

# Températures de surface MODIS et du modèle de neige Crocus en Antarctique: évaluation et application

Hélène Fréville

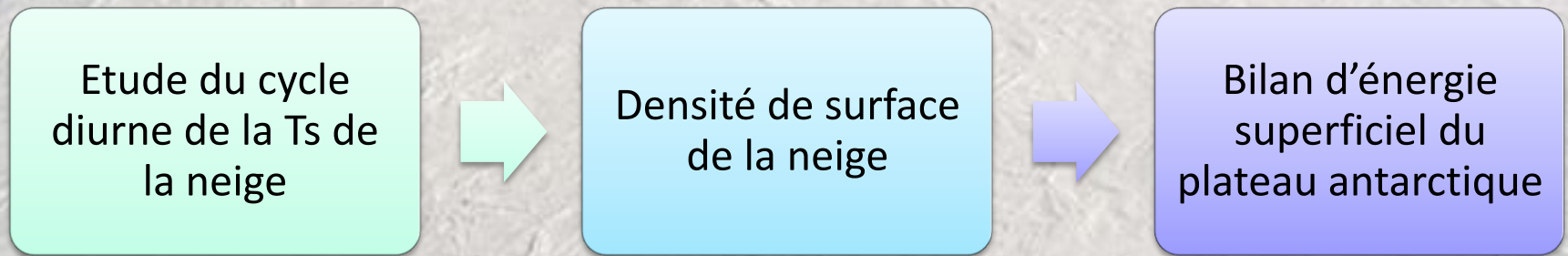
Directeurs de thèse : Eric Brun (CNRM) et Ghislain Picard (LGGE)

Atelier altimétrie et glaciologie  
26 Juin 2014

# Contexte et objectif

*En Antarctique, les observations satellitaires de température de surface  $T_s$  par IR sont très peu exploitées, sauf pour les sondages atmosphériques (IASI, AIRS,..).  
Actuellement, la densité de surface de la neige n'est pas mesurable par télédétection.*

## **Objectif de la thèse :**



## **Méthode utilisée :**

- Evaluation des jeux de données de température de surface
- Evaluation de l'amplitude diurnes de la température de surface sur le Plateau Antarctique
- Etude de simulations idéalisées de Crocus pour analyser la relation entre la densité de surface et l'amplitude diurne de la  $T_s$

## I. Analyse des températures de surface

Evaluation des Ts MODIS

Evaluation des Ts IASI

Evaluation des Ts Crocus et Ts ERA-Interim

## II. Evaluation de l'amplitude diurne de la température de surface

Les cycles diurnes de la Ts en Antarctique

Comparaison des amplitudes diurnes : MODIS, Crocus et ERA-Interim

## III. Relation amplitude diurne/densité de surface : première étude des simulations Crocus

Conclusions

# I. Analyse des températures de surface

## OBSERVATIONS :

### Températures de surface MODIS

Observations satellites par ciel clair

Données horaires; période : 2000-2012; Résolution ~1km

### Températures de surface IASI

Observations satellites

Période : 2009; Taille pixel : 12km

### Observations in situ

7 stations : Dome C, South Pole, Syowa, Kohnen, Plateau Station B, Pole of Inaccessibility et Princess Elisabeth.

## MODELES :

### Températures de surface ERA-Interim

Ts ERA-i calculées à partir du bilan énergétique par le modèle météorologique IFS (Integrated Forecast Model)

Données 3-horaire ; période : 2000-2012 ; Résolution : 80 km

### Simulations du modèle de neige Crocus

SURFEX/Crocus

Données de forçage ERA-Interim ( T2m, HR2m, U10m, precipitation rate, LWdown, SWdown, Ps) extraites à 0.5° de résolution, pas de temps : 3H. Interpolation bilinéaire sur une grille stéréopolaire de 25 km de résolution.

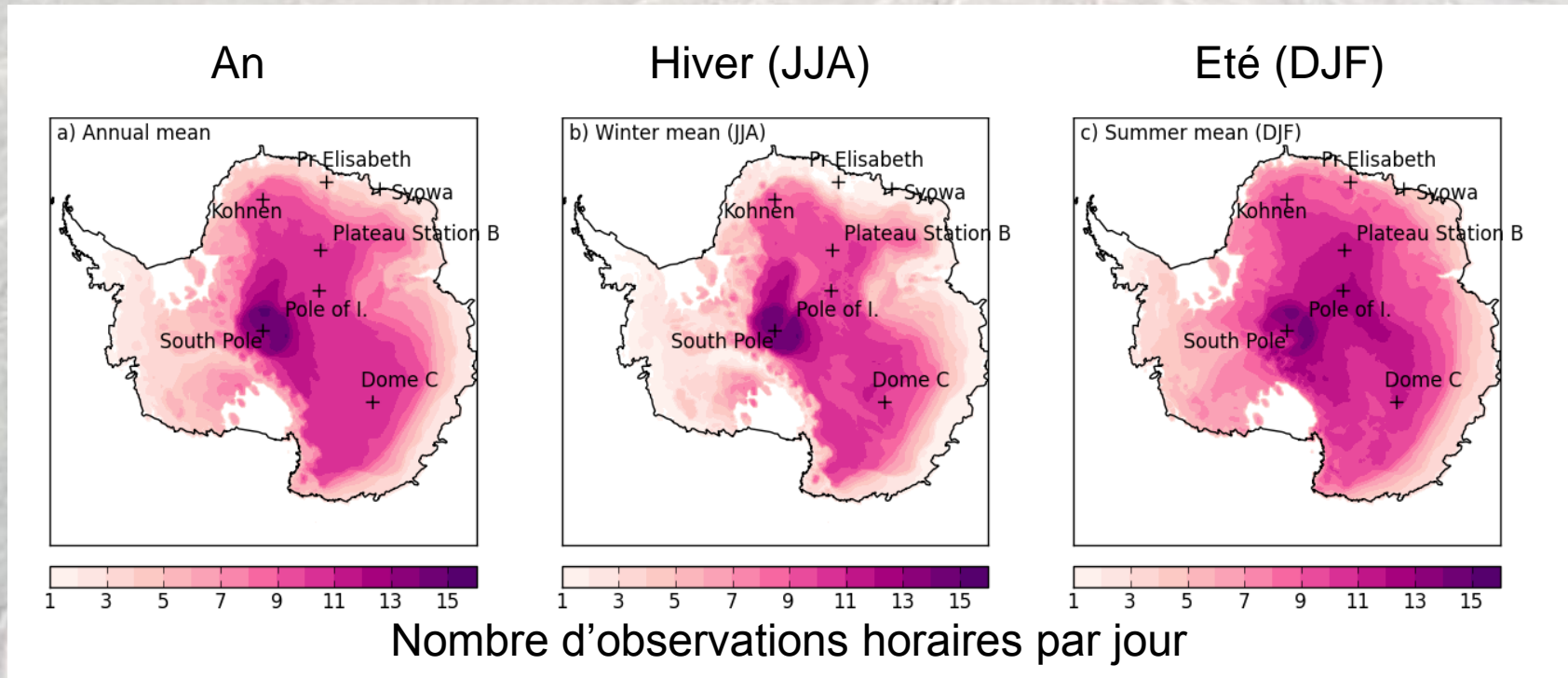
Données horaires; période: 2000-2012; Résolution ~ 25km

Ts MODIS et Ts ERA-i sont projetées sur une grille de 25 km de résolution.

