

Relations humidité-convection pendant la MJO: exploitation des observations SAPHIR

Hélène Brogniez

Thomas Garot, Renaud Fallourd, Nicolas Viltard, Christophe Dufour
& le groupe mission Megha-Tropiques

Overview

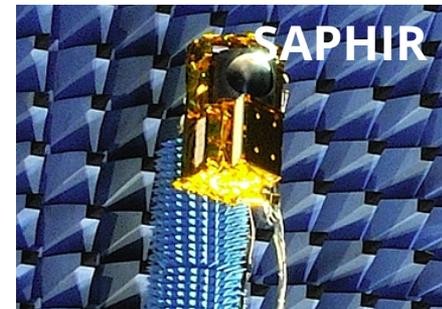
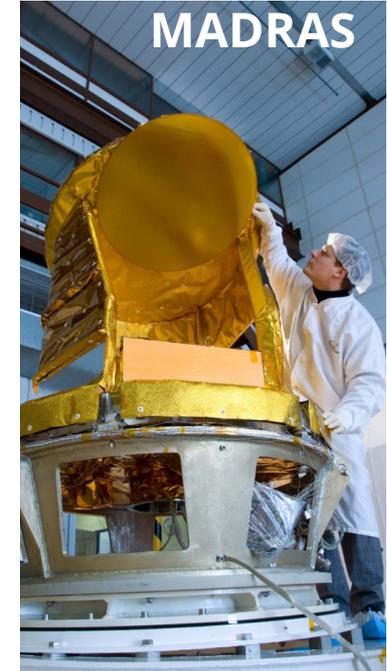
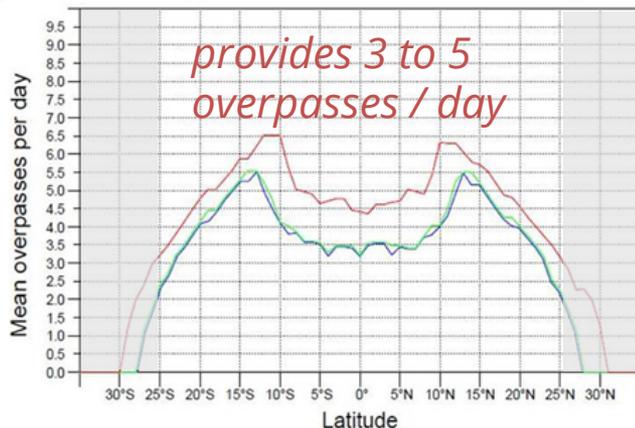
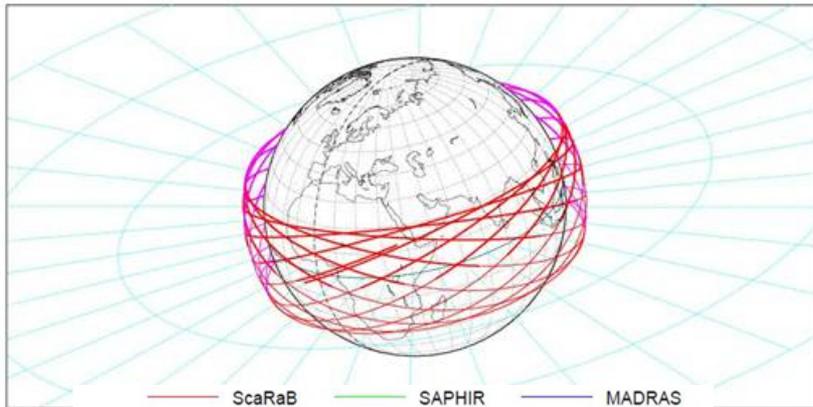
- 1. La mission Megha-Tropiques**
observation de la bande tropicale depuis 2011
- 2. L'instrument hyperfréquence SAPHIR**
description & présentation des produits "vapeur d'eau"
- 3. Exemple sur l'analyse des mesures SAPHIR**
caractéristiques de l'Oscillation Madden-Julian

1. La mission Megha-Tropiques



satellite franco-indien (ISRO & CNES) en opérations depuis Octobre 2011 pour des **observations renforcées des cycles de l'eau et de l'énergie des régions tropicales**

⇒ orbite fortement inclinée (+/-20°)

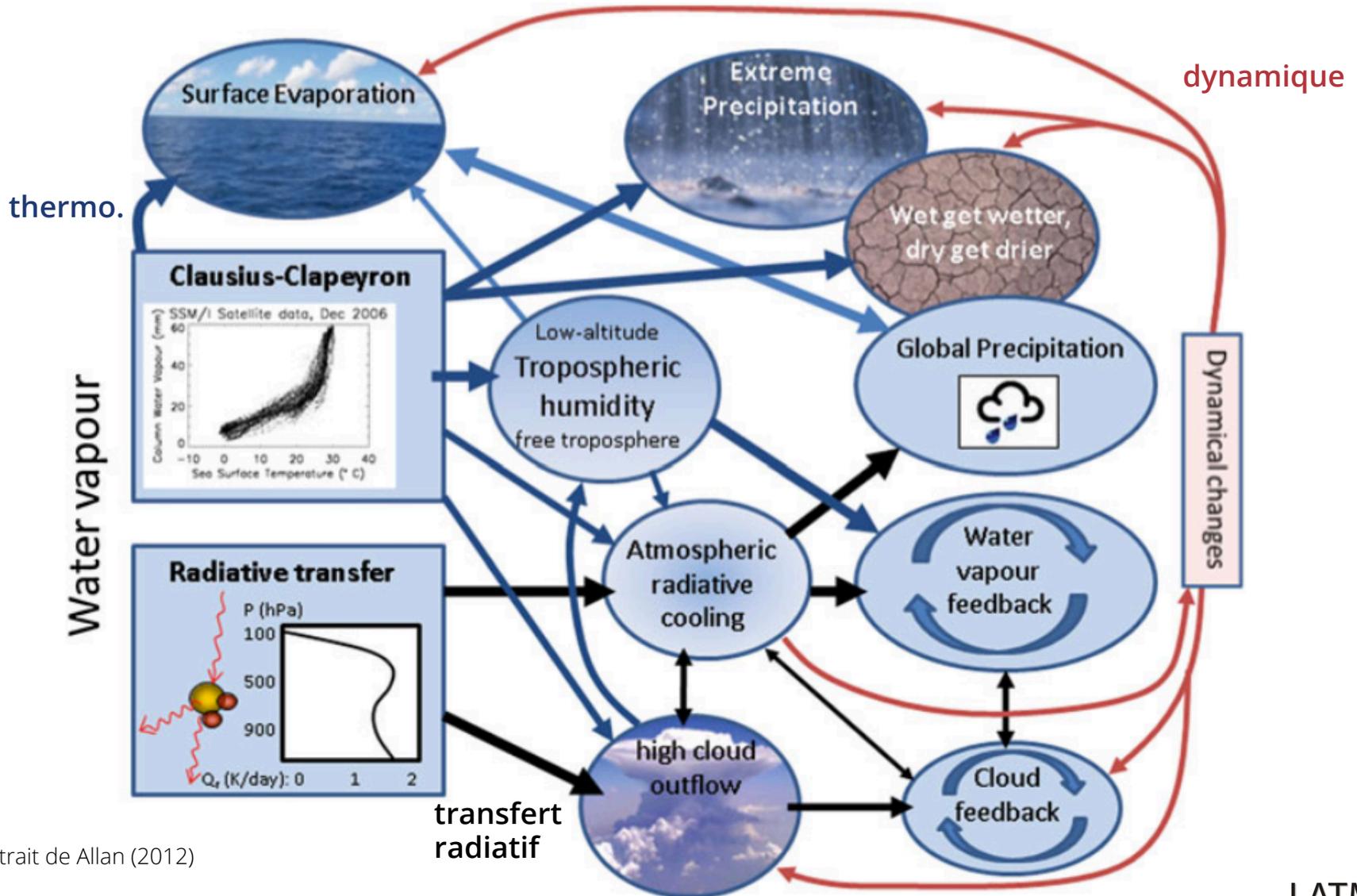


Courtesy CNES

1. La mission Megha-Tropiques



Les processus de transport et d'échange d'énergie sont intimement liés et complexes



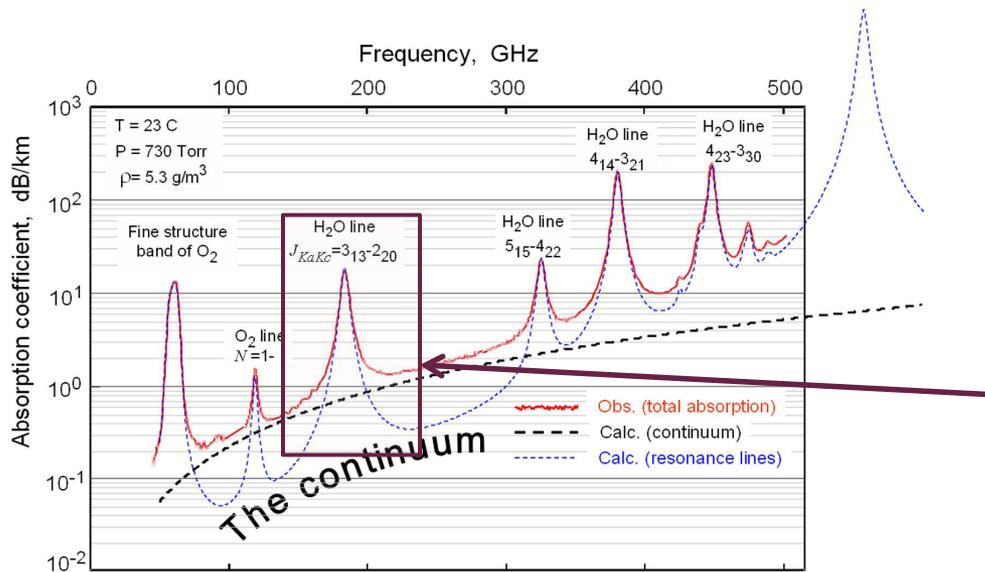
extrait de Allan (2012)

