

## Méthode

### Radisondages de haute qualité:

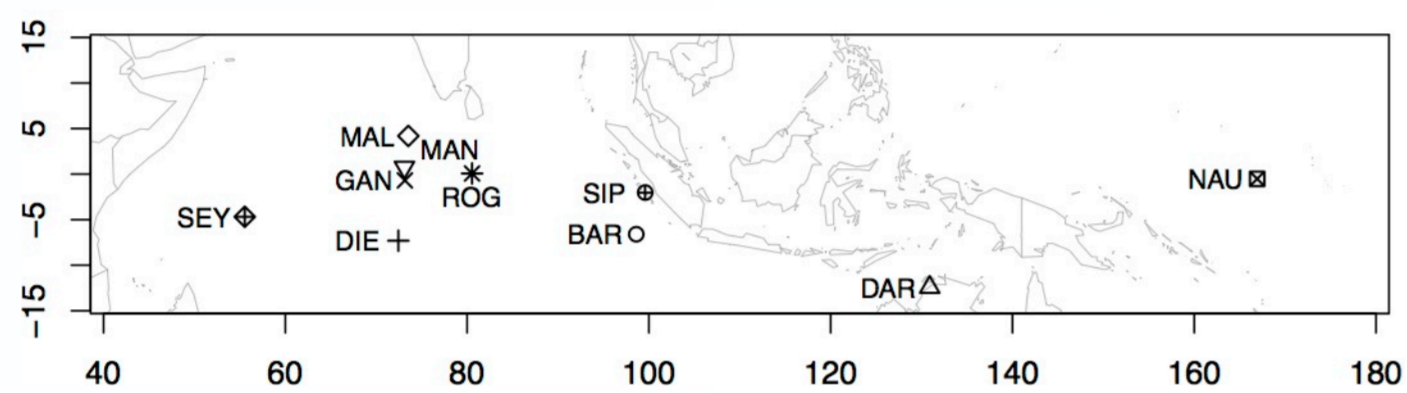
Campagne CINDY-DYNAMO (CD):  
10/10/2011 - 21/03/2012

- 11 sites utilisant les Vaisala RS92-SGP
- Contrôle qualité avec le soft ASPEN (Ciesielski et al., 2012)
- Co-localisation avec MT : ± 45min, 50km rayon

Incertitudes affectant les sondes (Miloshevich et al 2006):

1. Chauffage radiatif (de jour)
2. Retard temporel
3. Construction de la sonde
4. Etalonnage

Figure 1: Répartition géographique des sites de la campagne CD



### Approche "radiosonde-vers-satellite":

- RTTOV-10: modèle de TR rapide basé sur la simulation des transmittances via un schéma de régression et une série de prédicteurs (Matricardi et al., 2004)

- Émissivités de surface : FASTEM4 (océans; Liu et al., 2010) et dérivé de SSM-I (continents; Prigent et al., 2006).

- Restrictions aux scènes non diffusantes (Hong et al., 2005)

- Utilisation des angles de SAPHIR issus de la colocation

- Paramètres de surface des RS

## Structure des différences

### Simulations – Observations:

L'amplitude des biais augmente avec la température : de 0,12 K pour le C1 (le + froid) à 2,3 K pour le C6 (le + chaud).

Structure cohérente avec les sondeurs similaires : ATMS (Suomi-NPP), MHS (MetOpA et B)

Pour tous les canaux : coeffs de corrélations élevés et pentes proches de 1.

