

# Modélisation de l'émissivité de glace de mer

Fatima Karbou

CNRM-GAME, Météo-France & CNRS

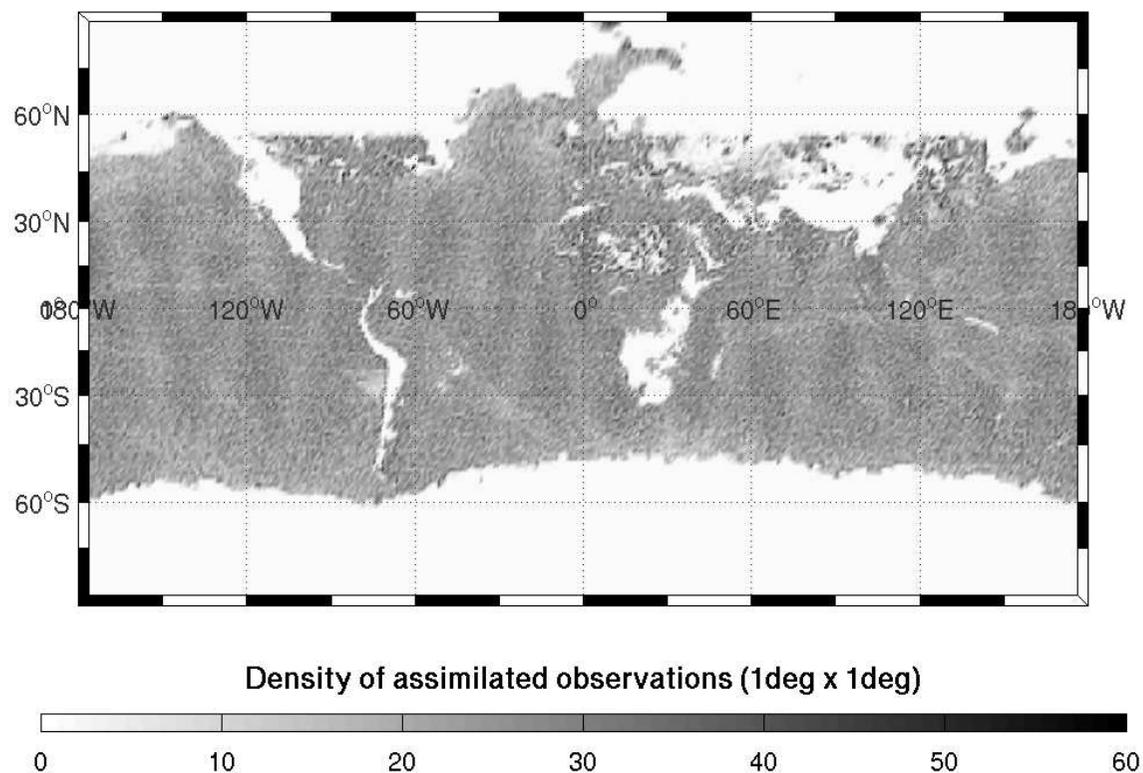


Assimilation des observations micro-ondes au-dessus de la glace de mer,  
*collab. Florence Rabier*

Modélisation de l'émissivité de la glace de mer pour l'altimétrie, soutien du CNES,  
*collab.: Estelle Obligis, Laurence Eymard, Benoit Legresy*

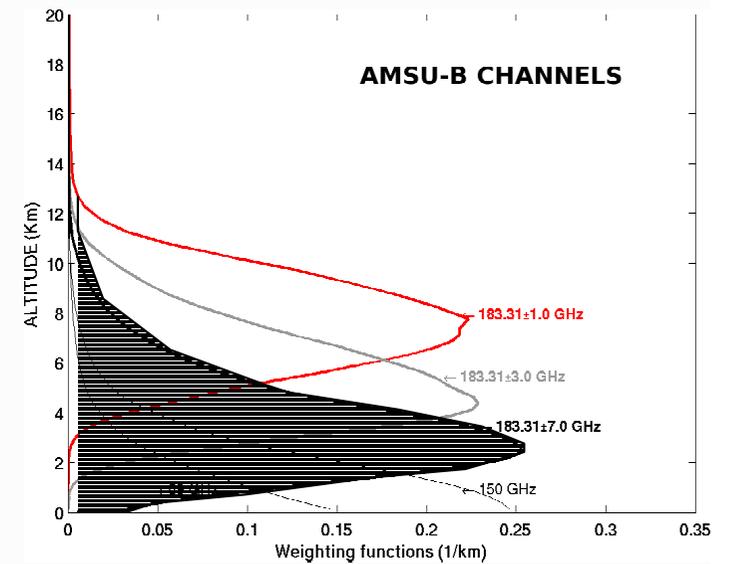
## Intérêt pour la PNT

Parmi les facteurs limitant l'utilisation des données micro-ondes en assimilation: incertitudes sur la surface (émissivité et température)



