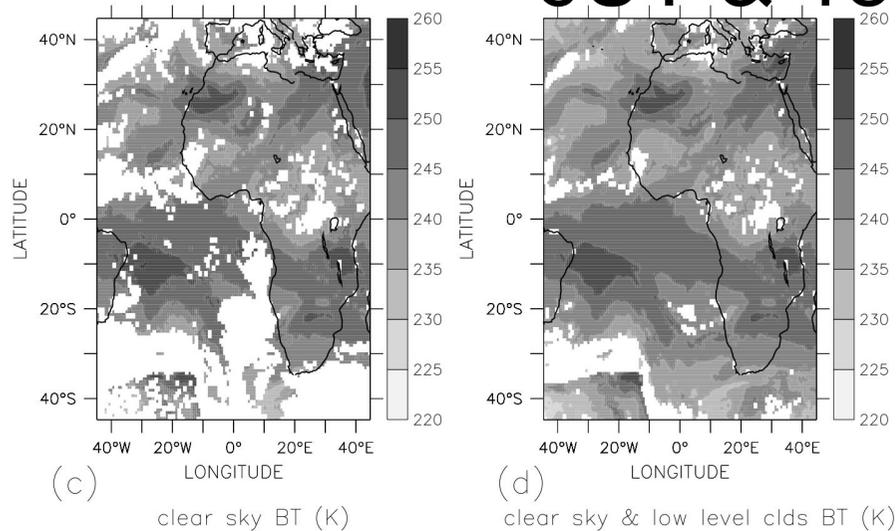
01 July 1992 12UT



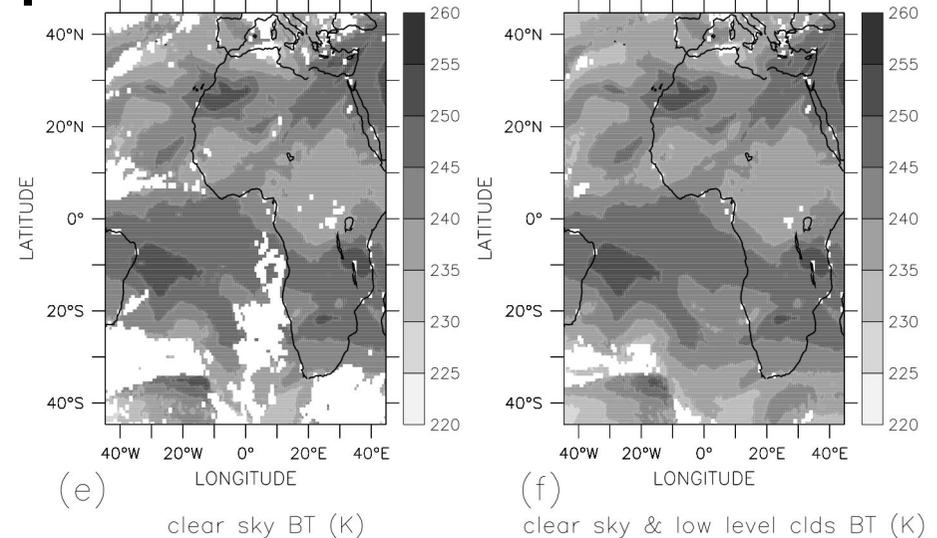
Impact de la clarification partielle sur la qualité de l'échantillonnage diurne de la restitution