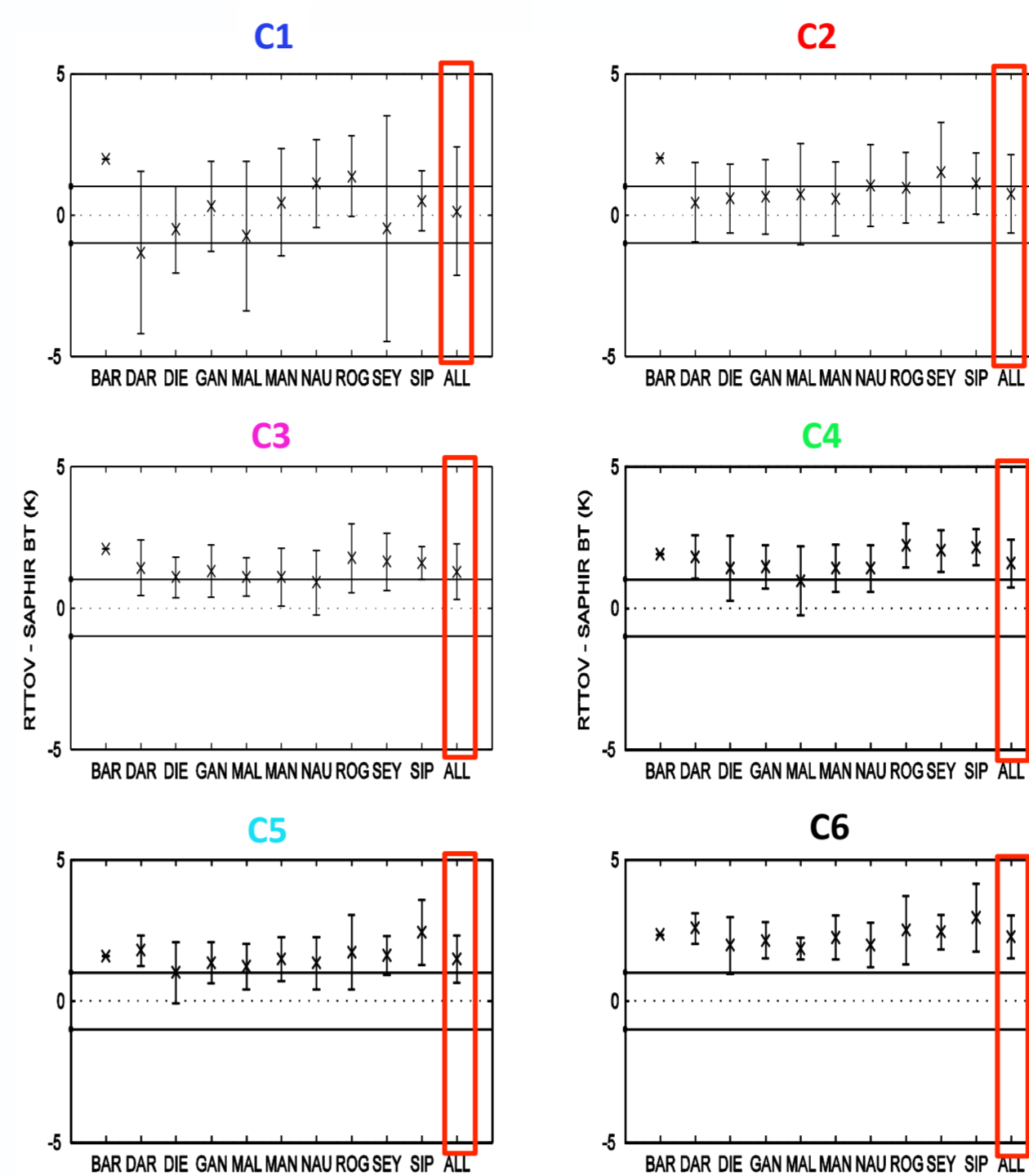


Figure 2: Biais moyens et écarts-types RTTOV-10(RS) – SAPHIR pour chaque site de la campagne CINDY/DYNAMO, avec un seul pixel SAPHIR colocalisé. Les biais généraux sont aussi indiqués sur chaque graphique (rectangle rouge).

## Interprétation ?

Elaboration d'un modèle d'erreur  $\epsilon_T$  pour inclure toutes les sources d'erreur possibles qui peuvent être quantifiées.