2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR

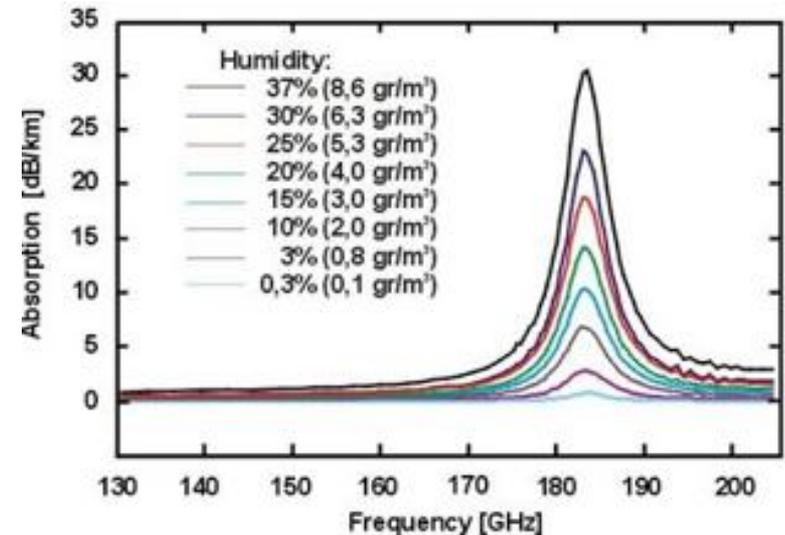


SAPHIR : "Sondeur Atmosphérique du Profil d'Humidité Intertropicale par Radiométrie"

⇒ Sondeur MO dédié à l'estimation de l'RH de la troposphère via 6 canaux d'obs distribués dans la raie d'abs de H₂O à 183.31 GHz



MicroWave Spectroscopy Laboratory



Les caractéristiques de la raie permettent d'estimer l'**RH** même en présence de **nuages bas** tandis que **les nuages hauts saturés** en hydrométéores glacés ou liquides diffusent le rayonnement.

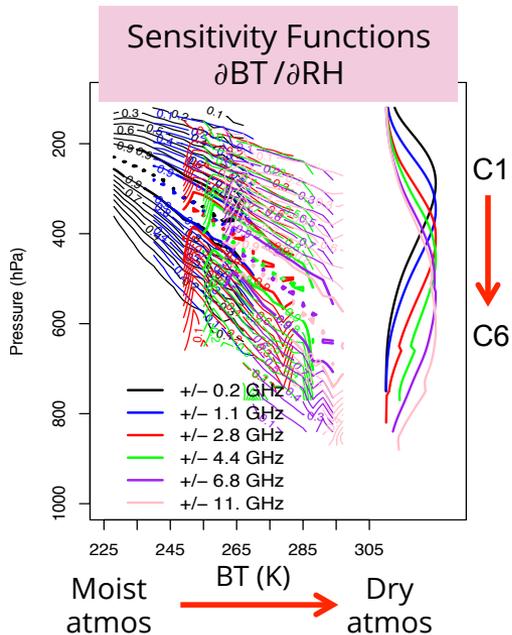
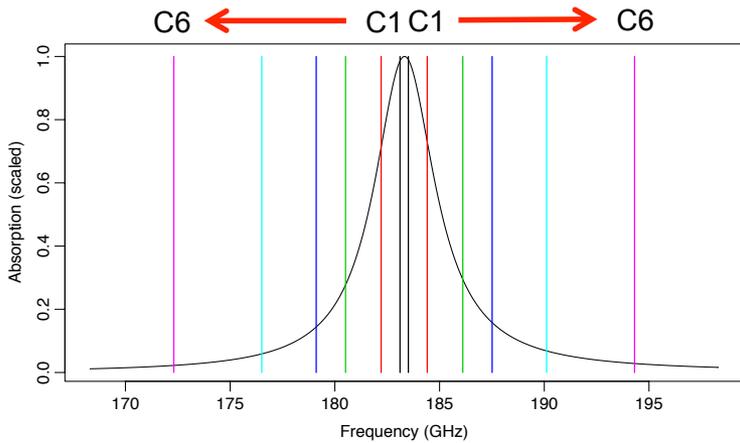
[Isaacs & Deblonde, 1987; Burns et al., 1997; Hong et al., 2005 (...)]

2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR



Les canaux sont distribués depuis le centre jusqu'aux ailes de la raie d'abs.

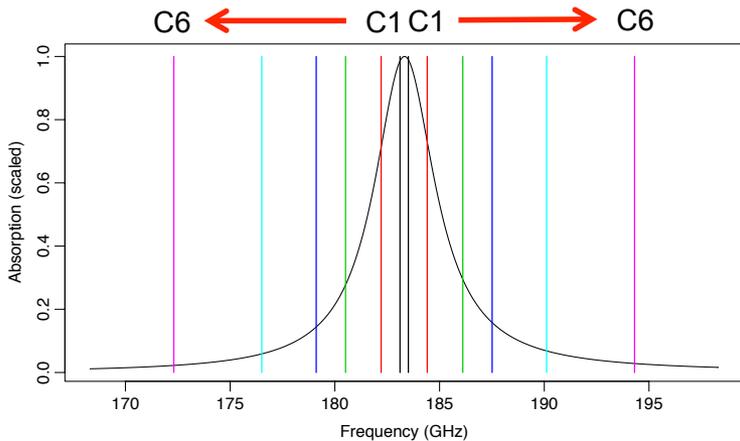
⇒ système qui fournit des profils d'RH jusqu'au plus près des centres précipitants des systèmes convectifs



2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR

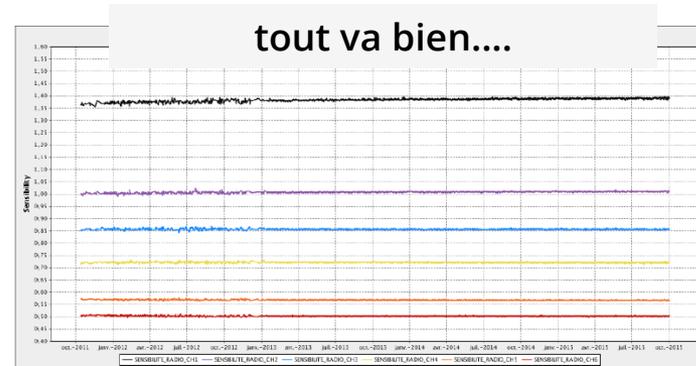


Les canaux sont distribués depuis le centre jusqu'aux ailes de la raie d'abs.

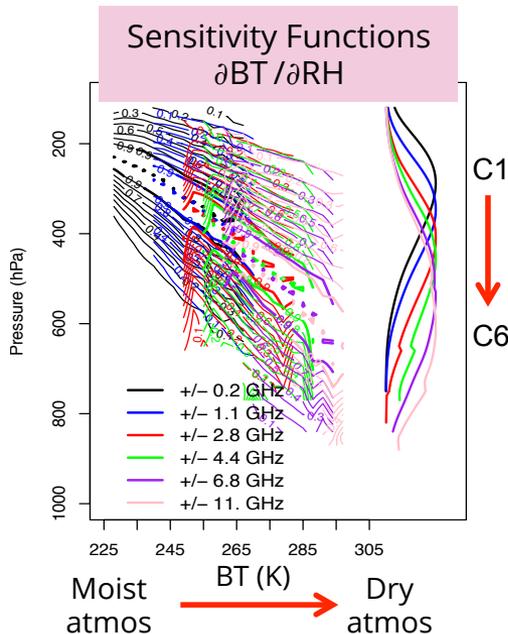


⇒ système qui fournit des profils d'RH jusqu'au plus près des centres précipitants des systèmes convectifs

Suivi de l'instrument:



<http://megha-tropiques.cnes.fr/>



+ Assimilation opérationnelle dans plusieurs systèmes NWP depuis 2015

MétéoFrance; JMA; NCMRWF;
in progress at ECMWF & NOAA ...

