

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

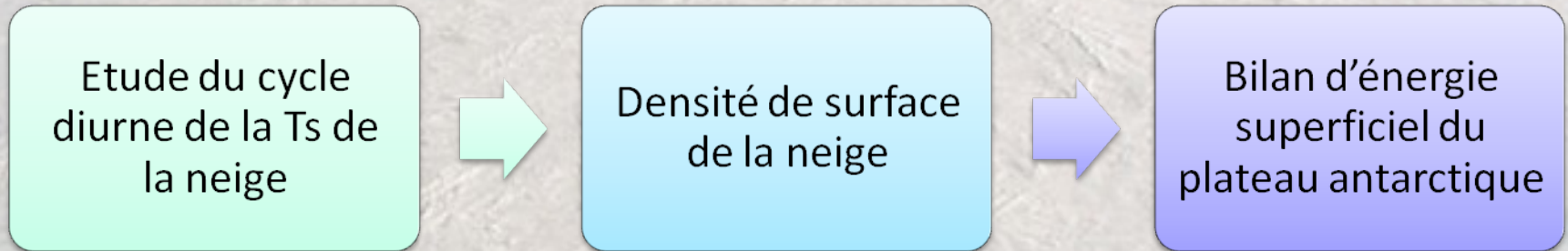
Directeurs de thèse : Eric Brun (CNRM) et Ghislain Picard (LGGE)

Toulouse
5 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

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, 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.

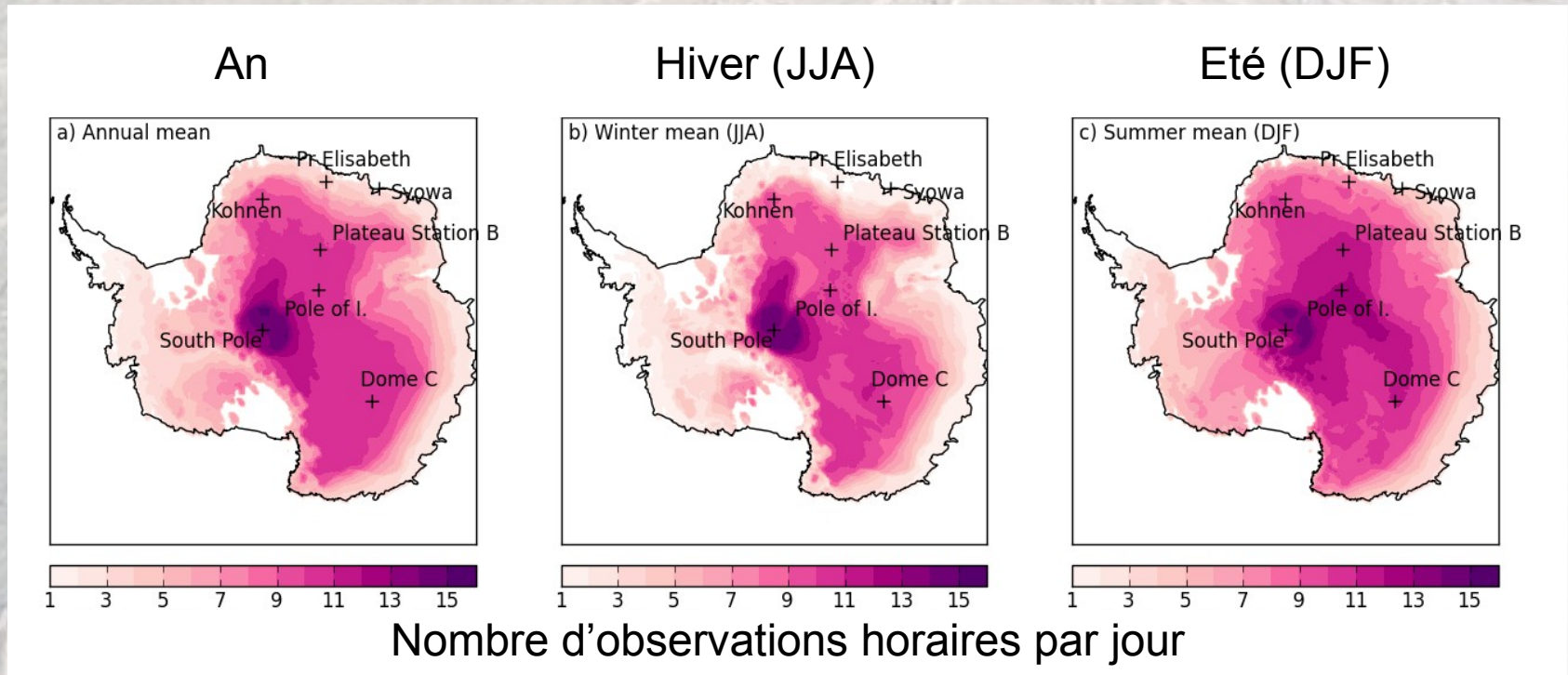
Données horaires; période: 2000-2012; Résolution ~ 25km

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

I. Analyse des températures de surface

1.1 Evaluation des Ts MODIS

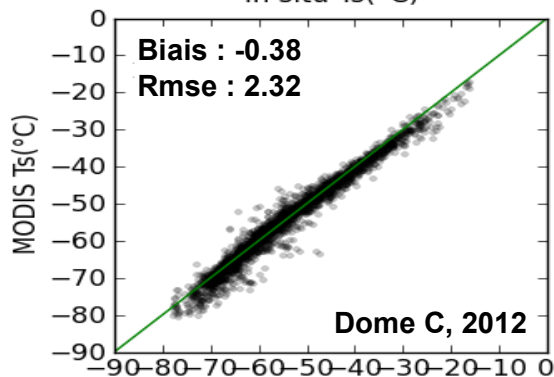
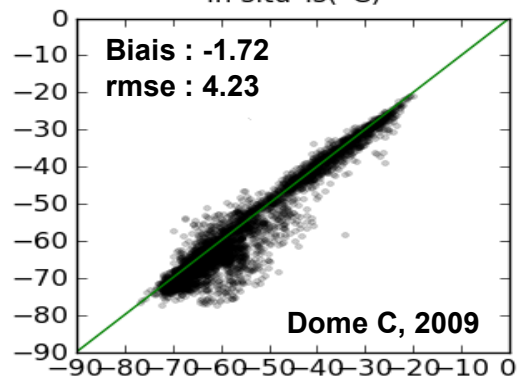
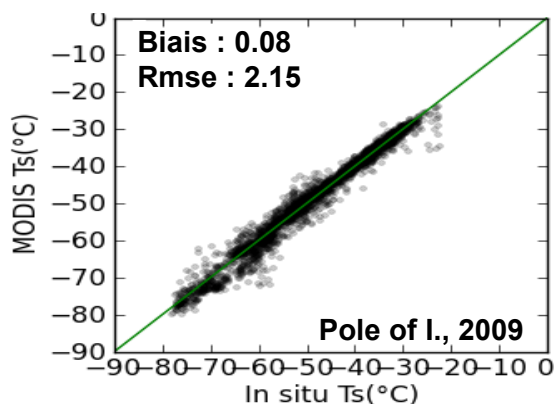
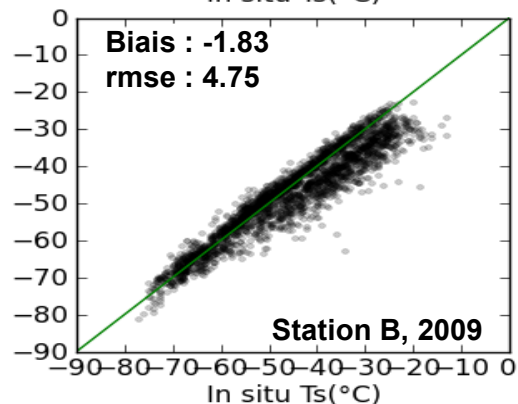
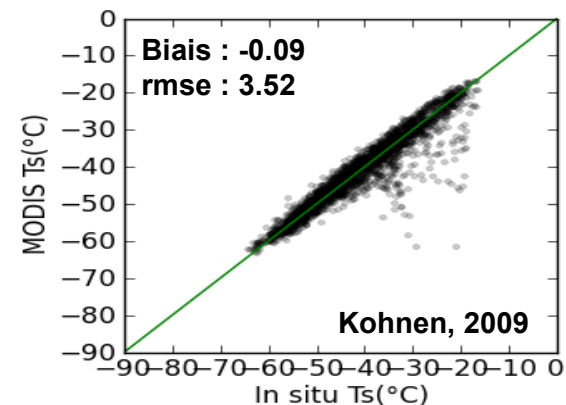
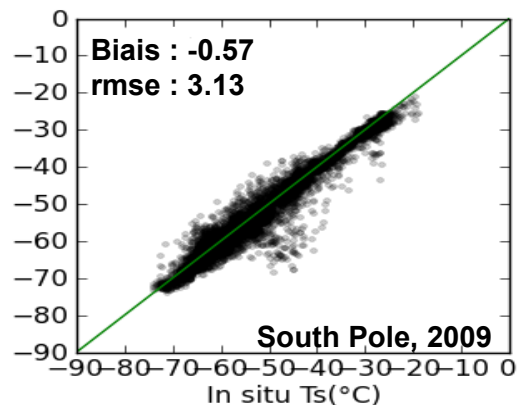
Disponibilité : Passage de la fauchée
Absence de nuages



