

Estimation de la densité de surface à partir de l'étude du cycle diurne de la température de surface sur le Plateau Antarctique

Hélène Fréville

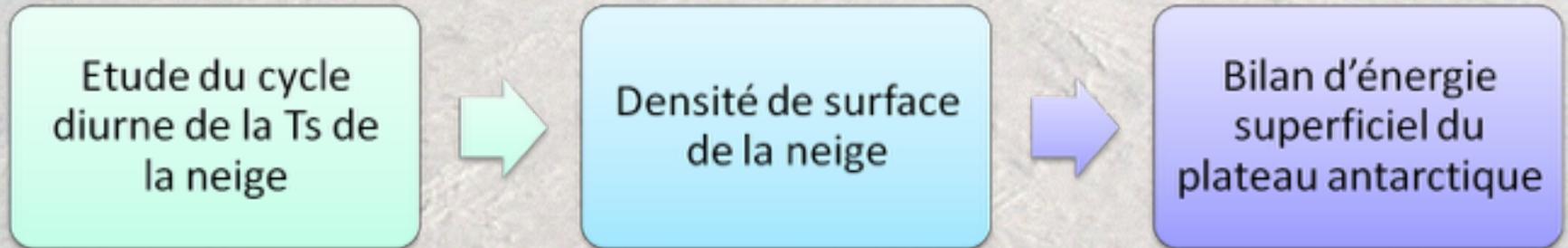
Directeurs de thèse : Eric Brun et Ghislain Picard

Toulouse
25 Juin 2015

Contexte et objectif

Actuellement, la densité de surface de la neige n'est pas mesurable par télédétection.

Objectif de la thèse :



→ Utilisation des observations satellitaires de la température de surface T_s , mesurables par IR, qui restent très peu exploitées en Antarctique, sauf pour les sondages atmosphériques (IASI, IARS, ...)

Méthode utilisée :

- Evaluation des jeux de données de température de surface
- Evaluation de l'amplitude diurne 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

1.1 Evaluation des Ts MODIS

1.2 Evaluation des Ts IASI

1.3 Evaluation des Ts Crocus et Ts ERA-Interim

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

2.1 Les cycles diurnes de la Ts en Antarctique

2.2 Comparaison des amplitudes diurnes : MODIS, Crocus et

ERA-Interim

III. Relation amplitude diurne/densité de surface

3.1 Comparaison du cycle diurne de deux surfaces de densité différentes

3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée

Conclusions

I. Analyse des températures de surface

1.1 Evaluation des Ts MODIS

1.2 Evaluation des Ts IASI

1.3 Evaluation des Ts Crocus et Ts ERA-Interim

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

2.1 Les cycles diurnes de la Ts en Antarctique

2.2 Comparaison des amplitudes diurnes : MODIS, Crocus et

ERA-Interim

III. Relation amplitude diurne/densité de surface

3.1 Comparaison du cycle diurne de deux surfaces de densité différentes

3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée

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 par ciel clair

Période : 2009; Résolution ~ 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, taux de précipitation, 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

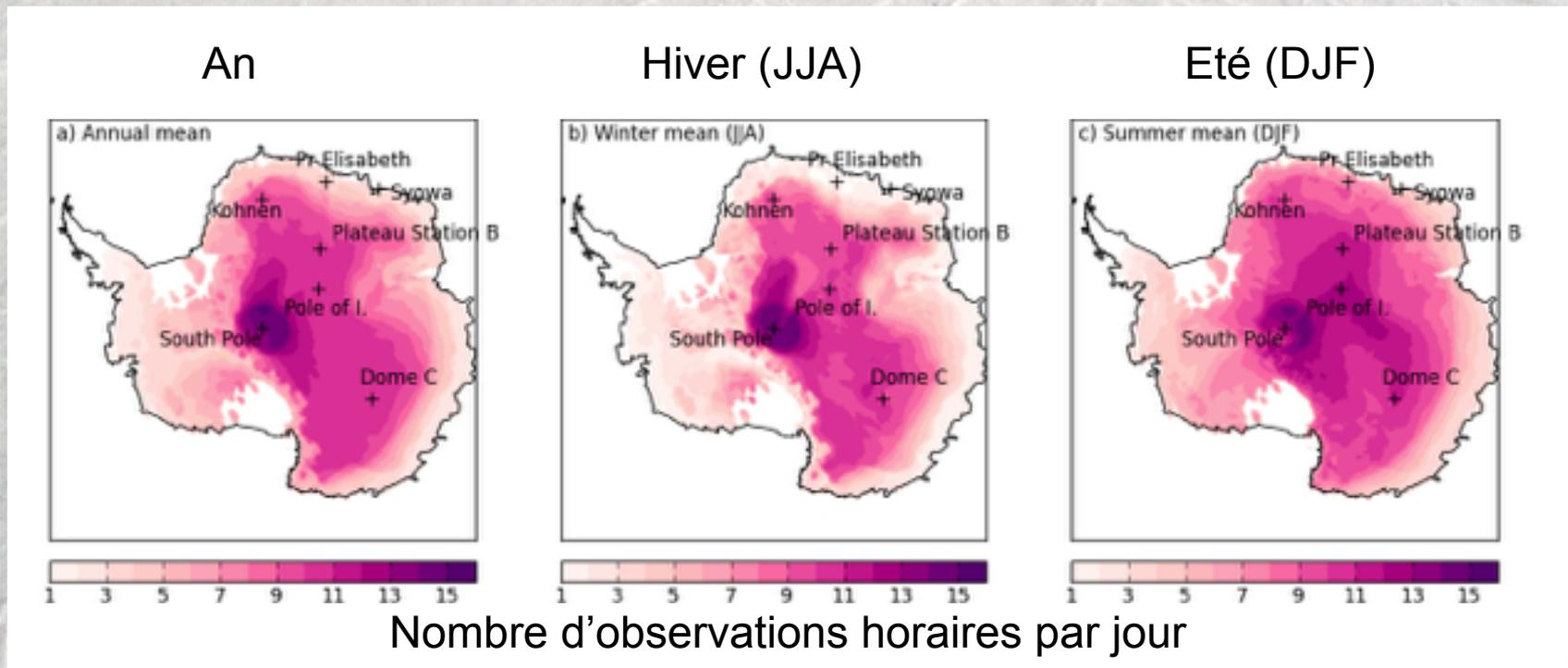
Ts MODIS, Ts ERA-i et Ts IASI sont projetées sur une grille de 25 km de résolution.

I. Analyse des températures de surface

1.1 Evaluation des Ts MODIS

Disponibilité : Passage de la fauchée
Absence de nuages

Période 2000 - 2012

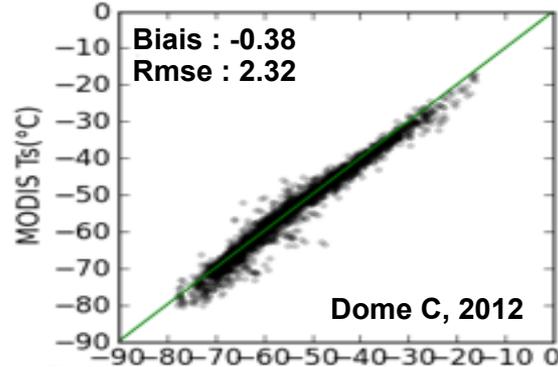
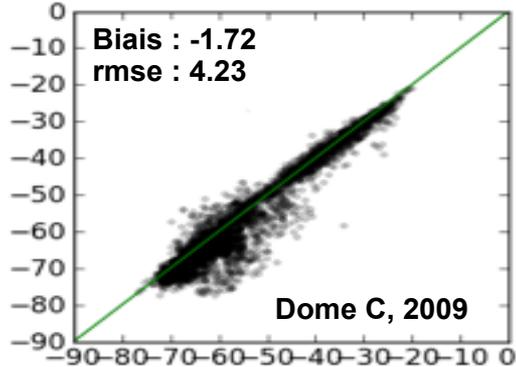
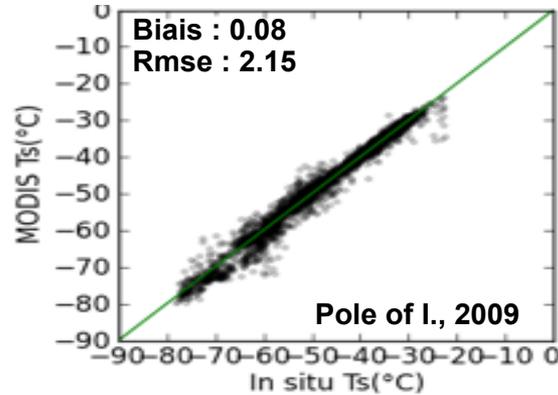
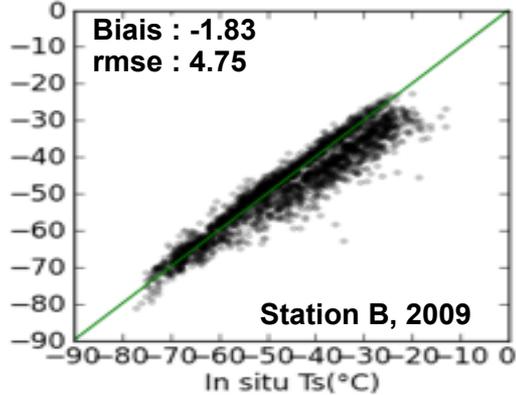
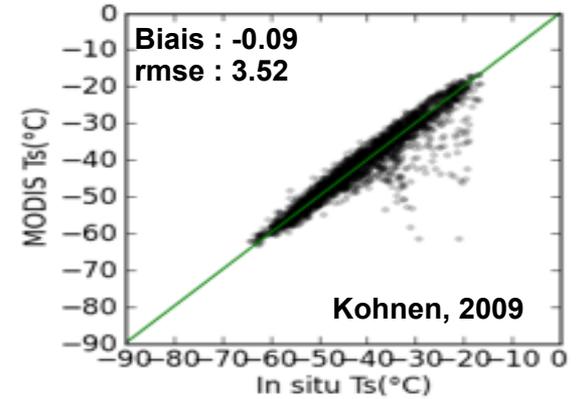
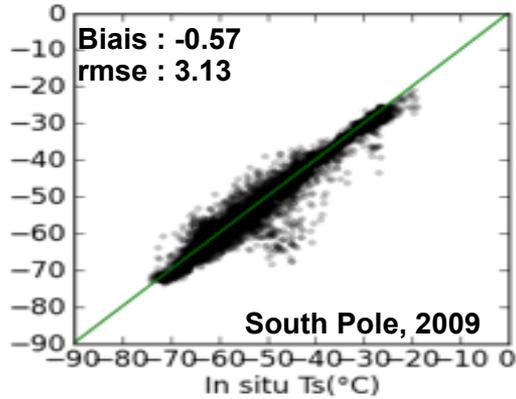