- Nous avons ainsi évalué:
- Les incertitudes liées aux RS
  - La sensibilité de SAPHIR
  - Le rôle du modèle de TR
  - Certains aspects liés à la procédure de comparaison

## Les différentes sources d'erreur

$$\epsilon_T \leq \sqrt{\epsilon_{is}^2 + \epsilon_m^2 + \epsilon_{O_3}^2 + \epsilon_v^2 + \epsilon_{rsm}^2}$$

- Sensibilité radiométrique de SAPHIR \*
- Erreur du modèle de TR \*
- Impact de l'O<sub>3</sub> dans la raie à 183,31 GHz
- Variabilité spatiale du champ de vapeur d'eau et dérive du radiosonde
- Sensibilité de RTTOV-10 aux incertitudes des RS \*

- \* Contribution principale à C1 & C4
- \*\* Contribution similaires pour C5 & C6
- \* Plus faible erreur générale

(Clain et al., 2015)

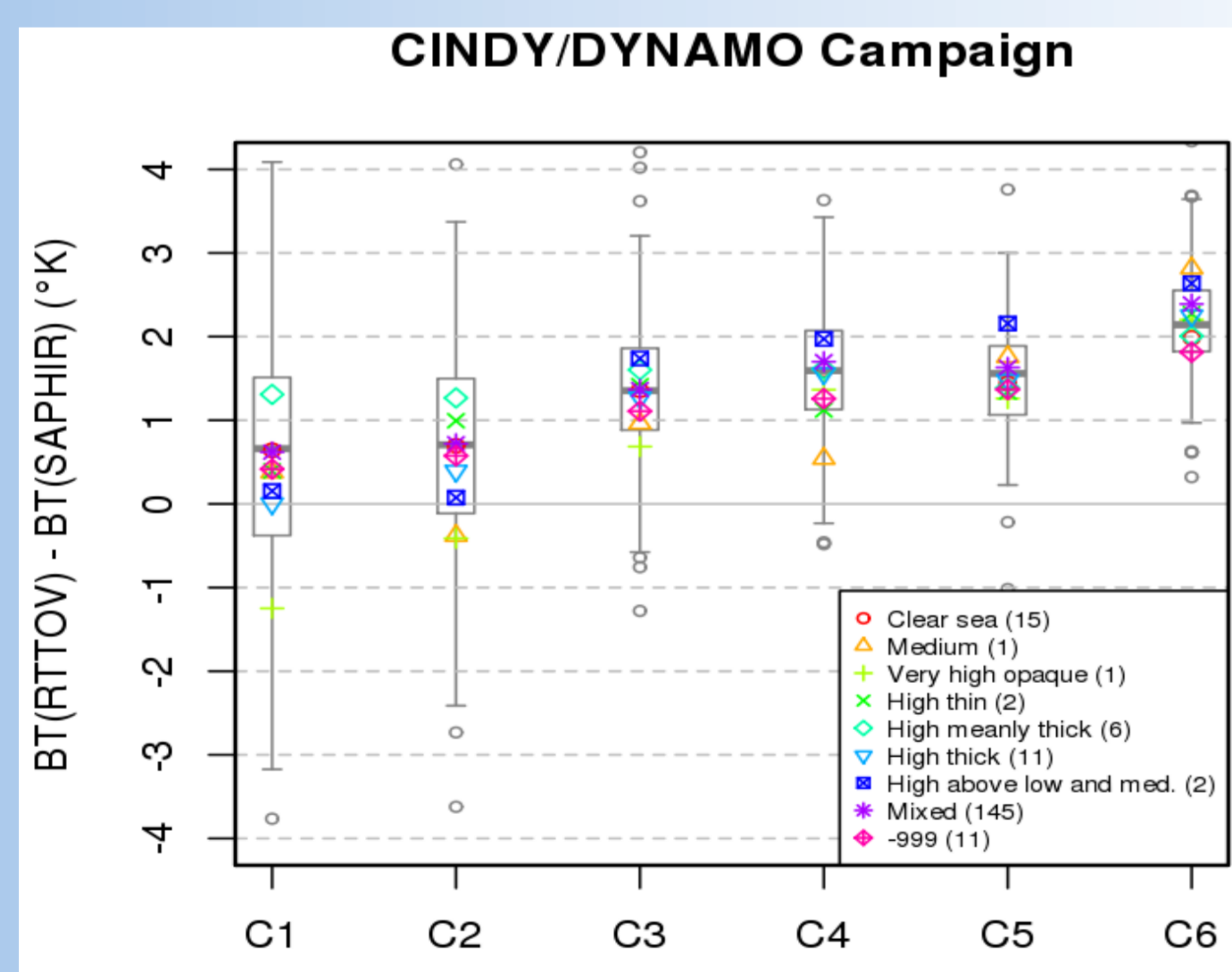


Figure 3: Biais moyens (K) entachés des barres d'incertitudes totales  $\epsilon_T$  définies par la somme quadratique des erreurs élémentaires. Le code couleur réfère à des restrictions de scènes selon les classes nuageuses (SAFNCW).

