

# Quantifier et comprendre la contribution des nuages à la variabilité de la température au SIRTA

M. Chiriaco<sup>(1)</sup>, H. Chepfer<sup>(2)</sup>, S. Bastin<sup>(1)</sup>, M. Haeffelin<sup>(3)</sup>, V. Noël<sup>(4)</sup>

(1) LATMOS

(2) LMD

(3) IPSL

(4) LA

# Démarche

Variabilité de la température à 2m :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = R + A + HG + HA$$

R = terme d'échanges radiatifs  
=  $R_{\text{clear-sky}} + R_{\text{cloud}}$

A = terme d'advection

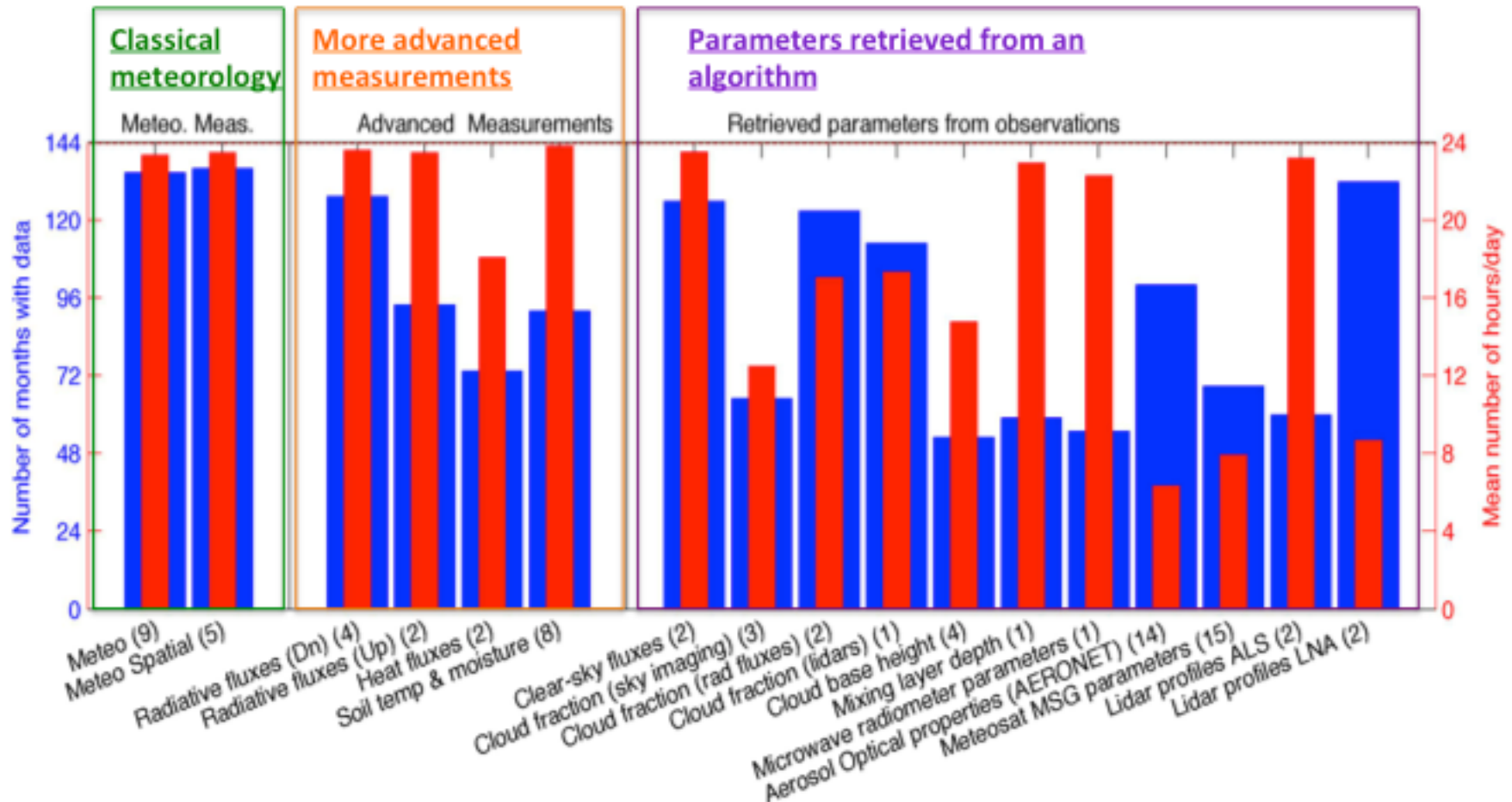
HG = terme d'échange de chaleur avec le sol

HA = terme d'échange de chaleur avec l'atmosphère libre

- ✧ Lequel de ces terme prédomine (notamment en fonction des saisons et des régimes de temps)?
- ✧ Que vaut  $R_{\text{cloud}}$ , quand joue-t-il un rôle prépondérant par rapport aux autres termes?
- ✧ Quand  $R_{\text{cloud}}$  devient prépondérant, à quoi ressemblent les nuages?
- ✧ (Déduire le rôle particulier des nuages dans le franchissement de seuils de température clés (gelées, canicules, froid persistant))