# I. Analyse des températures de surface

## • Evaluation des Ts MODIS

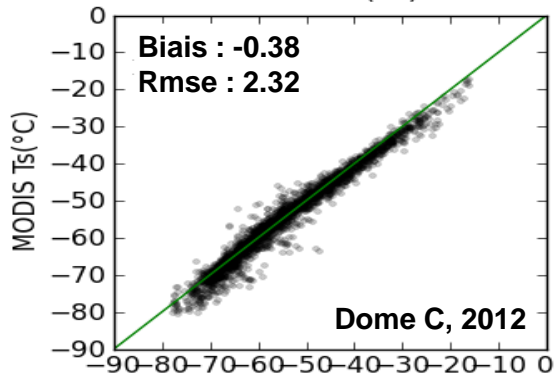
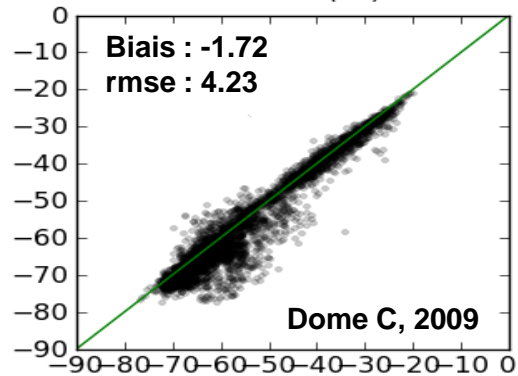
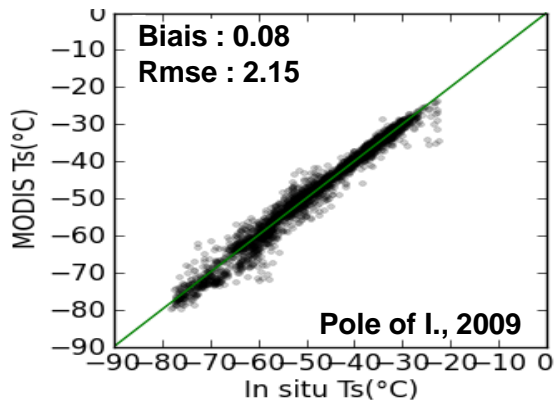
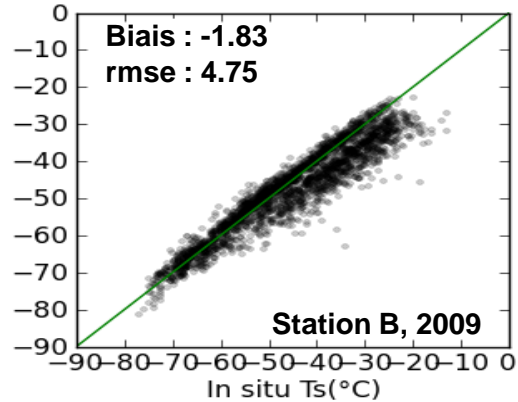
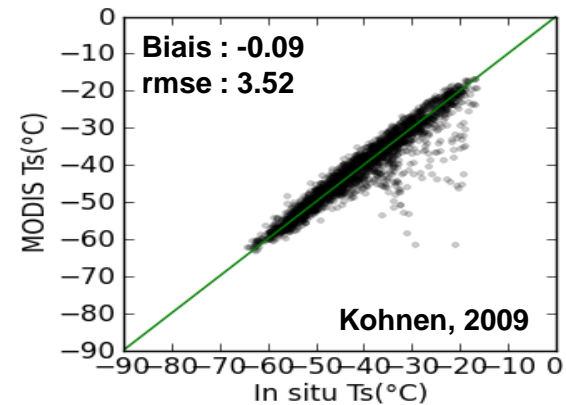
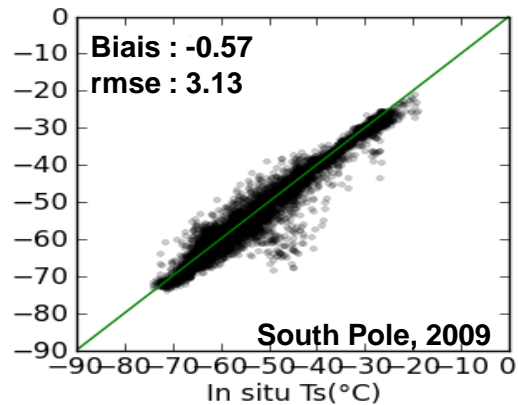
Disponibilité : Passage de la fauchée  
Absence de nuages



→ En moyenne, 14 observations de la Ts par jour autour du Pôle sud et plus de 9 observations de la Ts par jour sur tout le plateau.

# I. Analyse des températures de surface

- **Evaluation des Ts MODIS** : comparaison aux observations in situ



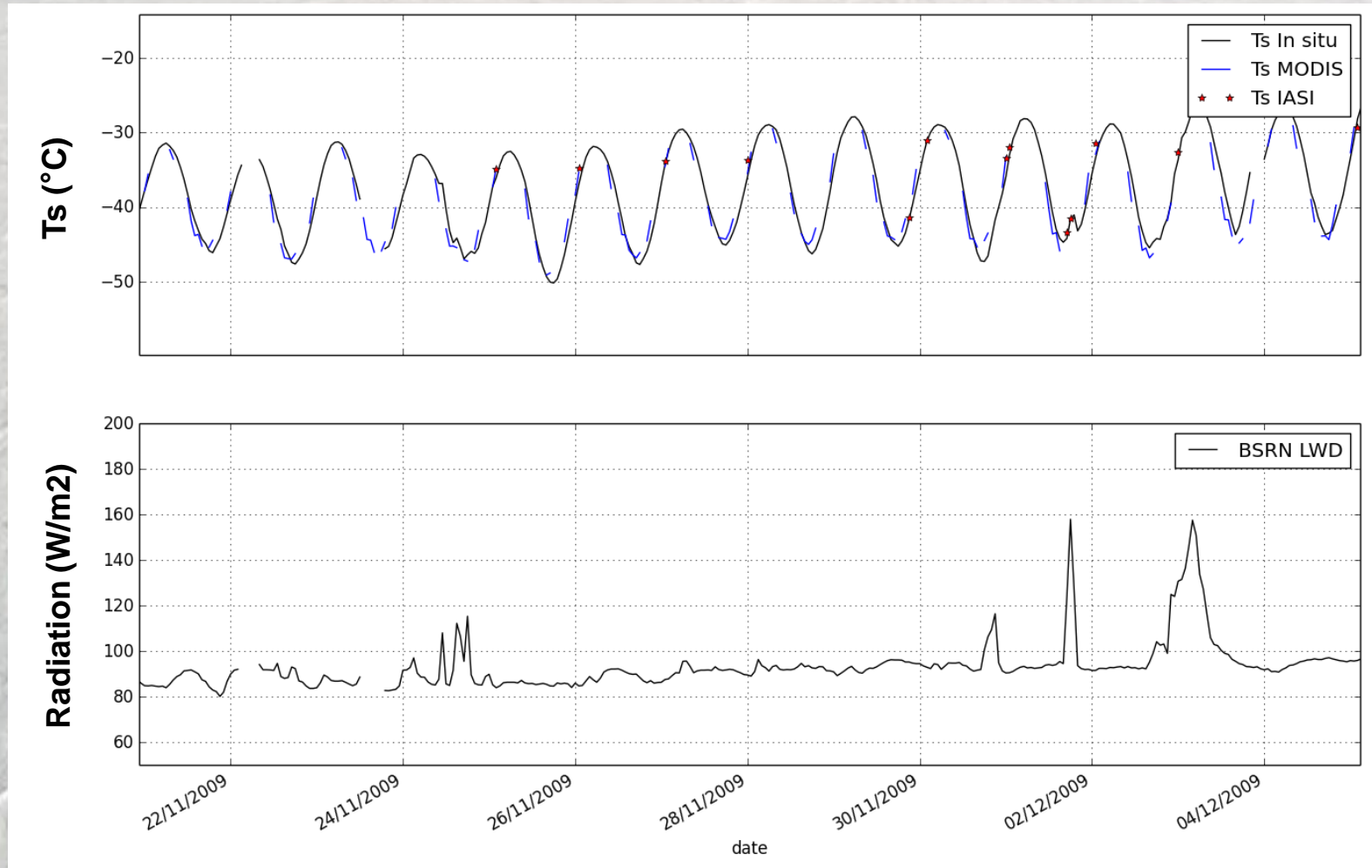
Plateau antarctique:  
biais : -1.8 à 0.1°C  
rmse : 2.2 à 4.8°C