[Guerbette et al., 2016]

2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR



Paramètres géophysiques:

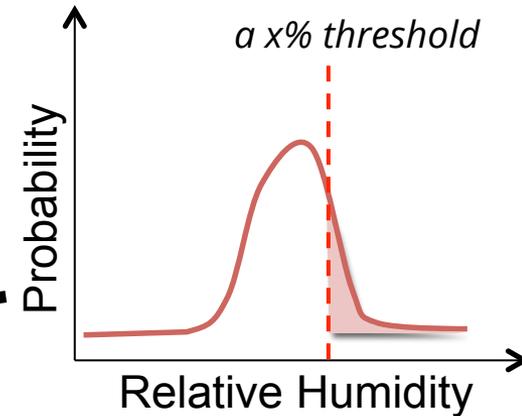
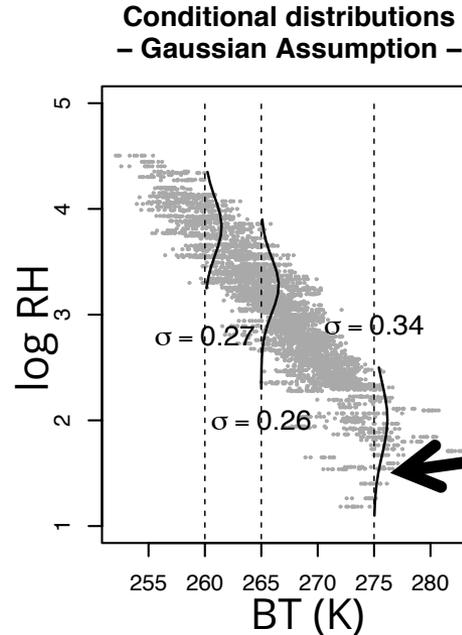
avec une **approche probabiliste** plutôt que la vision conventionnelle déterministe

Accumulation d'incertitudes:

- pbm sous-contraint
- sensibilité et bruit des mesures

$$\mathbf{x} + \Delta\mathbf{x}$$

⇒ L'approche proba inclut ces composantes dans une **pdf**



2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR



Paramètres géophysiques:

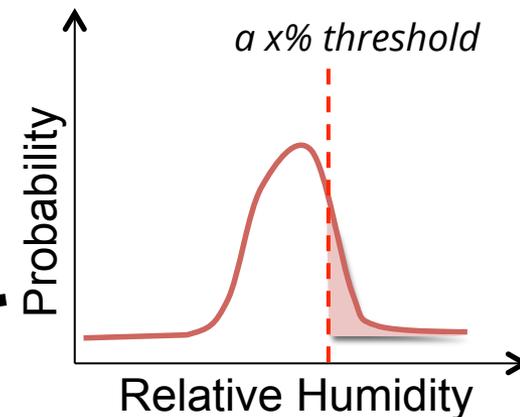
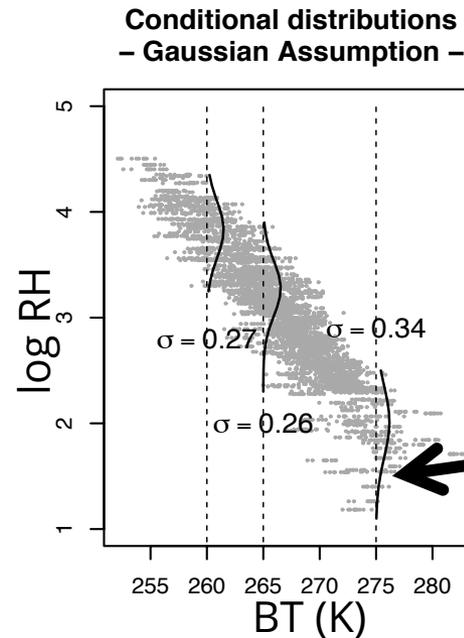
avec une **approche probabiliste** plutôt que la vision conventionnelle déterministe

Accumulation d'incertitudes:

- pbm sous-contraint
- sensibilité et bruit des mesures

$$\mathbf{x} + \Delta\mathbf{x}$$

⇒ L'approche proba inclut ces composantes dans une **pdf**



Deux avantages :

- pour des comparaisons avec d'autres mesures/simulations $y_1 + \Delta y_1$ vs $y_2 + \Delta y_2$
- pour des analyses de processus: travail avec des "risques" de dépassement de seuil

2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR



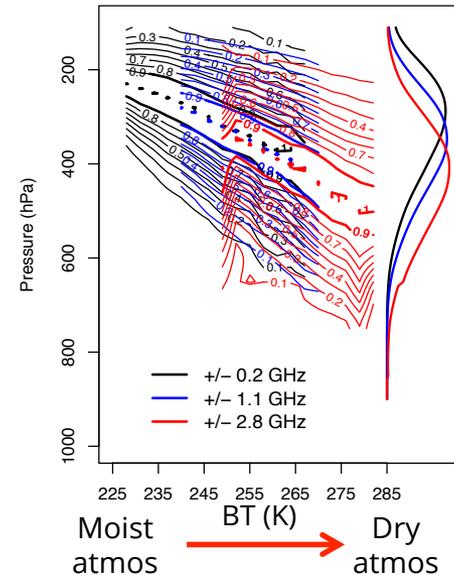
Paramètres géophysiques: avec une **approche probabiliste** plutôt que la vision conventionnelle déterministe

◆ **Upper Tropospheric Humidity(ies)** basé sur la simplification de l'ETR pour une atmosphère tropicale

[Soden & Bretherton, 1993; Spencer & Braswell, 1997; Brogniez & Pierrehumbert, 2006; Buehler et al., 2006 (...)]

✚ estimation de l'incertitude de **restitution** avec un modèle de propagation d'erreur : **UTH + Δ UTH**

[Brogniez et al., 2015]



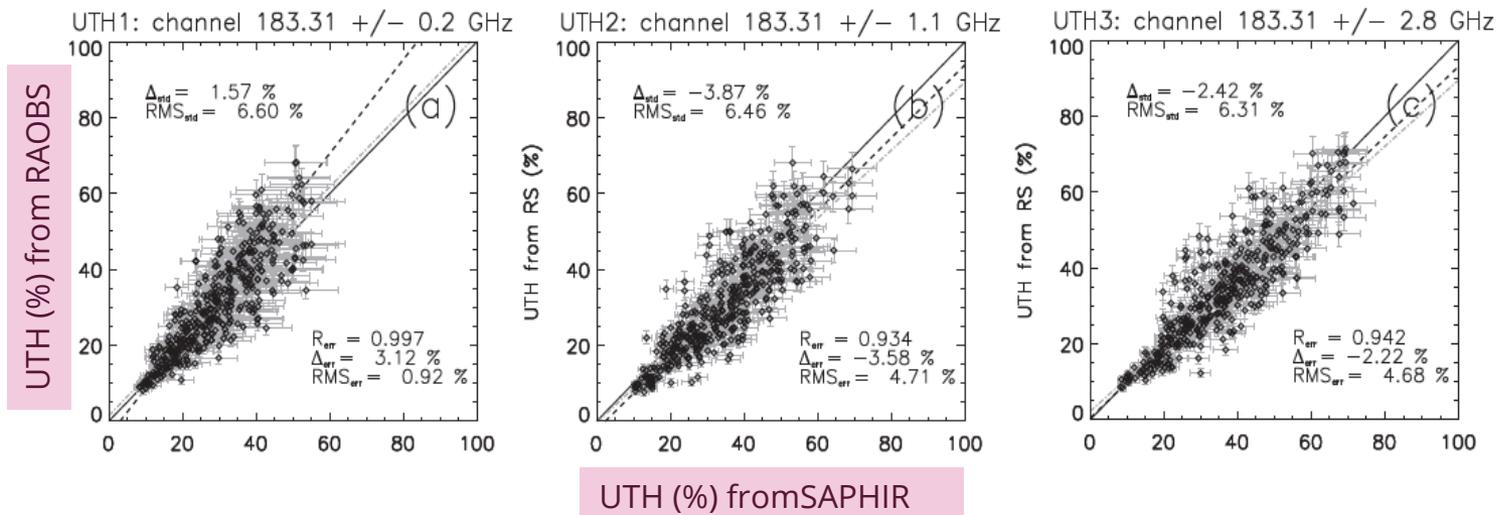
2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR



Paramètres géophysiques: avec une **approche probabiliste** plutôt que la vision conventionnelle déterministe

- ◆ **Upper Tropospheric Humidity(ies)** basé sur la simplification de l'ETR pour une atmosphère tropicale