# Données : SIRTA-ReOBS

<http://sirta.ipsl.polytechnique.fr/sirta.old/reobs.html>



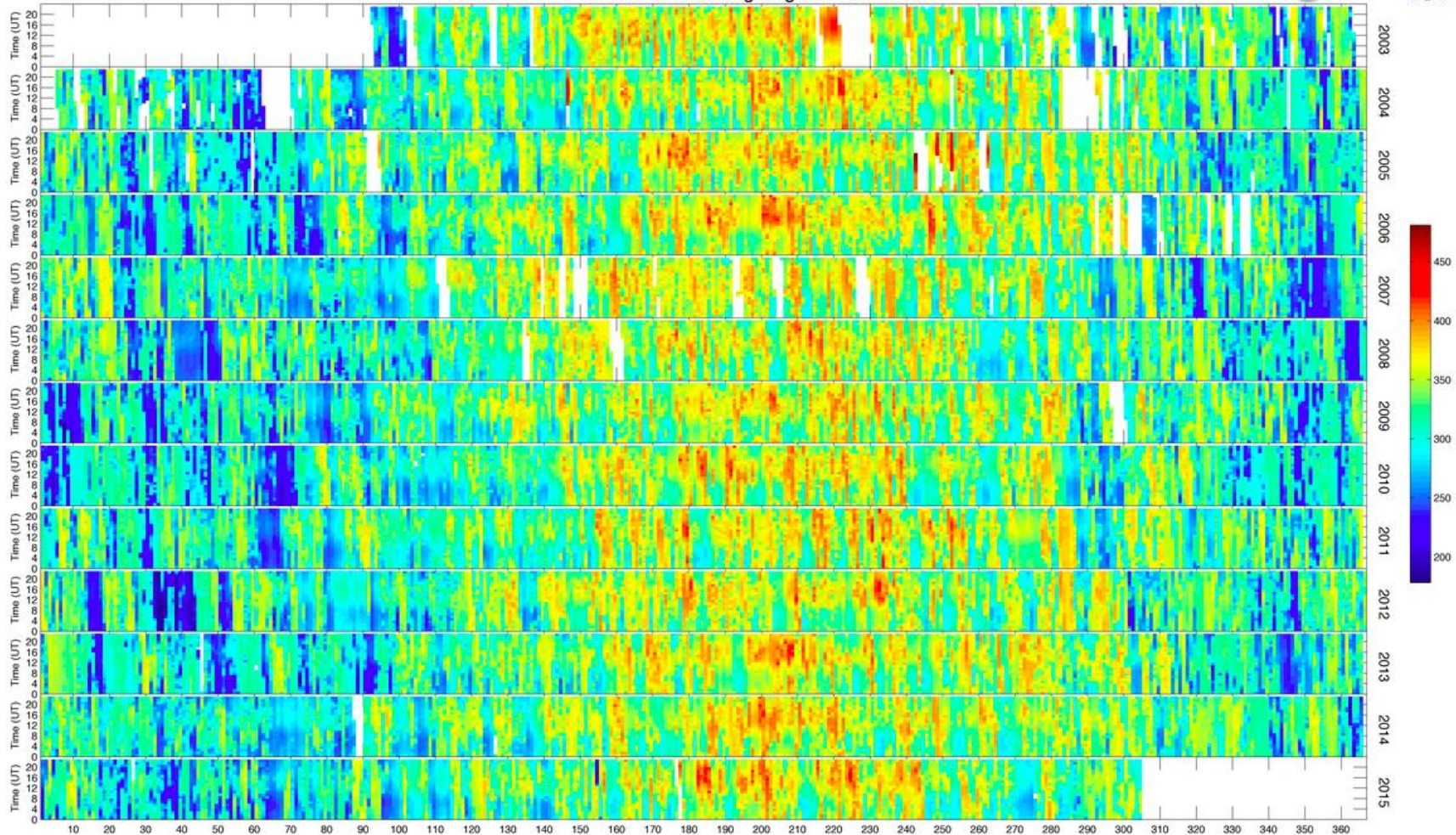
→ Séminaire de terrain avec J. Lopez

→ Poster Lopez et al.

# Données : SIRTA-ReOBS

<http://sirta.ipsl.polytechnique.fr/sirta.old/reobs.html>

SIRTA ReOBS (2003-2015): rlds (W/m<sup>2</sup>)  
surface downwelling longwave radiation