8/jour

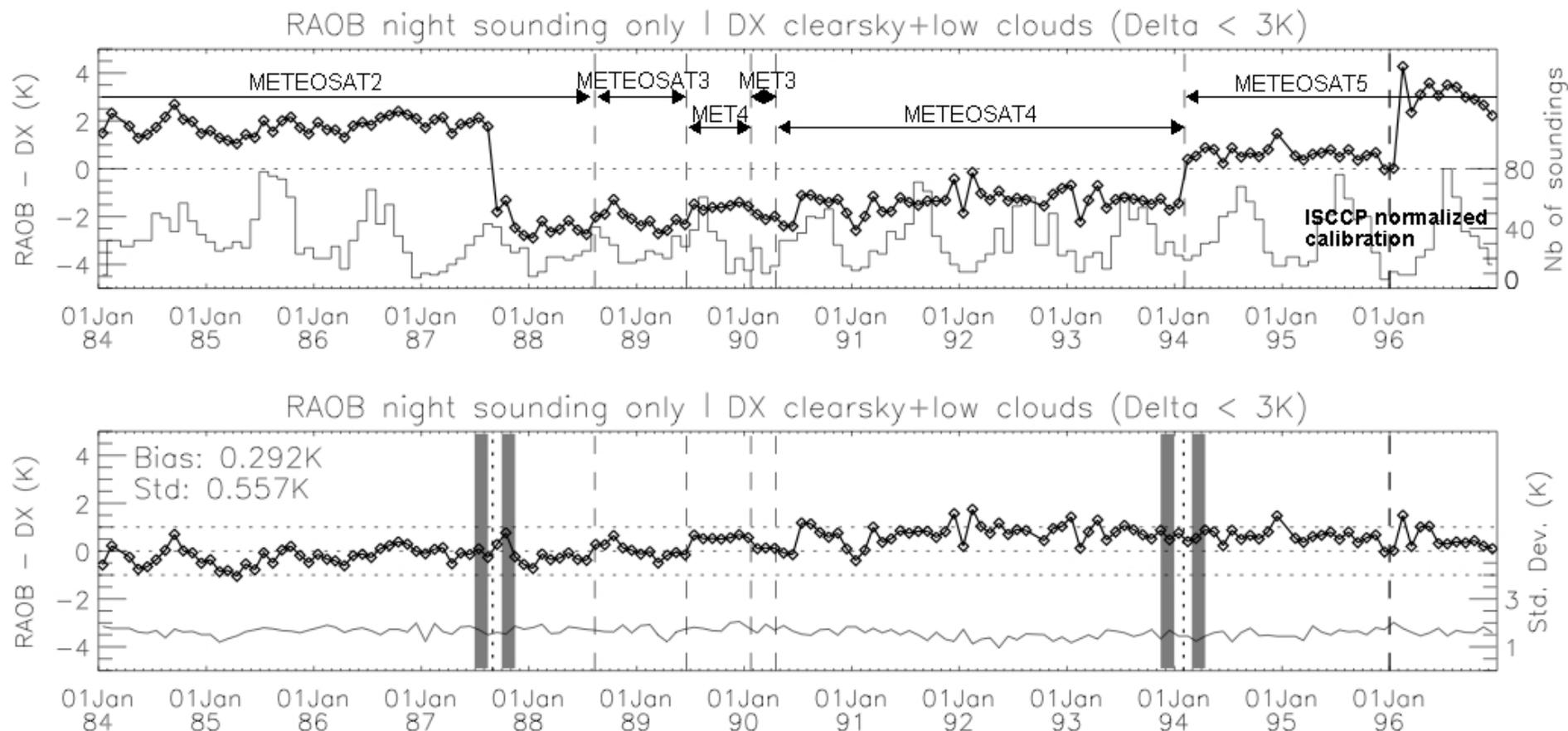
01 July 1992 6UT & 18UT



01 July 1992



2) Etablissement d'une base de données - Etalonnage



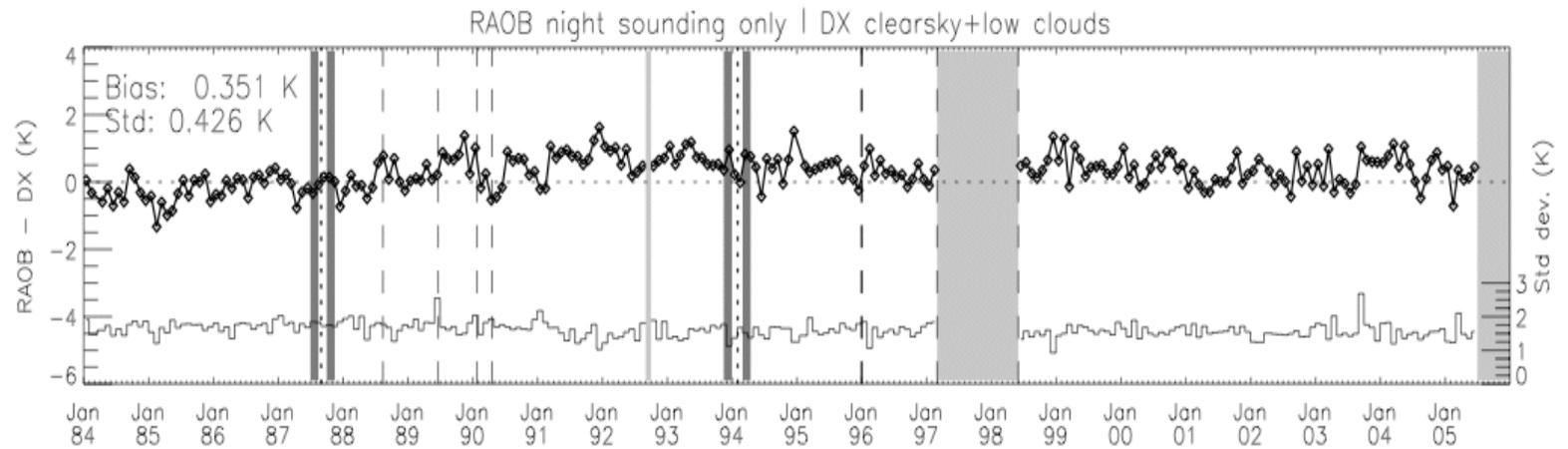
in Brogniez, Roca and Picon, JGR, 2006

**Comparaison des radiances METEOSAT et des radiances simulées
à partir des radiosondages,**

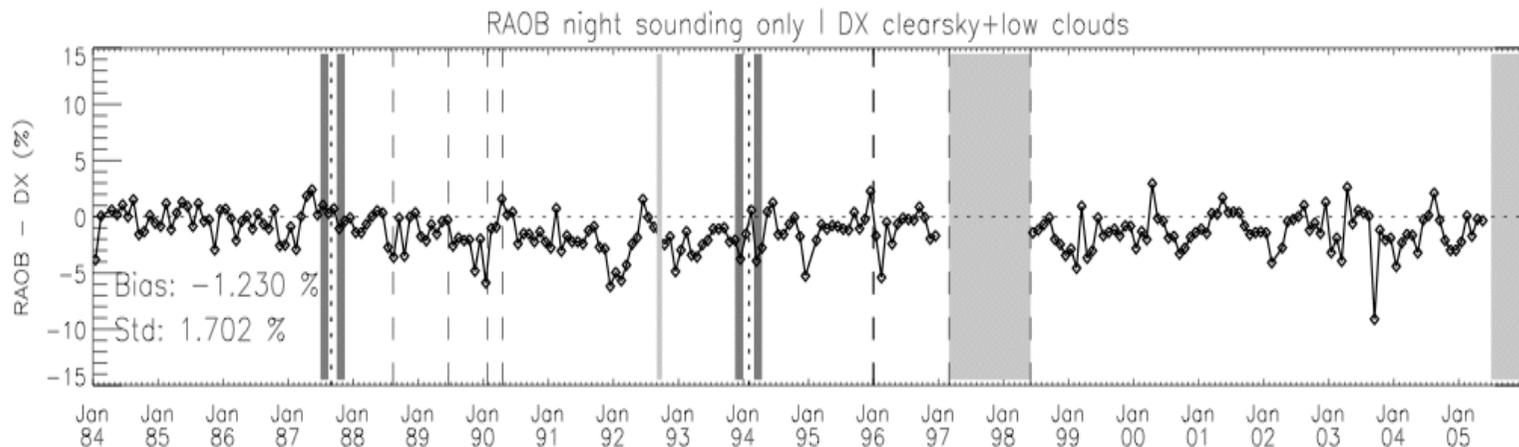
Homogénéisation, inter-étalonnage sur HIRS/12

2) Etablissement d'une base de données - Etalonnage

BT



FTH



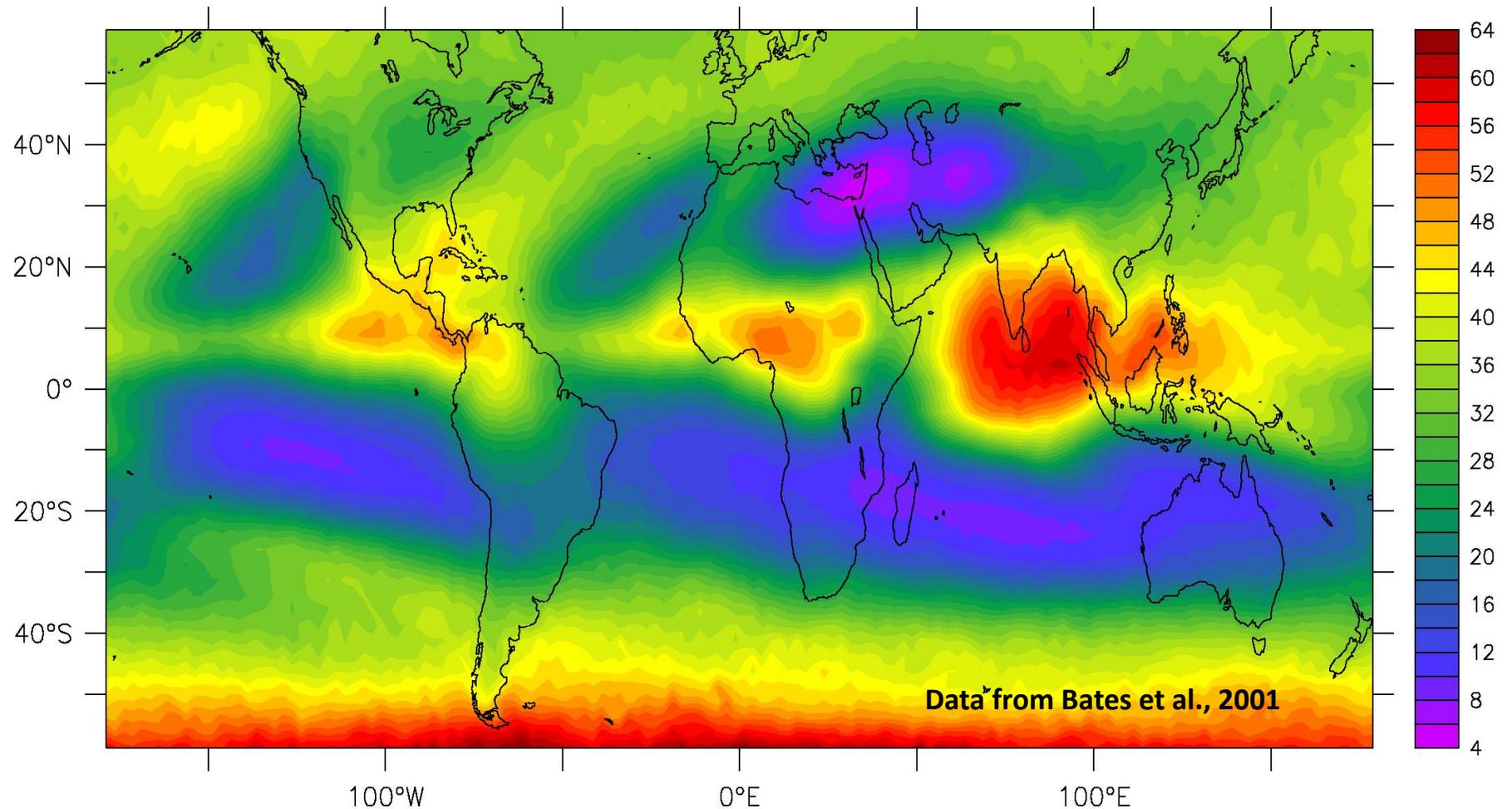
in Brogniez, Roca and Picon, JCLim, 2009

3) Quelques éléments d'interprétation

- Climatologie
- Variabilité Interannuelle
- Etude de l'effet de serre ciel clair