Nombre d'observations horaires par jour

→ 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

1.1 Evaluation des Ts MODIS



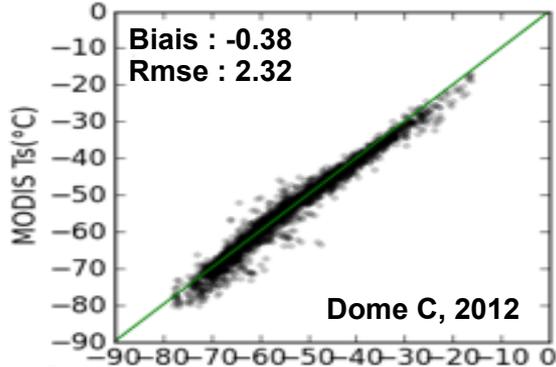
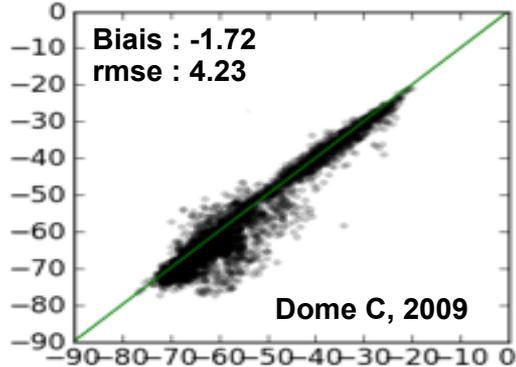
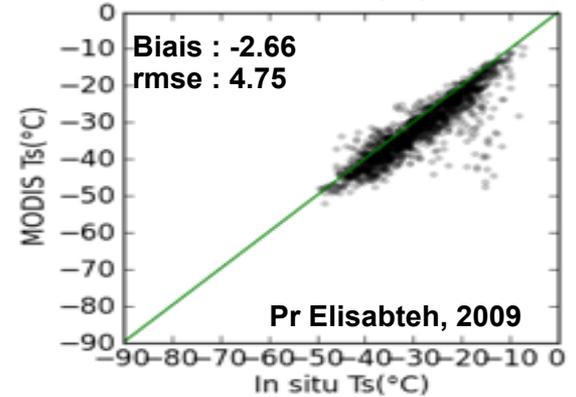
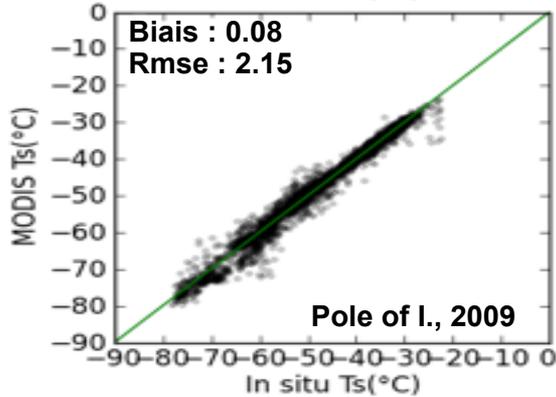
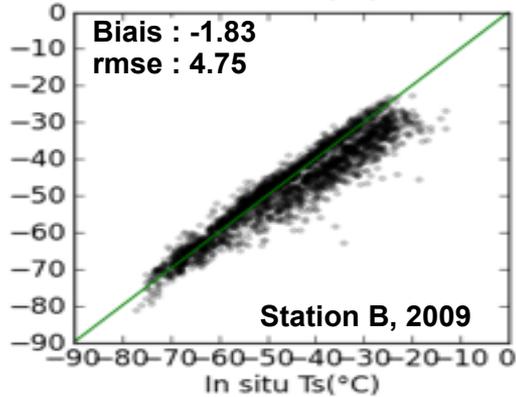
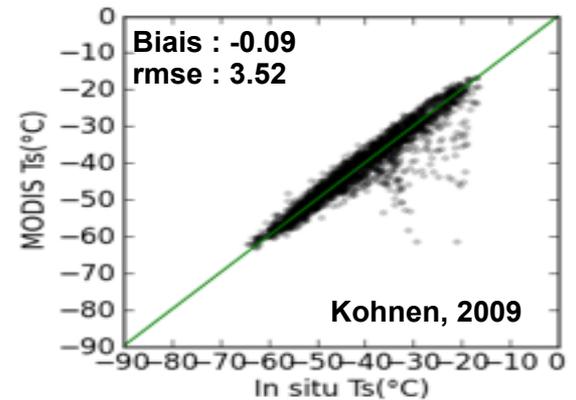
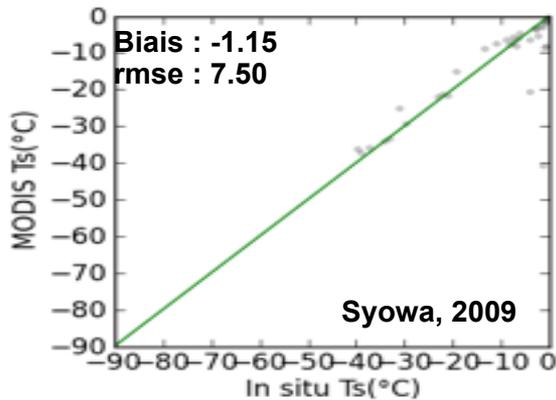
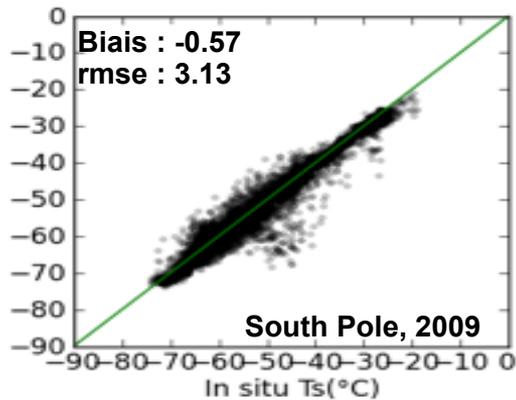
Plateau antarctique:
biais : -1.8 à 0.1°C
rmse : 2.2 à 4.8°C