→ 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

1.1 Evaluation des Ts MODIS



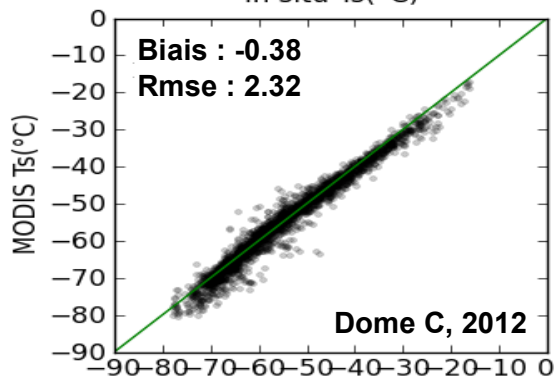
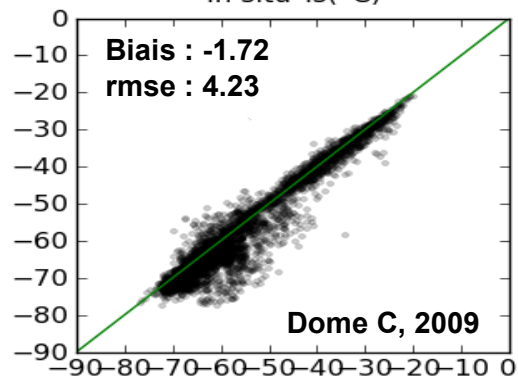
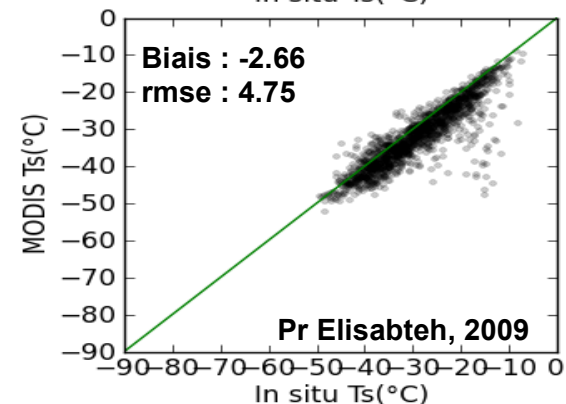
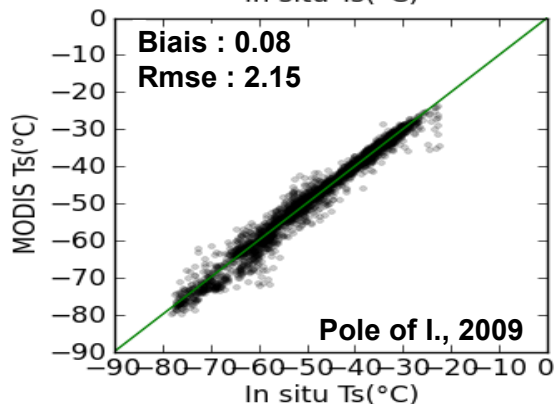
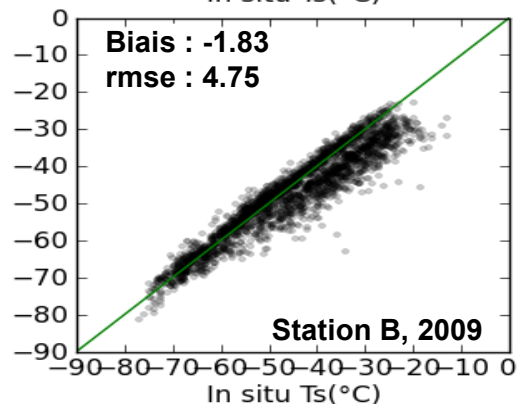
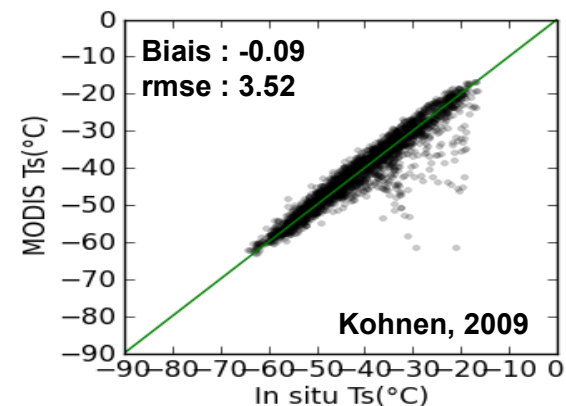
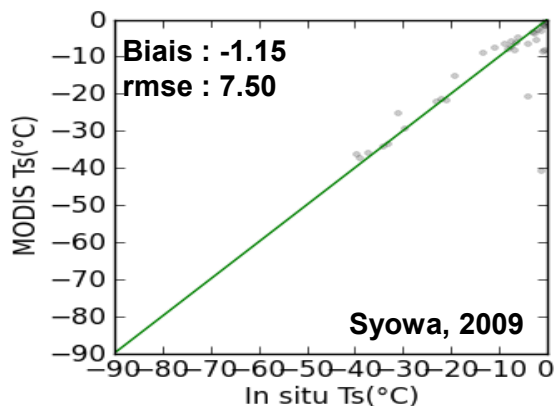
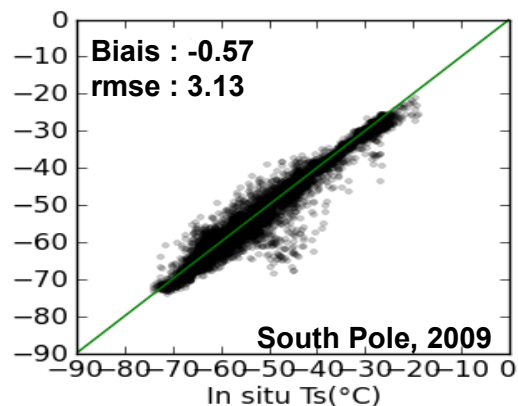
Plateau antarctique:
biais : -1.8 à 0.1°C
rmse : 2.2 à 4.8°C