Ts MODIS

Ts in situ

# I. Analyse des températures de surface

## • Evaluation des Ts IASI



Stage M2 : N. Tatarinova

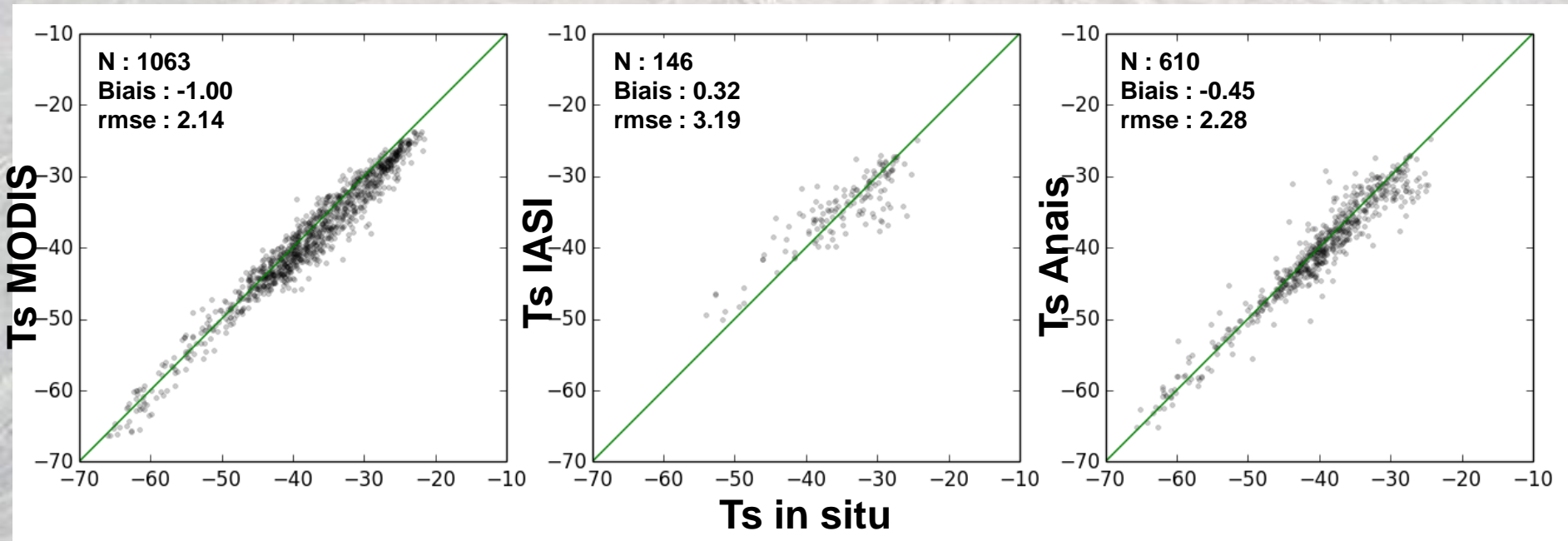
- Peu de données IASI
- Problème du masque nuageux d'Eumetsat utilisé pour les Ts IASI

# I. Analyse des températures de surface

- **Evaluation des Ts IASI**

**Ts Anaïs** : Température restituée par inversion du modèle de transfert radiatif à partir des radiances IASI. (Thèse Anaïs Vincensini)

Exemple à Dome C : Novembre 2009 – Janvier 2010



Stage M2 : N. Tatarinova

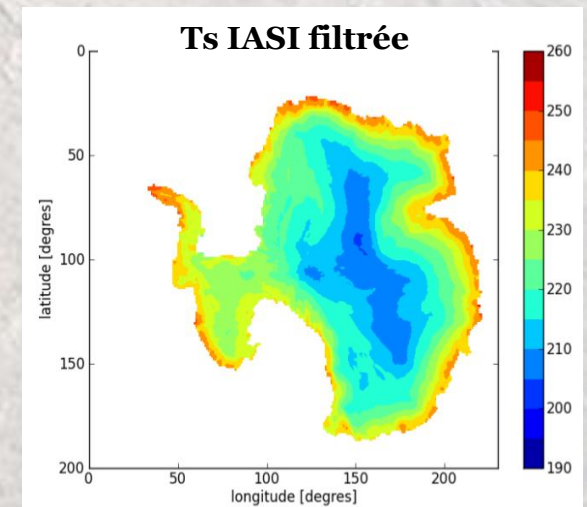
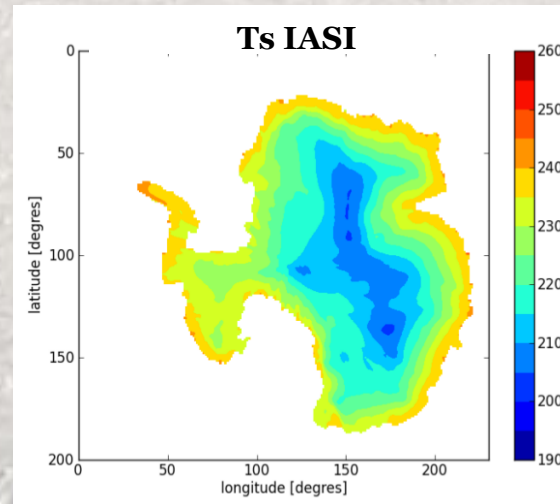
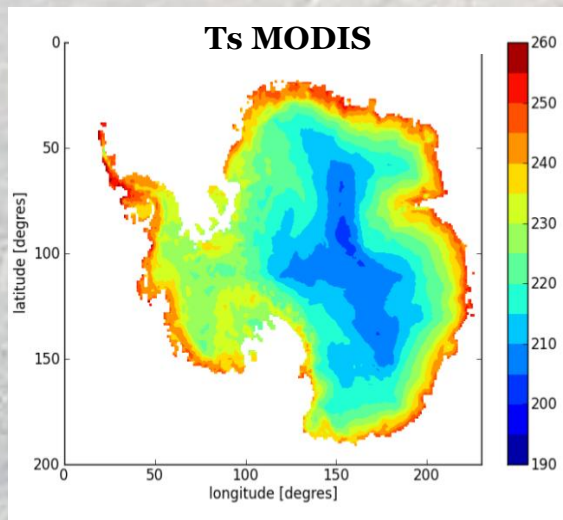
- Bonne corrélation et faible biais de la Ts Anaïs



# I. Analyse des températures de surface

- **Evaluation des Ts IASI**

Filtrage des Ts IASI selon la présence des données MODIS



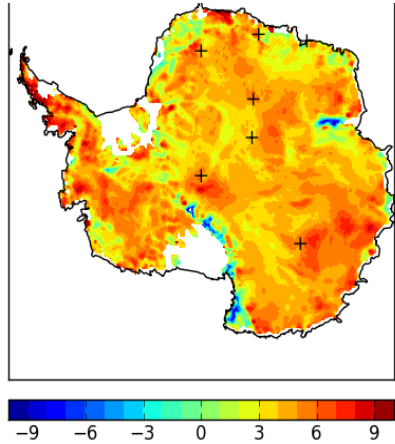
Stage M2 en cours : Aurore Dracos

- Période : 21 Mai – 21 Juillet 2013

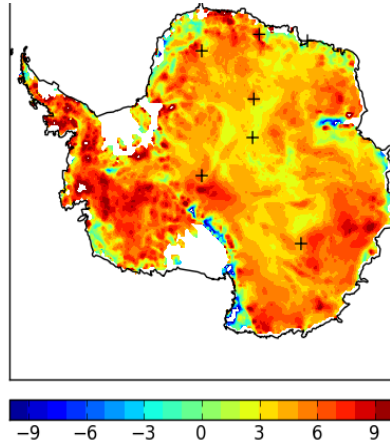
# I. Analyse des températures de surface