Ts in situ

Ts MODIS

I. Analyse des températures de surface

1.1 Evaluation des Ts MODIS



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

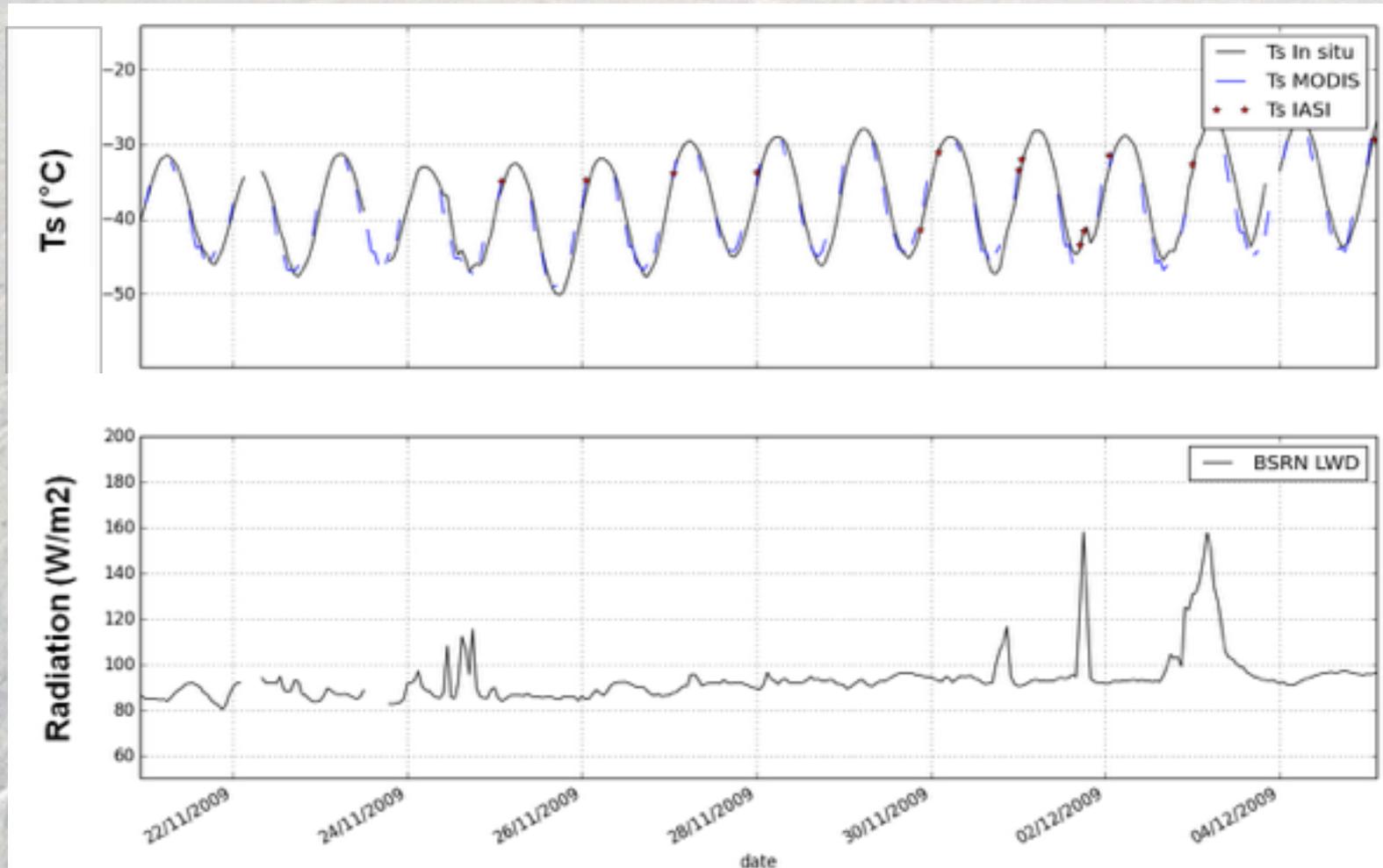
Régions côtières :
Biais : -2,7 à -1,1°C
rmse : 4,7 à 7,5°C

Ts in situ

Ts MODIS

I. Analyse des températures de surface

1.2 Evaluation des Ts IASI



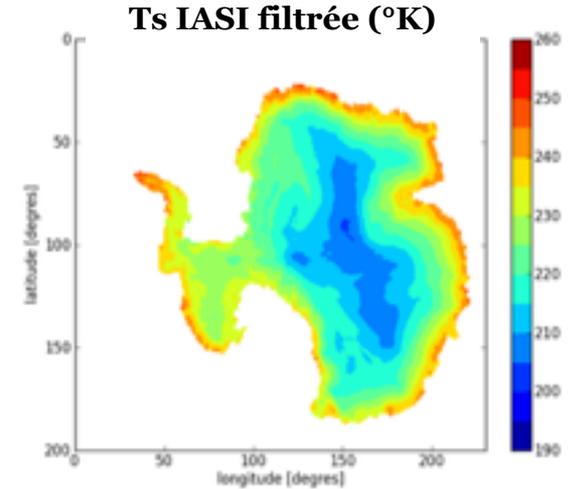
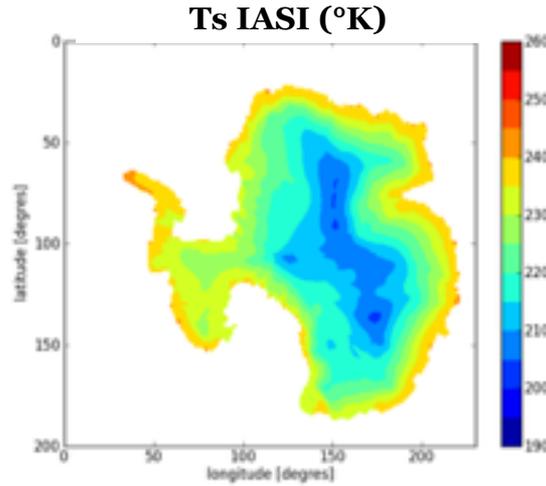
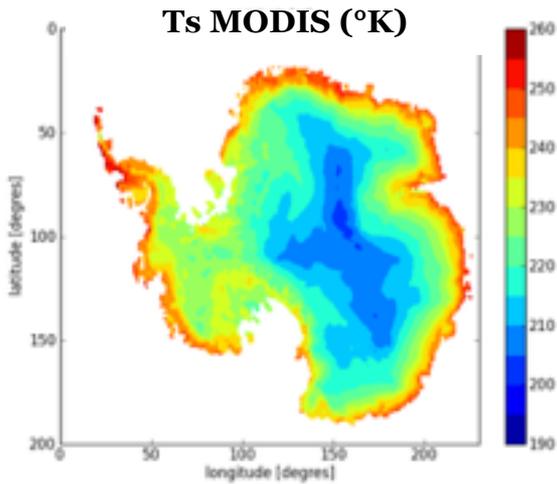
Stage M2 : N. Tatarinova

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

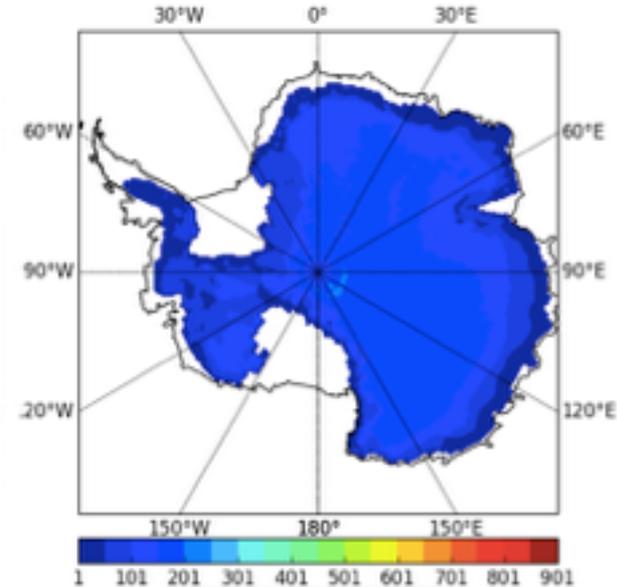
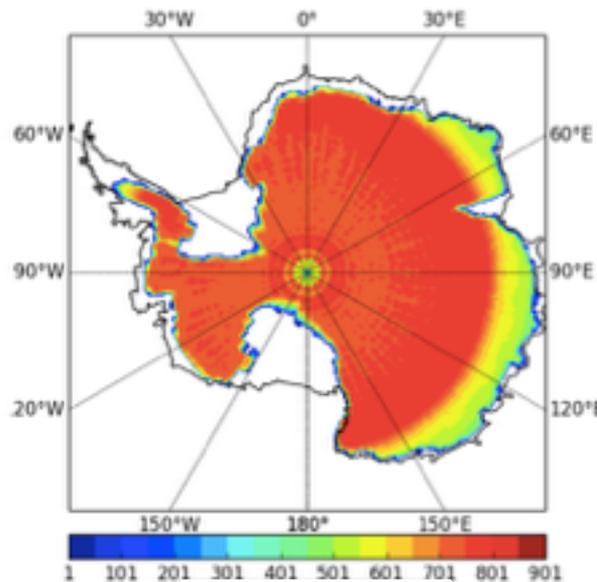
I. Analyse des températures de surface

1.2 Evaluation des Ts IASI

Filtrage des Ts IASI selon la présence des données MODIS, (21 mai - 21 juillet 2013)