Ts MODIS

Ts in situ

I. Analyse des températures de surface

1.1 Evaluation des Ts MODIS



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

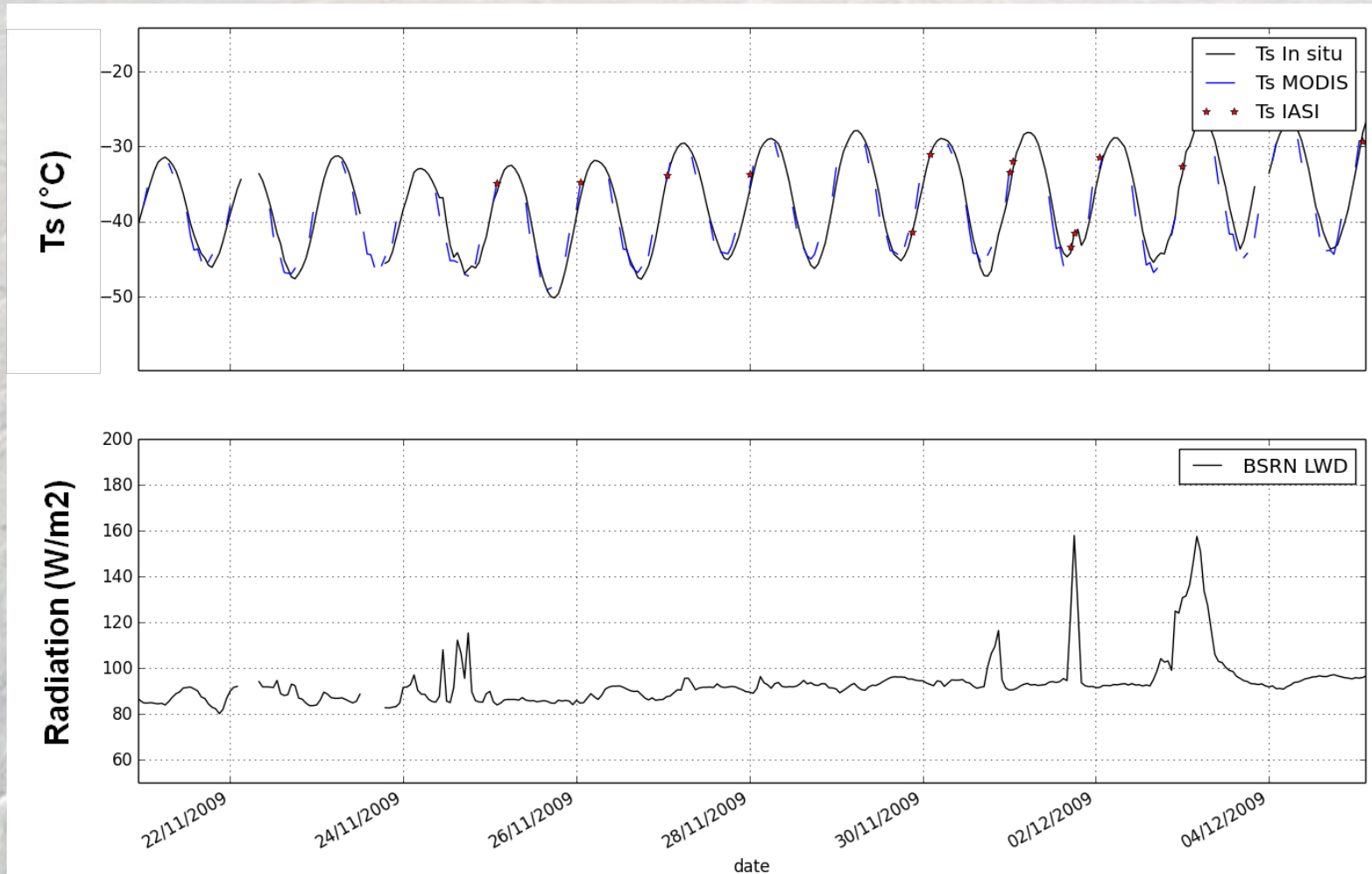
Régions côtières :
Biais : -2,7 à -1,1°C
rmse : 4,7 à 7,5°C

Ts MODIS

Ts in situ

I. Analyse des températures de surface

1.2 Evaluation des Ts IASI



Stage M2 : N. Tatarinova

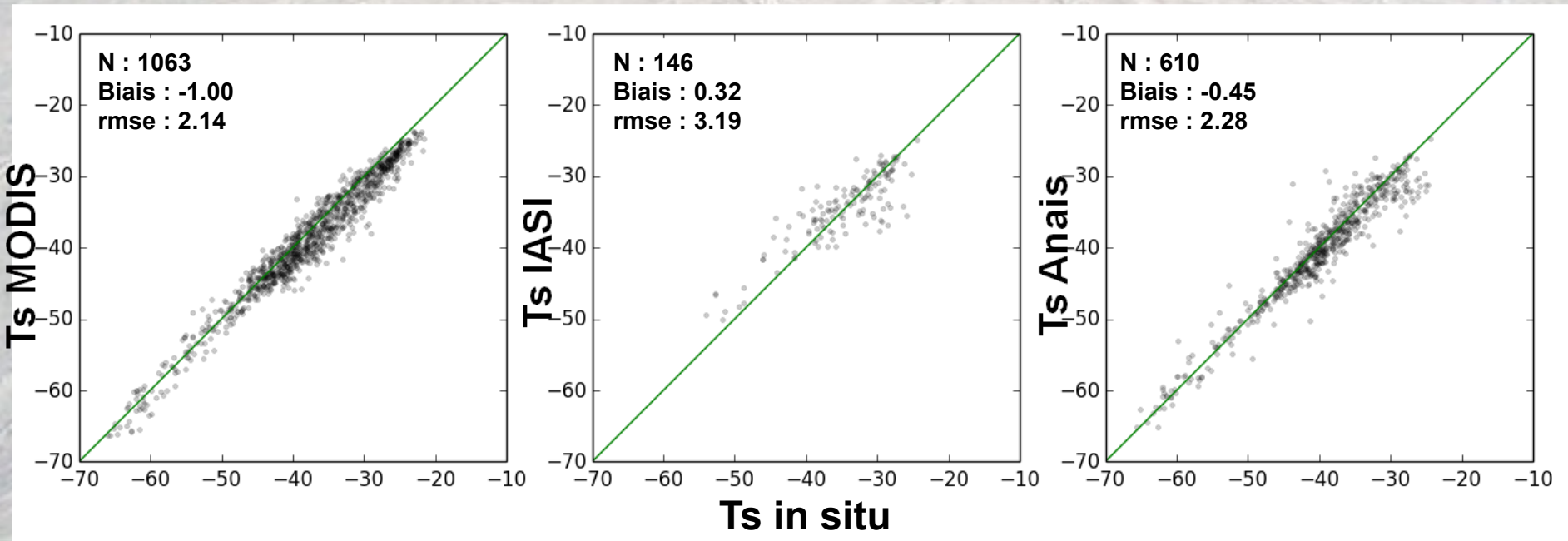
- Peu de données IASI
- Problème du masque nuageux d'Eumetsat utilisé pour les Ts IASI

I. Analyse des températures de surface

1.2 Evaluation des Ts IASI

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



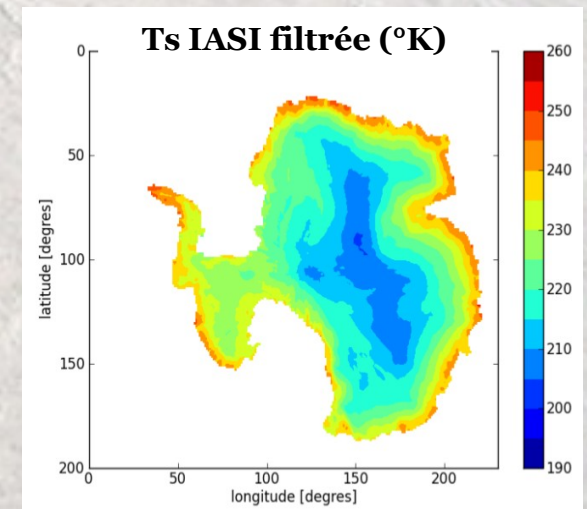
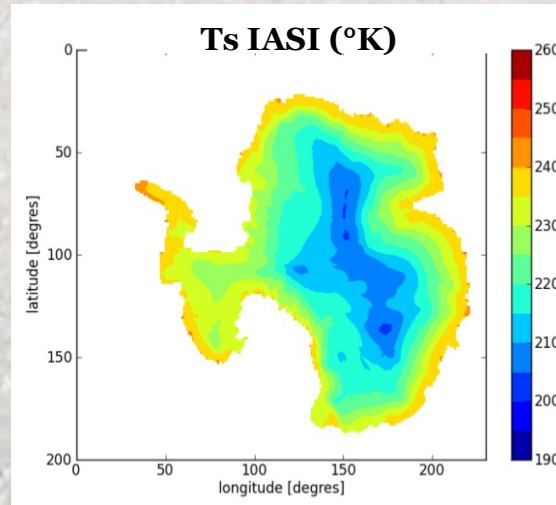
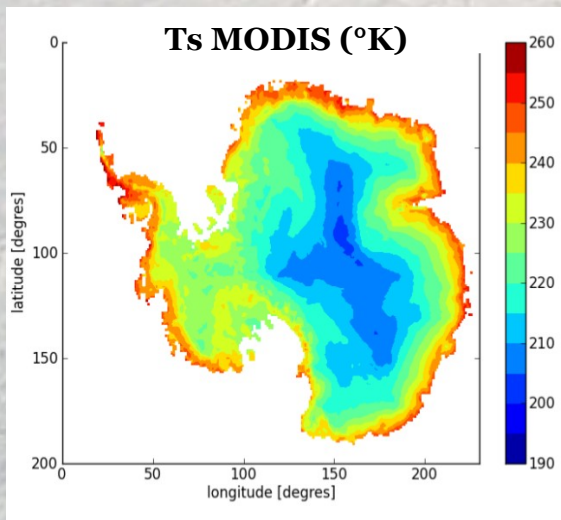
Stage M2 : N. Tatarinova