## • Evaluation des Ts ERA-i et Ts Crocus

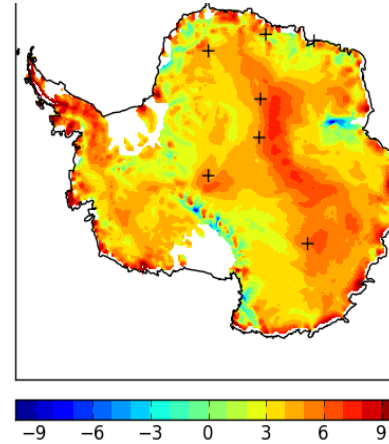
### Biais ERA-Interim



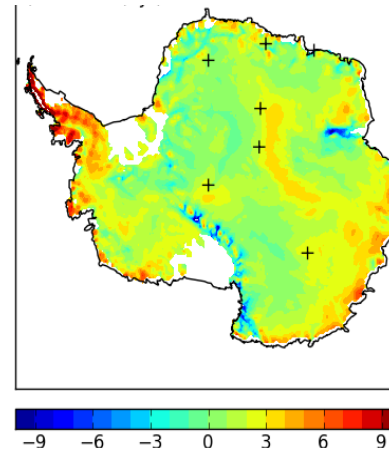
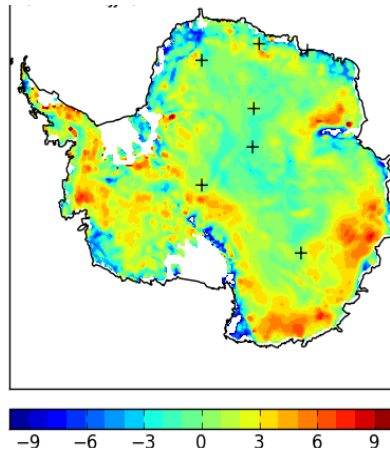
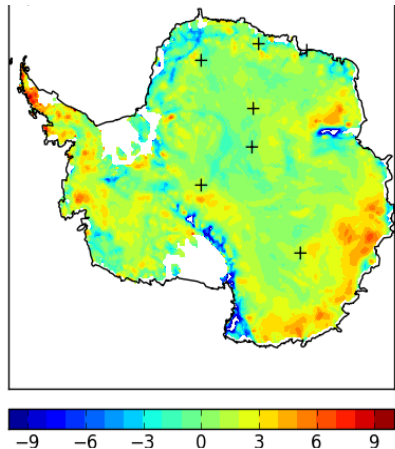
An



Hiver (JJA)



Été (DJF)



Biais Crocus

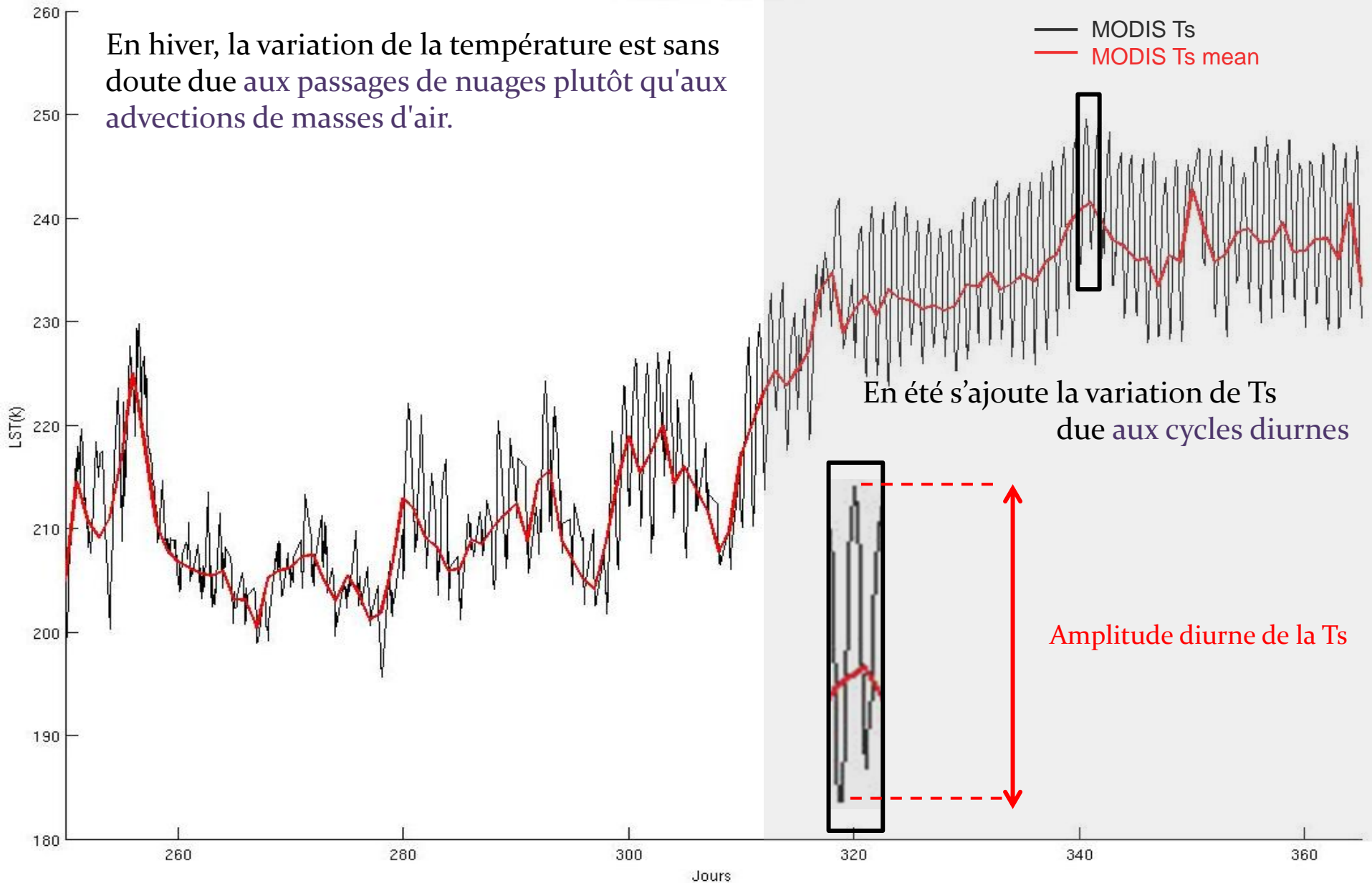
• **Biais chaud ERA-i:**  
**+3 to +6°C (Plateau)**

Genthon et al, 2010 :  
-sous-estimation albédo  
-atténuation du  
refroidissement radiatif  
nocturne

• **Biais Crocus :**  
**-2 à +2°C (Plateau)**

## II. Evaluation de l'amplitude diurne de la température de surface

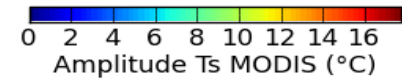
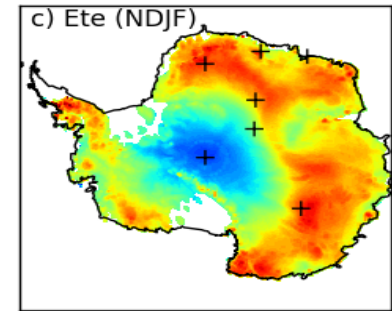
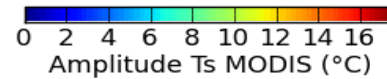
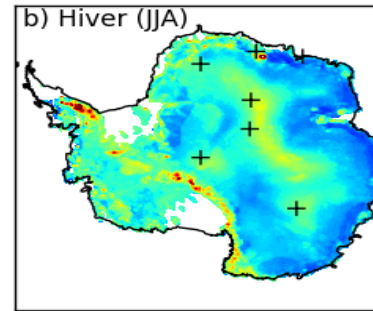
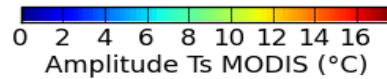
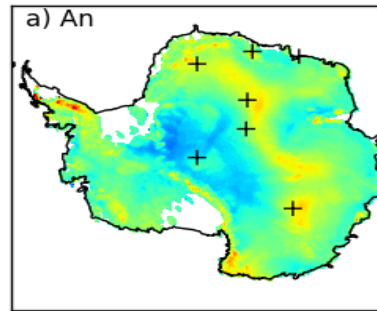
- **Les variations de la température de surface en Antarctique**



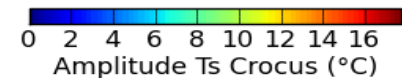
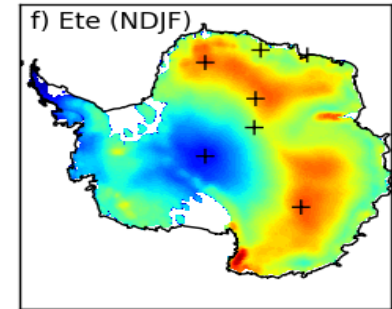
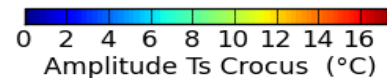
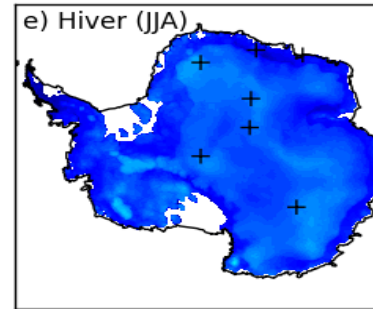
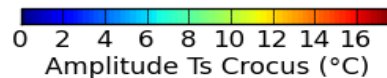
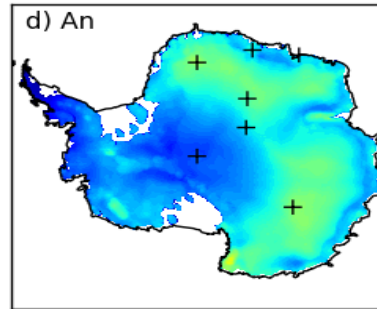
## II. Evaluation de l'amplitude diurne de la température de surface