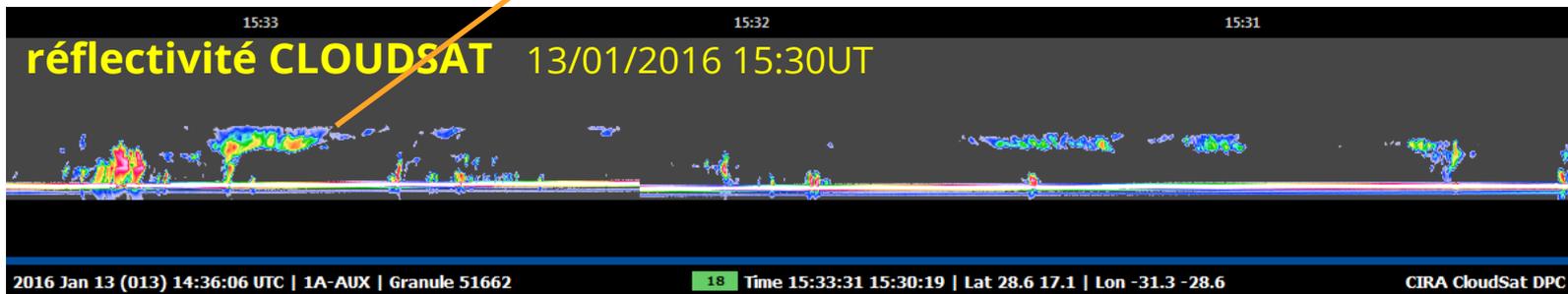
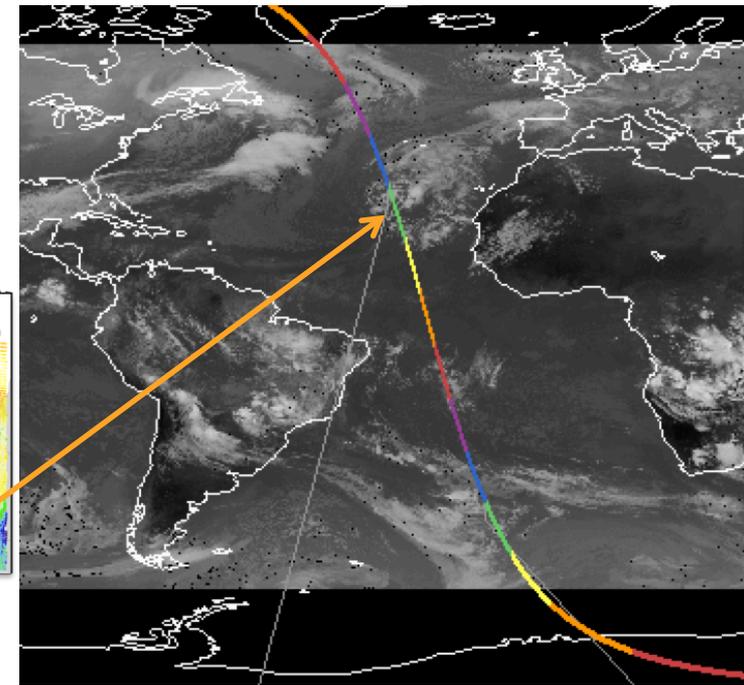
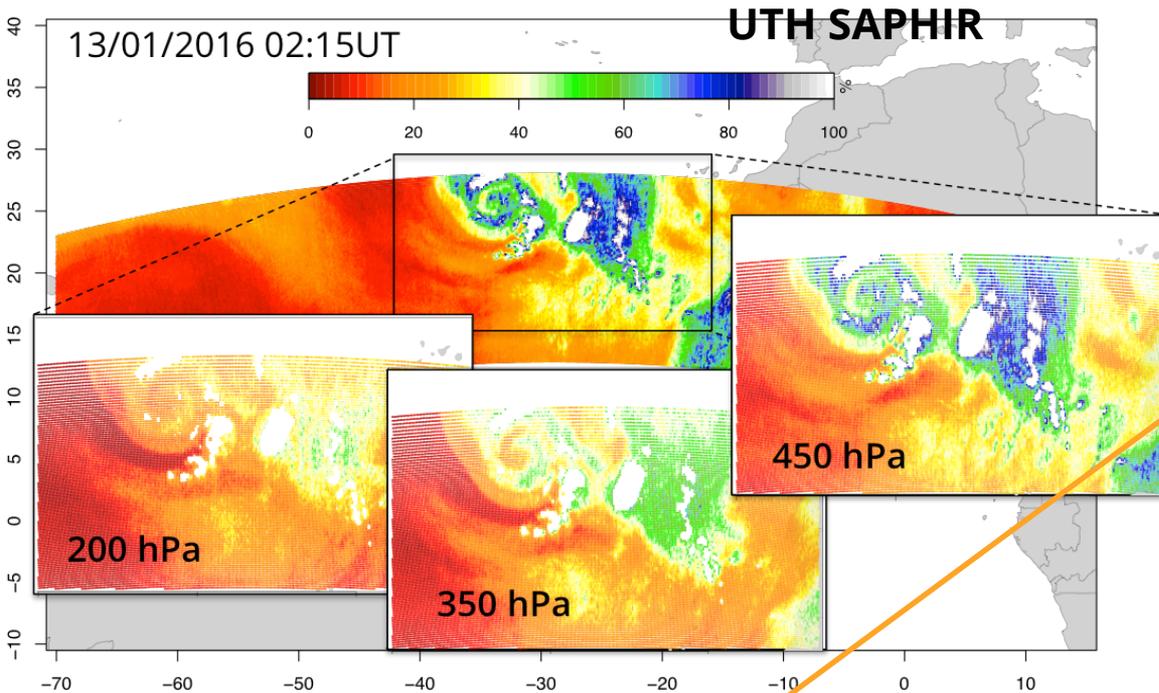
Comparaison à des radiosonsages colocalisés (200 RS, Océan Indien pdt C/D)



2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR



Cyclone Alex



2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR



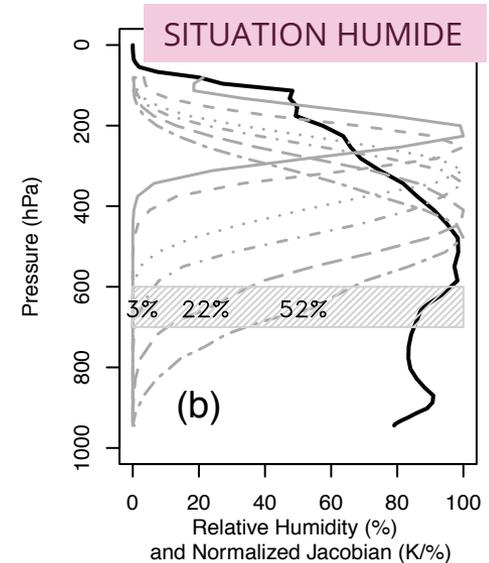
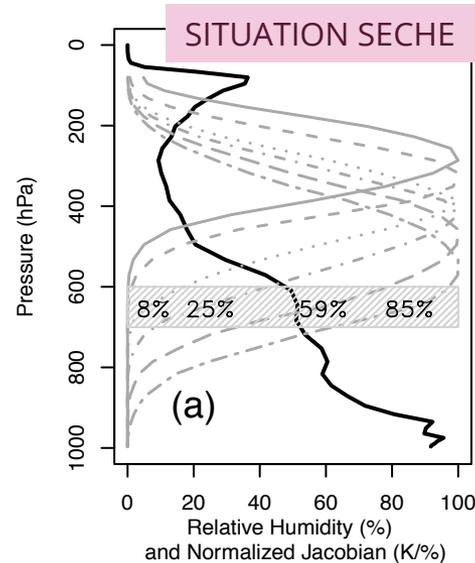
Paramètres géophysiques: avec une **approche probabiliste** plutôt que la vision conventionnelle déterministe

◆ **Profils d'Humidité Relative dans 6 couches atmos.** (physico-stat algo)

[Sivira et al. (2015); Brogniez et al. (2016)]

La qualité de l'estimation est liée à la thermo de la colonne:

⇒ Estimation conditionnelle des paramètres de la pdf
actuellement une loi Normale: tests à mener avec d'autres lois



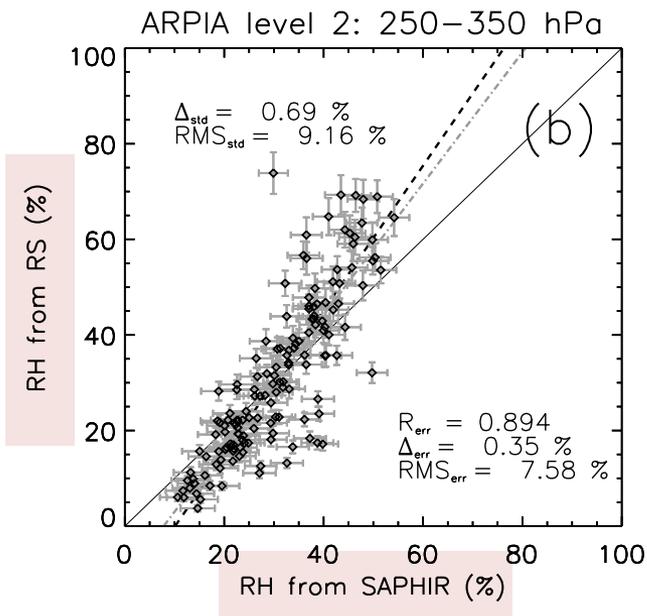
2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR



Paramètres géophysiques: avec une **approche probabiliste** plutôt que la vision conventionnelle déterministe

♦ **Profils d'Humidité Relative** dans **6 couches atmos.** (physico-stat algo)

[Sivira et al. (2015); Brogniez et al. (2016)]



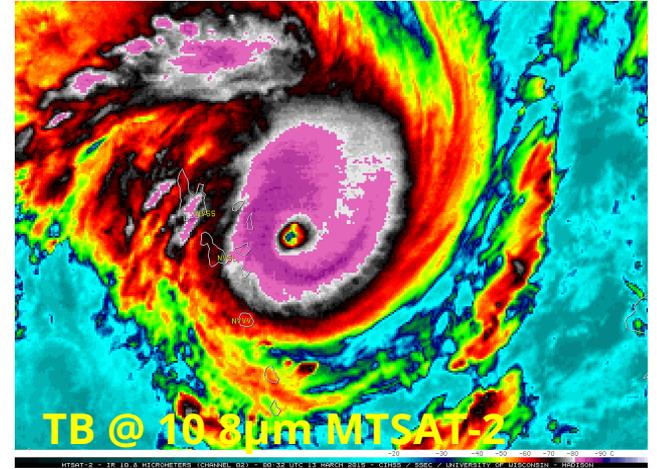
- Stats générales (vs les RS de la campagne CINDY/DYNAMO) < 10-15% (RMS)
- Similaire à IASI & AIRS (ciel clair)
- En conditions nuageuses: ≠ + importantes mais à comparer aux mesures des RS...