—> Rejet de 80%
des données IASI

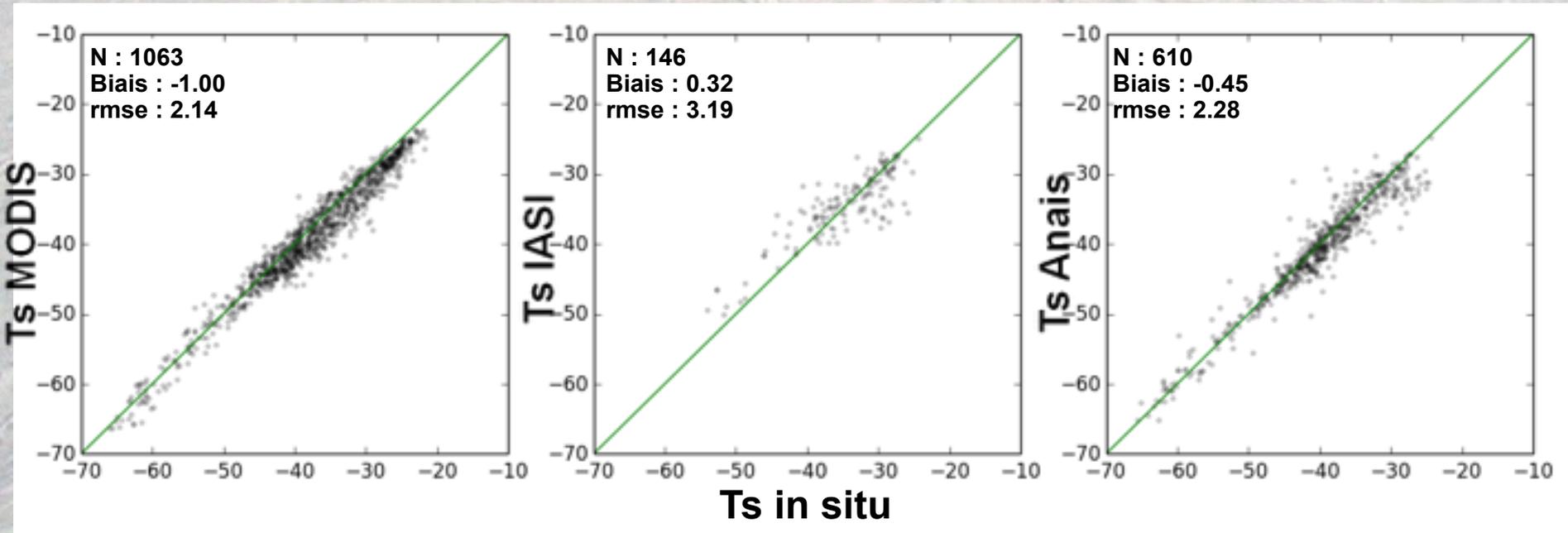


I. Analyse des températures de surface

1.2 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



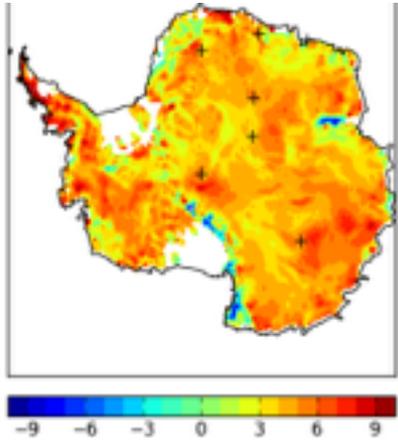
Stage M2 : N. Tatarinova

- Bonne corrélation et faible rmse de la Ts Anaïs

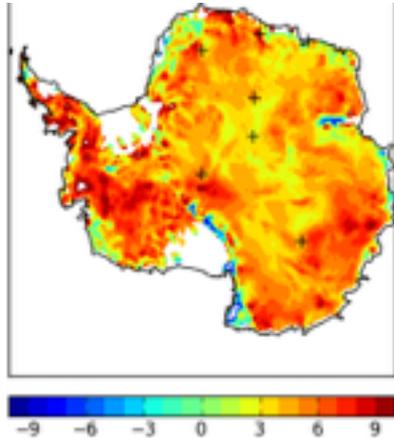
I. Analyse des températures de surface

1.3 Evaluation des Ts ERA-Interim et Ts Crocus

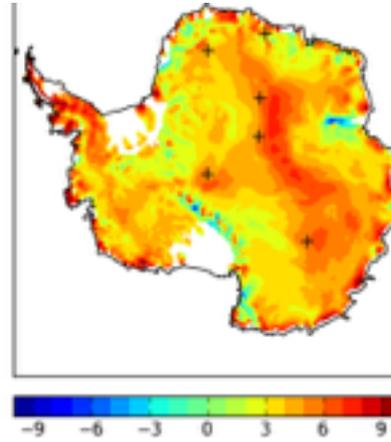
Biais ERA-Interim



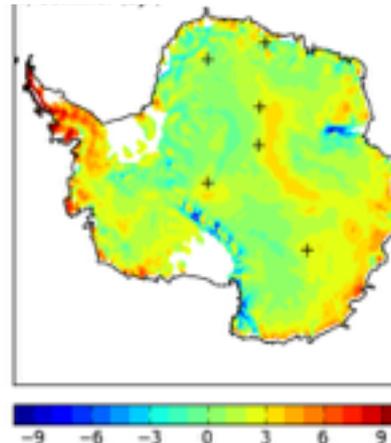
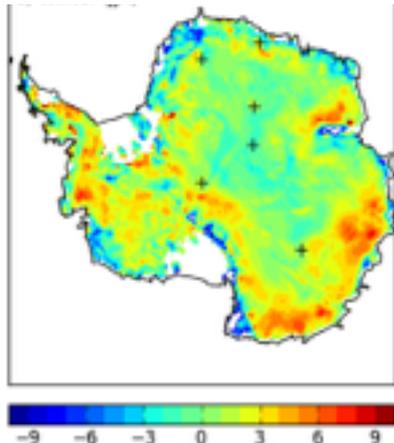
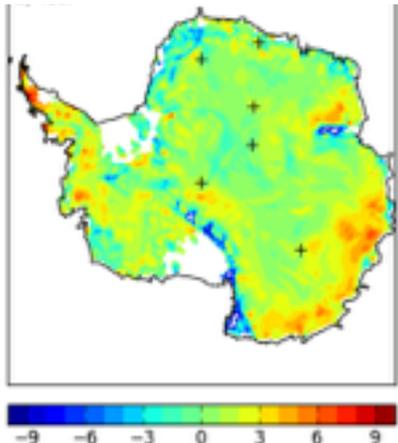
An



Hiver (JJA)



Eté (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)

I. Analyse des températures de surface

1.1 Evaluation des Ts MODIS

1.2 Evaluation des Ts IASI

1.3 Evaluation des Ts Crocus et Ts ERA-Interim

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

2.1 Les cycles diurnes de la Ts en Antarctique

2.2 Comparaison des amplitudes diurnes : MODIS, Crocus et

ERA-Interim

III. Relation amplitude diurne/densité de surface

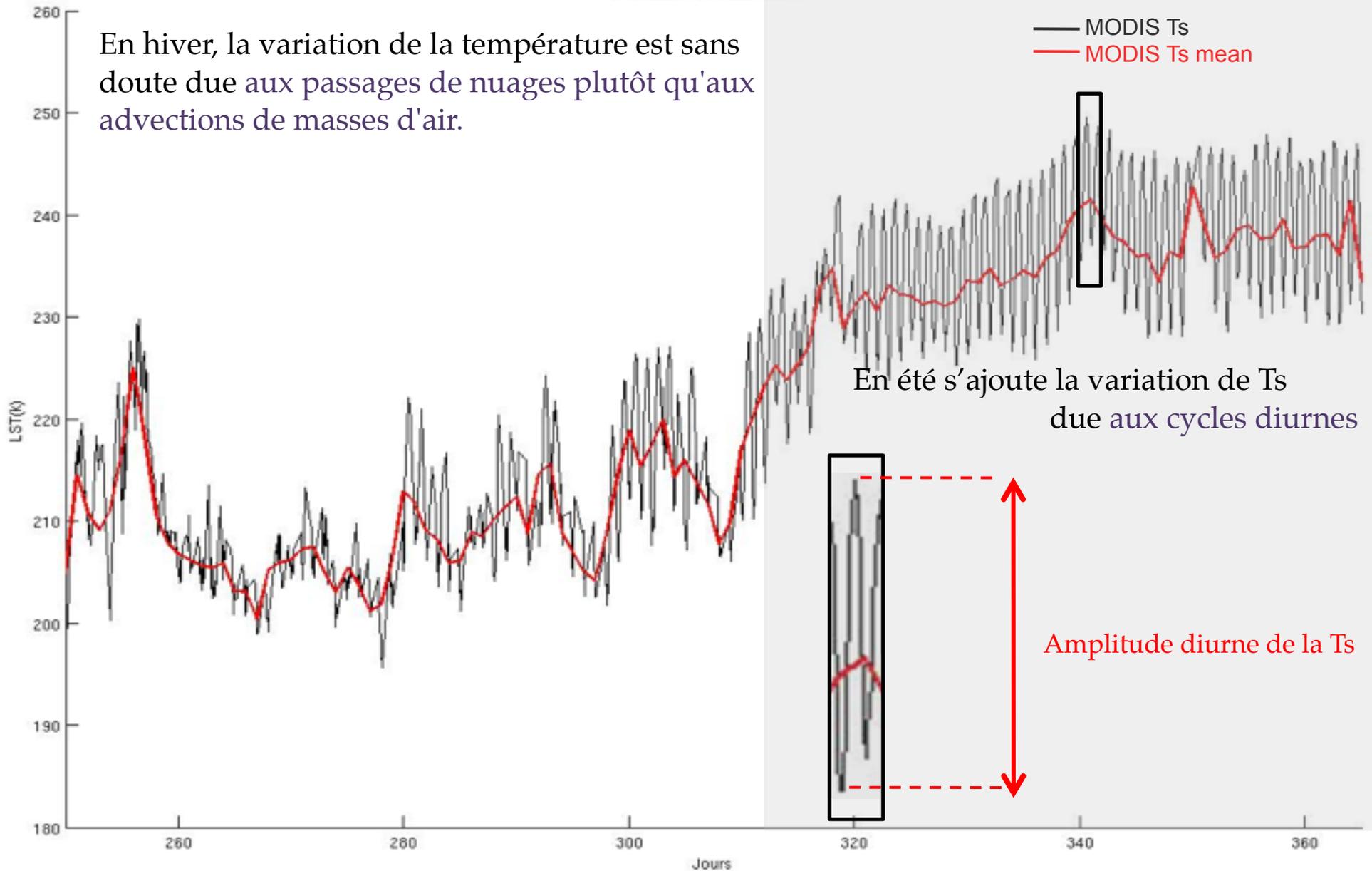
3.1 Comparaison du cycle diurne de deux surfaces de densité différentes