→ Séminaire de terrain avec J. Lopez

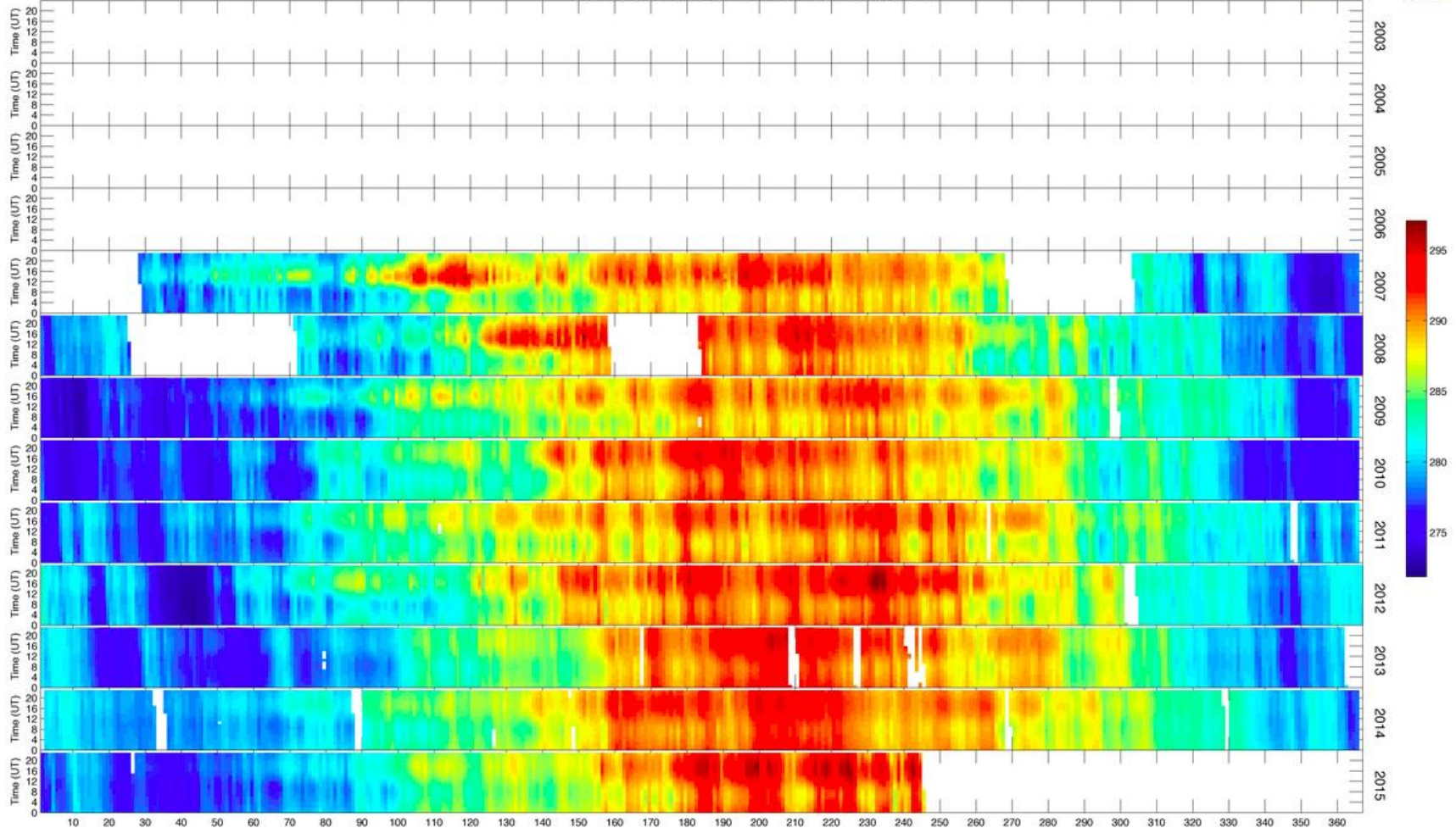
→ Poster Lopez et al.



# Données : SIRTA-ReOBS

<http://sirta.ipsl.polytechnique.fr/sirta.old/reobs.html>

SIRTA ReOBS (2003-2015): st5 (K)  
Soil temperature, 5 cm below ground level



→ Séminaire de terrain avec J. Lopez

→ Poster Lopez et al.

# Méthode

Benartz et al. 2013 :

$$\frac{\partial T_s}{\partial t} = \underbrace{\frac{\alpha + 1}{c_p \rho H} \Delta F_{NET}}_{\text{Radiative Forcing}} + \underbrace{\frac{T_i - T_s}{\tau_i}}_{\text{Ice Heat Exchange}} + \underbrace{\frac{T_a - T_s}{\tau_a}}_{\text{Atmospheric Heat Exchange}} - \underbrace{u \frac{\partial T_s}{\partial x}}_{\text{Advection}}$$