- Comparaison des amplitudes diurnes : MODIS, Crocus, ERA-Interim

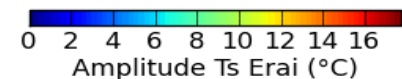
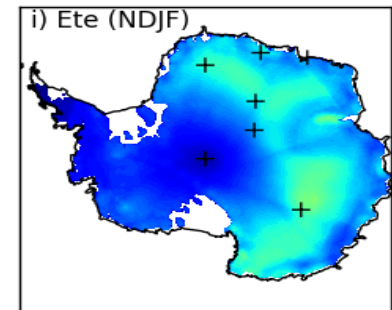
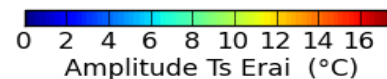
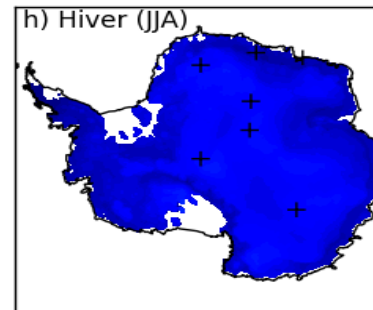
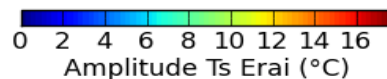
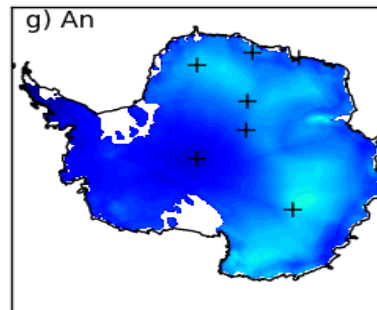
Observations  
MODIS