3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée

Conclusions

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

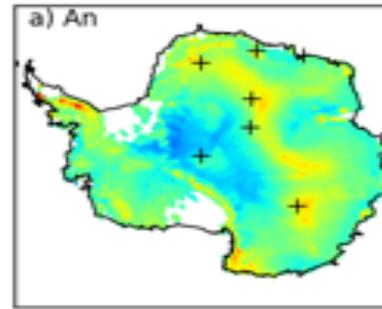
2.1 Les cycles diurnes de la Ts en Antarctique



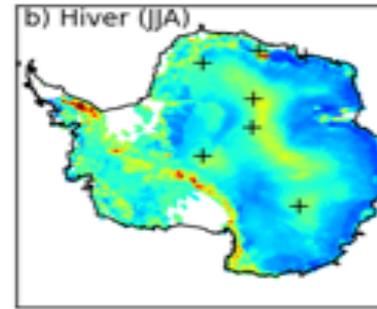
II. Evaluation de l'amplitude diurne de la température de surface

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

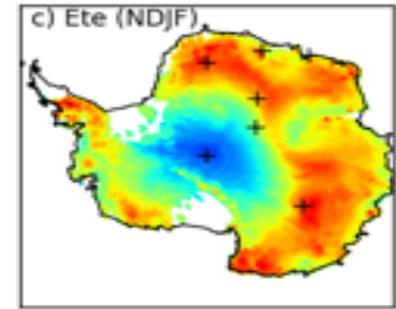
Observations
MODIS



0 2 4 6 8 10 12 14 16
Amplitude Ts MODIS (°C)

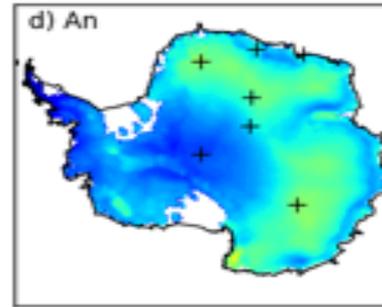


0 2 4 6 8 10 12 14 16
Amplitude Ts MODIS (°C)

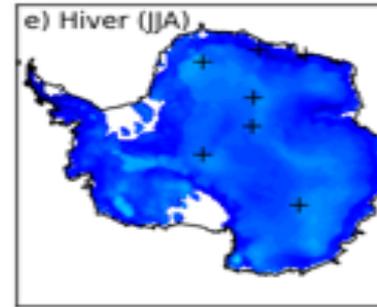


0 2 4 6 8 10 12 14 16
Amplitude Ts MODIS (°C)

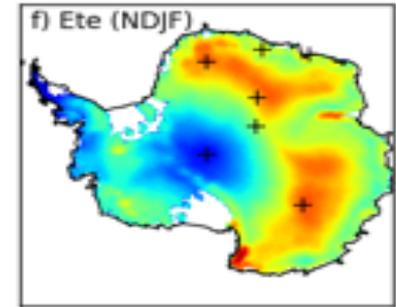
Simulations
Crocus



0 2 4 6 8 10 12 14 16
Amplitude Ts Crocus (°C)

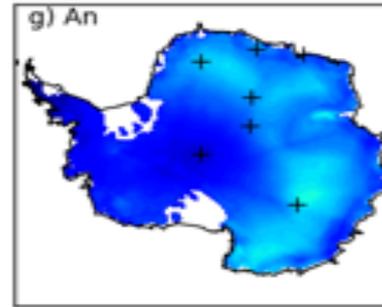


0 2 4 6 8 10 12 14 16
Amplitude Ts Crocus (°C)

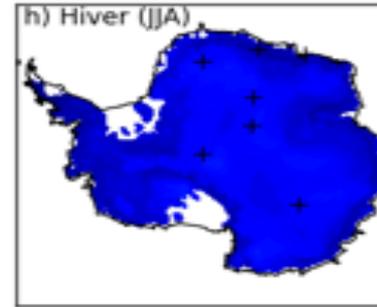


0 2 4 6 8 10 12 14 16
Amplitude Ts Crocus (°C)

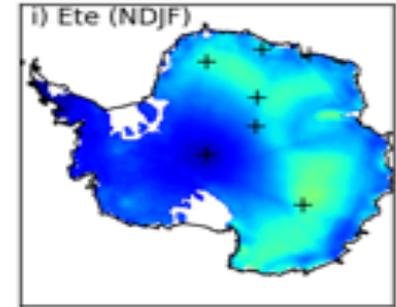
Simulations
ERA-Interim



0 2 4 6 8 10 12 14 16
Amplitude Ts Erai (°C)



0 2 4 6 8 10 12 14 16
Amplitude Ts Erai (°C)



0 2 4 6 8 10 12 14 16
Amplitude Ts Erai (°C)

I. Analyse des températures de surface

1.1 Evaluation des Ts MODIS

1.2 Evaluation des Ts IASI

1.3 Evaluation des Ts Crocus et Ts ERA-Interim

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

2.1 Les cycles diurnes de la Ts en Antarctique

2.2 Comparaison des amplitudes diurnes : MODIS, Crocus et

ERA-Interim

III. Relation amplitude diurne/densité de surface

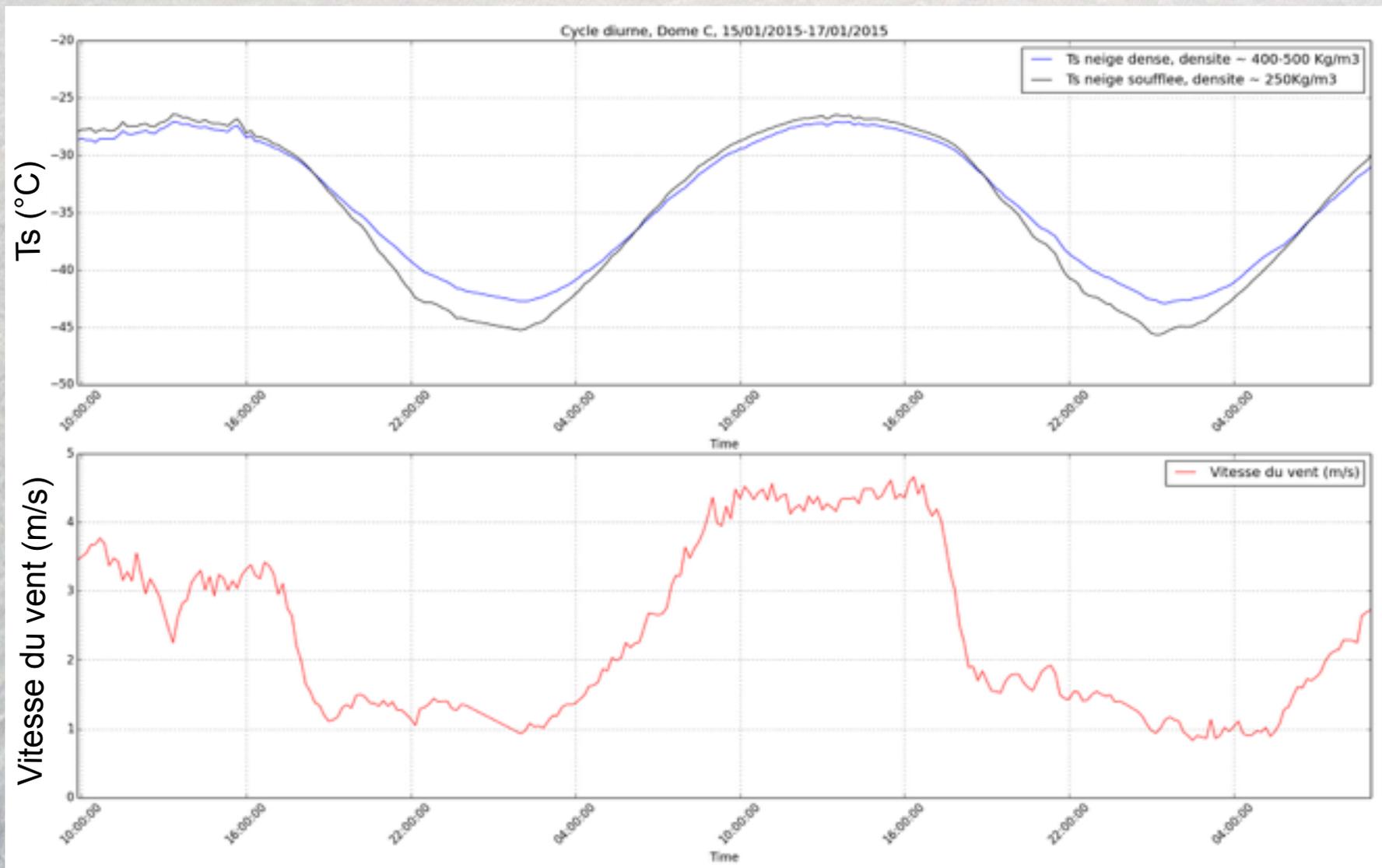
3.1 Comparaison du cycle diurne de deux surfaces de densité différentes