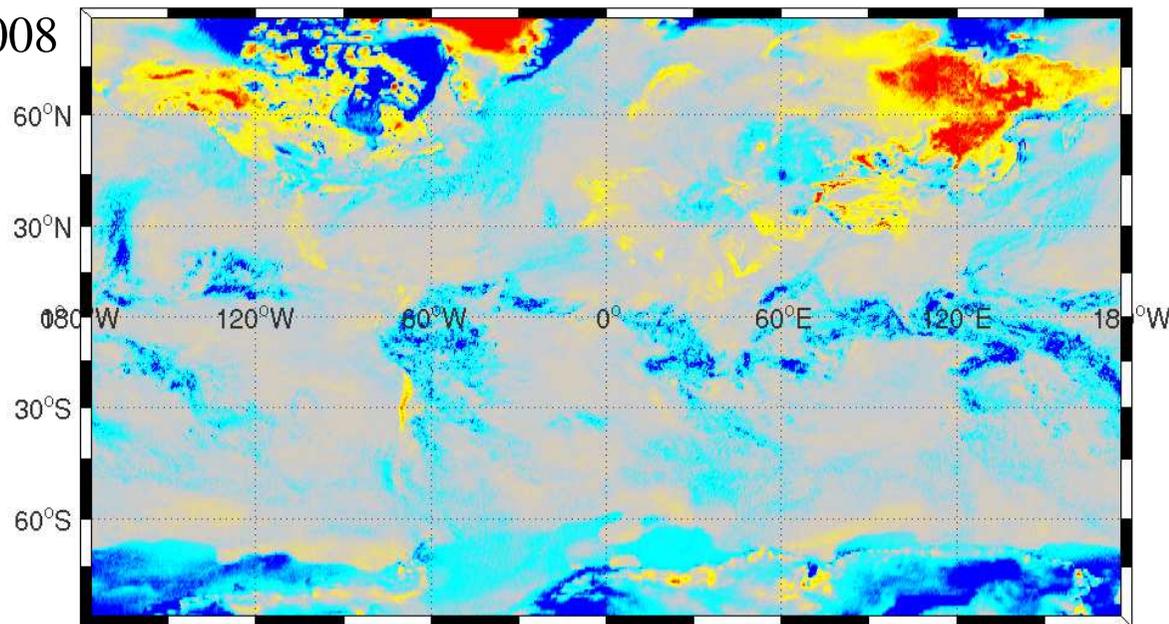
**Carte situant  
géographiquement les données  
AMSU-B ( $183 \pm 7$  GHz) telles  
que assimilées dans ARPEGE  
en Décembre 2008**

## Utilisation du canal5 AMSU-B (183.31 ± 7.0 GHz) dans ARPEGE

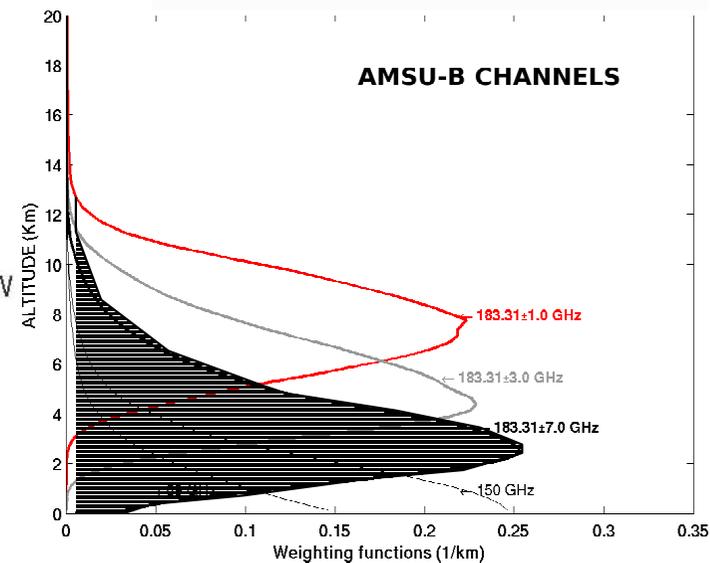
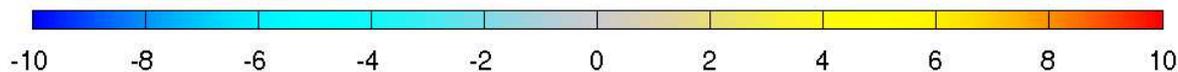