3.1 Climatologie de FTH

**NOAA based Upper Tropospheric Humidity
Juillet 1980-1998**



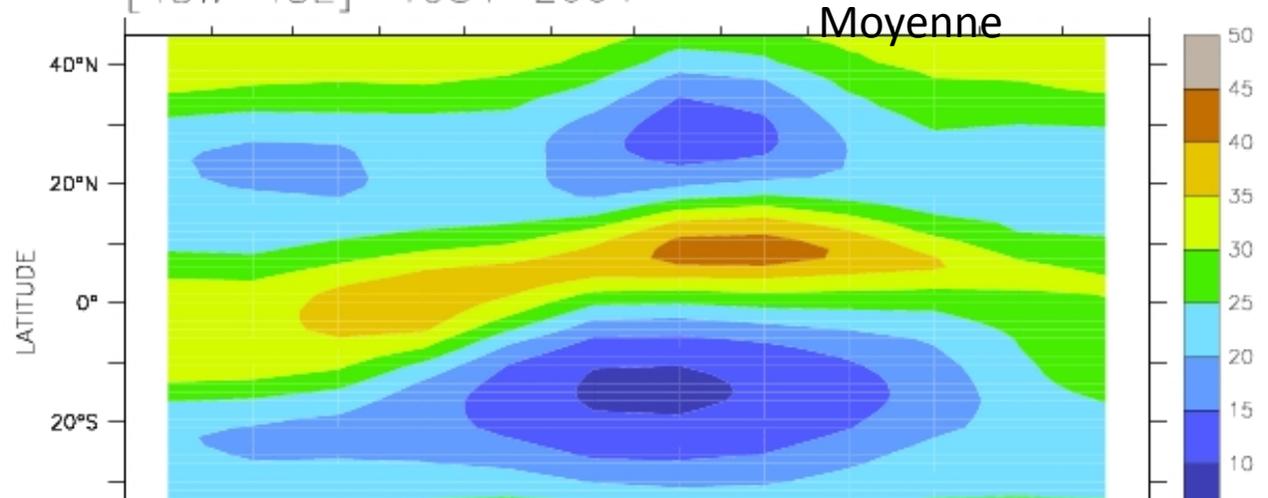
The driest zone in the world is located over the Eastern Mediterranean sea

3.1 Climatologie de FTH

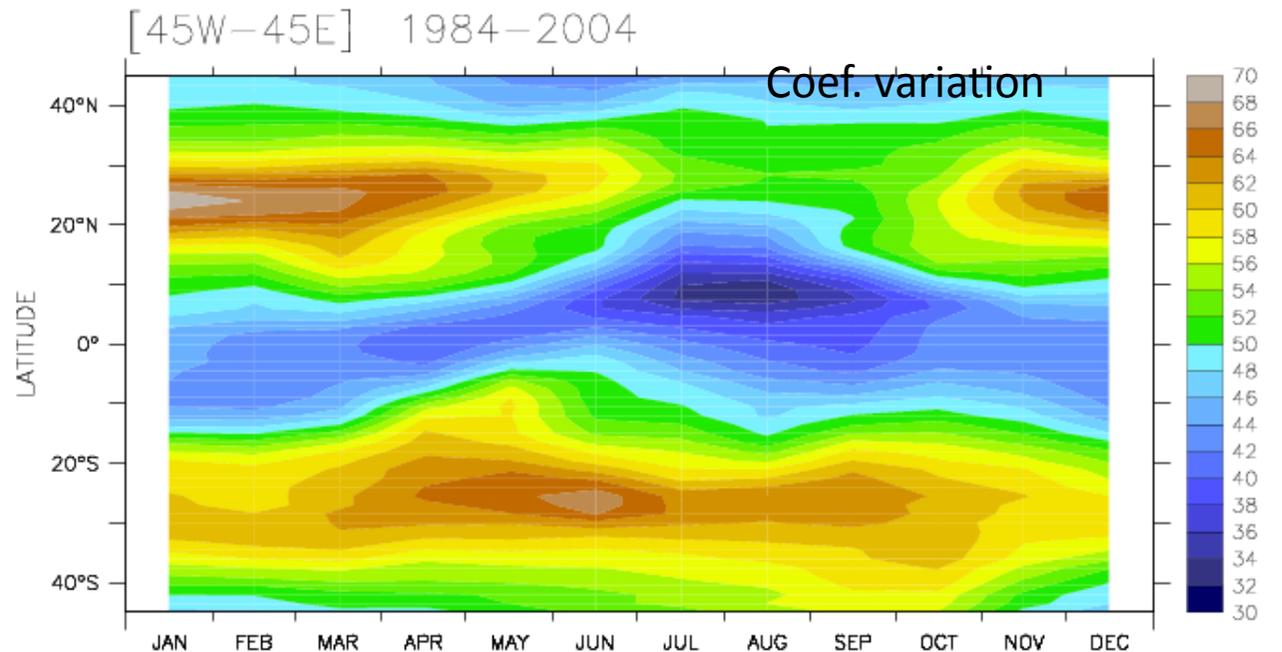
[45W-45E] 1984-2004

CYCLE SAISONNIER:

Moyenne 45W-45E

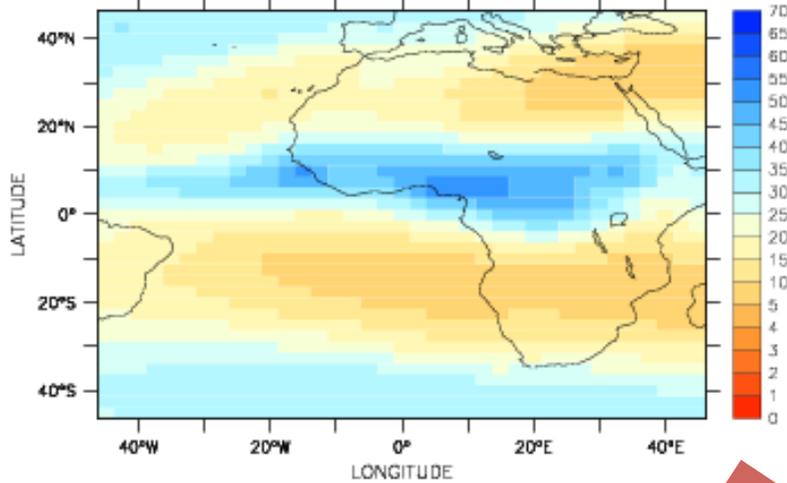


- Variabilité moindre dans zones humides
- Variabilité forte dans l'hémisphère d'hiver
- HS et HN pas symétrique