### Sensibilité radiométrique de SAPHIR : $\epsilon_{is}$ «aléatoire»

Le Ne $\Delta$ T est la plus petite variation de TB que l'instrument peut détecter. En supposant que le bruit instrumental est une fonction Gaussienne, le Ne $\Delta$ T peut être considéré comme l'intervalle de confiance instrumental à 68%.

Channels	Central Frequency (GHz)	Bandwidth (MHz)	Radiometric sensitivity Ne $\Delta$ T (K) (On-ground / in-orbit)
C1	183.31 + 0.2	200	1.52 / 1.36
C2	183.31 + 1.1	350	1.09 / 1
C3	183.31 + 2.8	500	0.95 / 0.86
C4	183.31 + 4.0	700	0.82 / 0.72
C5	183.31 + 6.6	1200	0.66 / 0.57
C6	183.31 + 11	2000	0.56 / 0.5

(Karouche et al., 2012, CNES)

### Impact de l'Ozone dans la raie à 183.31 GHz : $\epsilon_{O_3}$ «systématique»

L'O<sub>3</sub> absorbe le rayonnement MO et notamment dans la raie à 183 GHz. Les propriétés de l'O<sub>3</sub> amènent à un refroidissement systématique pouvant atteindre 0,5K dans le canal C2 et plus faible ailleurs (John and Buehler, 2004). Le canal C6 de SAPHIR (0.05 K) est également impacté aux marges.