## Utilisation du canal5 AMSU-B (183.31 ± 7.0 GHz) dans ARPEGE

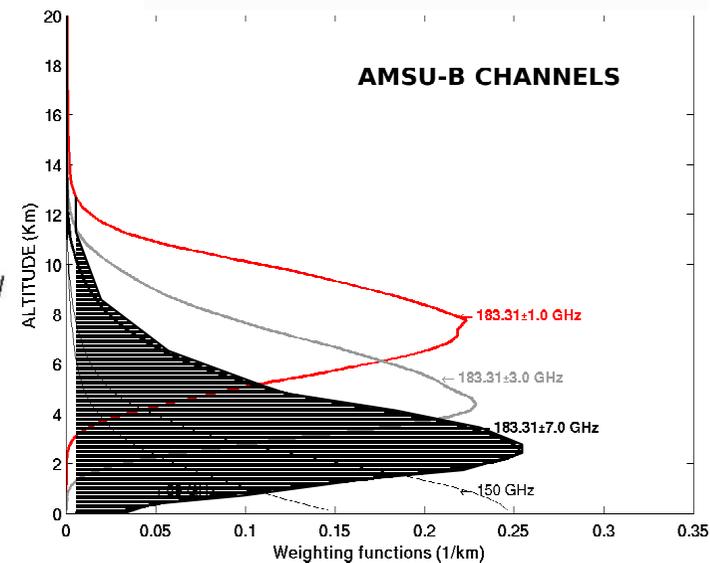
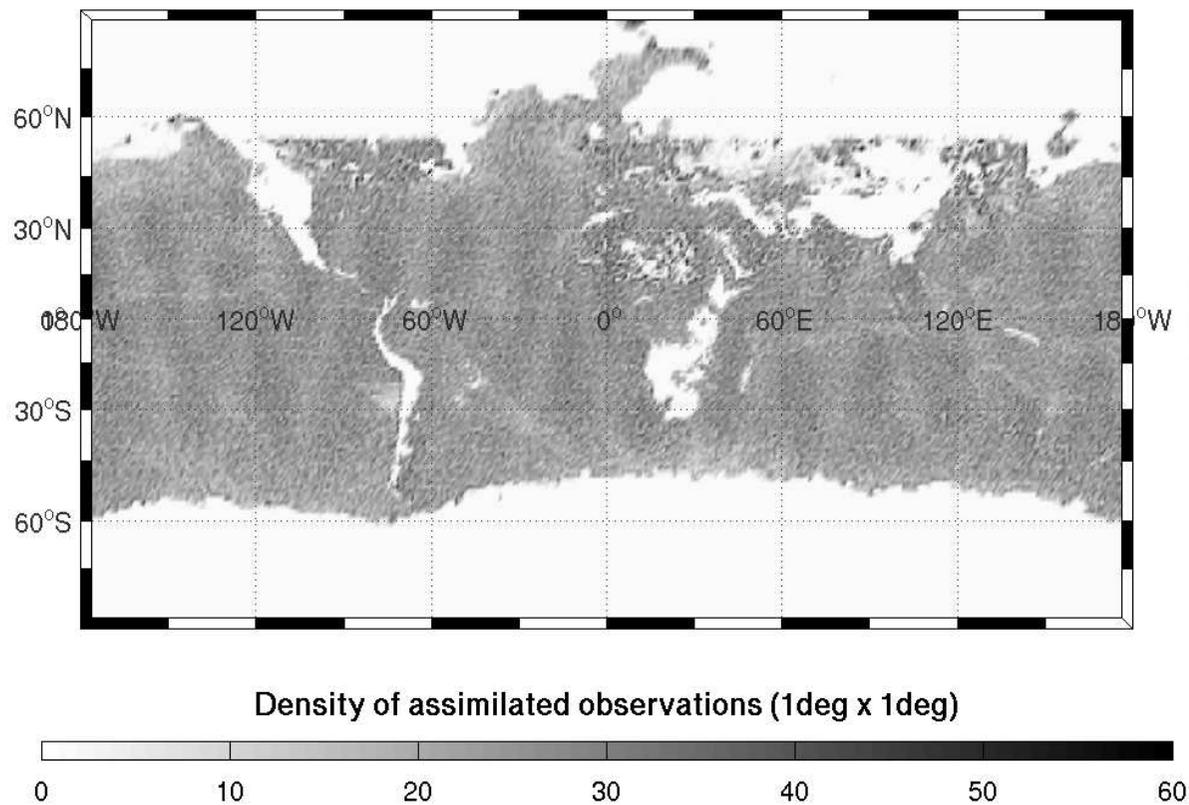
Dec 2008



OBSERVATIONS minus MODEL (K)