2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR

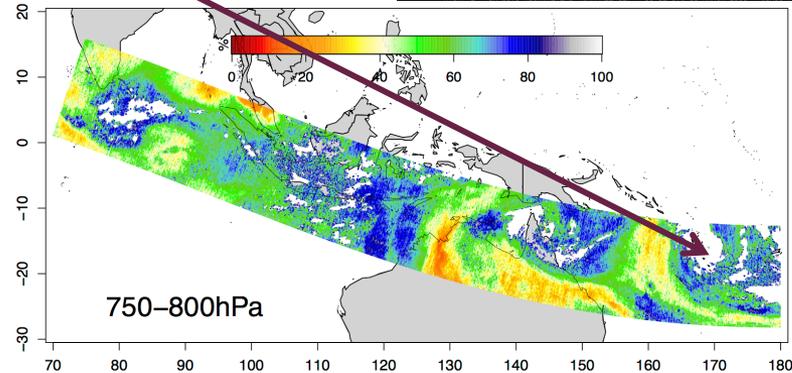
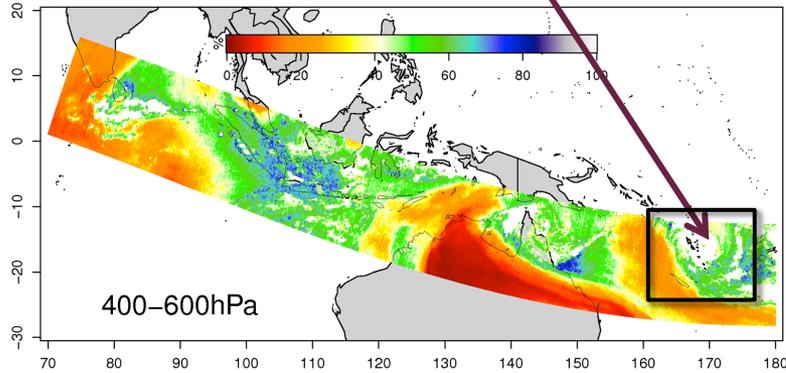


Cyclone Pam

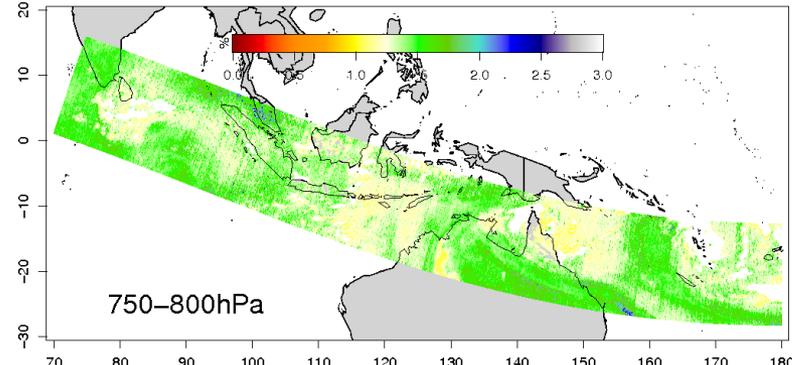
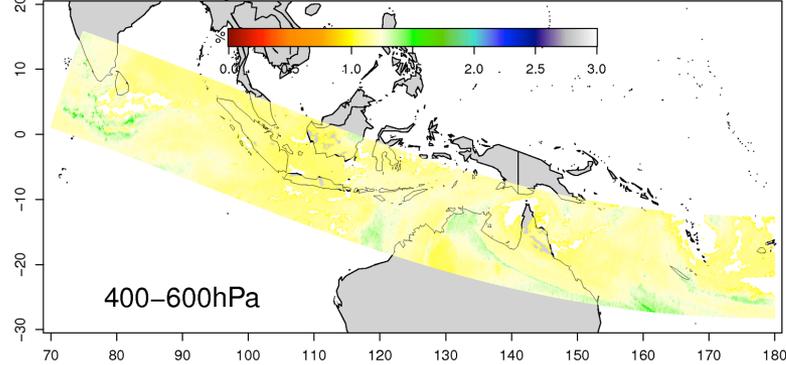
13/03/2015 00:29UT



RH ($=\mu$ = "best estimate")



σ around μ



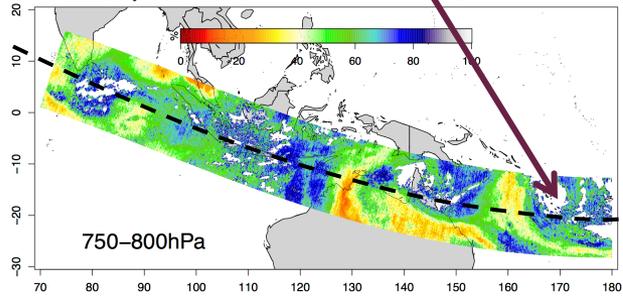
2. L'instrument hyperfréquences SAPHIR



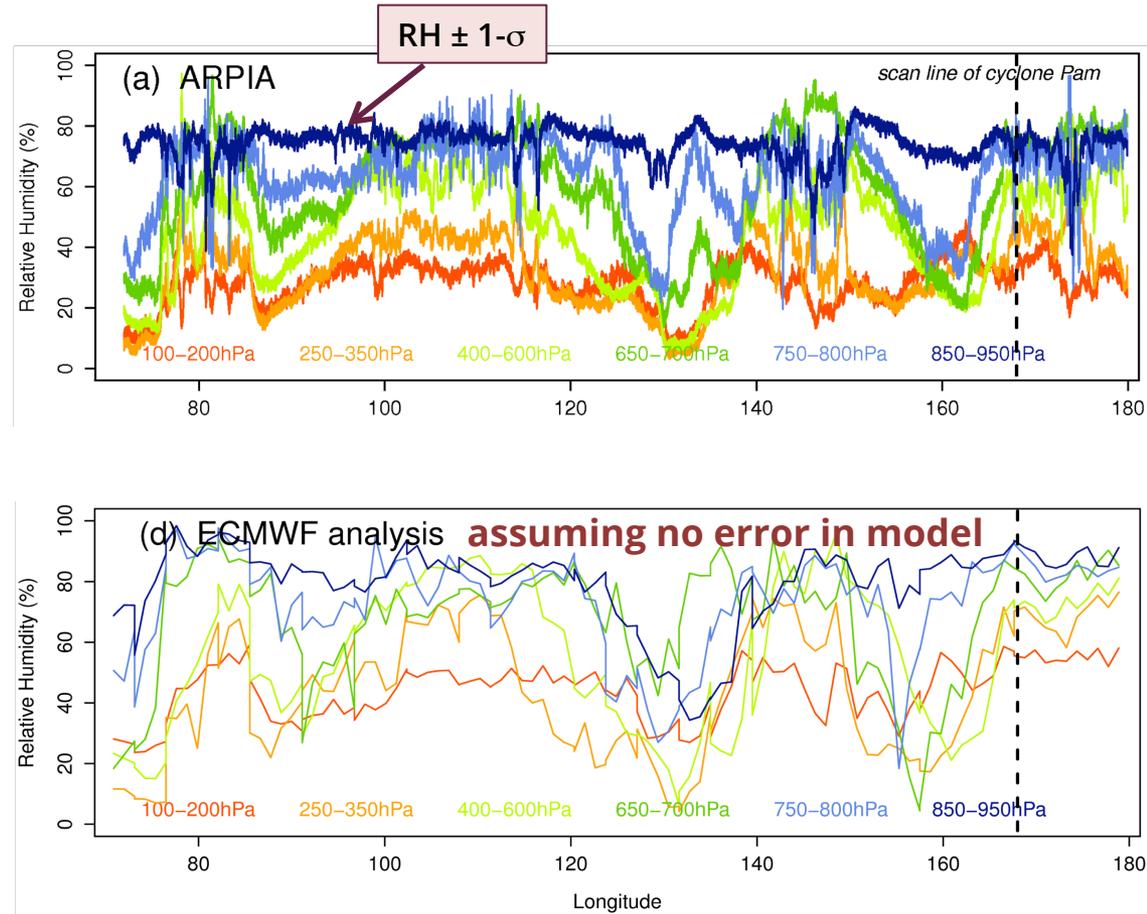
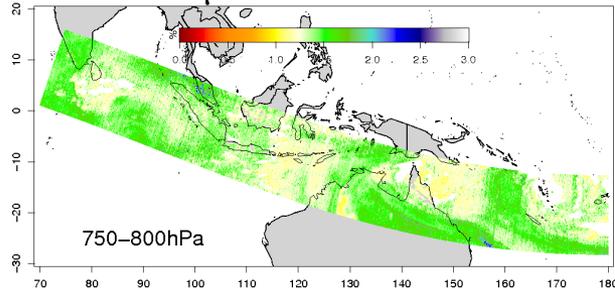
Cyclone Pam

13/03/2015 00:29UT

RH ($=\mu$ = "best estimate")