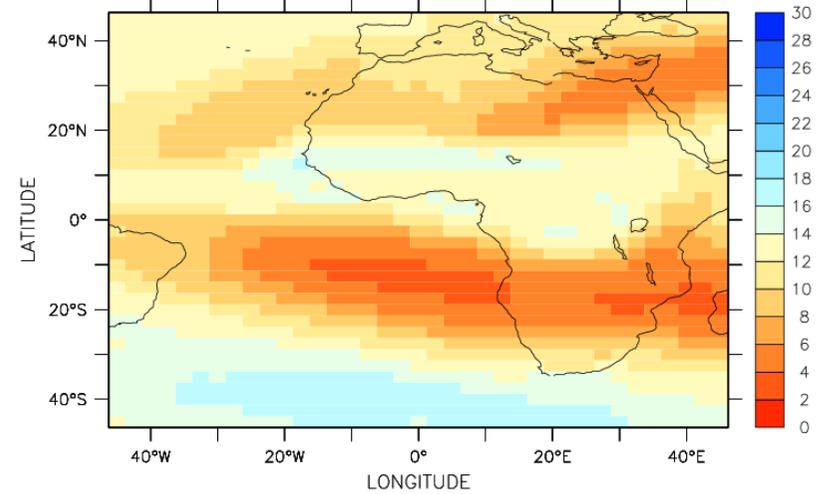


3.1 Climatologie de FTH

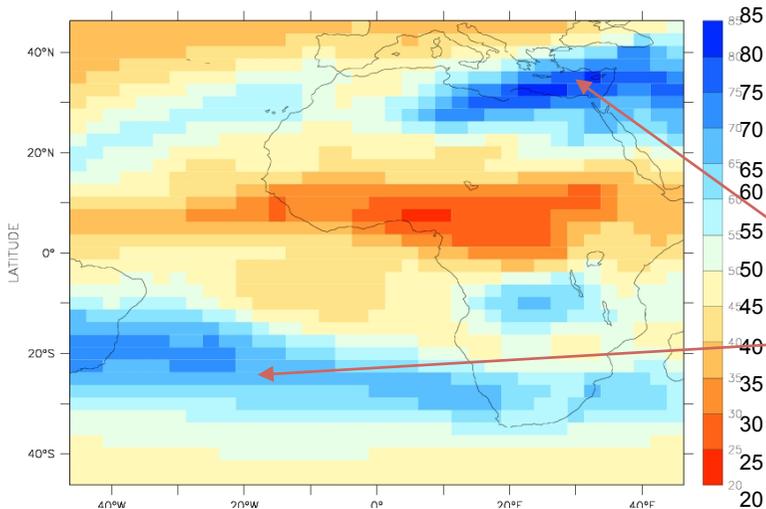
JJA Moyenne 1984-2004



JJA Ecart-type 1984-2004



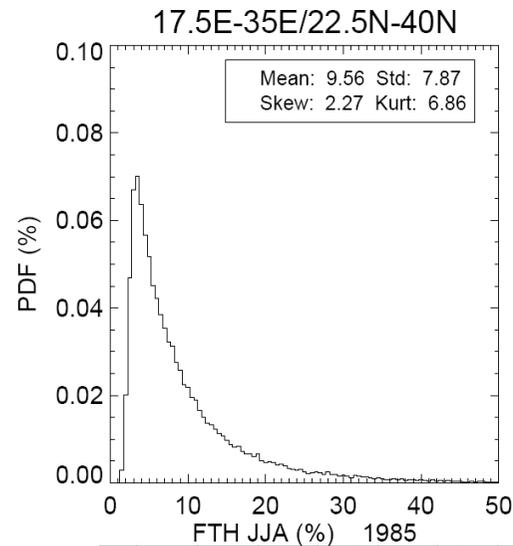
JJA Coefficient de variation 1984-2004



Moyenne influencée par la circulation grande échelle

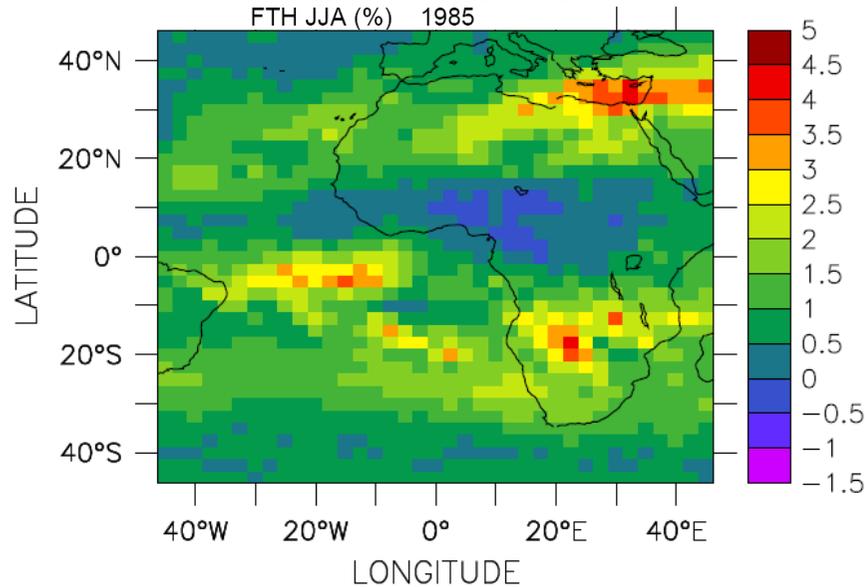
Forte variabilité interannuelle relative dans les zones sèches