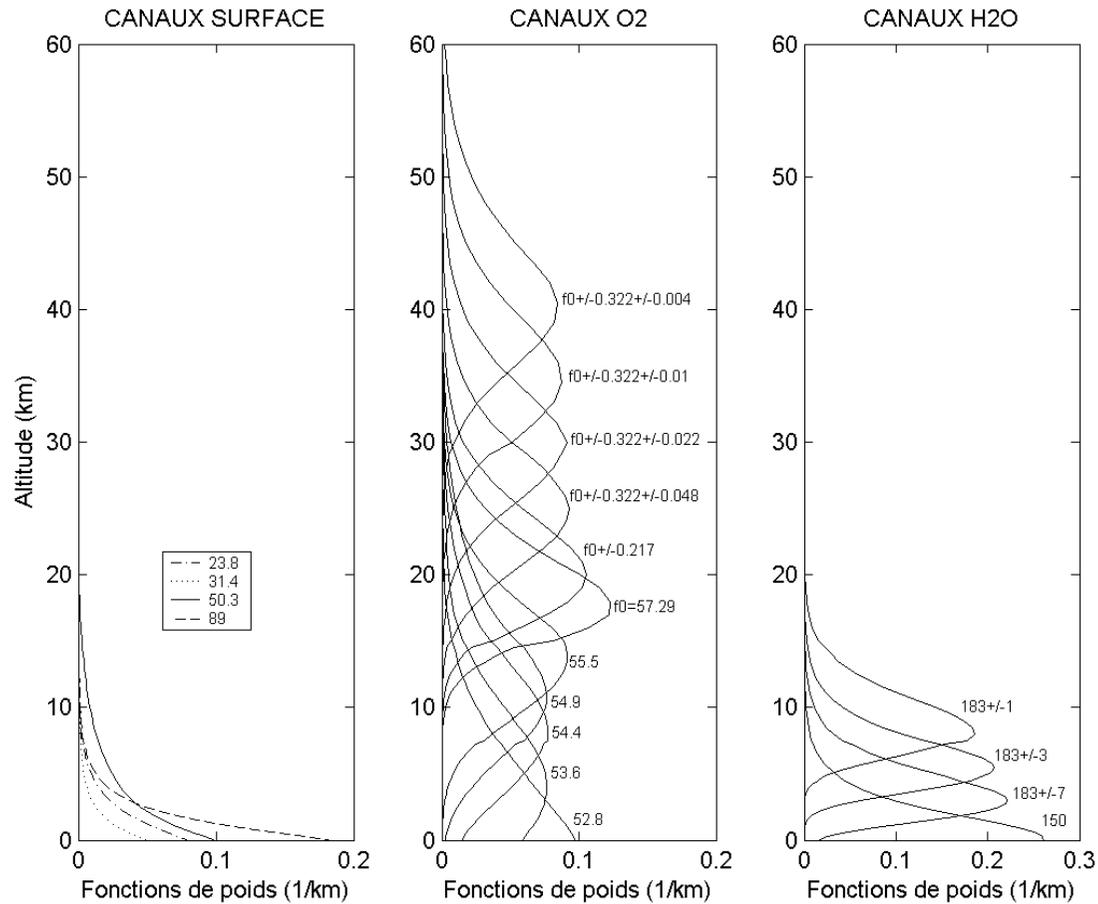


## Utilisation du canal5 AMSU-B (183.31 ± 7.0 GHz) dans ARPEGE



# Importance d'une bonne description de la surface

Observations des canaux sensibles à la surface et issues des instruments:  
AMSU-A, AMSU-B/MHS, SSMI/S