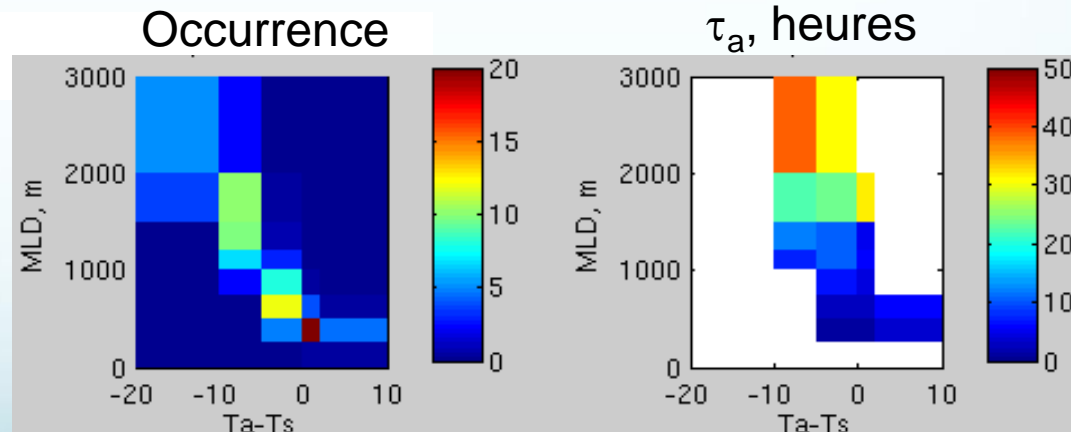
R
HG
HA
A

Etudes de sensibilité + quelques hypothèses seulement

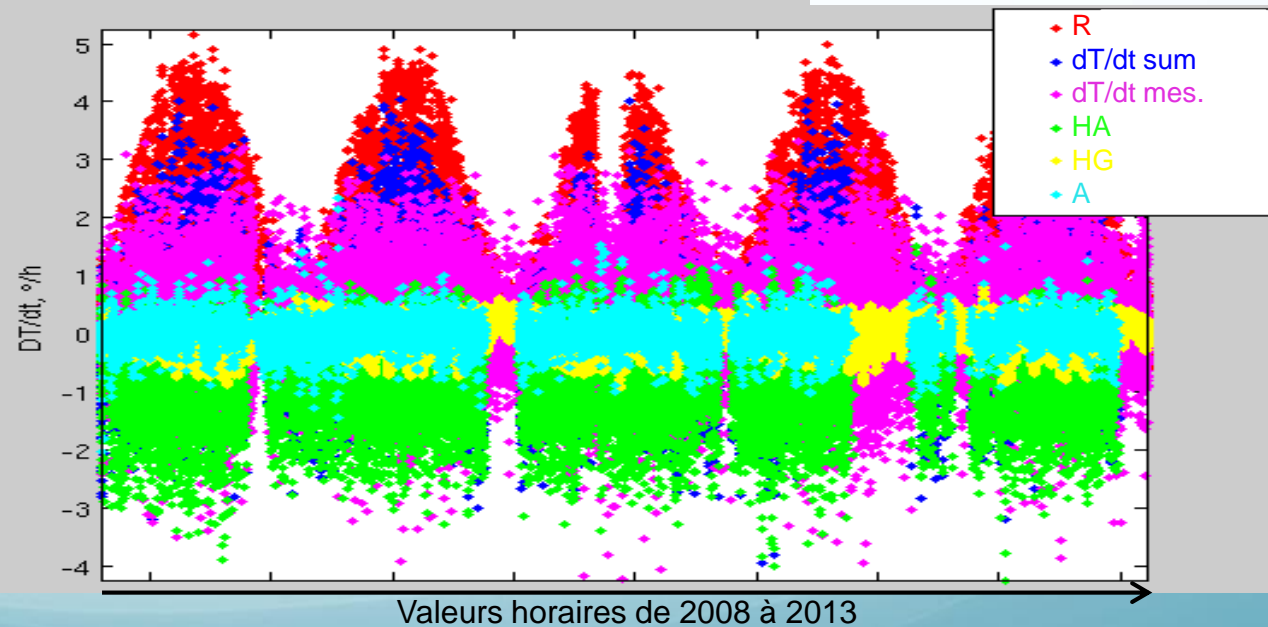
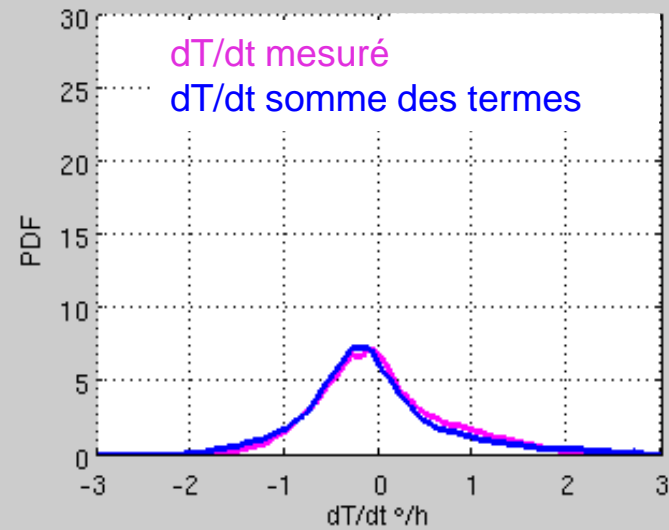
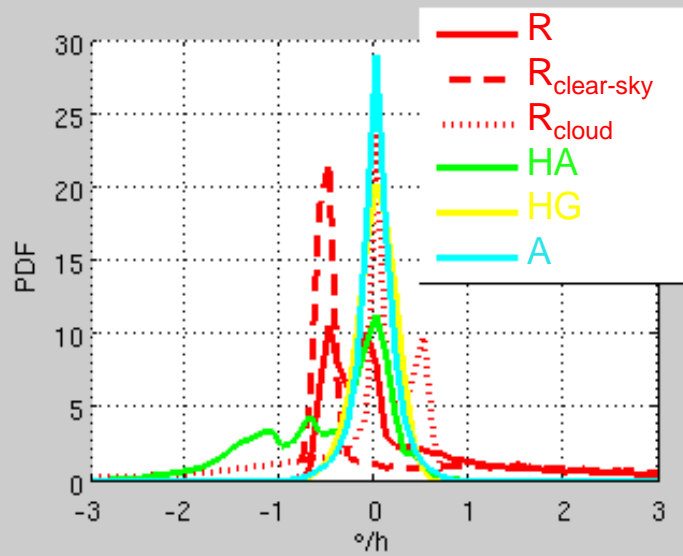
→ Chaque terme de cette équation peut être estimé à partir des observations horaires disponibles dans SIRTAREOBS

Ex. pour  $\tau_a = -\frac{T_a - T_s}{F_{sens} + F_{latent}} \times (\rho c_p H)$