3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée

Conclusions

III. Relation amplitude diurne/densité de surface

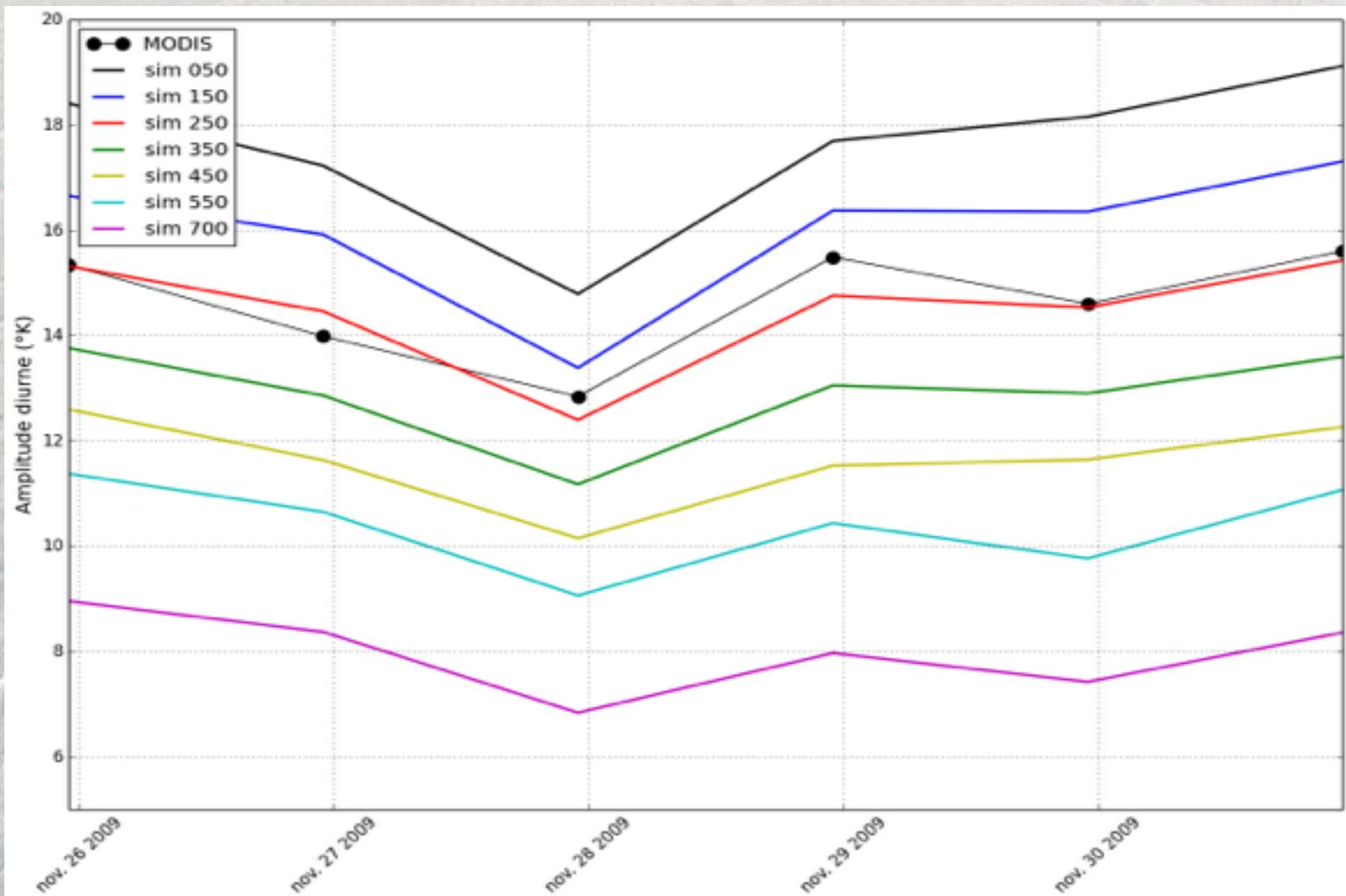
3.1 Comparaison du cycle diurne de deux surfaces de densité différentes



III. Relation amplitude diurne/densité de surface

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

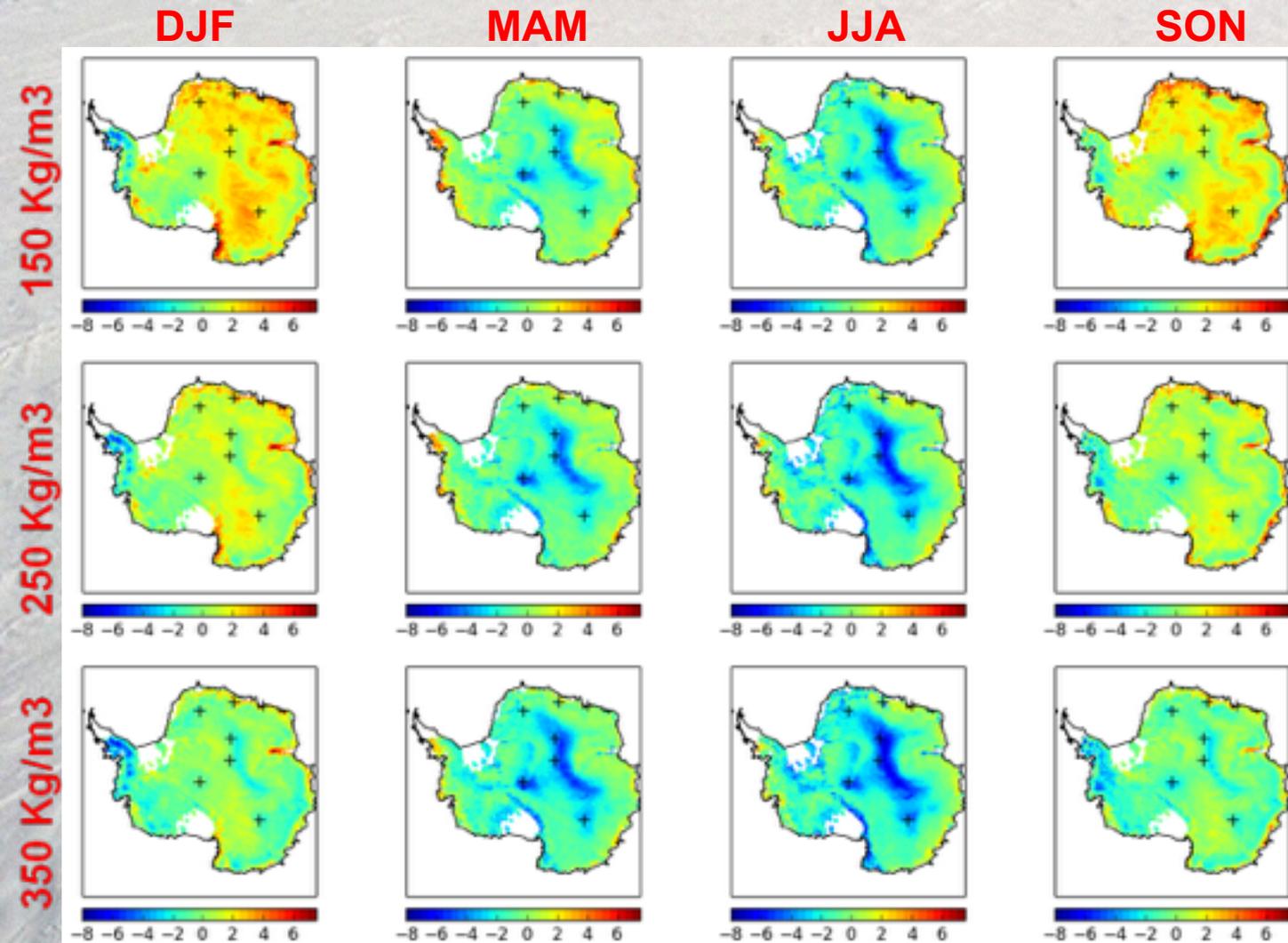
3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée