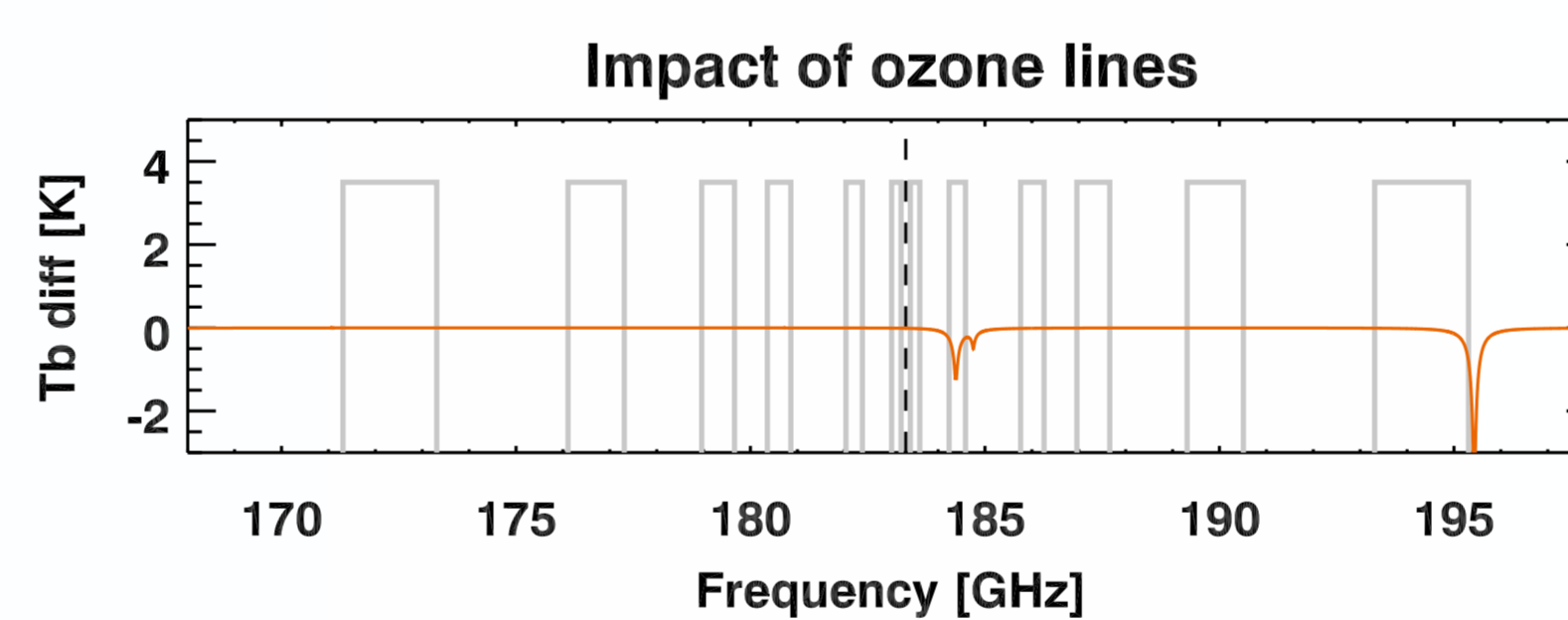


Figure 4: Différence en TB entre les simulations réalisées avec le modèle de TR MonoRTM (raie-par-raie) avec et sans l'absorption par l'O<sub>3</sub> (ligne orange). Les calculs ont été réalisés pour une atmosphère tropicale, avec un angle zénithal de 42°. Les boîtes situent les positions et tailles des canaux de SAPHIR.

### Variabilité spatiale de la vapeur d'eau et dérive du radiosonde: $\epsilon_v$ «aléatoire»

Le biais moyen est déterminé avec 1 pixel unique SAPHIR, en supposant une ascension quasi-verticale du radiosonde. La variabilité spatiale est estimée via la moyenne des TB dans une zone de 5x5 pixels (ou 3x5 si bord de scan) autour du site de lancement. Elle est estimée à 1.12 K pour C1 jusque 0.74 K pour C6.

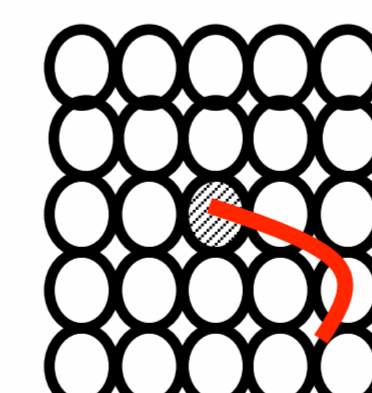


Figure 5: Schéma de dérive d'un radiosonde associé aux 25 pixels SAPHIR autour du site de lancement.

### Erreur du modèle de TR : $\epsilon_m$ «systématique»

Deux modèles raie-par-raie ont simulé les TB SAPHIR à partir du même jeu de RS et de paramètres annexes:

- ARTS (Buehler et al., 2005; Eriksson et al., 2011)
- MonoRTM (Payne et al., 2011; Clough et al., 2005).