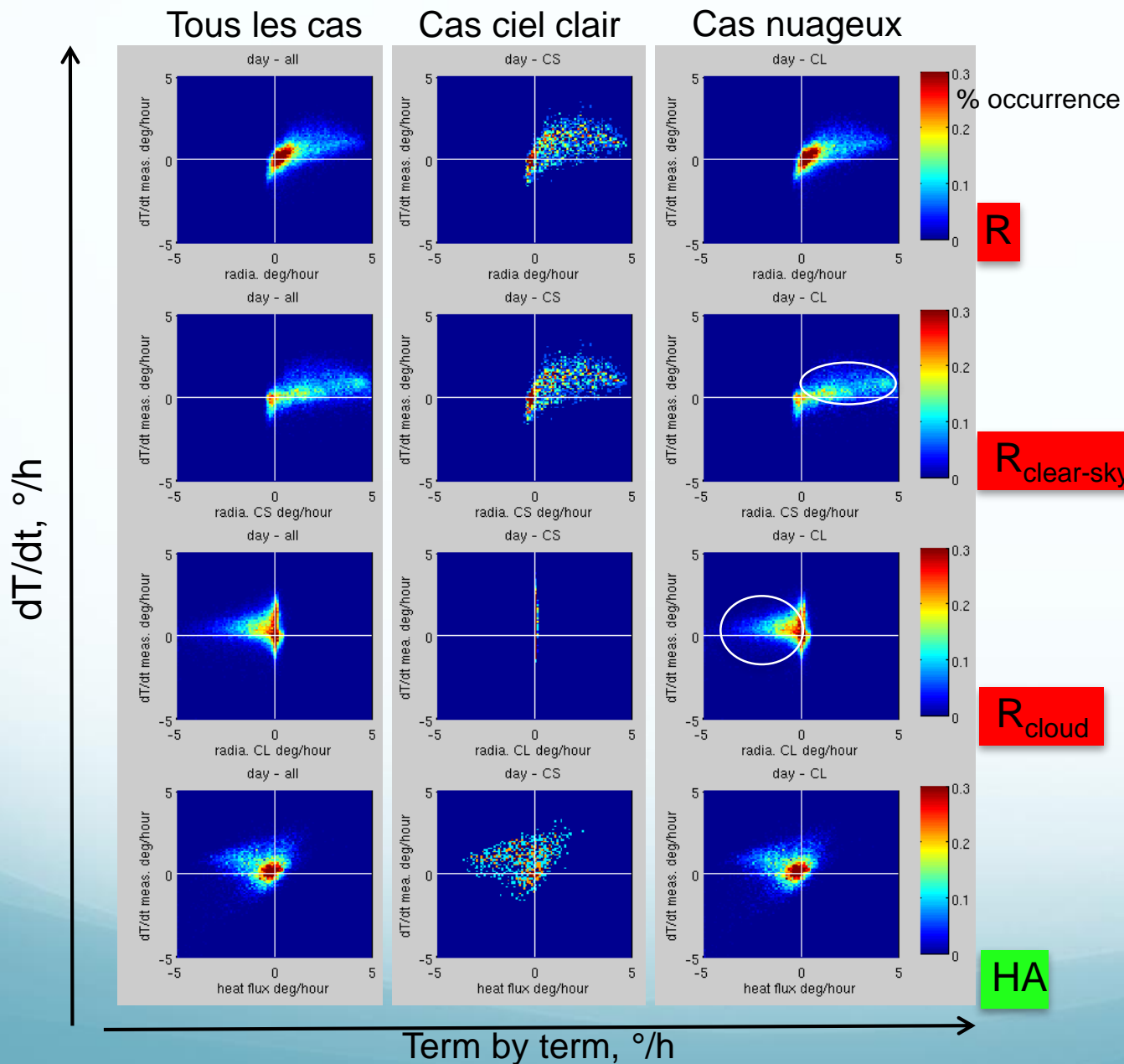
→ création de LUT à partir des cas où toutes les grandeurs de la formule sont effectivement mesurées



# Quantification de chaque terme



# Contribution des termes dominants (jour)

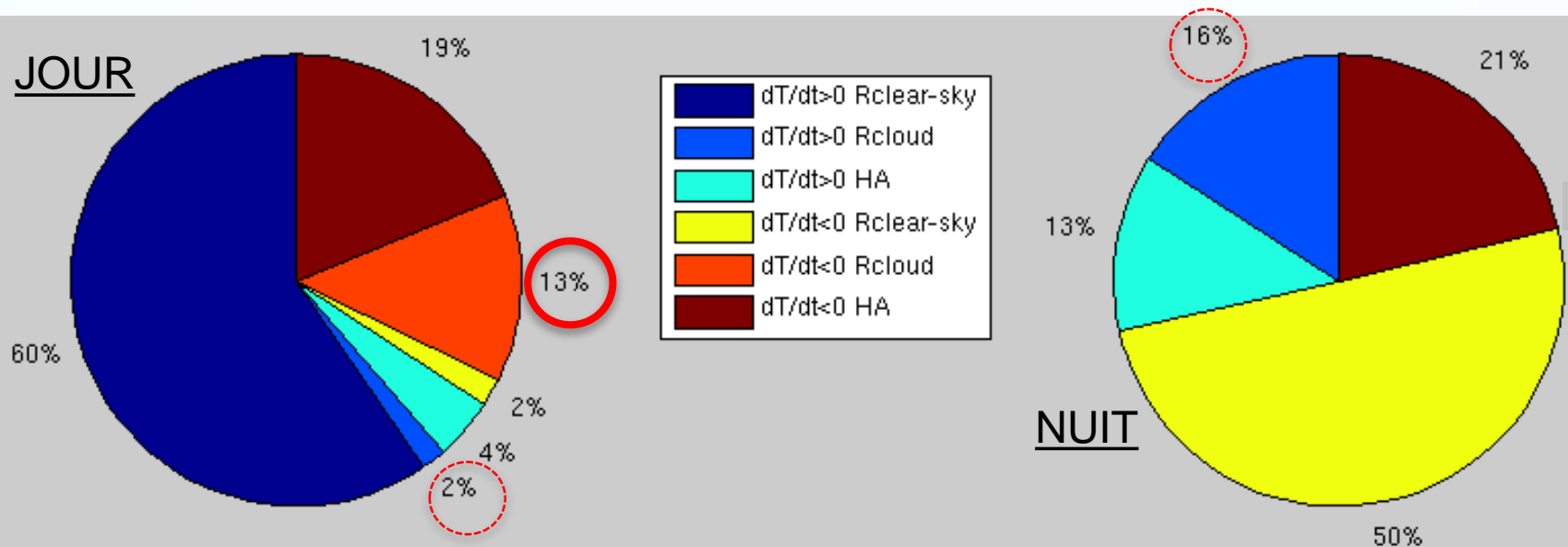


- L'ensemble des cas est dominé par les cas nuageux (peu de cas de ciel clair)
- La variation de T est dominé par la composante radiative ciel clair même quand l'atmosphère est nuageuse (de jour!)
- Les nuages ont majoritairement pour effet de faire diminuer la température → jusqu'à  $-4^{\circ}/h$