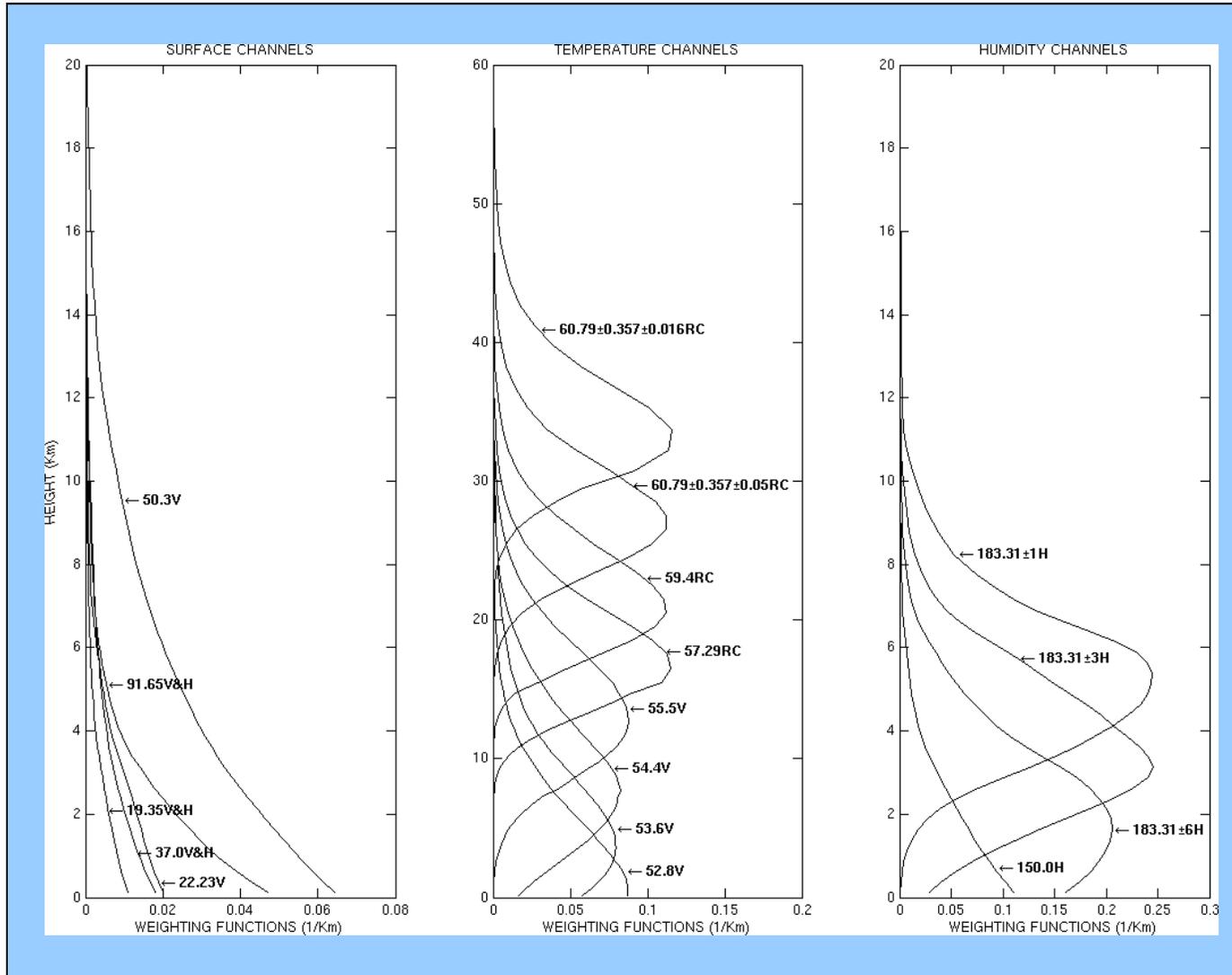


## AMSU-A, AMSU-B/MHS:

- Balayage cross/track: angle d'observation variant de  $\pm 58^\circ$
- mélange de polarisation
- Fréquences « surface »:  
AMSU-A: 23.8, 31.4, 50.3, 89 GHz  
AMSU-B/MHS: 89 et 150 GHz

# Importance d'une bonne description de la surface

Observations des canaux sensibles à la surface et issues des instruments:  
AMSU-A, AMSU-B/MHS, SSMI/S

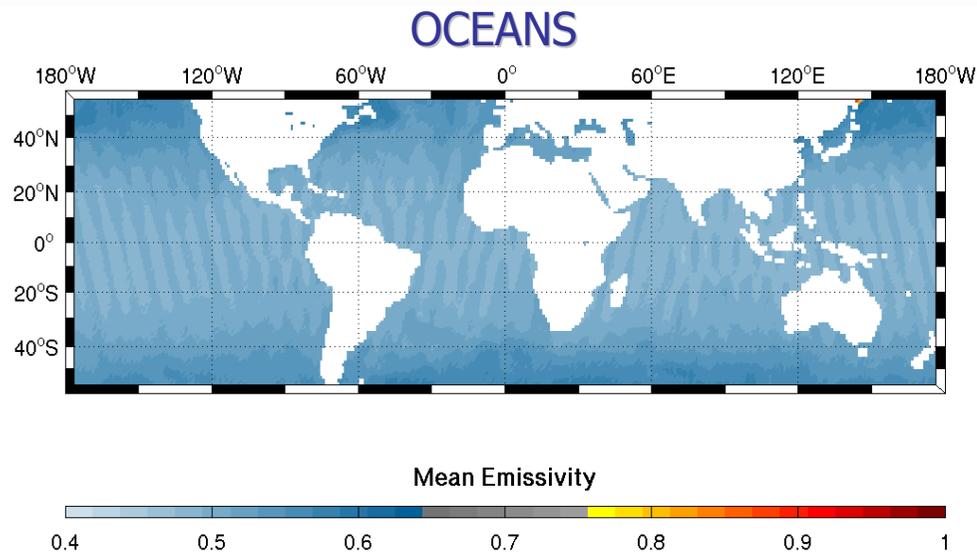


## SSMI/S:

- Balayage conique: angle d'observation fixe à 53°
- Polarisation V et/ou H
- Fréquences « surface »:  
19.35 V&H, 22.23 V, 37 V&H, 50.3 V, 91.65 V&H GHz

# Importance d'une bonne description de la surface

Terre, Mer libre, Glace de mer: Importance d'une description précise de l'émissivité de surface