3.1 Climatologie de FTH

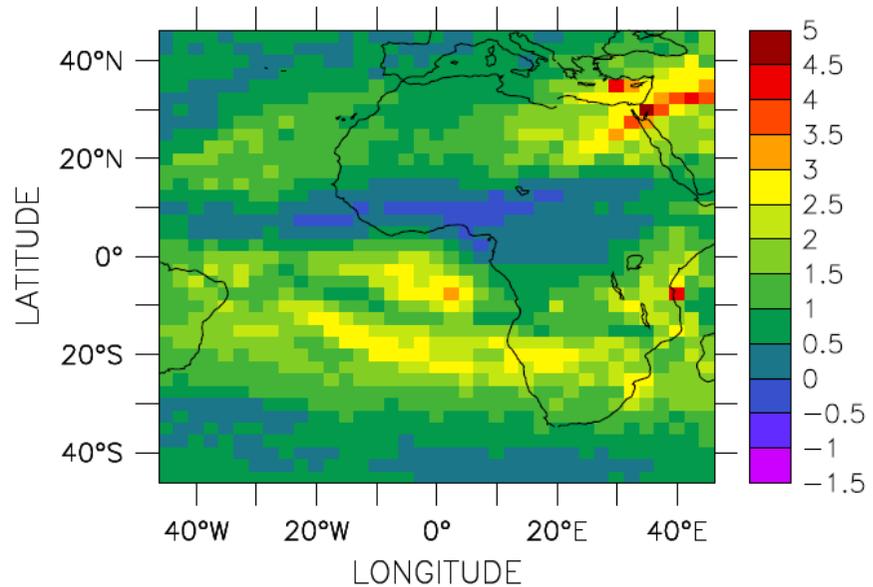


γ_1 : coefficient d'asymétrie >0

γ_2 : coefficient d'aplatissement > 3



SKEW 1986 JJA 8xdaily FTH



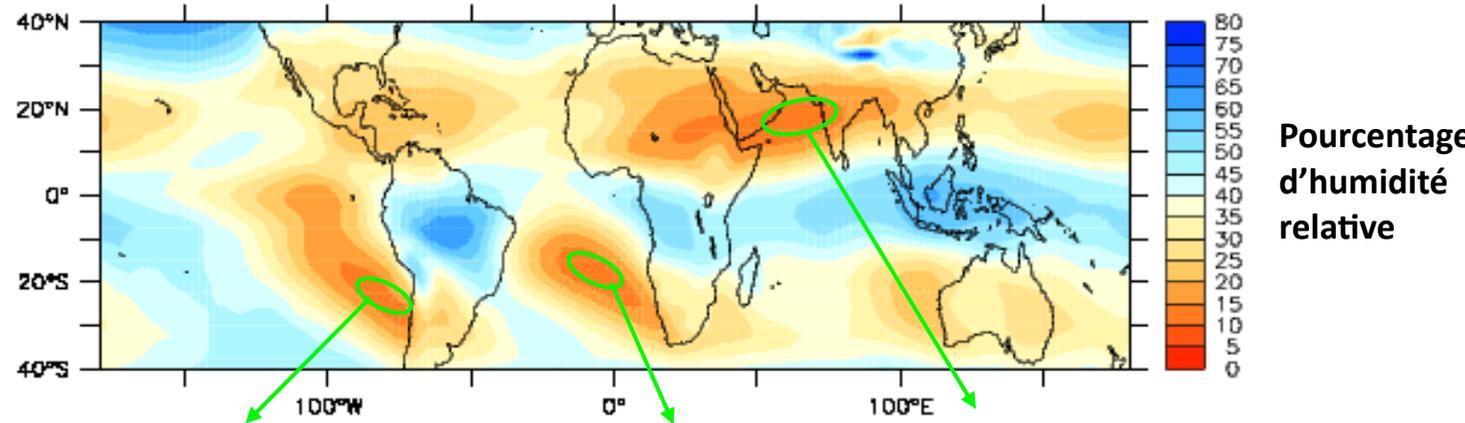
SKEW 1987 JJA 8xdaily FTH

Thèse J. Lémond, 2009

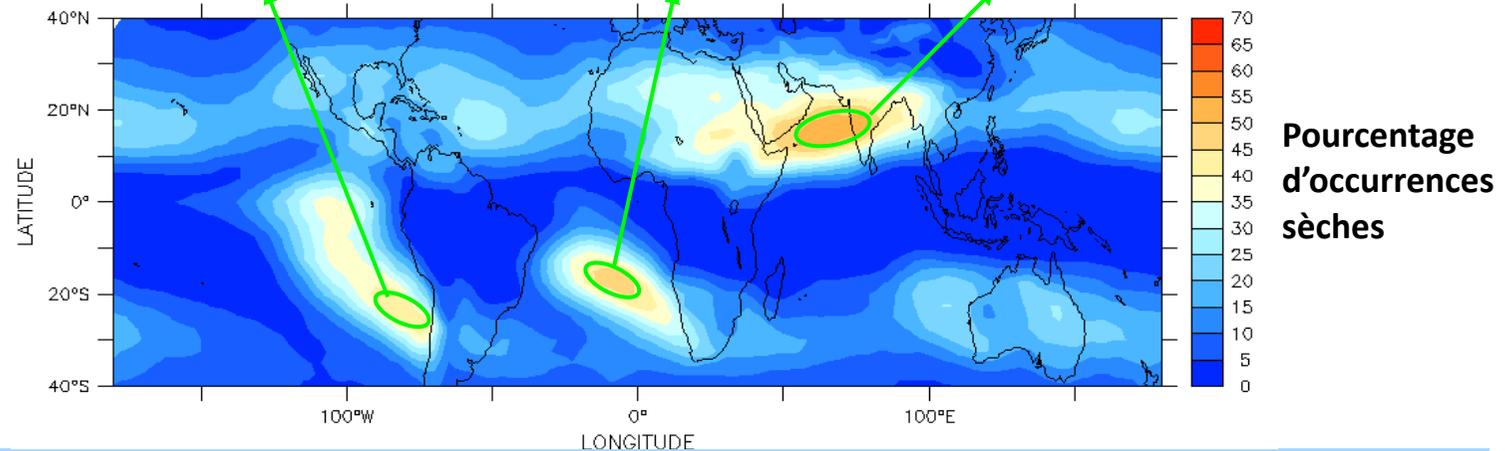
3.1 Climatologie de FTH

Climatologie des occurrences sèches vs Climatologie de la moyenne

Champ **moyen**
pour la saison DJF
moyenné sur
1979-2002 (NCEP-1)



Champ
d'occurrences sèches pour la
saison DJF
moyenné sur
1979-2002
(NCEP-1)



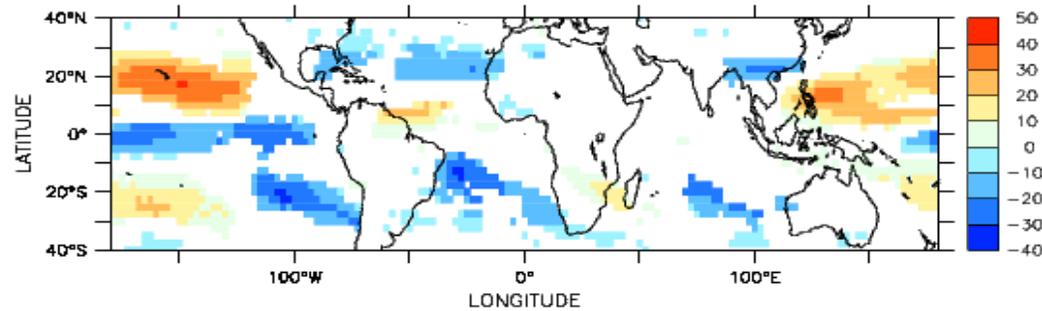
Le champ d'occurrences sèches améliore la caractérisation des régions sèches, puisqu'il permet de discriminer des régions de même moyenne

Thèse J. Lémond, 2009

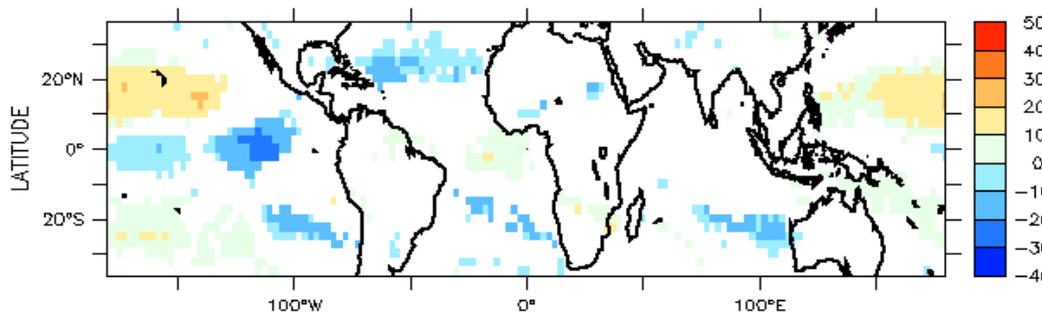
Réunion du GdR Radiométrie Microonde pour l'Etude de l'Atmosphère - 06 octobre 2010- Paris

3.2 Interprétation de la variabilité interannuelle

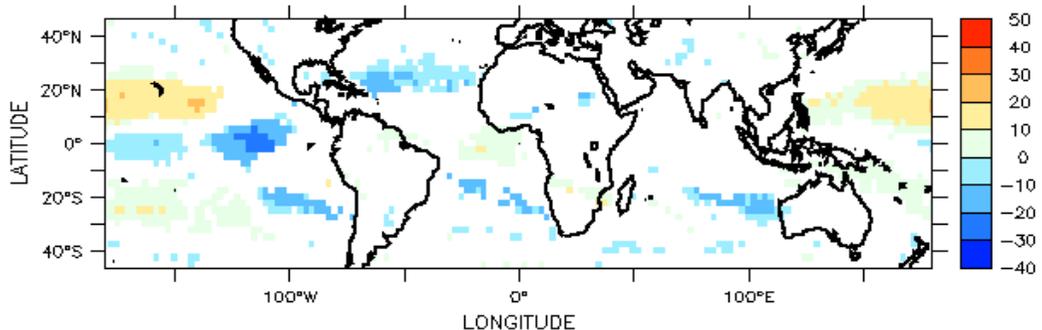
Modifications de l'air sec associées aux événements ENSO d'hiver boréal



ERA-40



NCEP-1



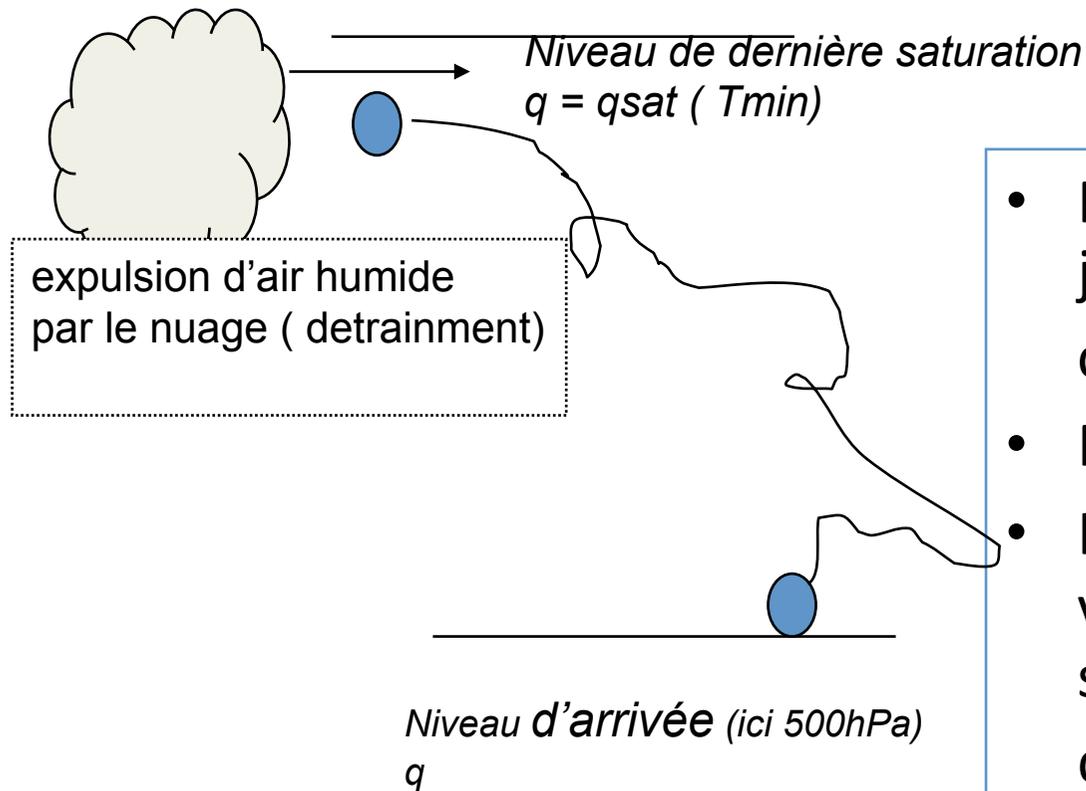
NCEP-2

- Bonne cohérence spatiale entre les différentes estimations.
- L'intensité des anomalies ERA-40 est supérieure à l'intensité des anomalies NCEP.