# Quel terme domine les variations de T dans les cas nuageux?

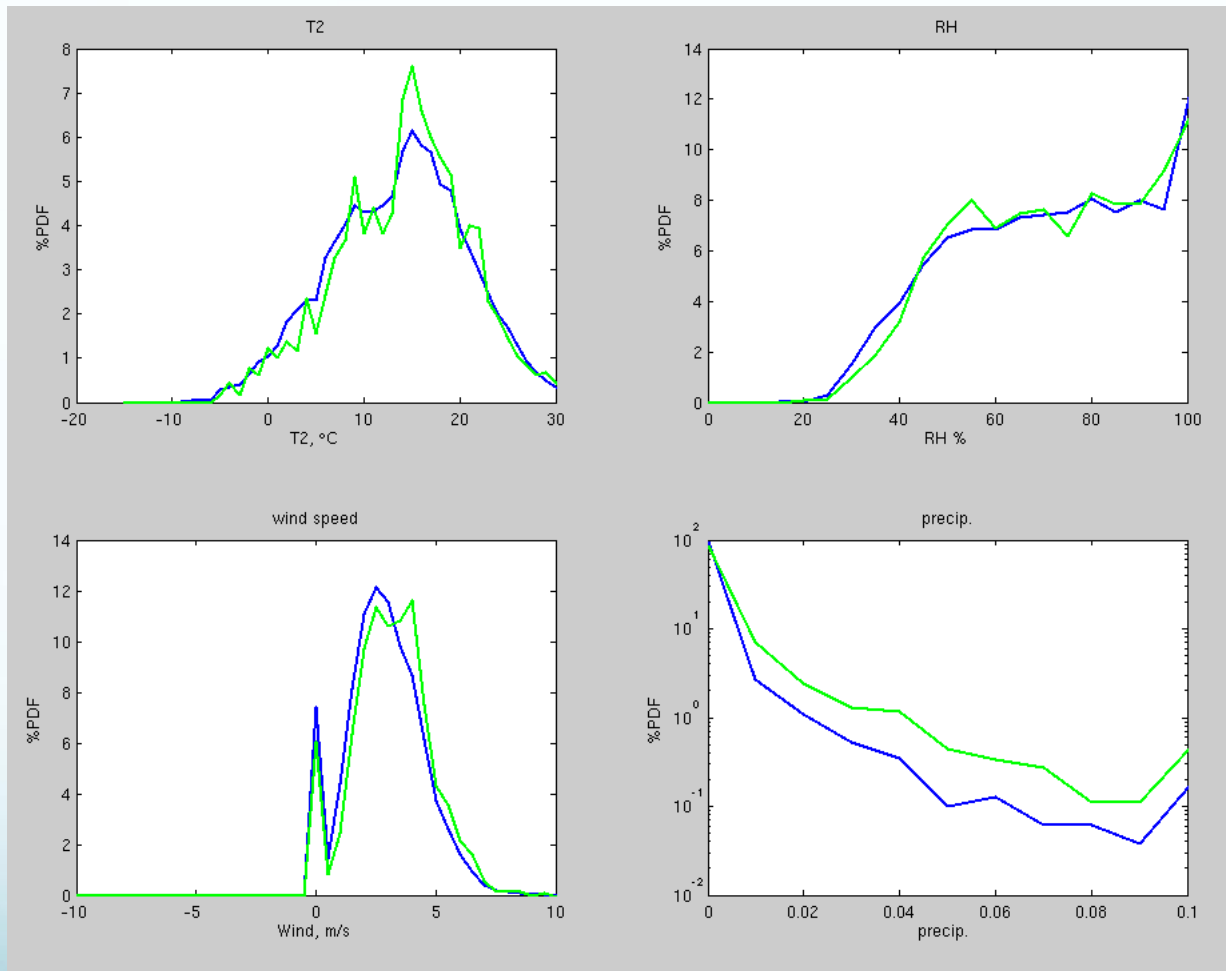
Cas nuageux : 75% des cas de jour, 55% des cas de nuit



Condition pour que le terme N soit prépondérant dans les variations de T : **la somme des autres termes est de signe opposé à  $dT/dt$**

Famille considérée : cas nuageux de jour lorsque le terme radiatif des nuages est responsable d'une diminution de la température