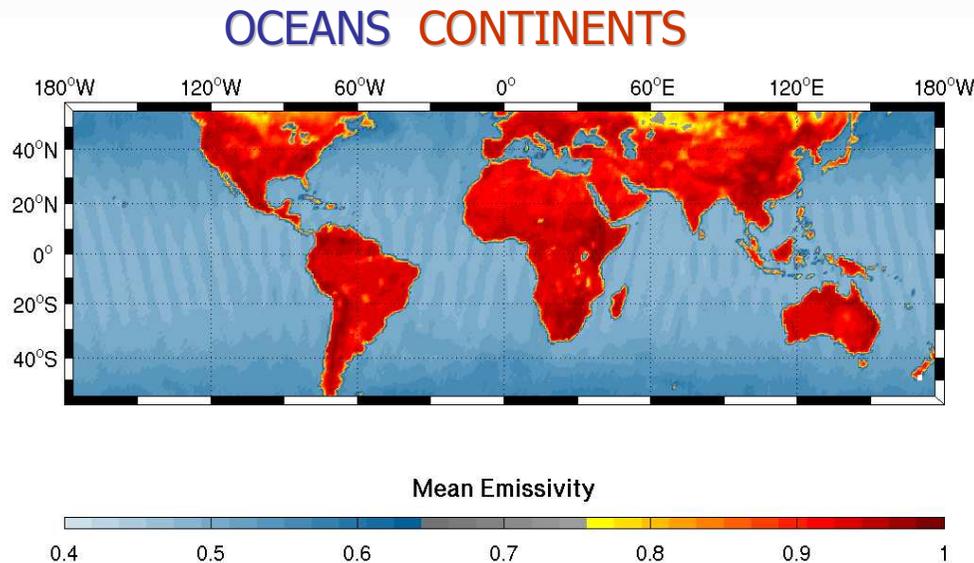


**Emissivité ~ 0.5:** La contribution de la surface océanique au signal radiométrique < celle des surfaces continentales

**Assimilation:** modèle d'émissivité Fastem (English, Hewison [1998], Deblonde, English [2000], Liu et al. [2010]) performant pour les besoins PNT

# Importance d'une bonne description de la surface

Terre, Mer libre, Glace de mer: Importance d'une description précise de l'émissivité de surface



**Emissivité ~ 0.5:** La contribution de la surface océanique au signal radiométrique < celle des surfaces continentales

**Assimilation:** modèle d'émissivité Fastem (English, Hewison [1998], Deblonde, English [2000], Liu et al. [2010]) performant pour les besoins PNT

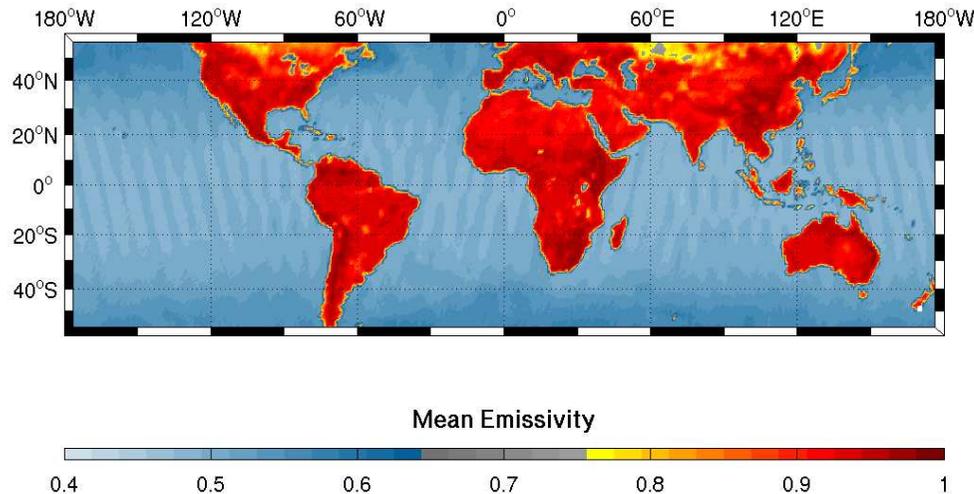
**Emissivité ~ 1:** Forte contribution de la surface continentale au signal radiométrique

**Assimilation:** Jusqu'à récemment on ne disposait pas de modèle d'émissivité suffisamment performant pour les besoins PNT

# Importance d'une bonne description de la surface

Terre, Mer libre, Glace de mer: Importance d'une description précise de l'émissivité de surface

## OCEANS CONTINENTS



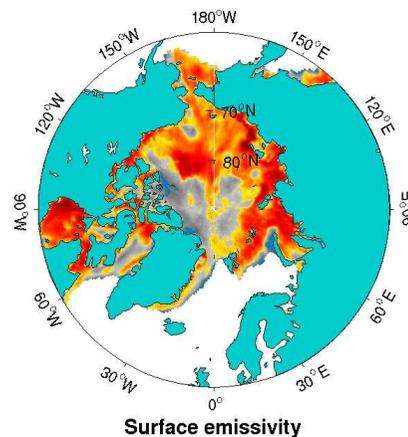
**Emissivité ~ 0.5:** La contribution de la surface océanique au signal radiométrique < celle des surfaces continentales

**Assimilation:** modèle d'émissivité Fastem (English, Hewison [1998], Deblonde, English [2000], Liu et al. [2010]) performant pour les besoins PNT