Simulations  
Crocus



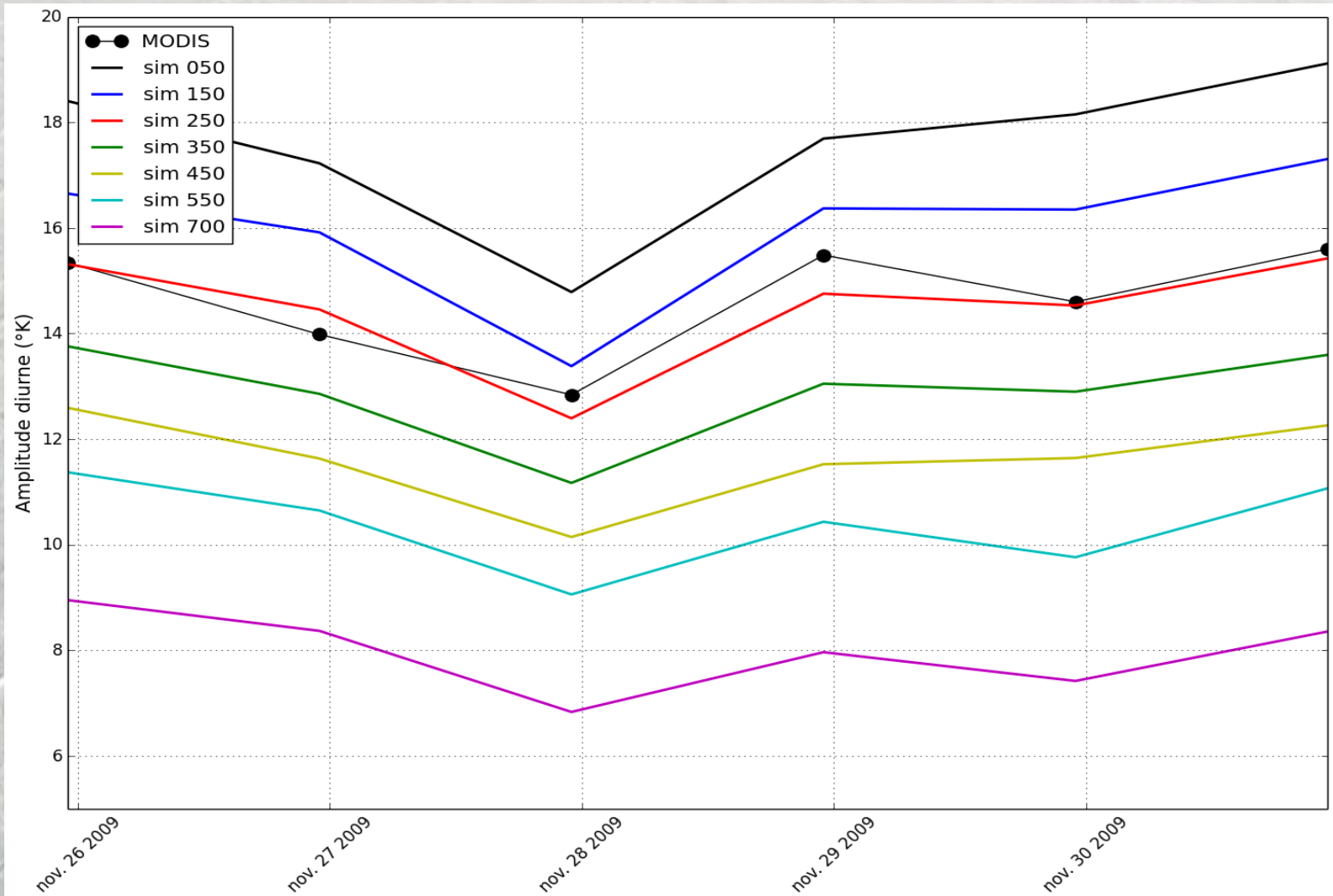
Simulations  
ERA-Interim



# III. Relation amplitude diurne/densité de surface : premières études des simulations Crocus

*Quelle densité de surface minimise le biais d'amplitude diurne de Crocus ?*

## • Simulations Crocus à densité de surface fixée

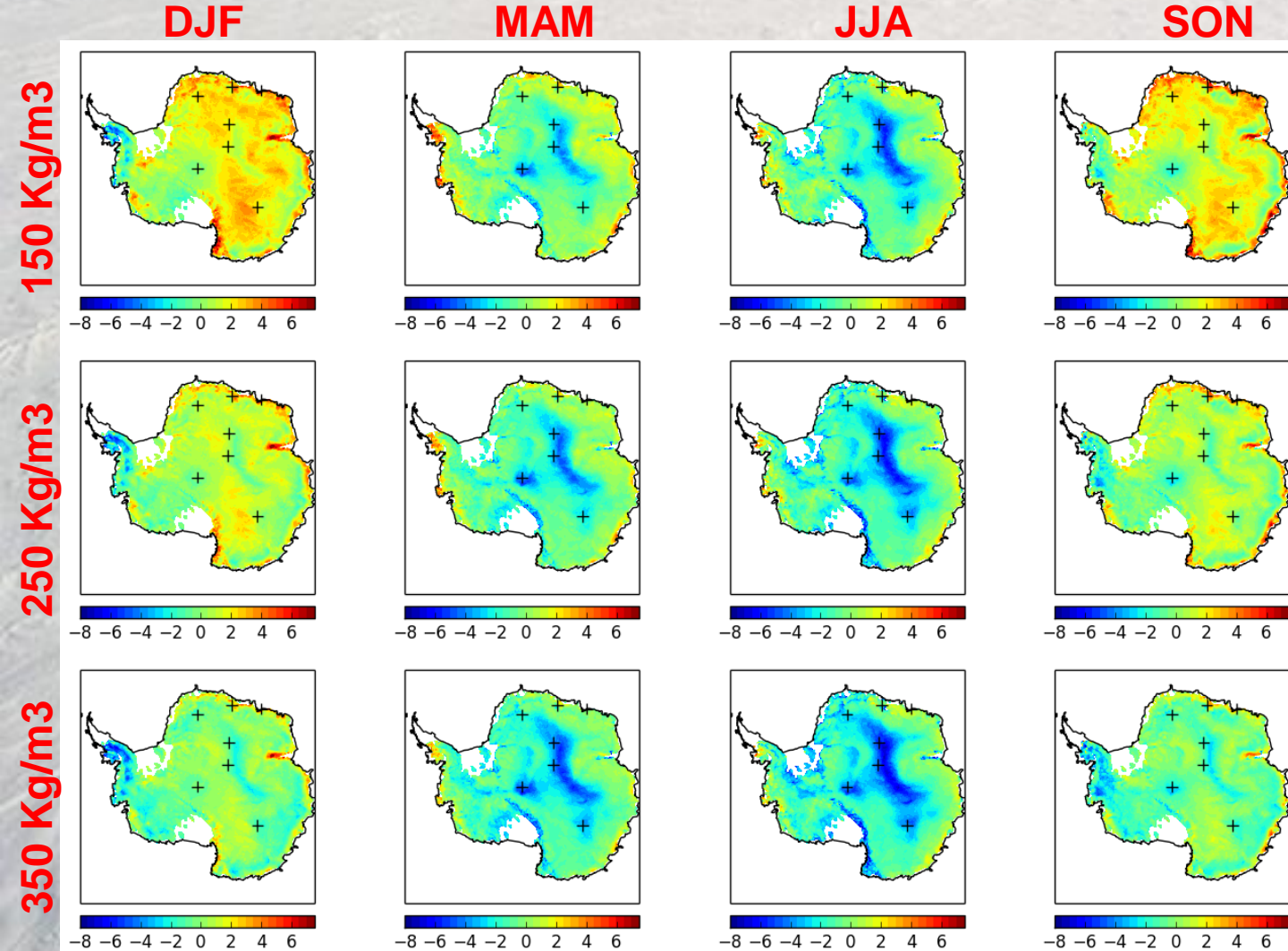


Dome C

# III. Relation amplitude diurne/densité de surface : premières études des simulations Crocus

*Quelle densité de surface minimise le biais d'amplitude diurne de Crocus ?*

## • Biais d'amplitude des simulations Crocus à densité de surface fixée

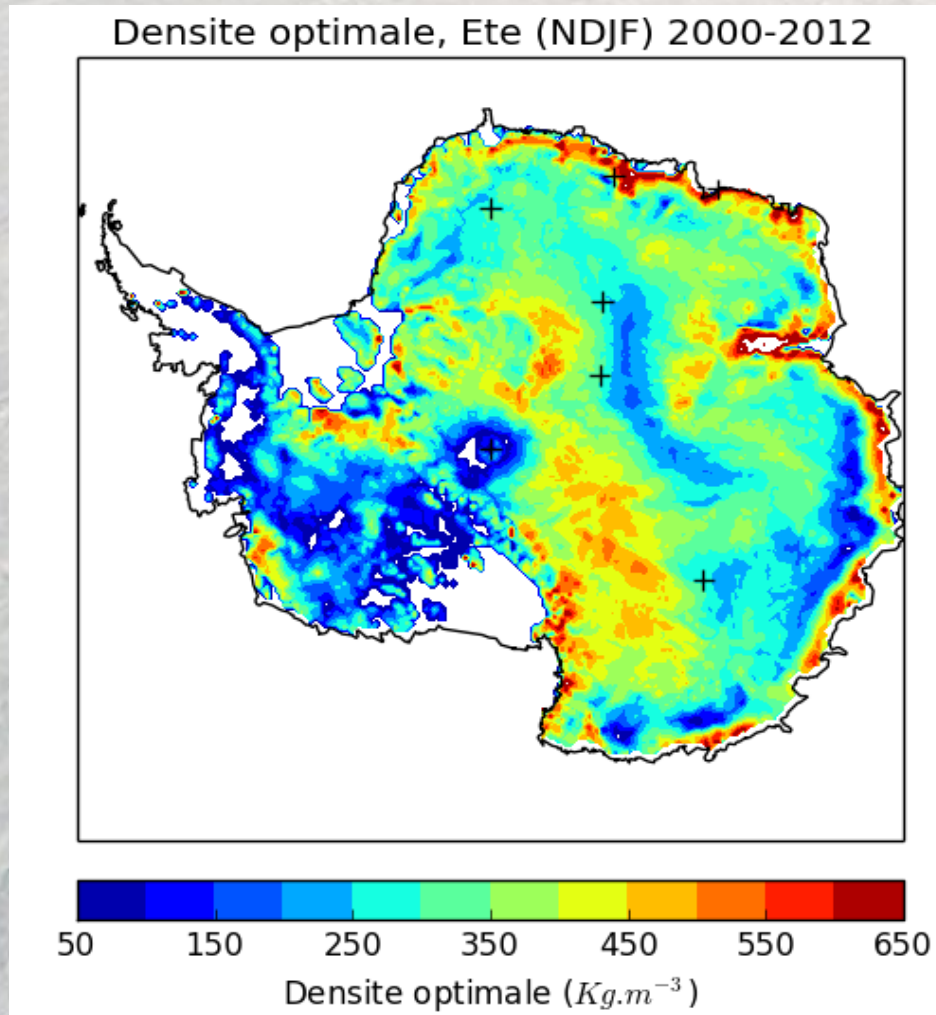


- Structuration spatiale du biais d'amplitude
- Limite de la méthode à partir de MAM

Amplitude simulations Crocus – Amplitude MODIS (°C)

### III. Relation amplitude diurne/densité de surface : premières études des simulations Crocus

- **Première estimation de la densité de surface**



**7 simulations Crocus**  
avec des profils de densité fixés  
(entre 50  $kg/m^3$  et 700  $kg/m^3$ )



**Carte de densité de surface**  
minimisant en chaque point de la grille  
le biais d'amplitude diurne simulée par  
Crocus par rapport aux amplitudes  
diurnes de MODIS.

# Conclusions

## Analyse des températures de surface utilisée :

- Bon potentiel de MODIS dans l'observation des Ts sur le plateau antarctique par ciel clair (disponibilité, qualité).  
→ Ts MODIS : adaptées pour évaluer les Ts simulées par différents modèles, en antarctique.
- Biais chaud des Ts ERA-Interim sur le plateau antarctique : +3 à +6°C  
→ Surestimation des flux turbulents de surface en conditions stables par ERA-Interim.
- Problème du masque nuageux d'Eumetsat qui pénalise l'utilisation des Ts IASI  
Bon potentiel de l'algorithme de restitution des Ts IASI développé par A. Vincensini  
Stage M2 en cours

## Analyse des amplitudes diurnes de surface :

- Forte structuration des amplitudes diurnes
- Différence d'amplitudes diurnes entre ERA-Interim et Crocus → Lien avec la densité

## Simulations idéalisées de Crocus :

- Changement de densité de surface influence l'amplitude diurne de la Ts simulée dans Crocus
- Première estimation d'une carte de densité de surface réalisée à partir du calcul du biais d'amplitude diurne simulée
- Structures spatiales communes entre les cartes d'amplitudes et la carte de densité