Thèse J. Lémond, 2009

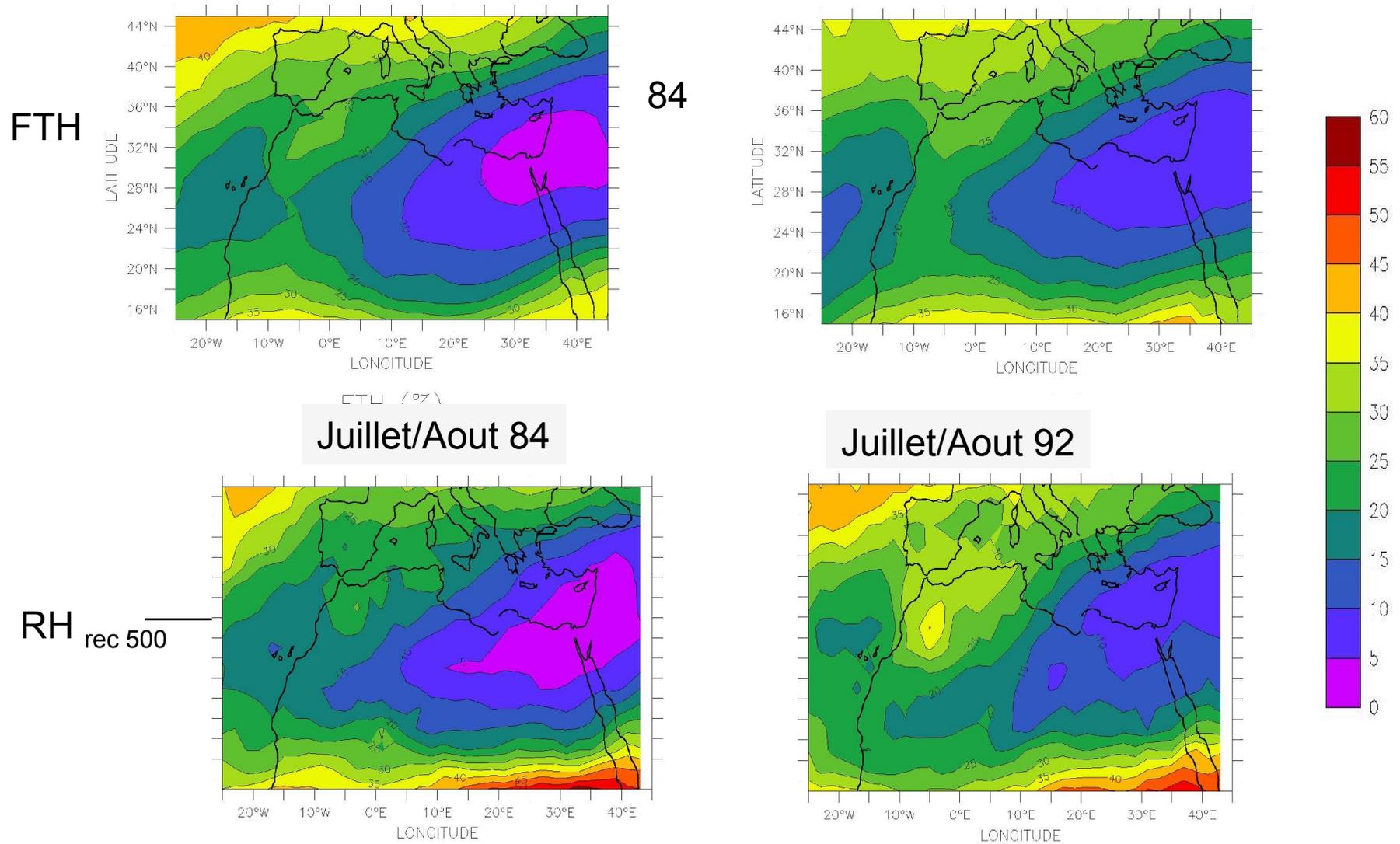
3.2 Interprétation de la variabilité interannuelle

$$FTH \sim RH_{500 \text{ hPa}} = q_{500 \text{ hPa}} / q_{\text{sat}}_{500 \text{ hPa}}$$



- Rétro-trajectoires sur les 12 jours précédents à partir des champs de vents NCEP
- Point d'arrivée à 500 hPa
- Hypothèse: pas de source de vapeur d'eau depuis la dernière saturation
 $q_{500} = q (T_{\text{last saturation}})$
- Accès à la position de dernière saturation, de la température $T_{\text{last-saturation}}$
- Reconstruction de $RH_{\text{rec } 500}$

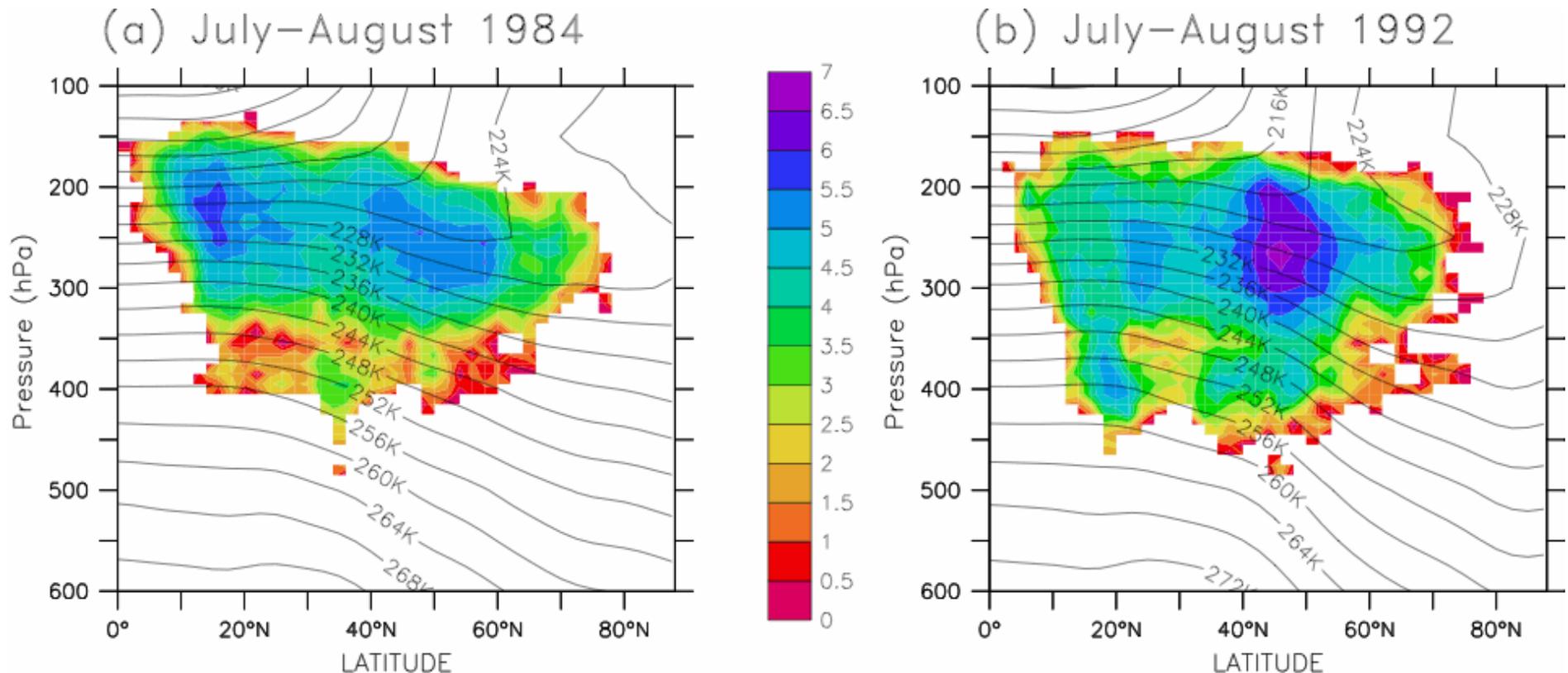
3.2 Interprétation de la variabilité interannuelle RH 500 reconstruit: une bonne approche de RH