## GLACE DE MERS

**Emissivité :** assez forte, hétérogénéité de surface, incertitudes sur la  $T_s$

**Assimilation:** Difficile



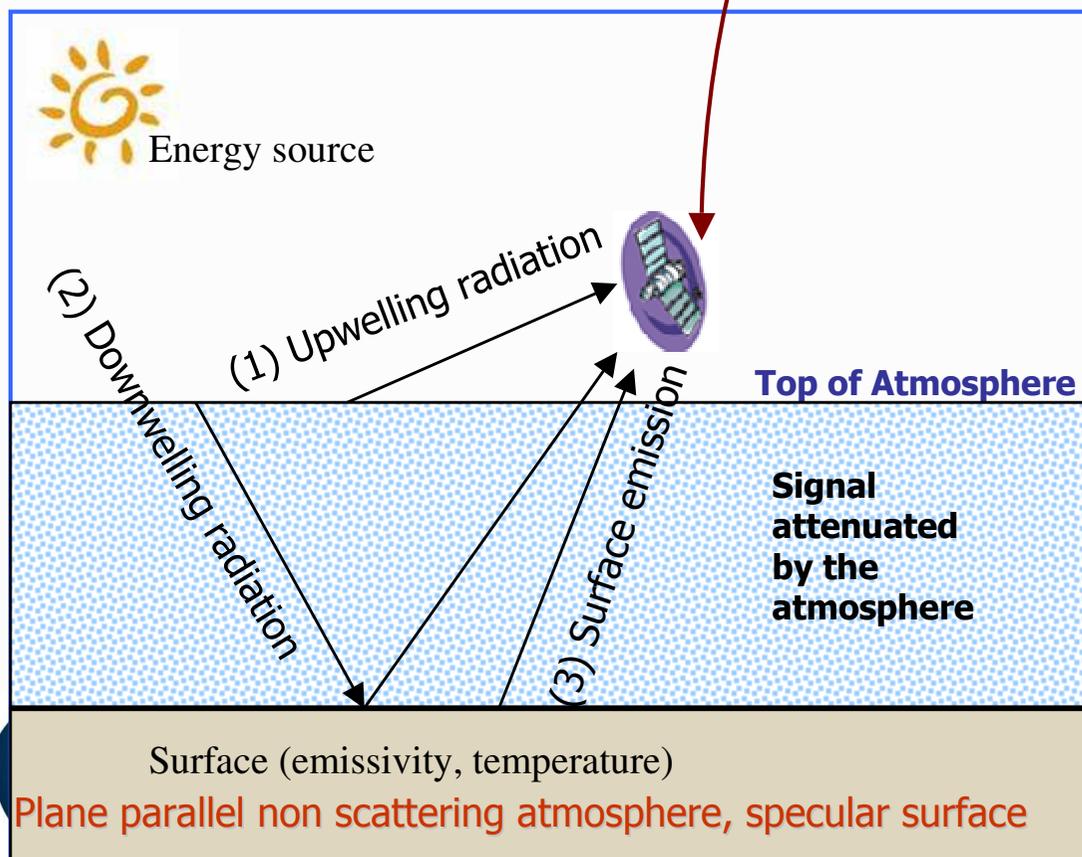
**Emissivité ~ 1:** Forte contribution de la surface continentale au signal radiométrique

**Assimilation:** Jusqu'à récemment on ne disposait pas de modèle d'émissivité suffisamment performant pour les besoins PNT

## Méthode d'estimation: même que sur terres ...

Bases théoriques communes avec études Prigent et al. 1997-2002, Karbou et al. 2005, ...  
Modèle de transfert radiatif RTTOV, Champs de température de surface de température et d'humidité de l'air issus des analyses du modèle global ARPEGE

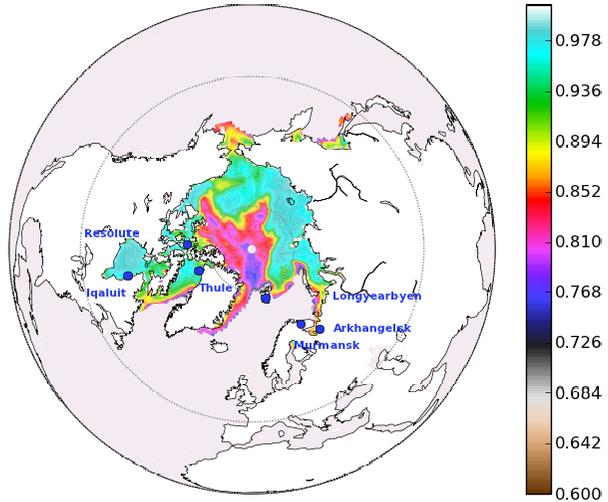
$$T(p, \nu) = \varepsilon(p, \nu) T_s \tau + (1 - \varepsilon(p, \nu)) \tau T(\nu, \downarrow) + T(\nu, \uparrow)$$



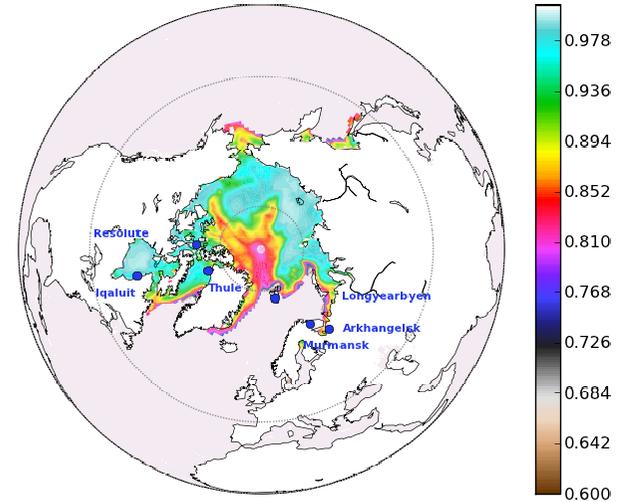
$$\varepsilon(p, \nu) = \frac{T(p, \nu) - T(\nu, \uparrow) - T(\nu, \downarrow) \times \tau}{\tau \times (T_s - T(\nu, \downarrow))}$$