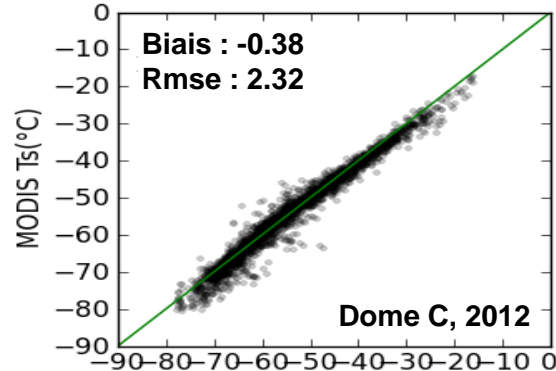
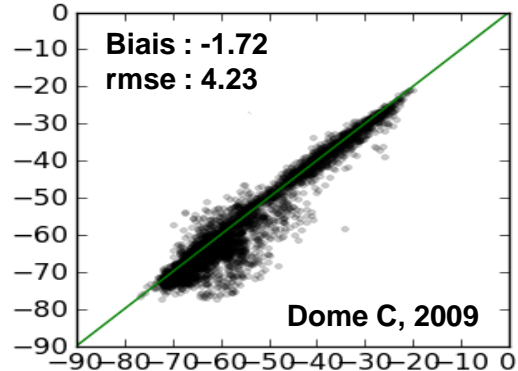
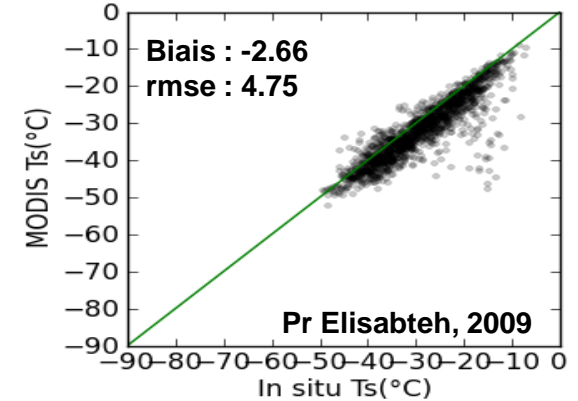
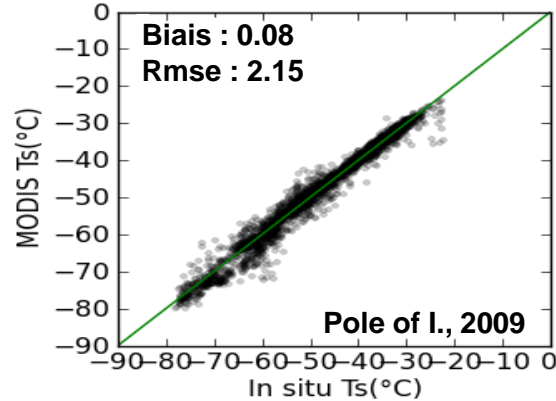
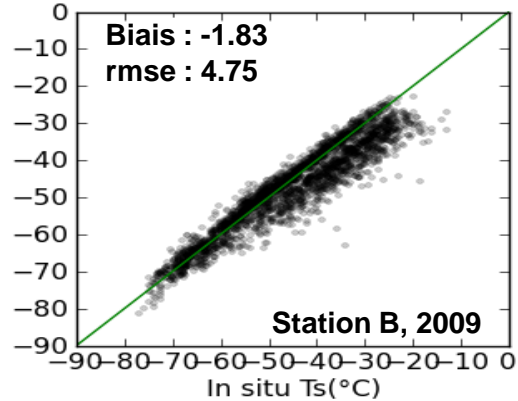
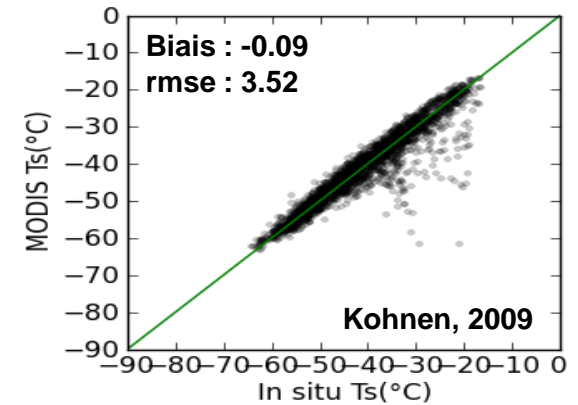
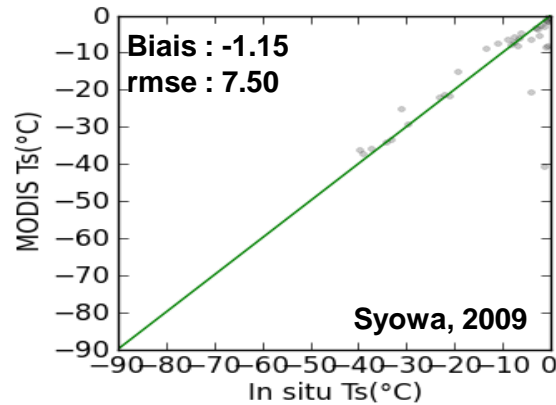
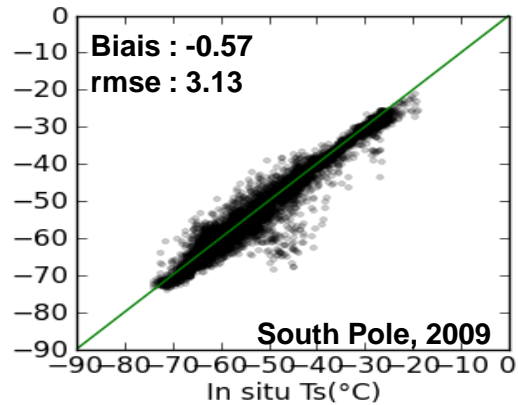
An aerial photograph of a vast, flat, light-colored landscape, possibly a salt flat or a desert, under a clear blue sky. The terrain is textured with subtle ripples and patterns, suggesting a dry, mineral-rich surface. The horizon is a straight line separating the light-colored ground from the clear blue sky.

**Cette étude est financée par IPEV et CNES/TOSCA**

**Merci de votre attention**

# I. Analyse des températures de surface utilisées

## • Evaluation des Ts MODIS : comparaison aux observations in situ



Plateau antarctique:  
biais : -1.8 à 0.1°C  
rmse : 2.2 à 4.8°C

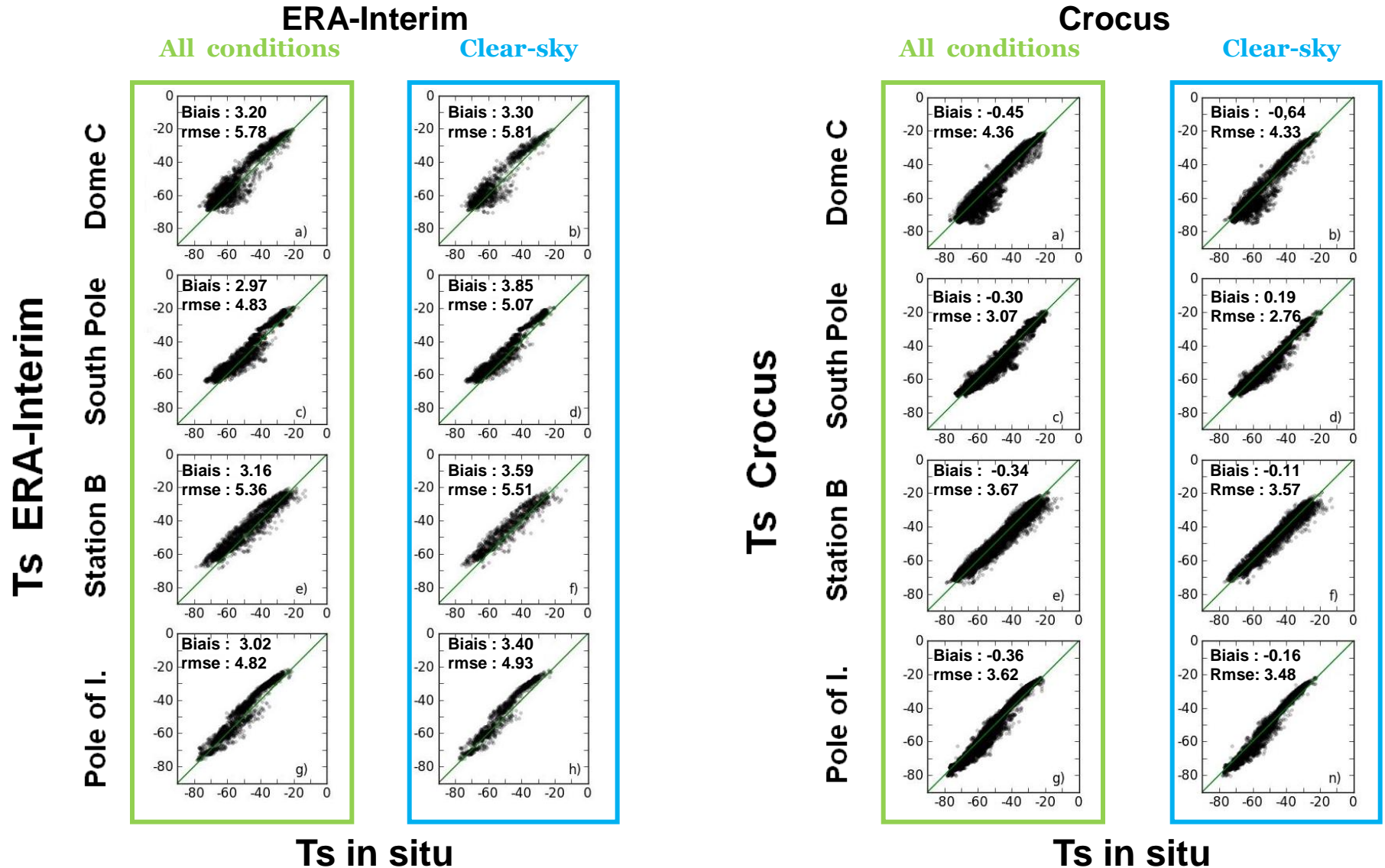
Régions côtières :  
Biais : -2,7 à -1,1°C  
rmse : 4,7 à 7,5°C