σ around μ

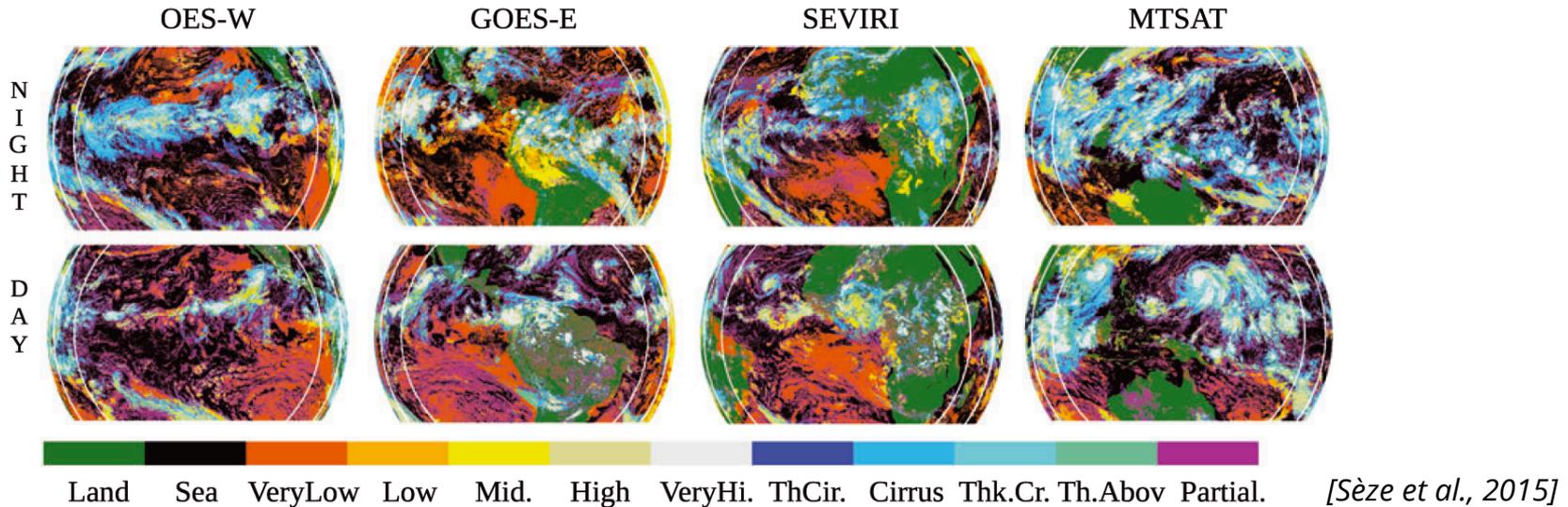


3. Exemple d'analyse: la MJO



Etude en cours: thèse de T. Garot (LATMOS)

⇒ Couplage à la classif nuageuse (cover & type) dérivée des algo du SAFNWC et développée pour la ceinture géostat. pour MT



Performances générales vs CALIOP (CALIPSO)

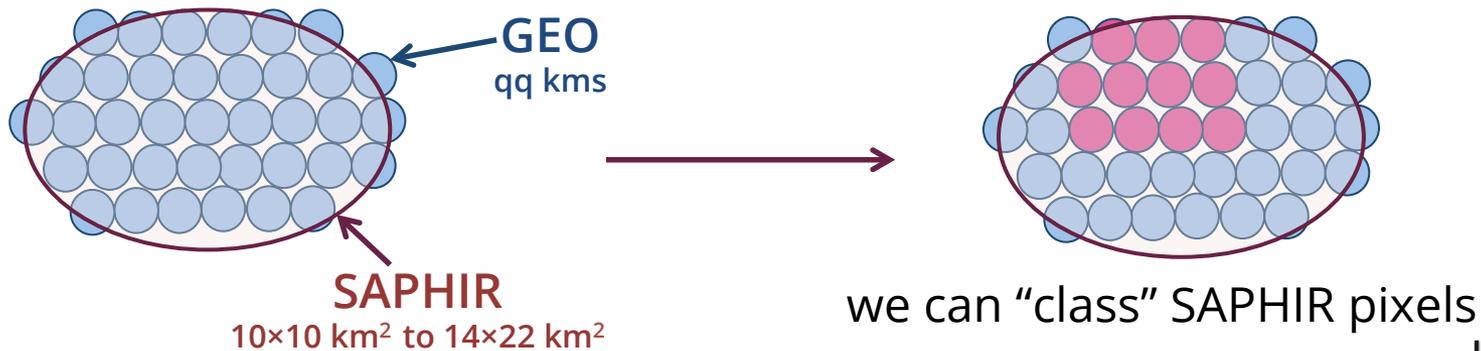
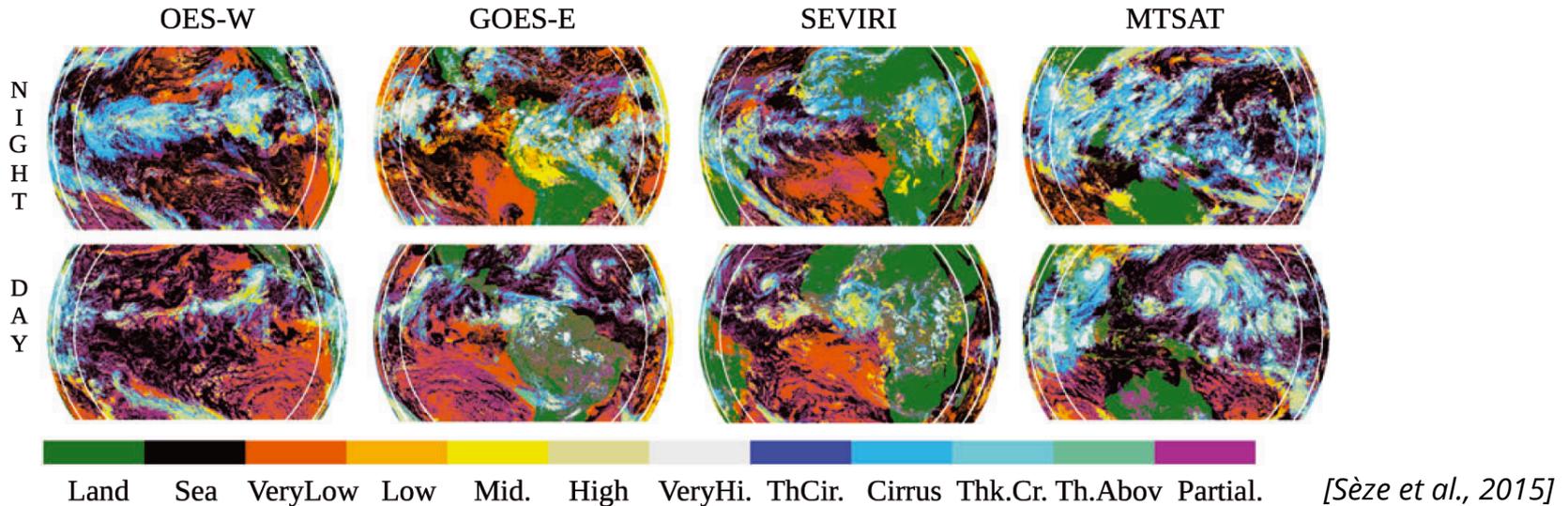
- océans: **✗** nuages bas fractionnés non détectés
 - ✓** un nuage bas est un nuage bas ☺
 - ✓** détection des nuages hauts qd $\tau > 0.1$ (70% du temps)
 - continents: **✗** qqes nuages de moyenne alt. non détectés ou mal classés
- (pbm of surf temp on the measured BT)

3. Exemple d'analyse: la MJO



Etude en cours: thèse de T. Garot (LATMOS)

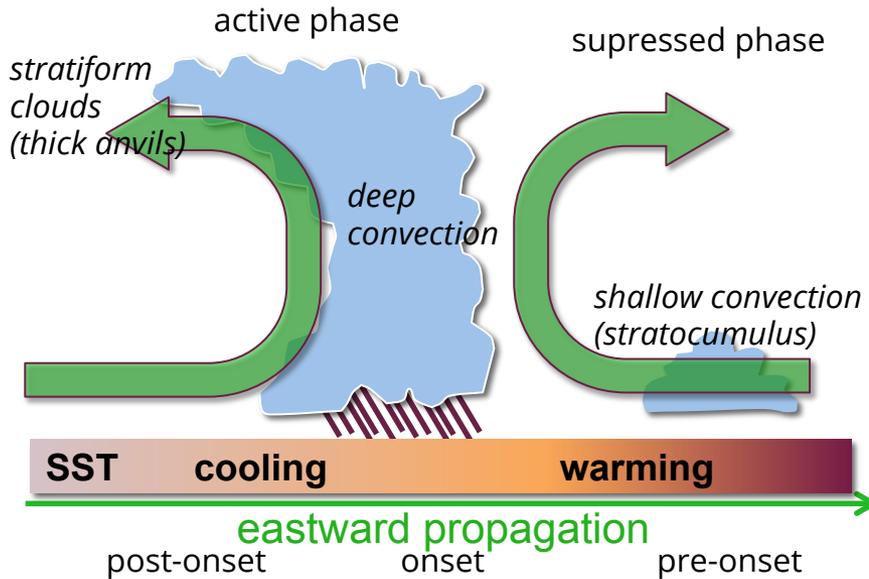
⇒ Couplage à la classif nuageuse (cover & type) dérivée des algo du SAFNWC et développée pour la ceinture géostat. pour MT



3. Exemple d'analyse: la MJO



Etude en cours: variabilité de la RH troposphérique (plutôt UT)



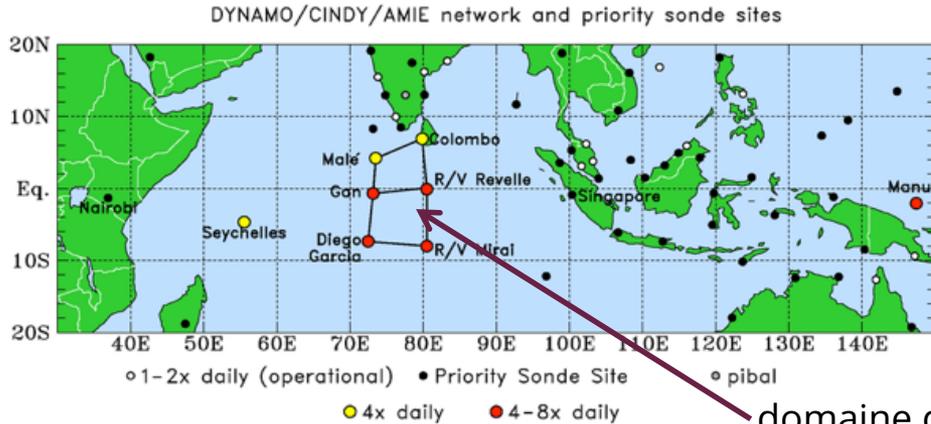
Quels sont les processus d'humidification & d'assèchement associés à la population nuageuse très variable pendant les cycles MJO ?