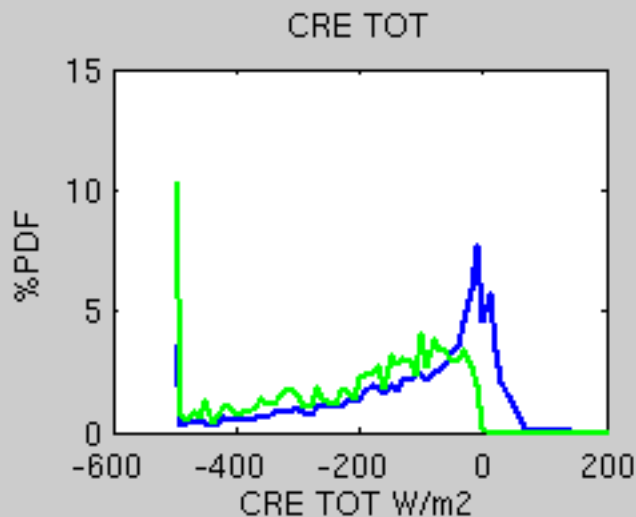
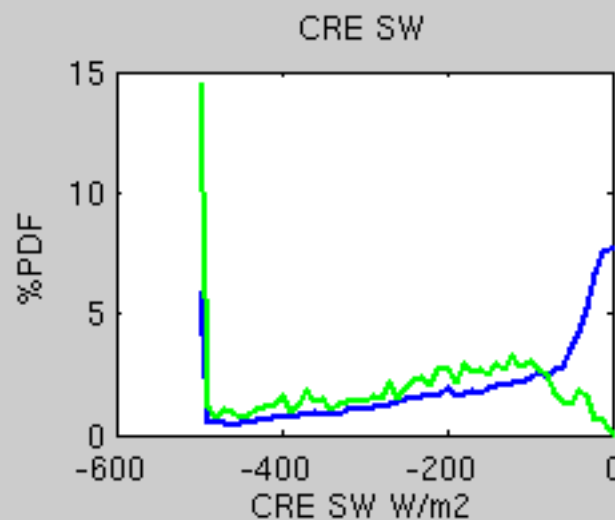
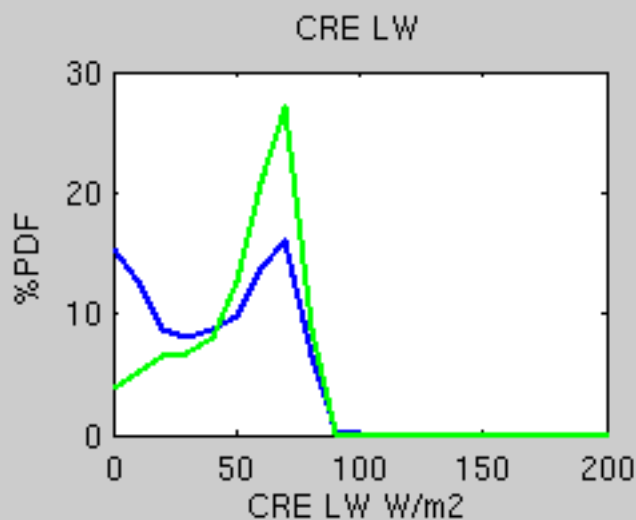
# Conditions météo à 2m correspondantes



→ Temps légèrement **plus venteux** que la moyenne des cas nuageux, et **plus de précipitations**

**Tous les cas nuageux (jour)**  
**Uniquement la famille considérée**

# L'effet radiatif de ces nuages



Tous les cas  
nuageux (jour)

Uniquement la  
famille considérée

Des nuages dont l'effet radiatif est **plus fort** que l'ensemble des nuages (LW et SW), et jamais positif (TOT = SW+LW)