- Bonne corrélation et faible rmse de la Ts Anaïs

I. Analyse des températures de surface

1.2 Evaluation des Ts IASI

Filtrage des Ts IASI selon la présence des données MODIS



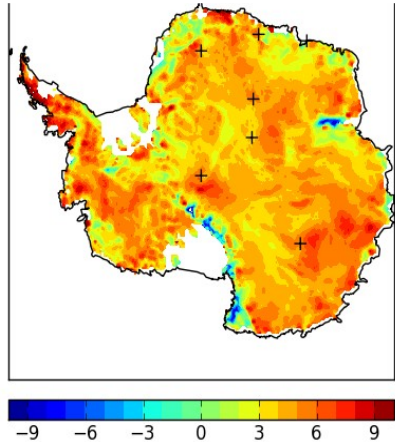
Stage : Aurore Dracos

•Période : 21 Mai – 21 Juillet 2013

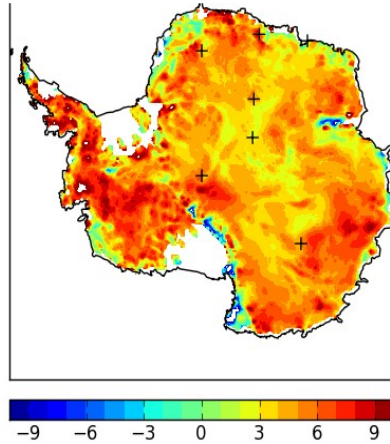
I. Analyse des températures de surface

1.3 Evaluation des Ts ERA-Interim et Ts Crocus

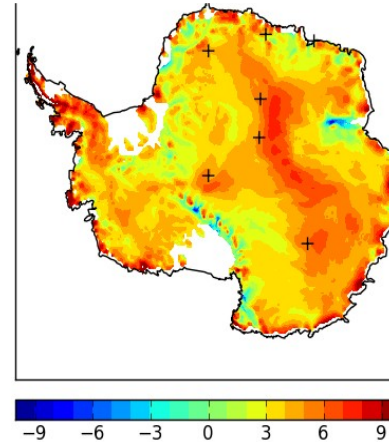
Biais ERA-Interim



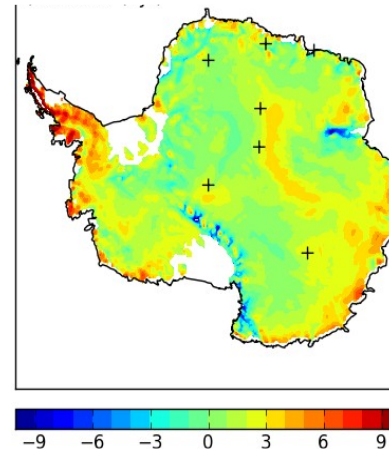
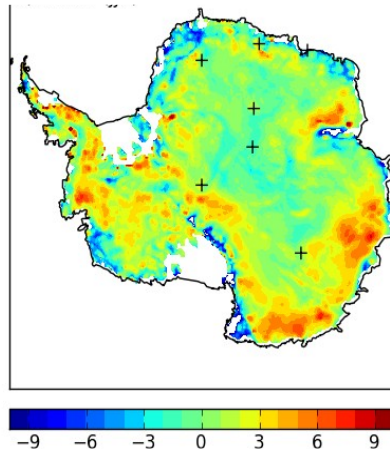
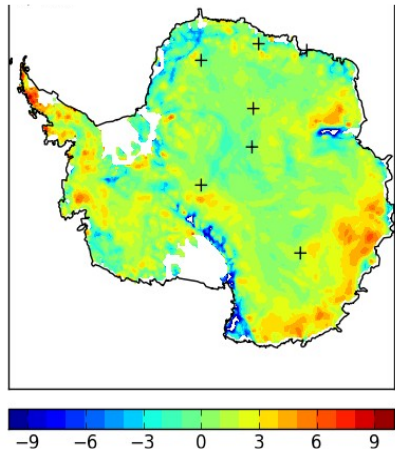
An



Hiver (JJA)



Eté (DJF)



Biais Crocus

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

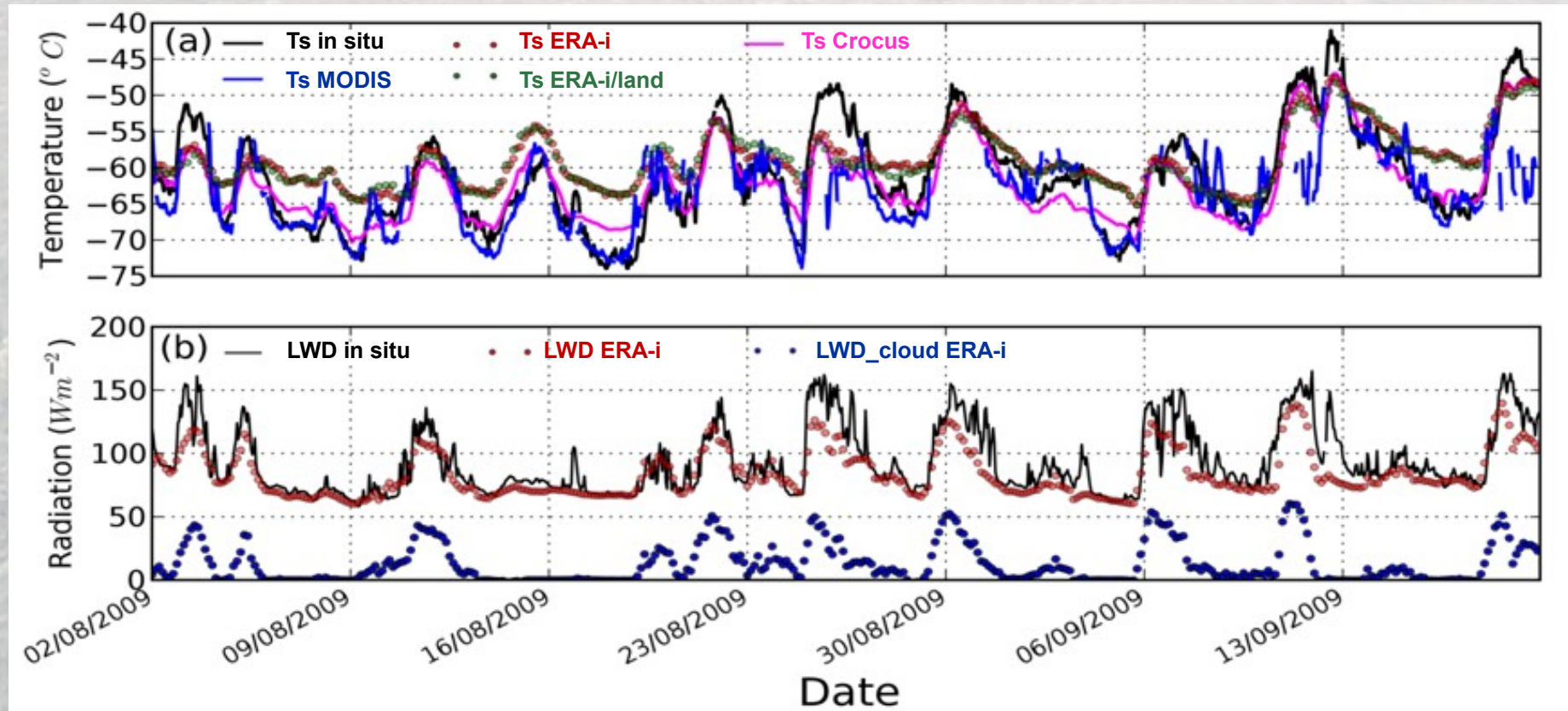
Genthon et al, 2010 :
- sous-estimation albédo
- atténuation du refroidissement radiatif nocturne

- Biais Crocus : -2 à +2°C (Plateau)