[adapted from Powell & Houze (2013)]

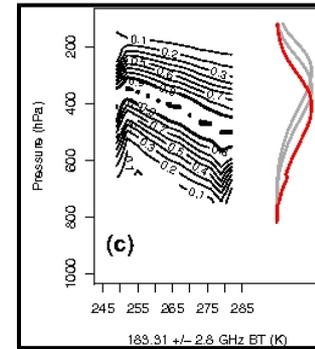
3. Exemple d'analyse: la MJO



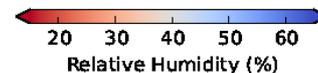
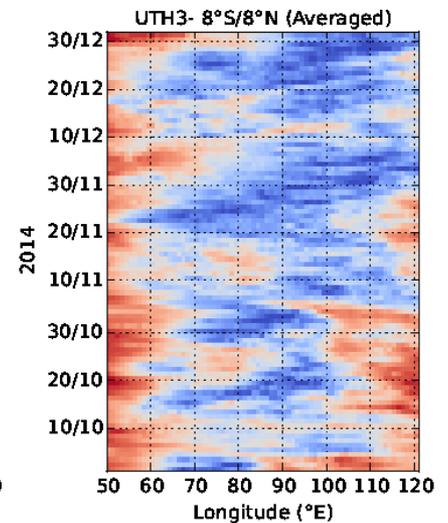
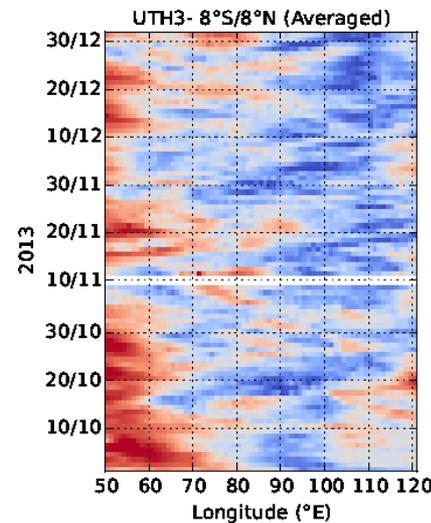
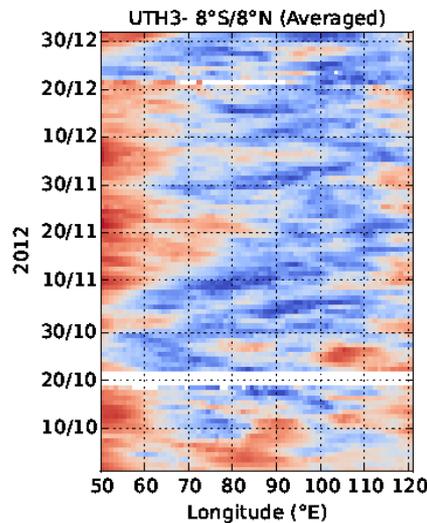
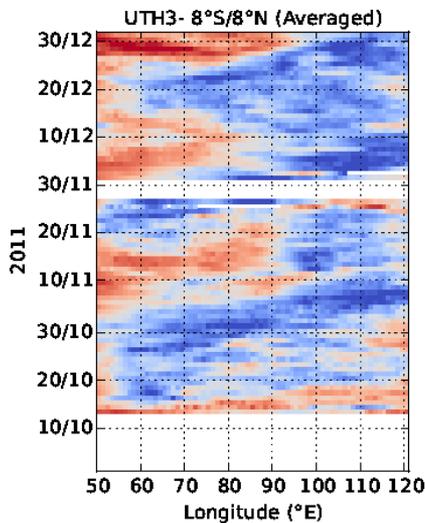
Etude en cours: variabilité de la RH troposphérique (plutôt UT)



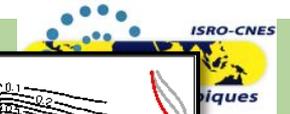
[Garot et al., subm to JAMC]



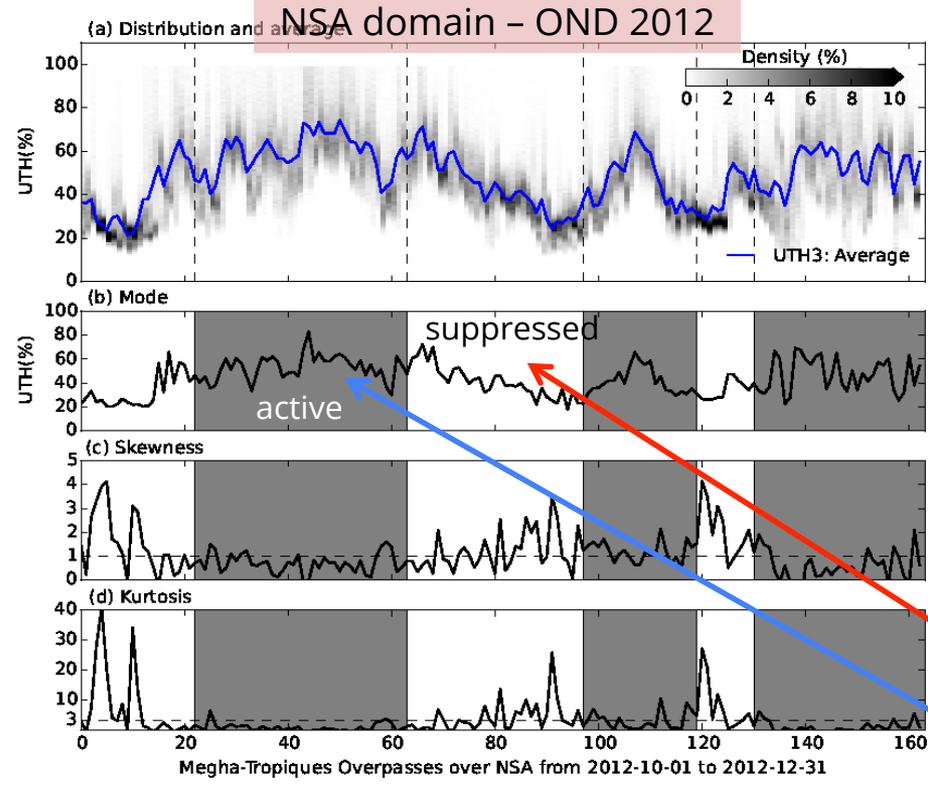
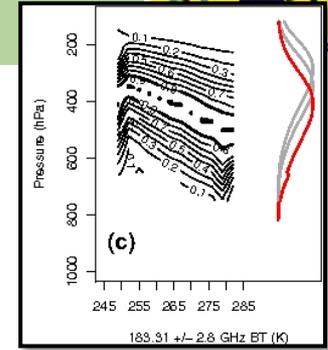
domaine d'étude obs renforcées pdt l'hiver 2011



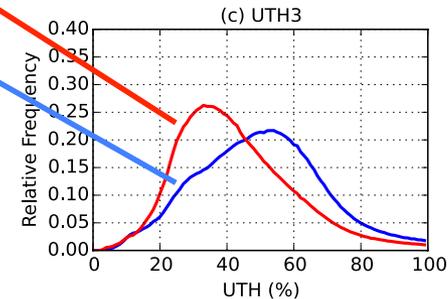
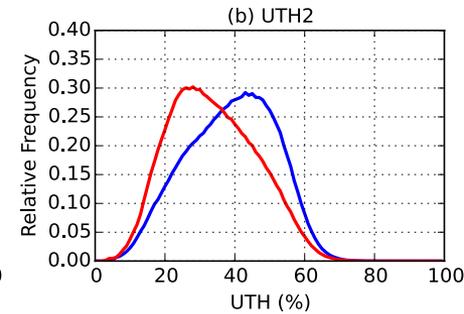
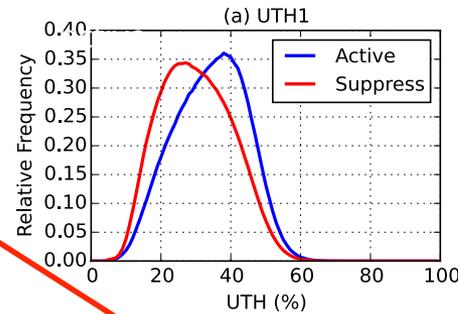
3. Exemple d'analyse: la MJO