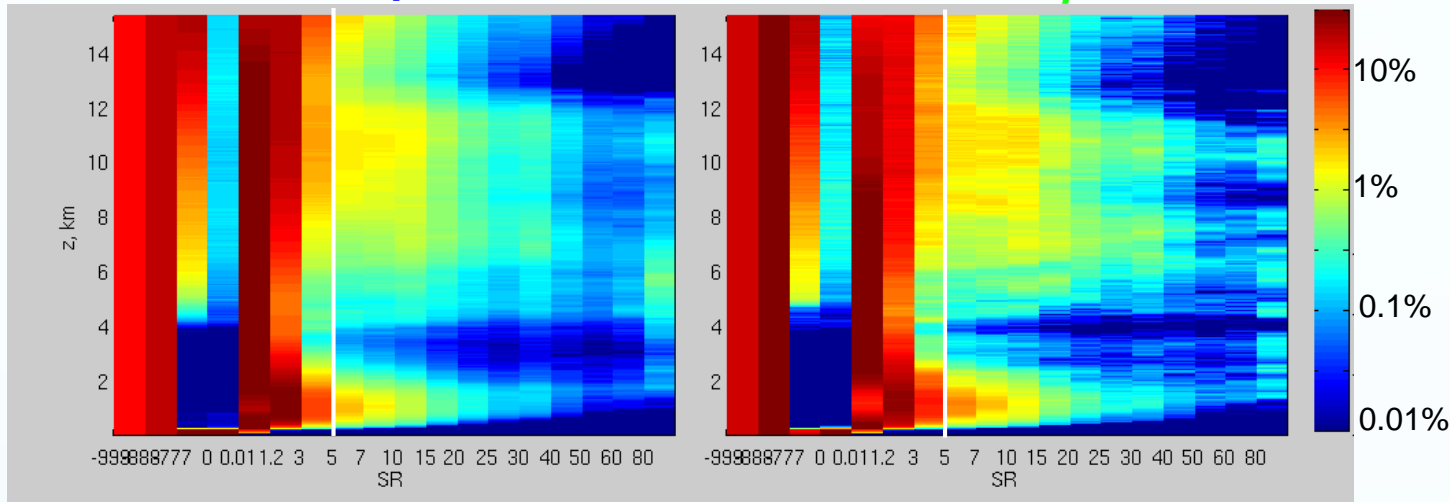


# Profils lidar : histogrammes de SR sub-horaire

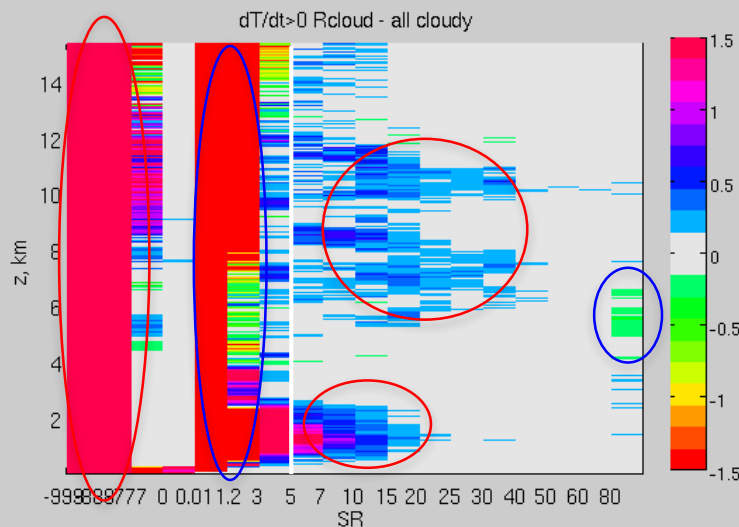
$$SR = ATB/ATB_{mol}$$

Tous les cas nuageux (jour)  
documentés par le lidar

Uniquement la famille considérée  
documentés par le lidar



*Différence  
(absolue) entre  
les deux*

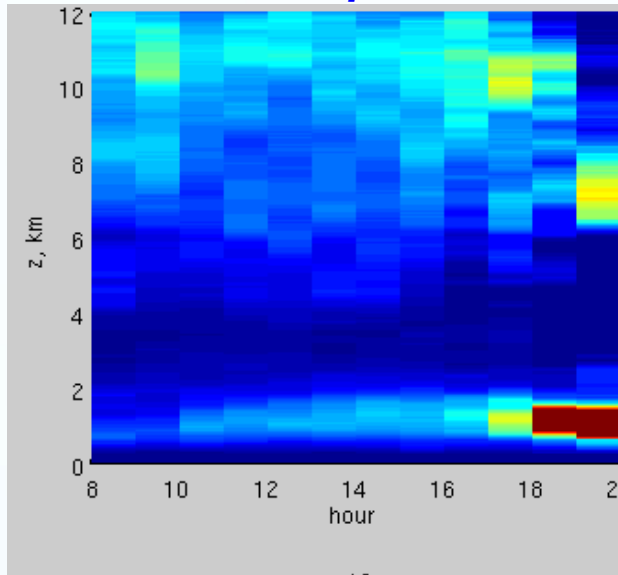


Dans l'heure :

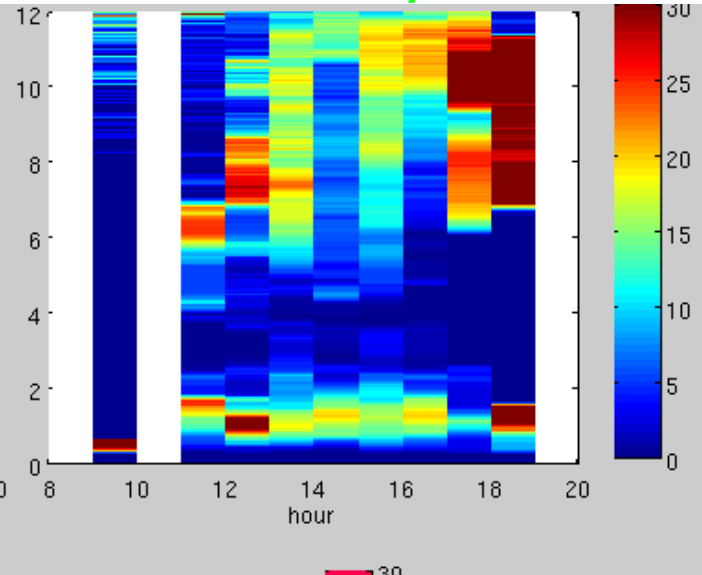
- Plus de nuages hauts/fins
- Plus de nuages bas/fins
- Plus de nuages opaques
- Moins de ciel clair
- Moins de nuages moyens denses

# Profils lidar : cycle diurne de la CF

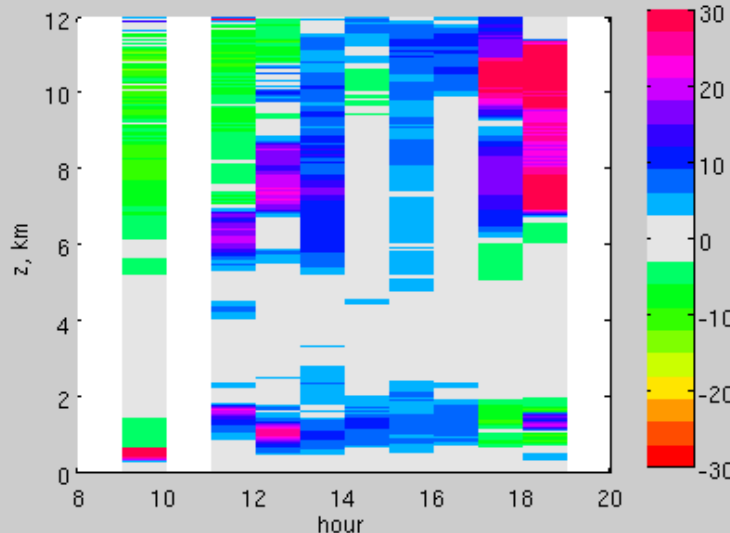
Tous les cas nuageux (jour)  
Documentés par le lidar



Uniquement la famille considérée  
Documentés par le lidar



Différence entre  
les deux



- Cycle diurne des nuages bas moins marqué
- Plus de nuages bas en début de journée

# Résumé des résultats, et suite

## Quantifier et comprendre la contribution des nuages à la variabilité de la température au SIRTA

- Mise au point d'une méthode pour quantifier chaque terme qui a un effet sur les variations de la température, en se basant exclusivement sur des observations – *adapté de Bernartz et al. 2013*
- Identification de familles de cas : ici les nuages de jour responsables d'une diminution de la température
  - Plus précipitants que l'ensemble des nuages
  - Un effet radiatif plus fort et toujours négatif
  - Plus de nuages opaques et de nuages fins (hauts et bas)
  - Un cycle diurne moins marqué
- Possibilité d'étudier d'autres familles de nuages : ceux qui contribuent à faire augmenter la température, cas de nuit, classés en saison et en régimes de temps...
- Intégrer les différents termes en fonction du temps, pour obtenir l'évolution de T indépendamment pour chaque terme, et comprendre ainsi quand des seuils clés de T sont franchis

# *Backup - méthode*