in Brogniez, Roca and Picon, JClimate, 2009

3.2 Interprétation de la variabilité interannuelle

Densité de la latitude de dernière saturation



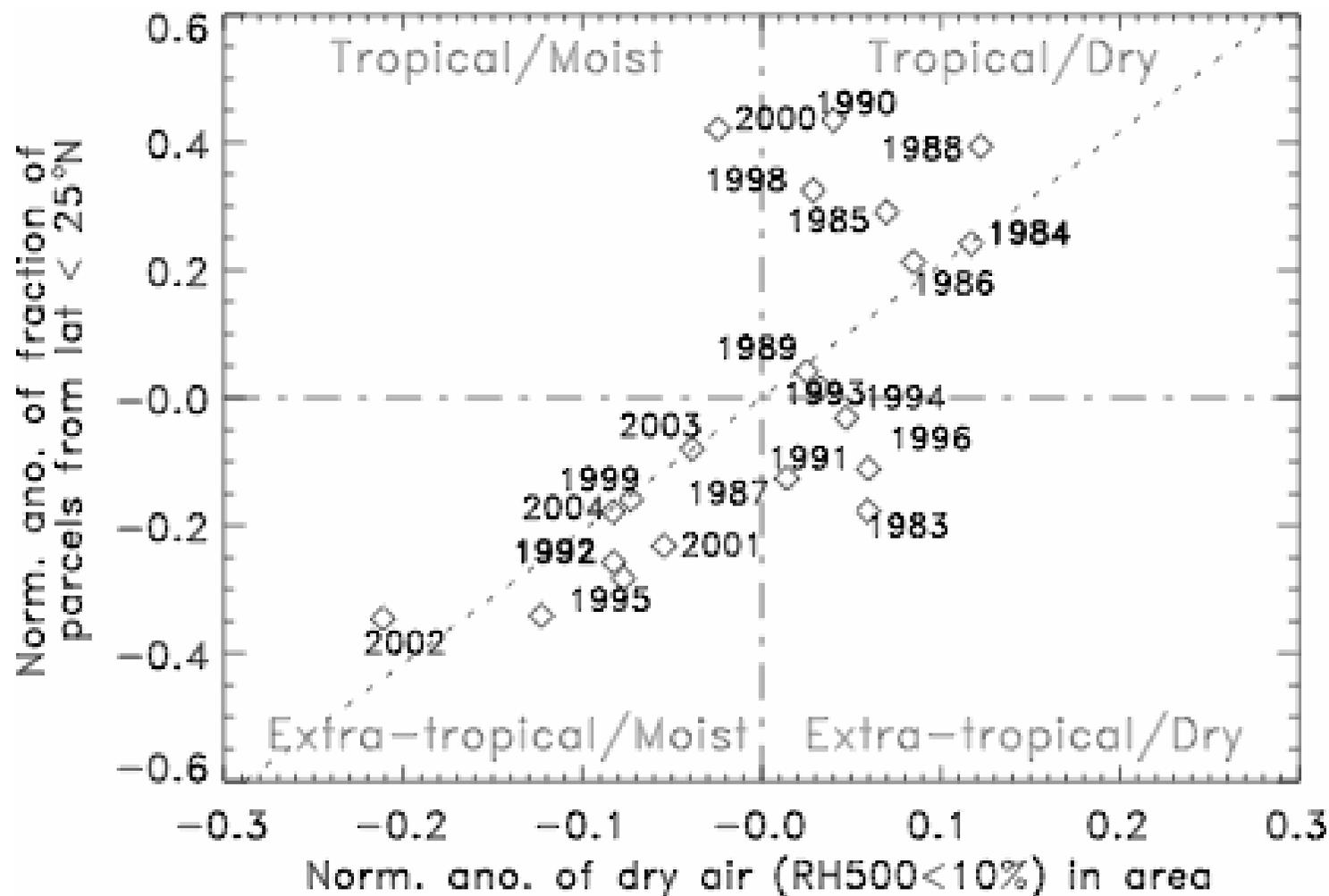
Density of last saturation

Density of last saturation

in Brogniez, Roca and Picon, JCLim, 2009

3.2 Interprétation de la variabilité interannuelle

Variabilité inter annuelle de la latitude de dernière saturation



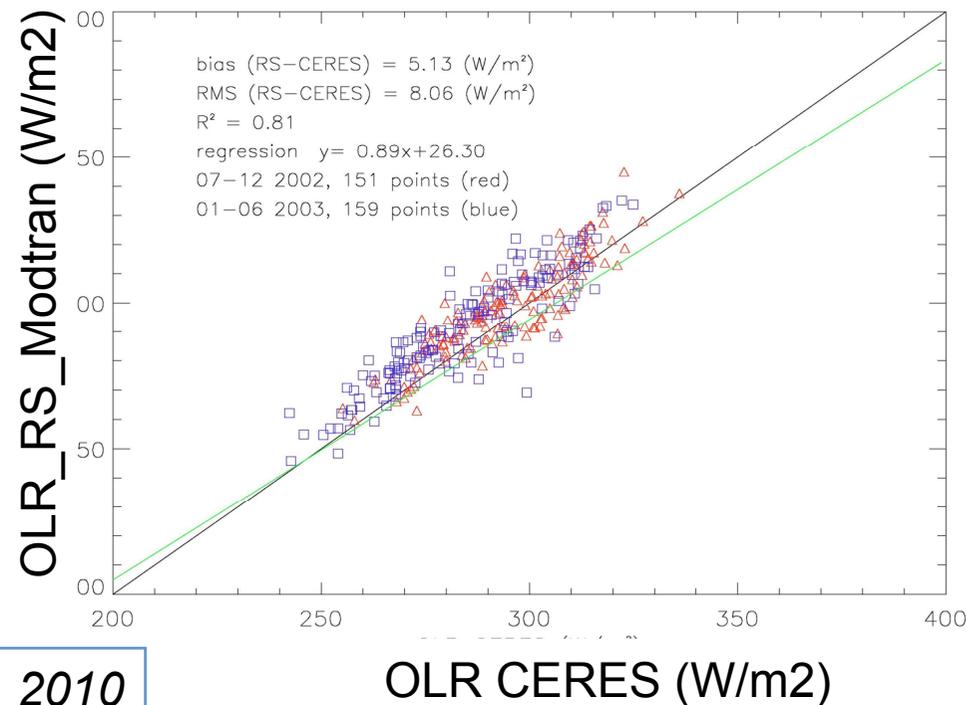
in Brogniez, Roca and Picon, JClimate, 2009