III. Relation amplitude diurne/densité de surface

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

3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée



Biais d'amplitude des simulations idéalisées Crocus

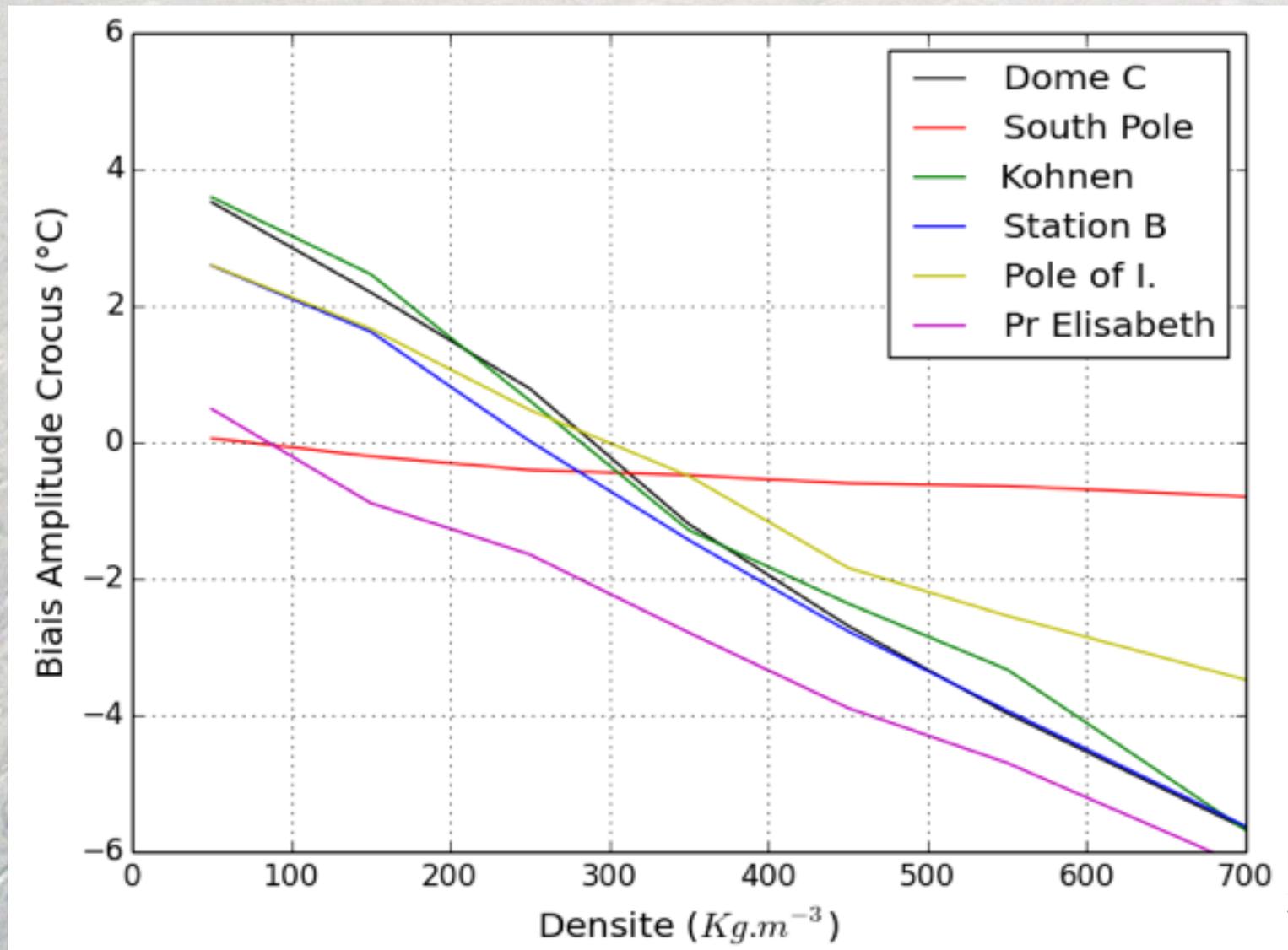
- Structuration spatiale du biais d'amplitude
- Limite de la méthode à partir de MAM

Amplitude simulations Crocus – Amplitude MODIS (°C)

III. Relation amplitude diurne/densité de surface

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

3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée

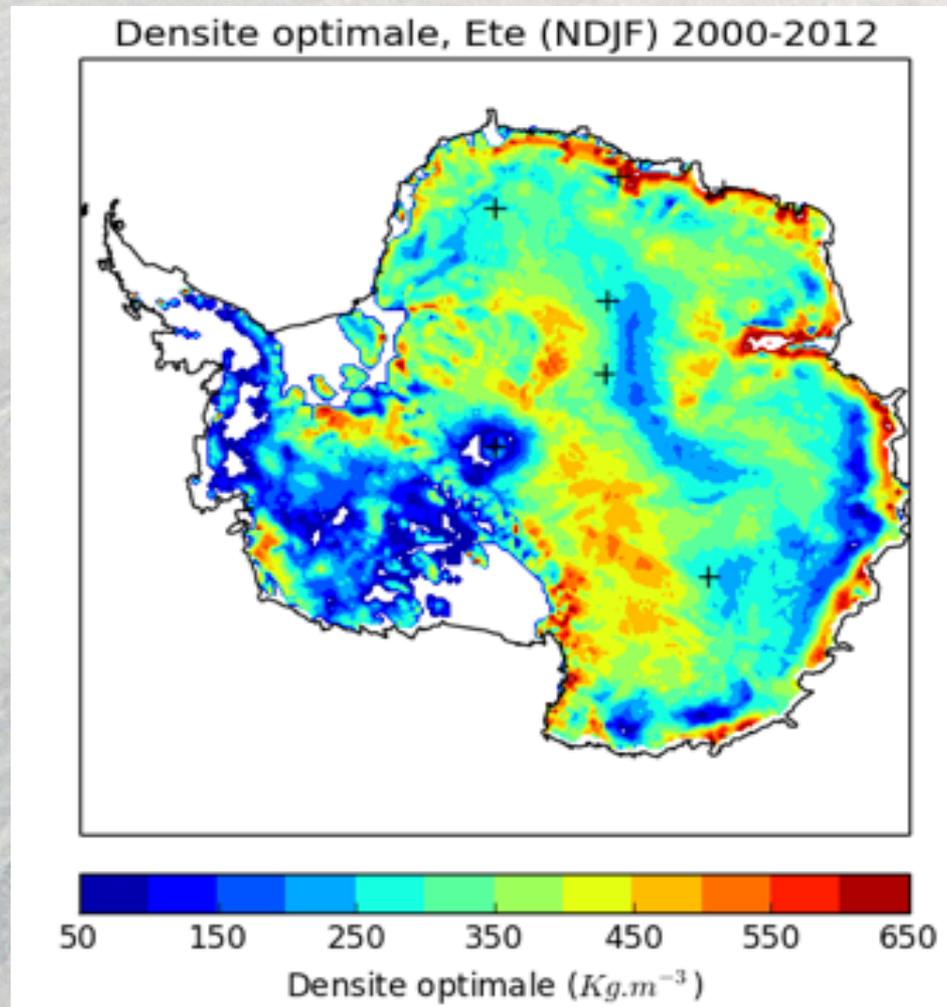


NDJF,
2000-2012

III. Relation amplitude diurne/densité de surface

3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée

- 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 idéalisée de Crocus

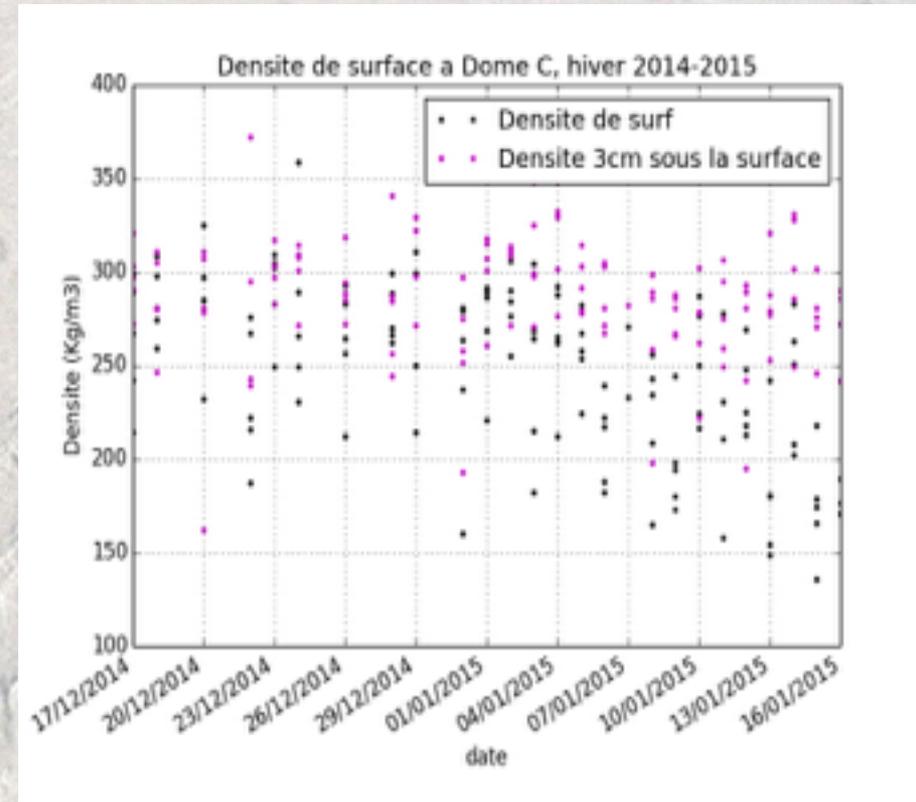
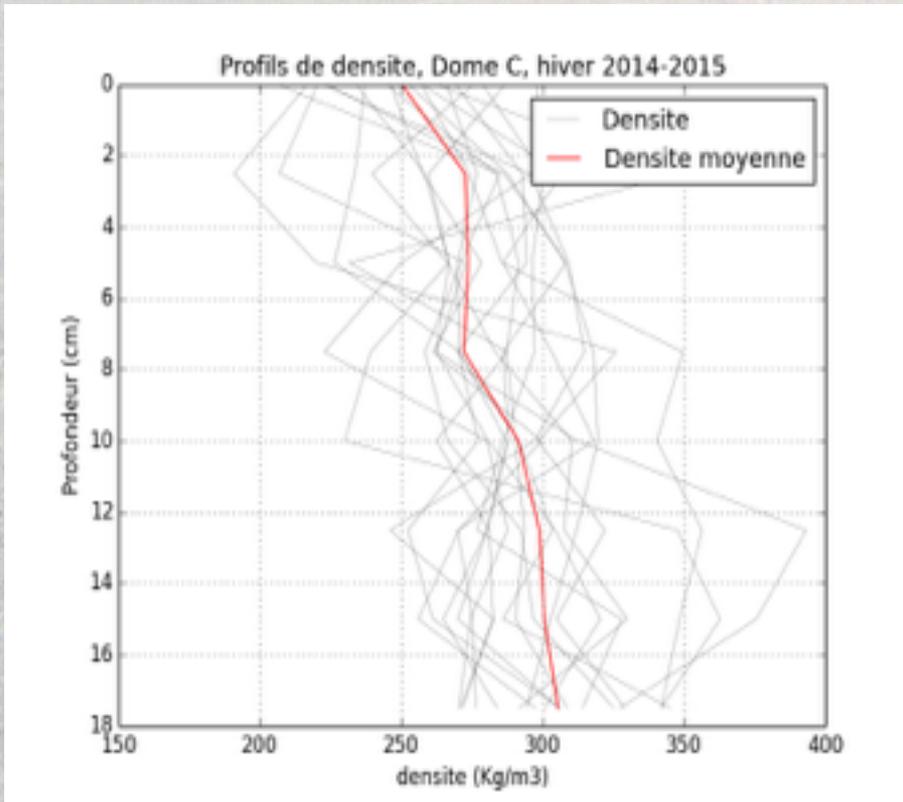
minimisant en chaque point de la grille le biais des amplitudes diurnes simulées par Crocus par rapport aux amplitudes diurnes de MODIS.