I. Analyse des températures de surface

1.3 Evaluation des Ts ERA-i et Ts Crocus

- Comparaisons de différentes observations à Pôle Sud

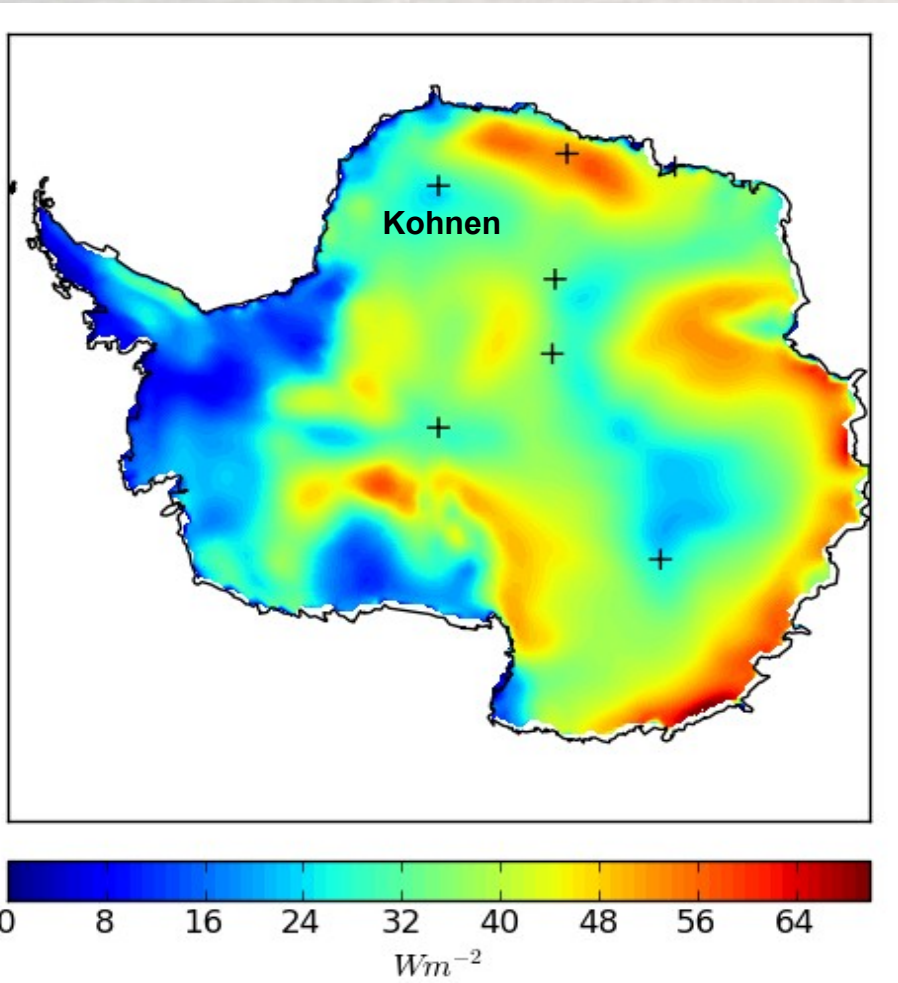


- Biais chaud de ERA-i quand LWdown faible \rightarrow refroidissement surface, conditions atmosphériques stables
- Paramétrisation des échanges de surface: **identique** entre ERA-i (IFS) et ERA-i/land (HTESSEL)
différente entre ERA-i (IFS) et Crocus (SURFEX)

I. Analyse des températures de surface

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, $H_s > 20 W/m^2$

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.

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

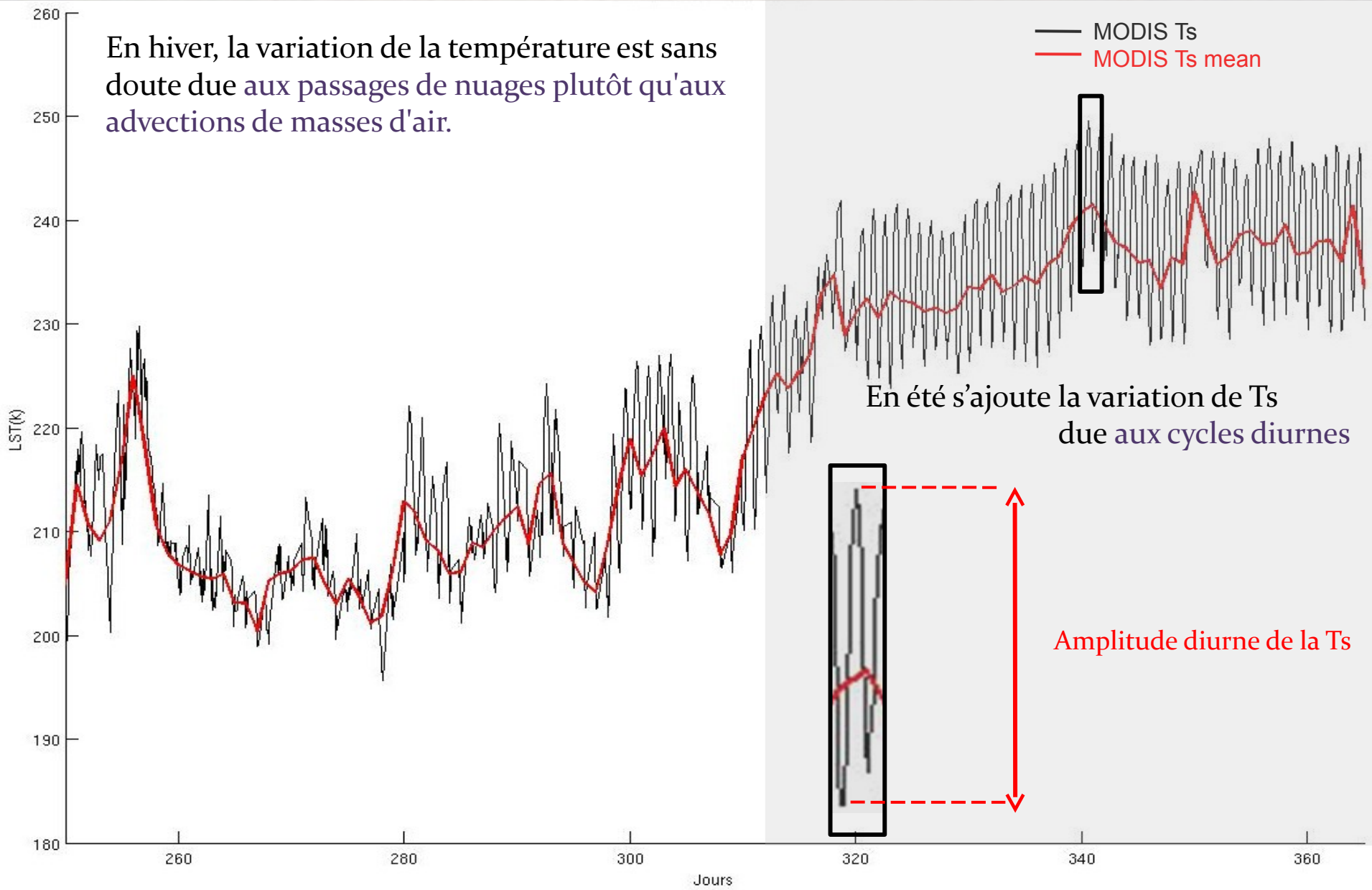
3.1 Comparaison du cycle diurne de deux surfaces de densité différentes

3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée

Conclusions

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

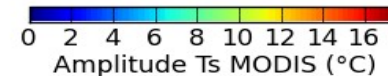
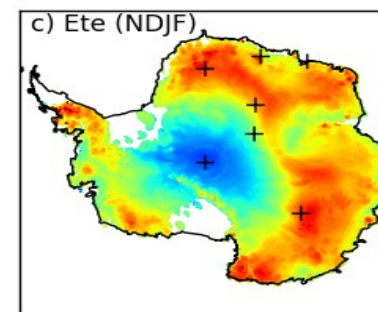
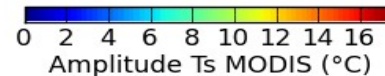
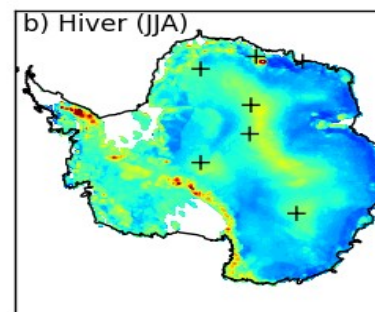
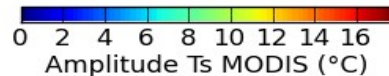
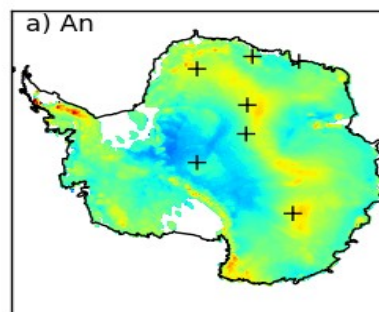
2.1 Les cycles diurnes de la Ts en Antarctique