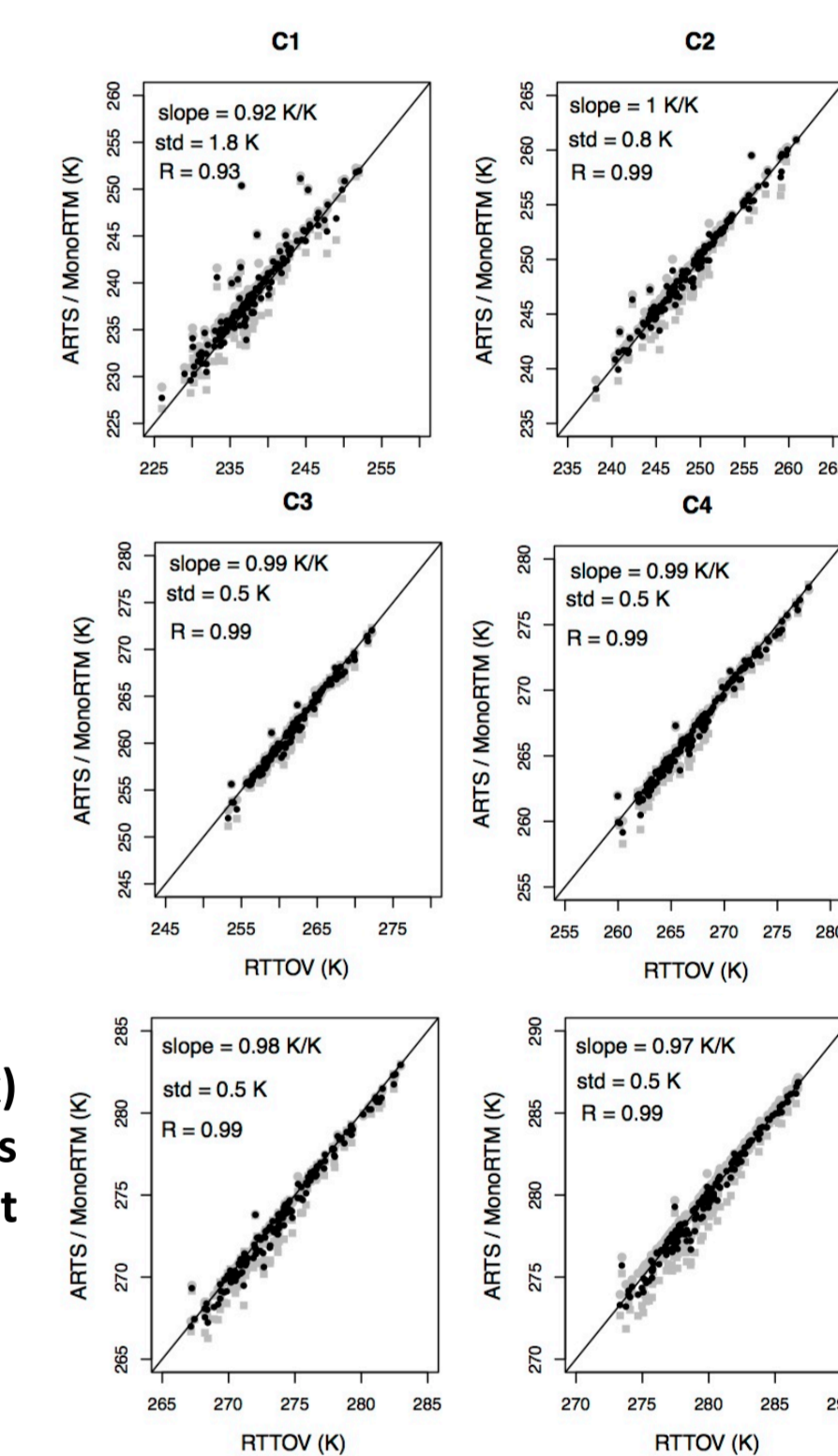


Figure 6: TB SAPHIR simulées par RTTOV-10 (x) vs ARTS & MonoRTM (resp. carrés et diamants gris). La moyenne des 2 modèles est également représentée (points noirs). La pente, l'écart-type et le coeff de corrélation entre cette moyenne et les simulations RTTOV-10 sont indiqués pour chaque canal.