3.3 FTH et OLR

- Mieux comprendre l'influence de la VE sur l'effet de serre ciel clair
- Deux effets concurrents: atmosphère et surface

$$\text{Flux à la surface: } LW_{S\uparrow} \approx (1 - \varepsilon) \cdot LW_{A\downarrow}(BLH, T_A) + \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_S^4$$

$$\text{Flux au sommet: } OLR \approx f(LW_{S\uparrow}, FTH)$$

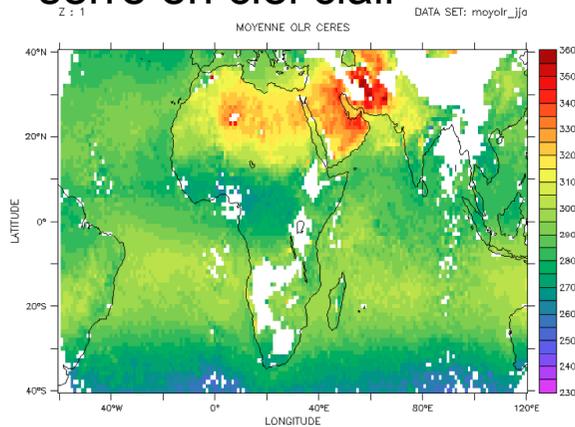


Données de nuit
JJA
Tropiques

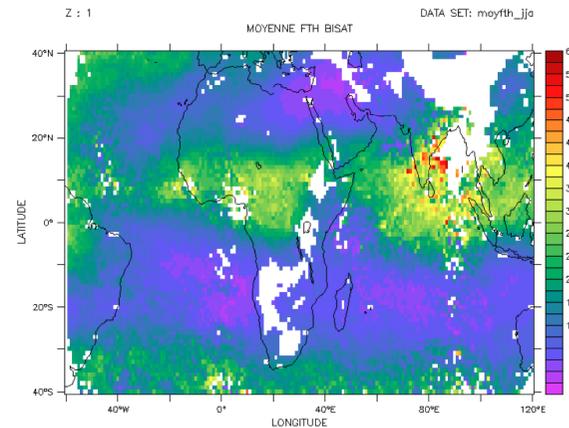
Thèse R. Guzman, 2010

3.3 FTH et OLR

But: mieux comprendre la rétroaction de la VE et l'effet de serre en ciel clair

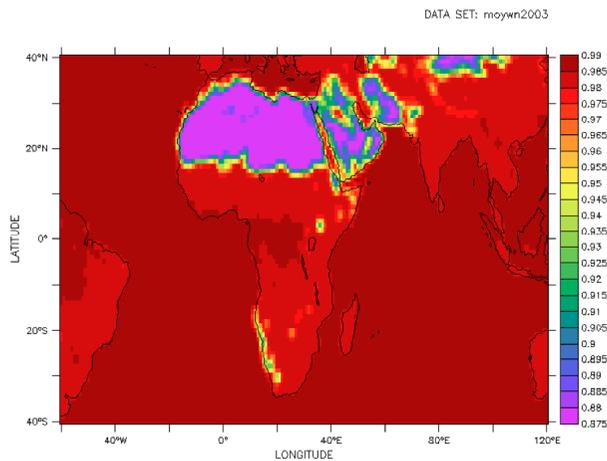


JJA

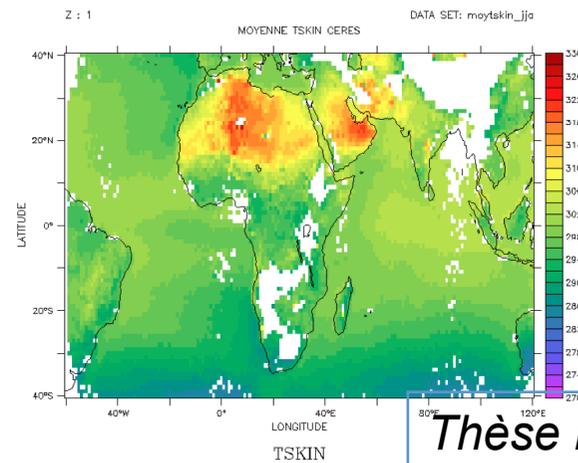


CERES SSF AQUA (instantannées)
(07/2002-06/2003)

FTH BI-METEOSAT 2000-2005
colocalisées



Emissivité de surface (CERES)

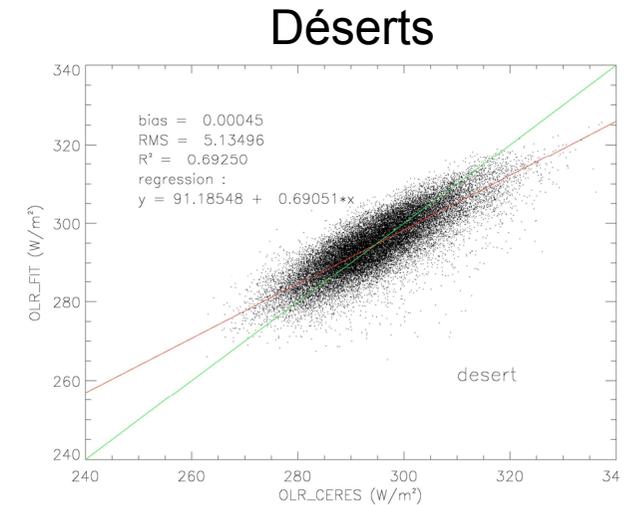
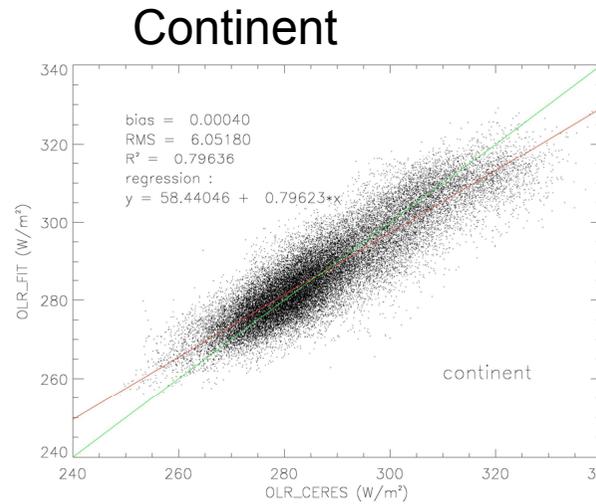
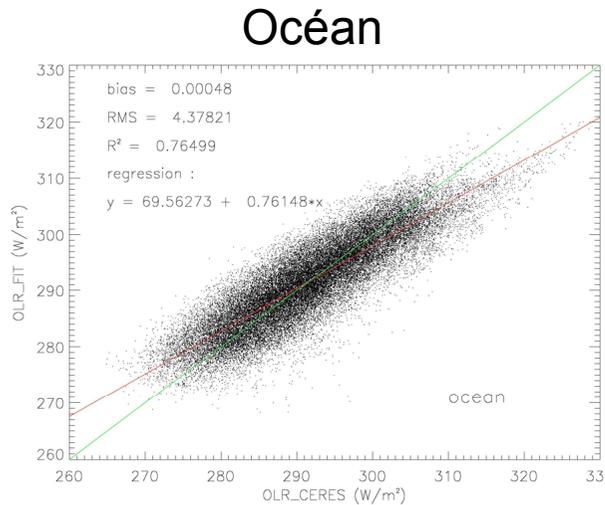


Température de surface (CERES)

Thèse R. Guzman, 2010

3.3 FTH et OLR

Modèle de régression linéaire à 2 paramètres: $OLR = a \cdot \sigma \cdot T_s^4 + b \cdot \ln(FTH) + c$



Avec 3 paramètres:

Type de surface	Coefficients de corrélation				stddev
	$\sigma \cdot T_s^4$	$\ln(FTH)$	$\ln(PWAT)$	R^2	
Océan	-0.009	-0.820	-0.540	0.765	4.378
Continent	0.572	-0.643	-0.090	0.775	5.816
Désert	0.099	-0.790	0.327	0.693	5.135

Thèse R. Guzman, 2010

Réunion du GdR Radiométrie Microonde pour l'Etude de l'Atmosphère - 06 octobre 2010- Paris

Conclusion

- Humidité de la troposphère libre joue un rôle majeur sur les processus climatiques
- Importance des séries longues établies à partir des données IR/VE
 - prolongation avec MSG
 - comparaison avec HIRS
 - MCG et tendances

MERCI DE VOTRE ATTENTION!