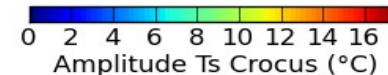
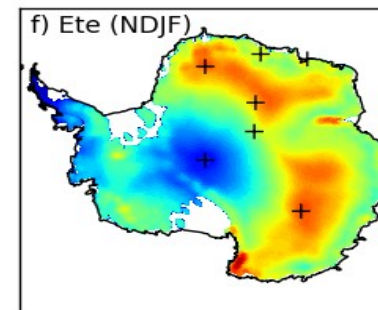
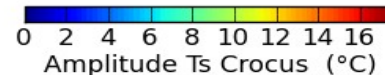
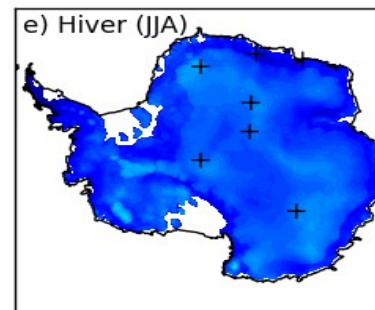
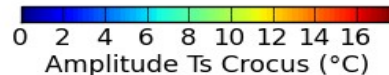
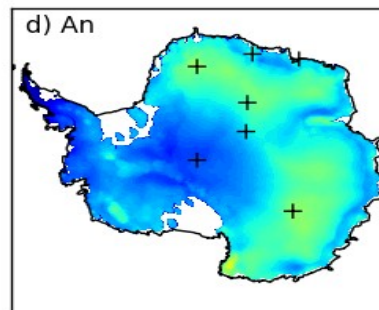
II. Evaluation de l'amplitude diurne de la température de surface

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

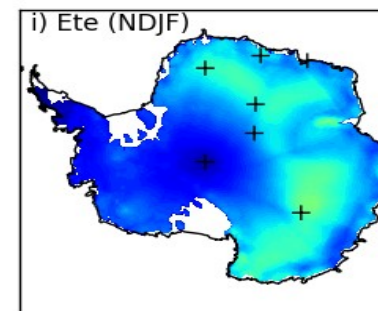
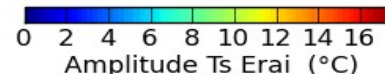
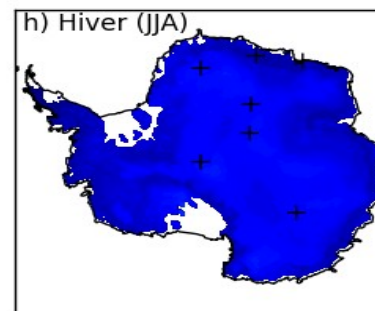
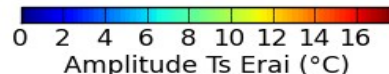
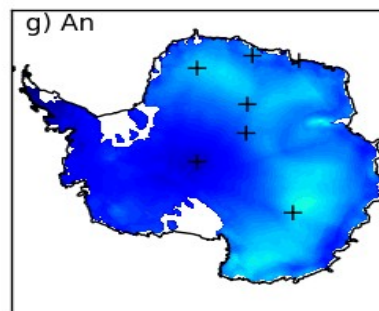
Observations
MODIS



Simulations
Crocus



Simulations
ERA-Interim



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

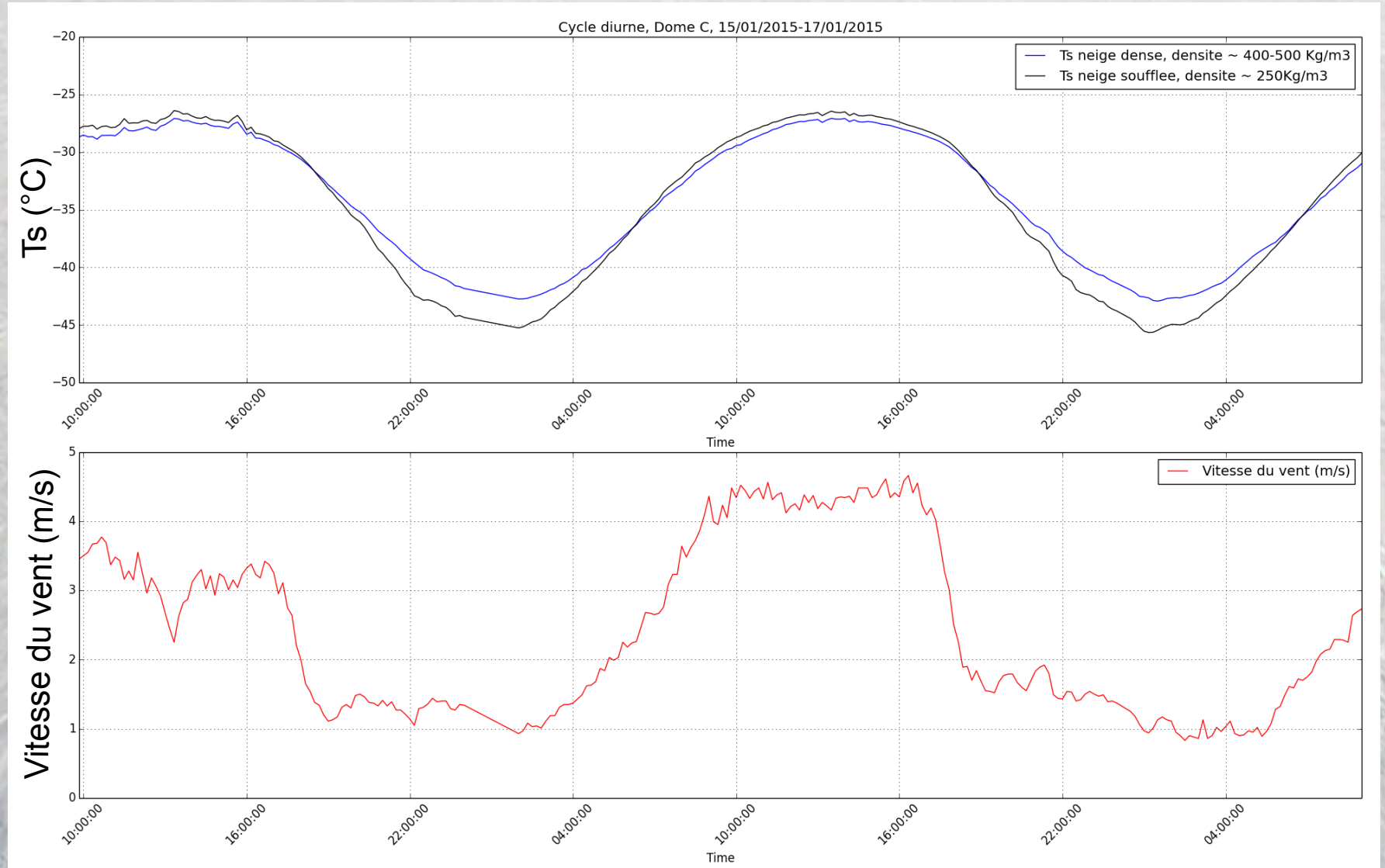
3.1 Comparaison du cycle diurne de deux surfaces de densité différentes