### Sensibilité de RTTOV-10 aux incertitudes des RS : $\epsilon_{rsm}$ «aléatoire»

Les incertitudes d'étalonnage ont été partiellement corrigés dans la base de RS. **Test de sensibilité:** les profils des RS ont été perturbés en amont de RTTOV-10 selon les valeurs extrêmes des incertitudes d'étalonnages des sondes RS92-SGPD. Un profil plus/moins humide se traduit par une diminution/augmentation de la TB. Le test n'est pas significatif pour C1. Pour C2 à C6 la sensibilité du modèle est comprise entre 1.48K et 1.02 K.

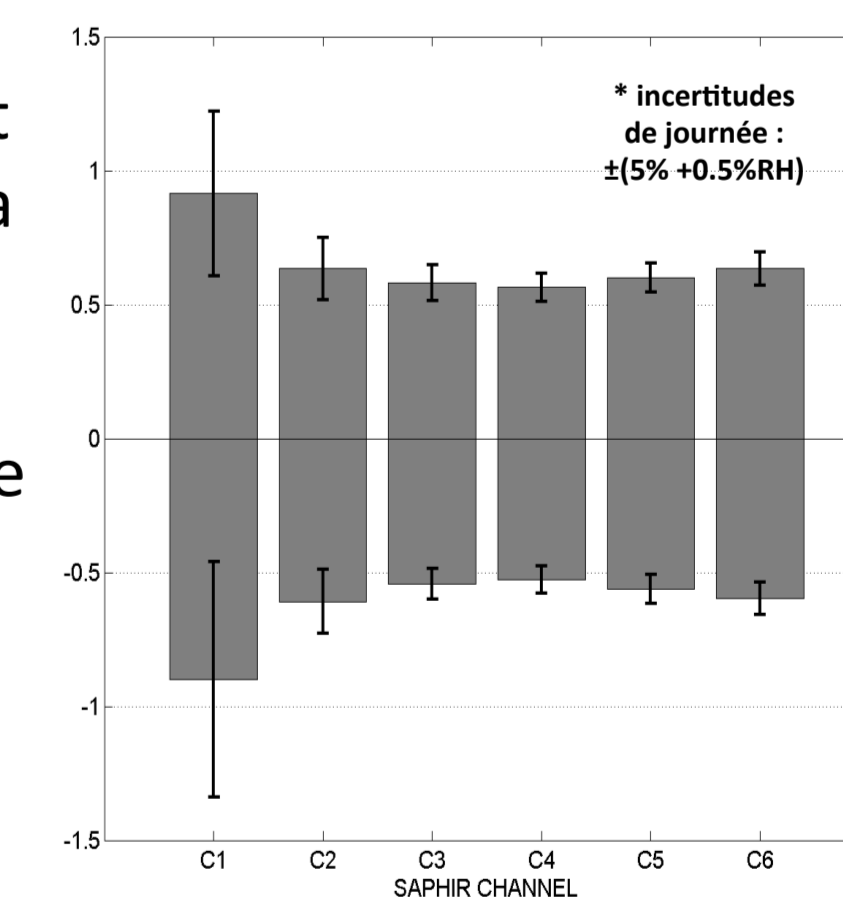


Figure 7: sensibilité de RTTOV-10 aux incertitudes d'étalonnage des sondes RS92 de journée. \* incertitudes de journée: ±(5%+0.5%RH)