→ Améliorations à apporter

III. Relation amplitude diurne/densité de surface

3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée

- Etude de cas à Dôme C



Mesure terrain : d_{surf} (Dôme C) \sim **250 Kg/m³**
Mesure simulations : d_{surf} (Dôme C) = **290 Kg/m³**



Surestimation des densités de surface simulées par Crocus

A suivre : modification des forçages d'entrée dans Crocus

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

Analyse des amplitudes diurnes de surface :

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

Relation amplitude diurne/densité de surface :

- Changement de densité de surface influence l'amplitude diurne de la Ts
- Première carte de densités de surface idéalisées réalisée avec Crocus à partir du calcul du biais d'amplitude diurne simulée :
 - Structures spatiales liées à la neige
 - Surestimation des densités de surfaces idéalisées de Crocus sur le Plateau Antarctique

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 covered in a dense pattern of small, irregular, light-colored mounds or ridges, creating a textured appearance. The horizon is a straight line separating the light-colored ground from the clear blue sky.

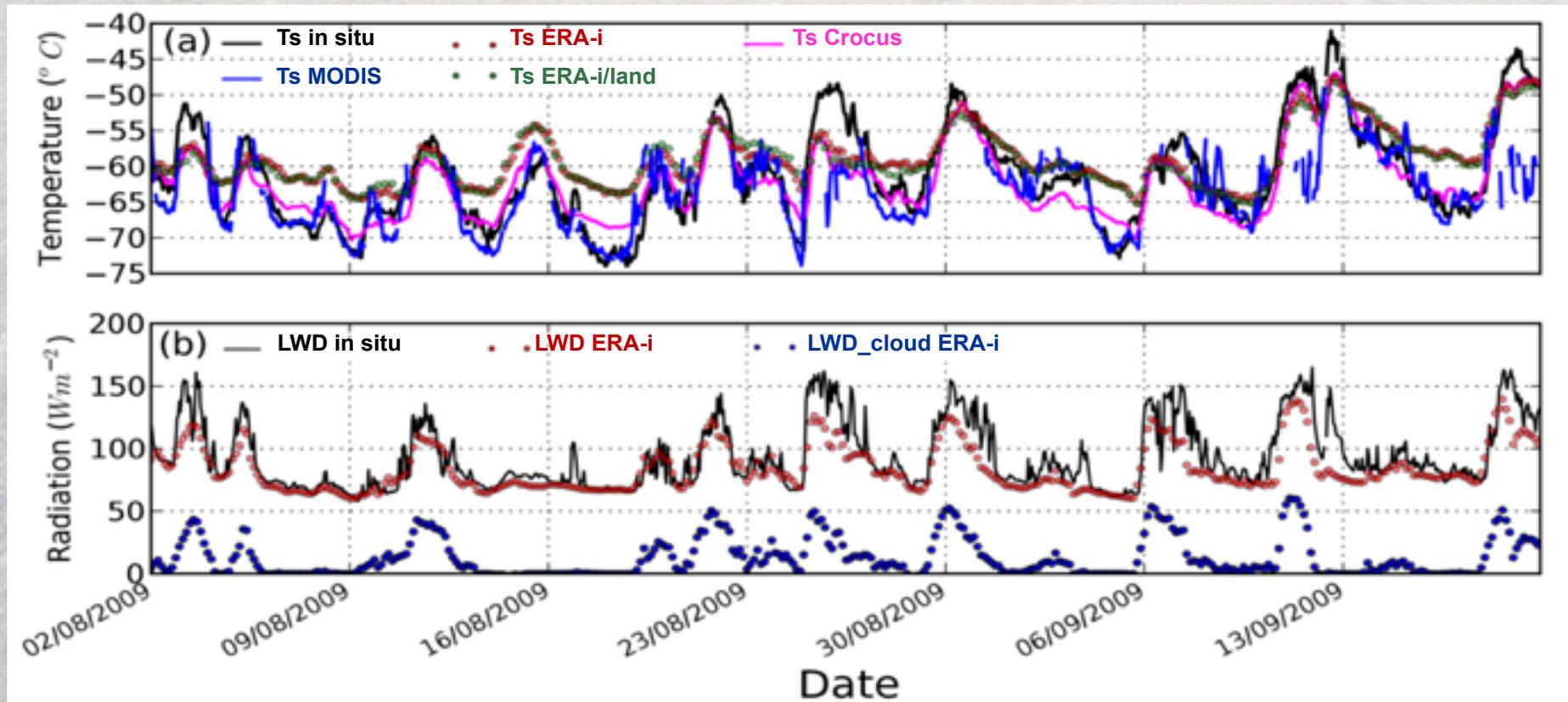
Cette étude est financée par IPEV et CNES/TOSCA

Merci de votre attention

I. Analyse des températures de surface

1.3 Evaluation des Ts ERA-i et Ts Crocus

- Comparaisons de différentes observations à Pôle Sud

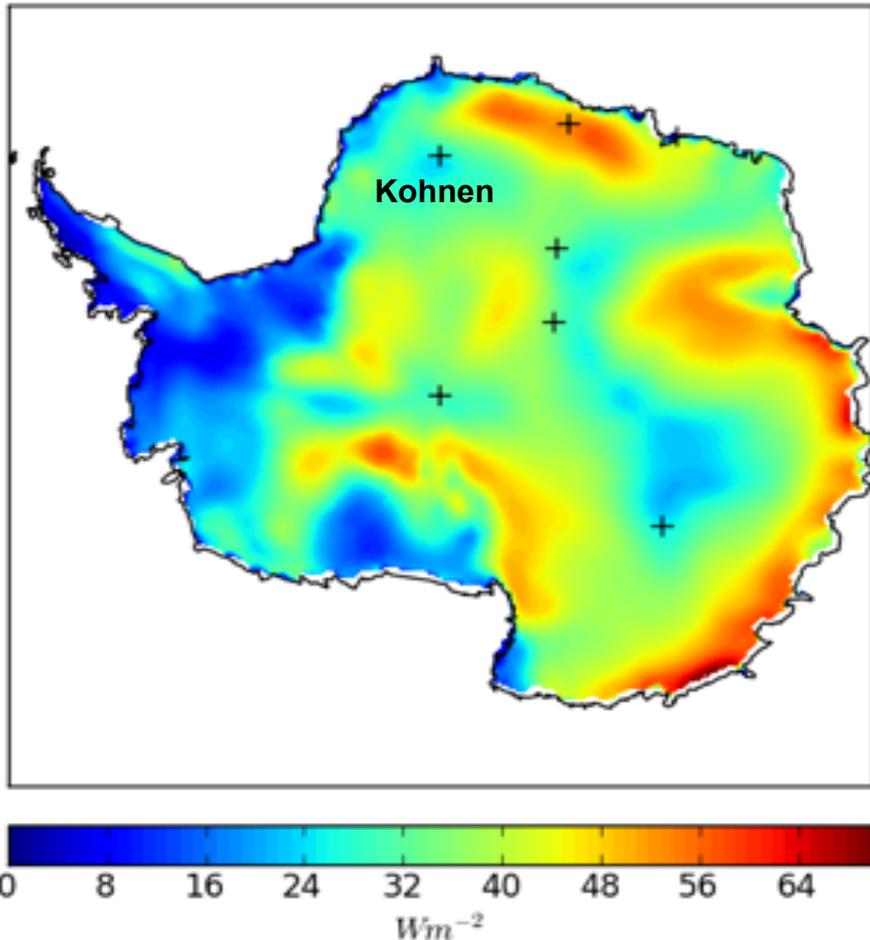


- Biais chaud de ERA-i quand LWDown faible → refroidissement surface, conditions atmosphériques stables
- Paramétrisation des échanges de surface: **identique** entre ERA-i (IFS) et ERA-i/land (HTESSEL)
différente entre ERA-i (IFS) et Crocus (SURFEX)

I. Analyse des températures de surface

1.3 Evaluation des Ts ERA-i et Ts Crocus

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



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

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

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

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