3.2 Etudes des simulations idéalisées Crocus à densité de surface fixée

Conclusions

III. Relation amplitude diurne/densité de surface

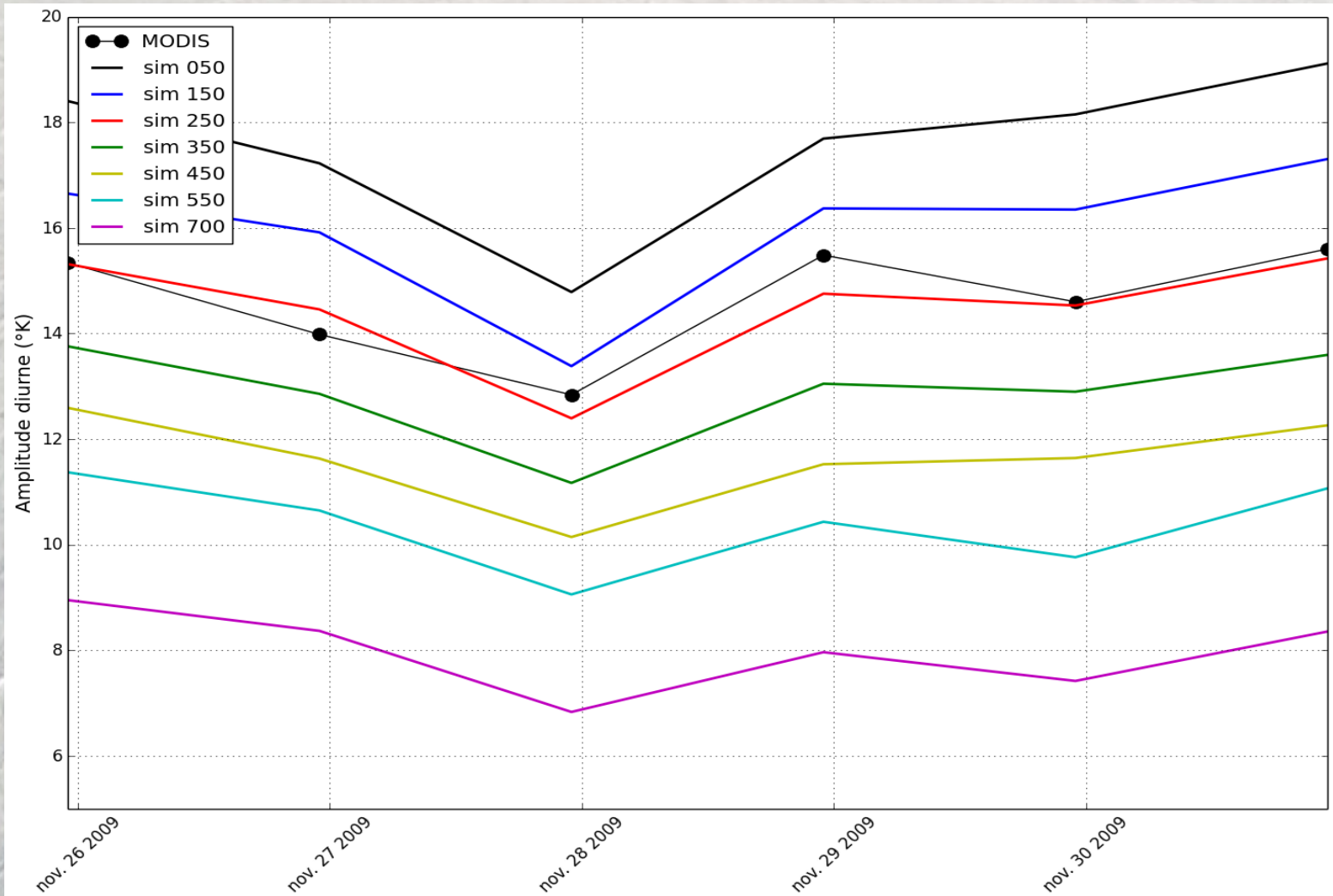
3.1 Comparaison du cycle diurne de deux surfaces de densité différentes



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



Dome 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

150 Kg/m³

250 Kg/m³

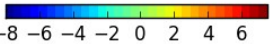
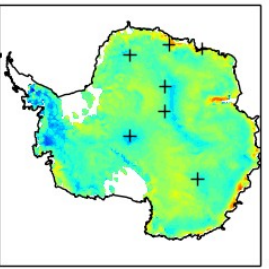
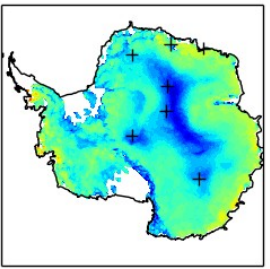
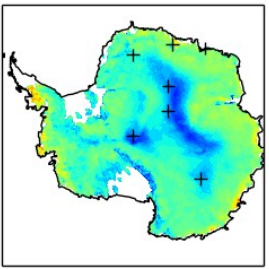
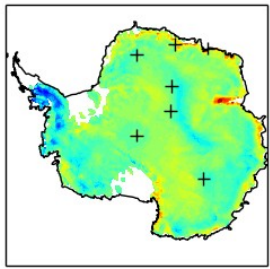
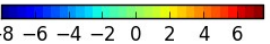
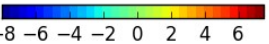
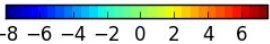
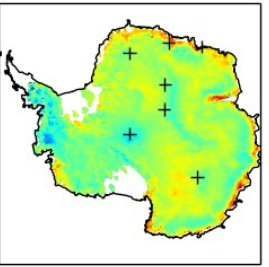
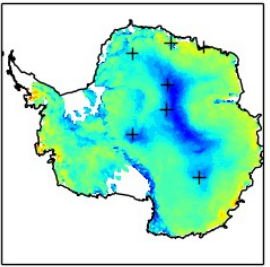
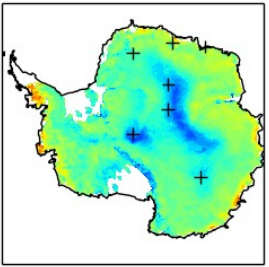
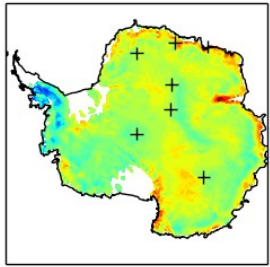
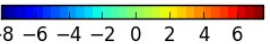
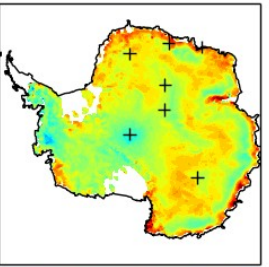
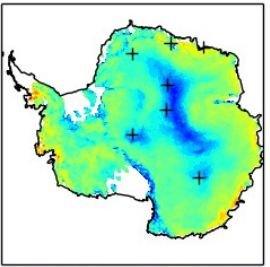
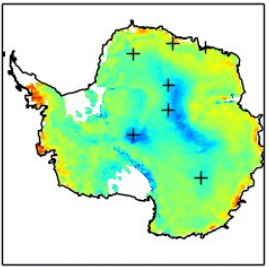
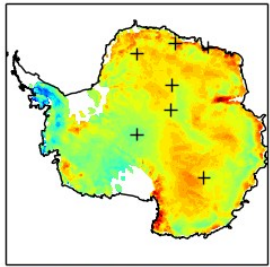
350 Kg/m³

DJF

MAM

JJA

SON



Amplitude simulations Crocus – Amplitude MODIS (°C)

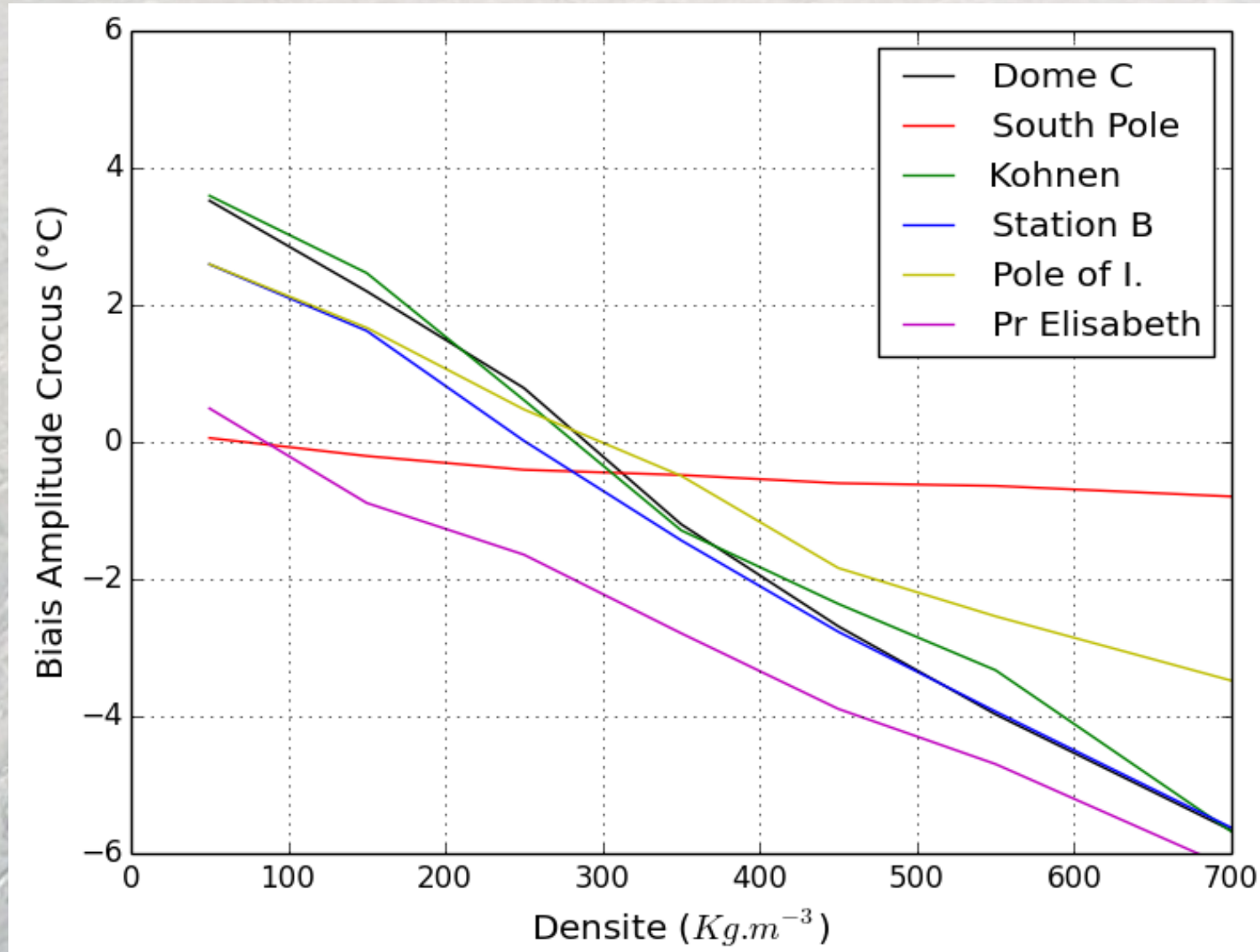
Biais d'amplitude des simulations idéalisées Crocus