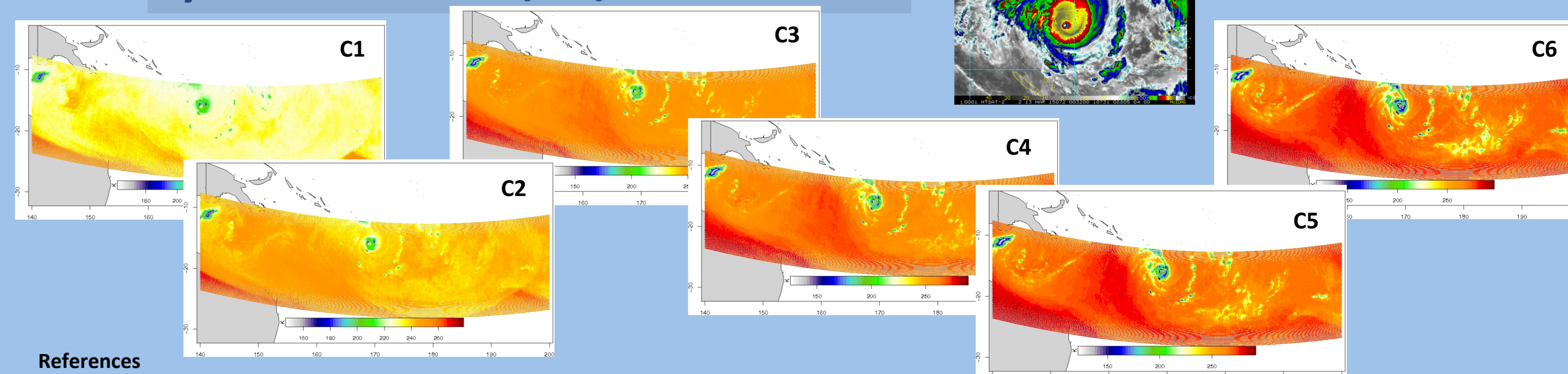
## Conclusions

Cinq sources d'incertitudes ont été évaluées de manière numérique afin de réaliser un bilan des erreurs pour chaque canal d'observation de SAPHIR. Ces erreurs sont considérées comme des intervalles de confiance autour du biais. Les résultats montrent que l'incertitude totale est la plus large pour C1 et qu'elle diminue progressivement jusque C6.

Les incertitudes non traitées sont :

- Le rôle du continuum de N<sub>2</sub> et du continuum de H<sub>2</sub>O qui semblent affecter les bords de la raie
- Les paramètres de la raie elle-même (largeur, intensité, dépendance à la température)
- La production des sondes qui induit une erreur résiduelle difficilement caractérisable et qui dépend des étapes de production et d'étalonnage in usine.
- La méthodologie de comparaison elle-même : flux instantané (satellite) vs mesure in-situ d'acquisition longue (~1h30 pour un profil)

## Cyclone Pam le 13/03/2015 00:30UT



### References

- Buehler, S. A., et al., 2005, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, **91**(1), 65-93.  
Ciesielski, P. E., et al., 2012, Bull. Amer. Met. Soc., **93**, 325-336.  
Clain, G., et al., 2015, J. Atmos. Oc. Tech., **1**, doi:10.1175/JTECH-D-14-00054.1  
Clough, S. A., et al., 2005, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, **91**(2), 233-244.  
Eriksson, P., et al., 2011, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, **112**, 1551-1558.  
Hong, G., et al., 2005b, J. Geophys. Res., **110**, D05205, doi:10.1029/2004JD004949.  
Liu, Q., F. et al., 2010, IEEE TGRS, **49**, 1238-1250.  
Matricardi, M., et al., 2004, Q. J. Roy. Meteorol. Soc. **130** 153-173  
Payne, V. H., et al., 2011, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., **49** (6), 2194-2208.  
Prigent, C., et al., 2006, Bull. Amer. Meteor. Soc., **87**, 1572-1584.  
Wang, J., et al., 2013, J. Atmos. Oceanic Technol., **30**, 197-214.