Etude en cours: variabilité de la RH troposphérique (plutôt UT)



Analyse des moments de la pdf selon l'activité convective

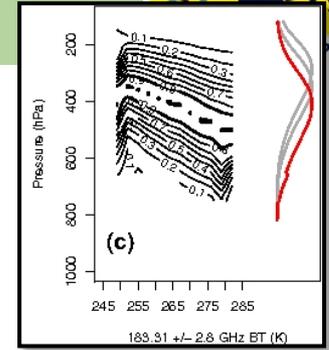


⇒ Forme et position des pics de la pdf d'UTH qui varient fortement sur la verticale et selon l'activité convective

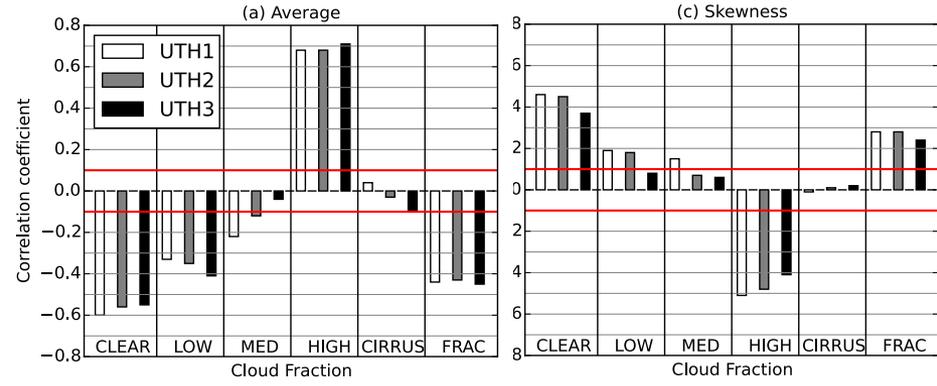
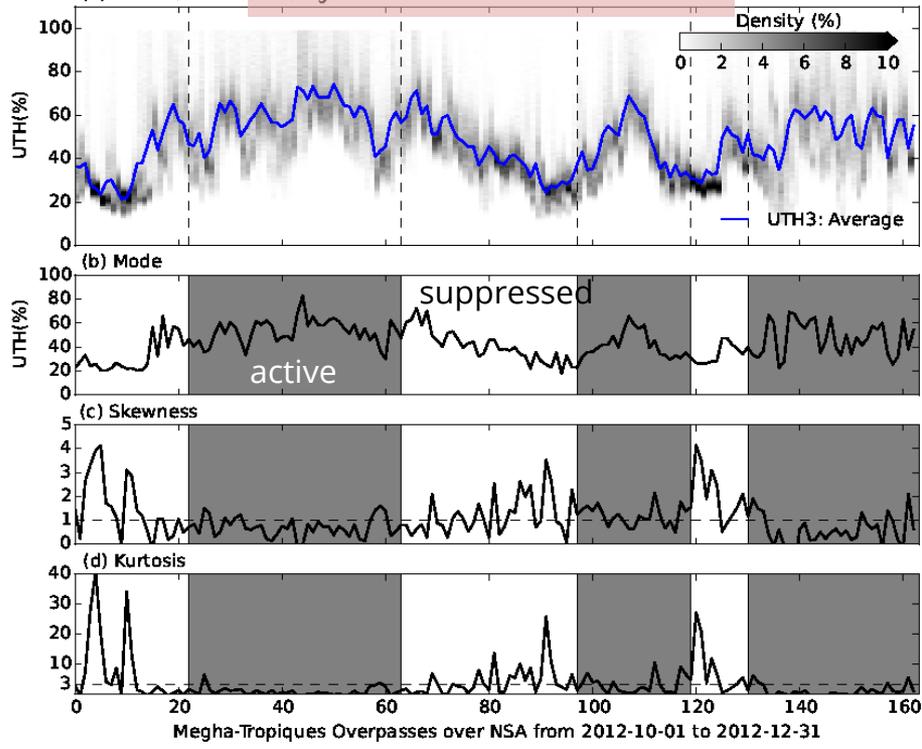
3. Exemple d'analyse: la MJO



Etude en cours: variabilité de la RH troposphérique (plutôt UT)

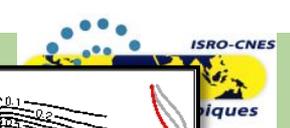


NSA domain - OND 2012

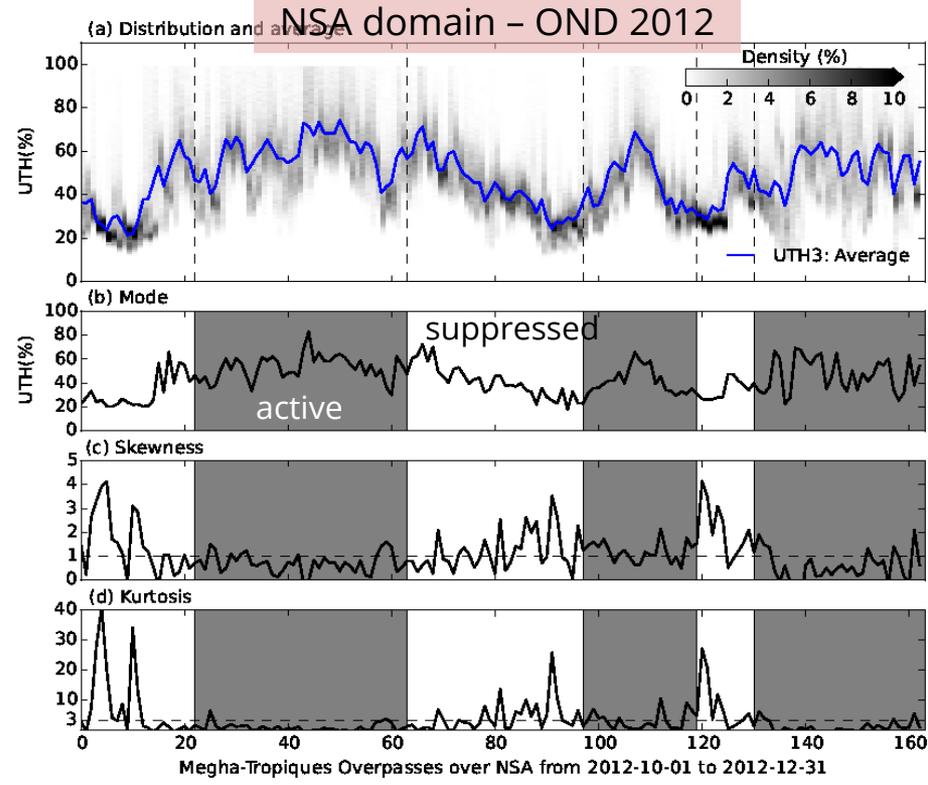
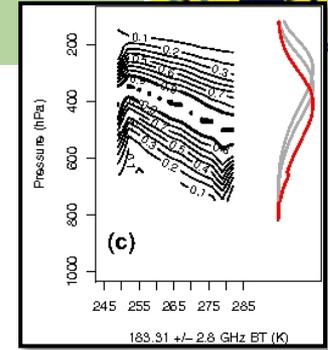


⇒ humidification de l'UT par les nuages convectifs

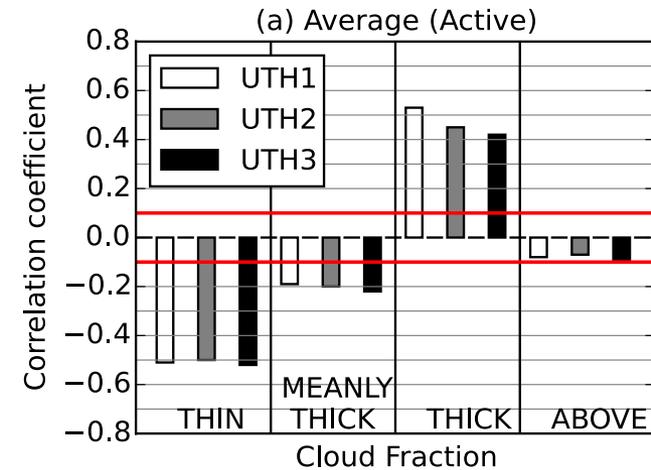
3. Exemple d'analyse: la MJO



Etude en cours: variabilité de la RH troposphérique (plutôt UT)



"cirrus"



⇒ lien >0 avec les cirrus d'enclumes, probablement associés au **détraiement convectif** [e.g. Soden, (2004)]

⇒ processus **d'assèchement par les cirrus fins**, qui "pompe" leur environnement pour leur maintien [Jensen et al. (2001) & Sherwood (1999)]

- sondeur hyperfréquence “unique” qui renforce obs conventionnelles de la RH troposphérique (AMSU-B/MHS sur MetOp et NOAA)
- bientôt 5 années d’obs de la RH tropicale (UT -> au-dessus de la CLA) avec entre 3 et 5 passages / jour
- études de processus liés au cycle de la convection ou en air clair
- Par ex: analyses en cours autour des cyclones tropicaux (bilan d’énergie) en lien avec l’imageur MADRAS (précip) (cf le poster de Thomas Garot)