Ts MODIS

Ts in situ

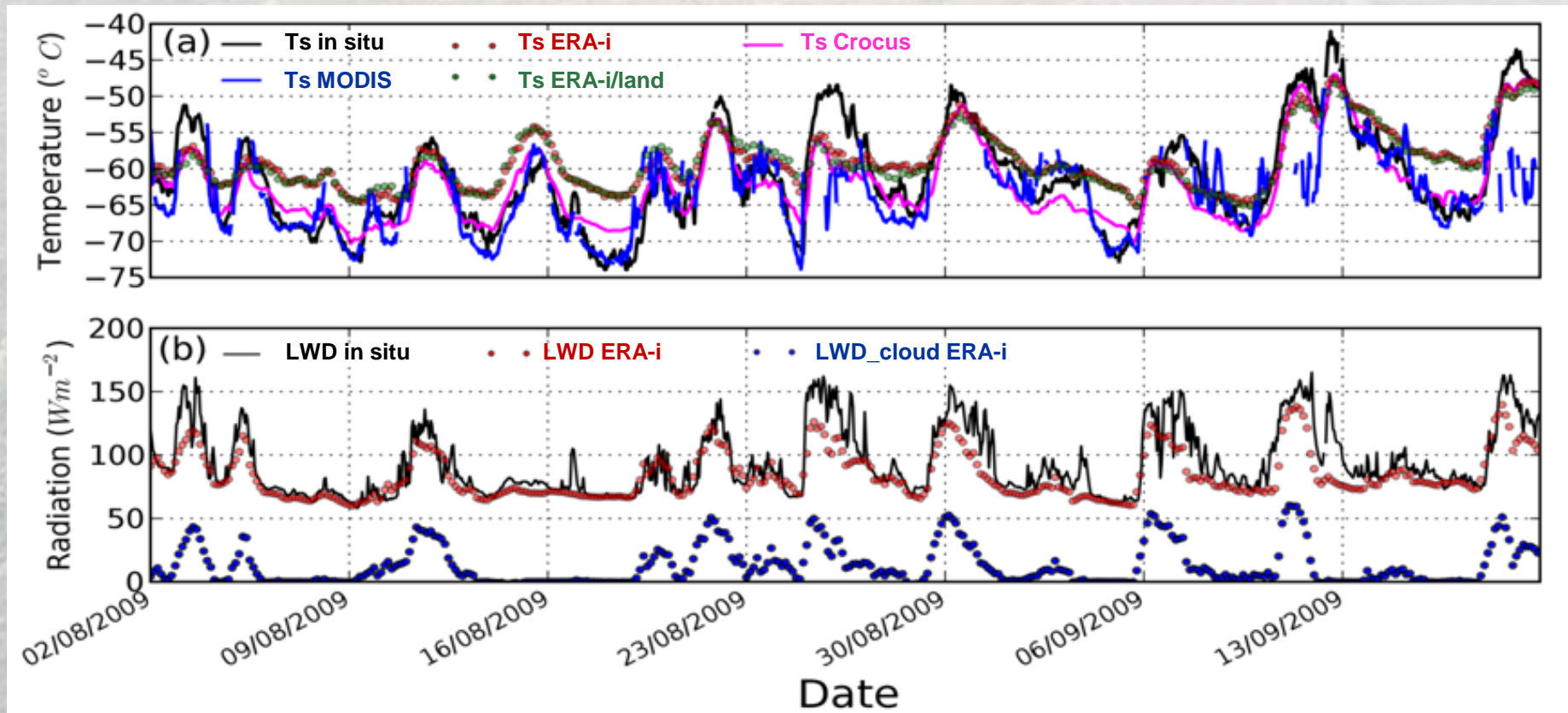
# I. Analyse des températures de surface utilisées

- Evaluation des Ts ERA-i et Ts Crocus : comparaisons aux observations in situ



# I. Analyse des températures de surface utilisées

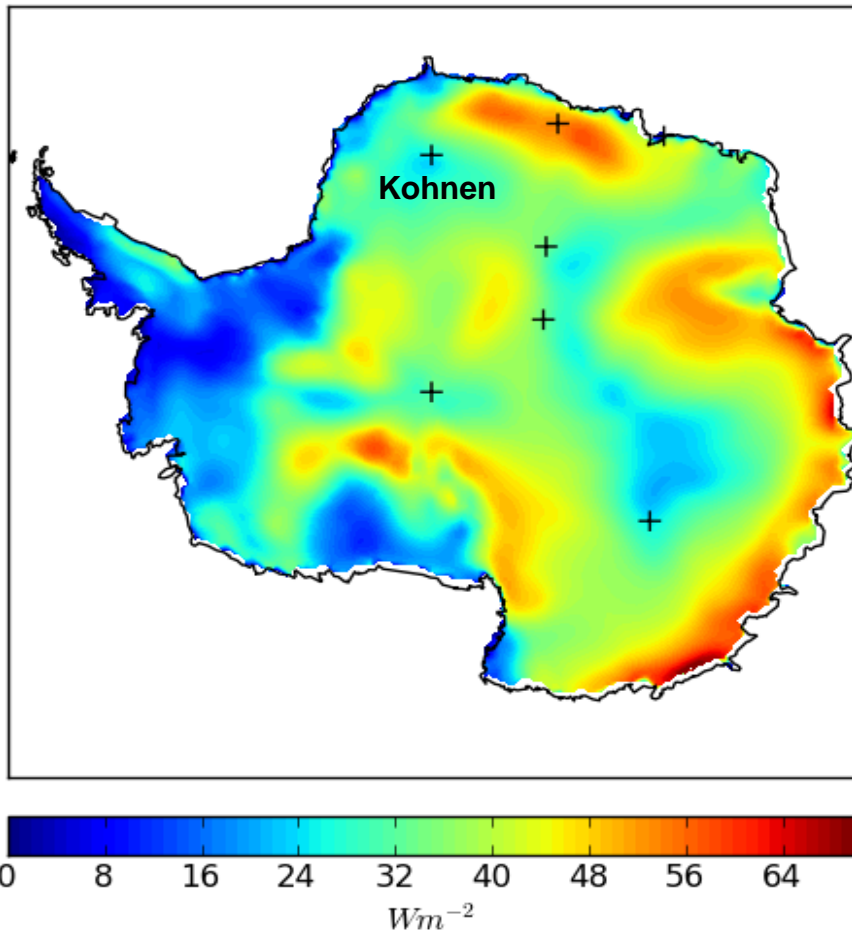
## • Comparaisons de différentes observations à Pôle Sud



- Biais chaud de ERA-i quand LWdown faible  $\rightarrow$  refroidissement surface, conditions atmosphériques stables
- Paramétrisation des échanges de surface: **identique** entre ERA-i (IFS) et ERA-i/land (HTESSEL)  
**différente** entre ERA-i (IFS) et Crocus (SURFEX)

# I. Analyse des températures de surface utilisées

- **Moyenne des flux de chaleurs sensibles ERA-i (août 2009)**



- Surestimation de ERA-i:  
sur le plateau,  $H_s > 20 W/m^2$

Reijmer and Oerlemans, 2002 :  
 $H_s \sim 12 W/m^2$  en Août (Kohnen)

ERA-i  $H_s \sim 25 W/m^2$  en Août 2009  
(Kohnen)

→ Biais chaud ERA-i:  
Surestimation des flux turbulents de  
chaleur sensible de surface par ERA-i en  
condition stable.