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

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

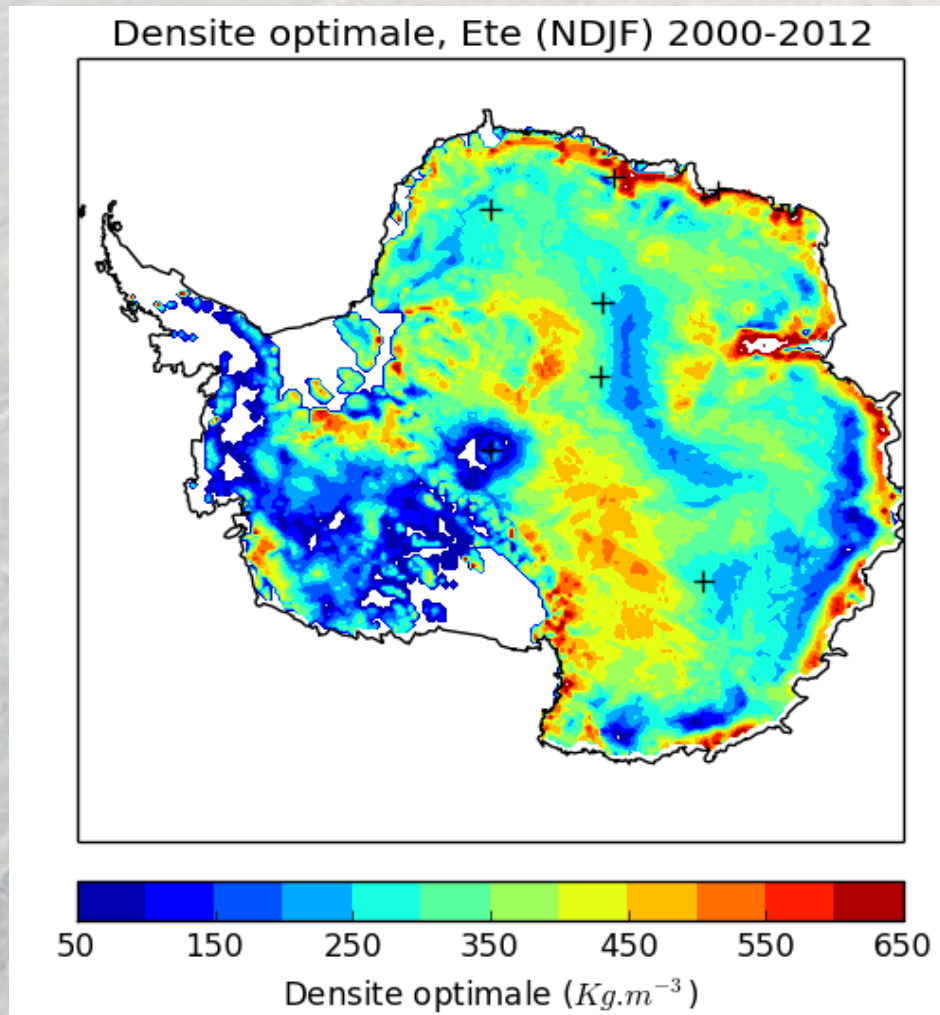


NDJF,
2000-2012

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

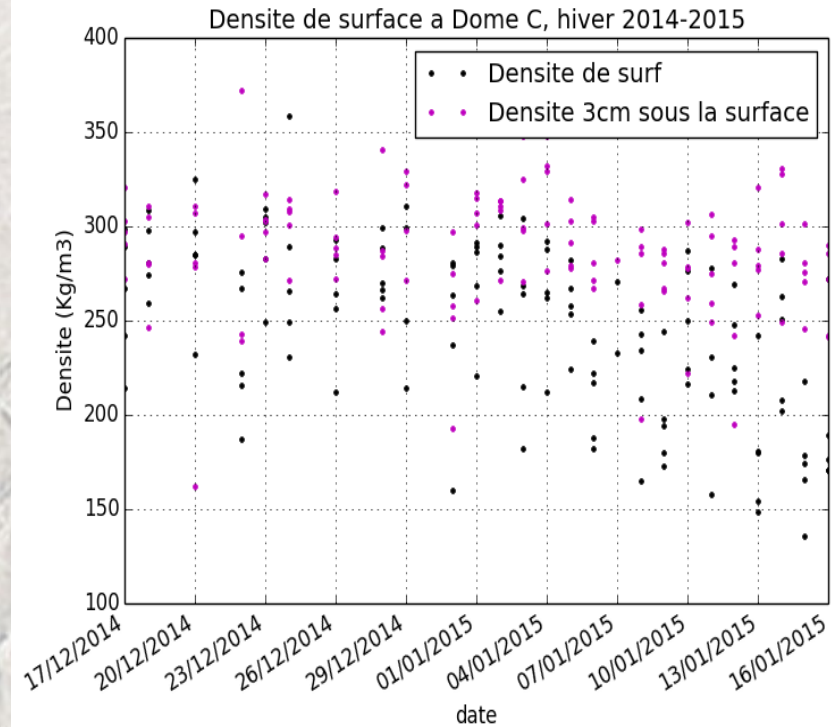
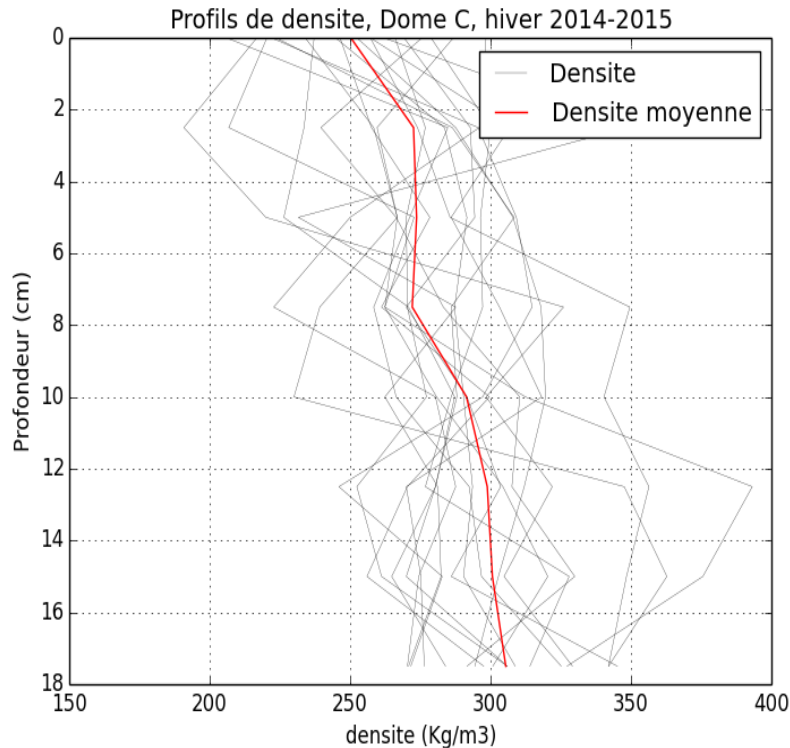
minimisant en chaque point de la grille le biais des amplitudes diurnes simulées par Crocus par rapport aux amplitudes diurnes de MODIS.

→ 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) = **289,66 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
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

Relation amplitude diurne/densité de surface :

- Changement de densité de surface influence l'amplitude diurne de la Ts simulée dans Crocus
- 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 dans la carte de densités de surface idéalisées de Crocus
- 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 textured with subtle ripples and shadows, suggesting a dry, crystalline 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