# Variabilité de l'émissivité

SSM/I/S: 37 GHz ((V+H)/2)

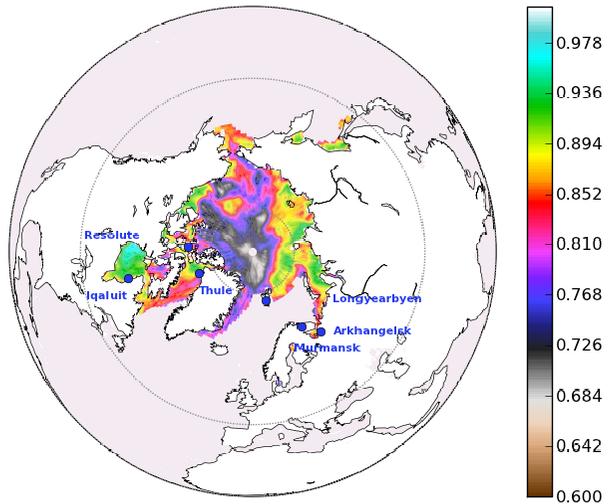


AMSU-A: 31 GHz

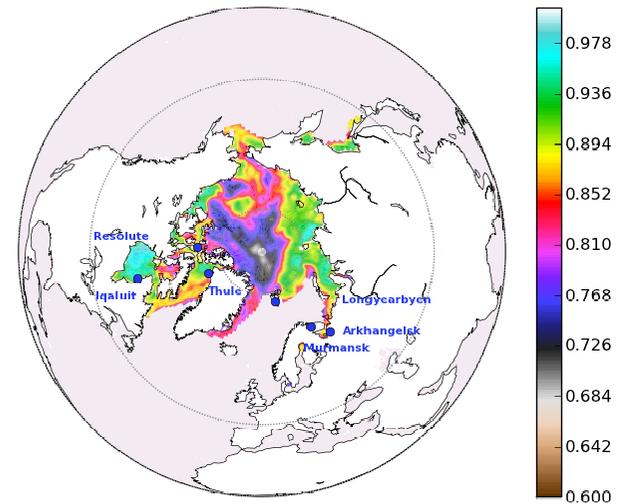


Janvier 2010

SSM/I/S: 91 GHz ((V+H)/2)

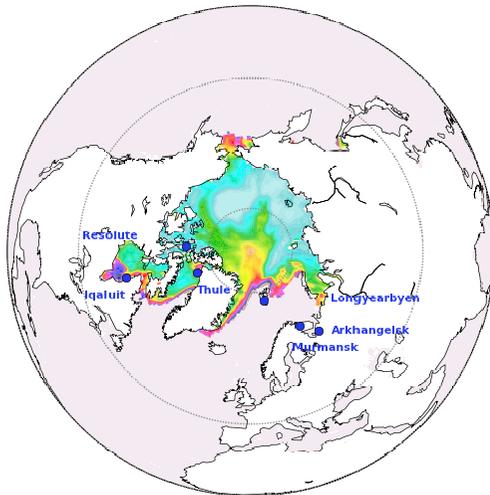


AMSU-A: 89 GHz

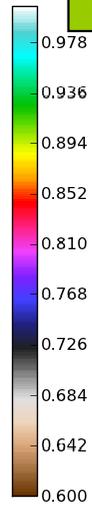


# Variabilité de l'émissivité

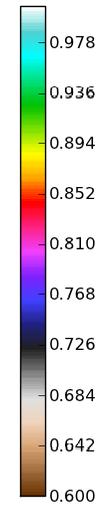
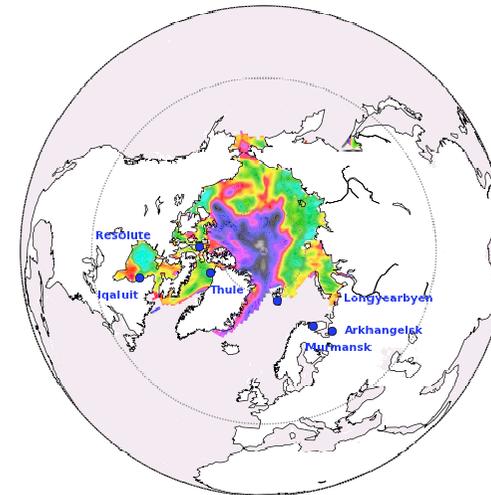
AMSU-A: 23 GHz



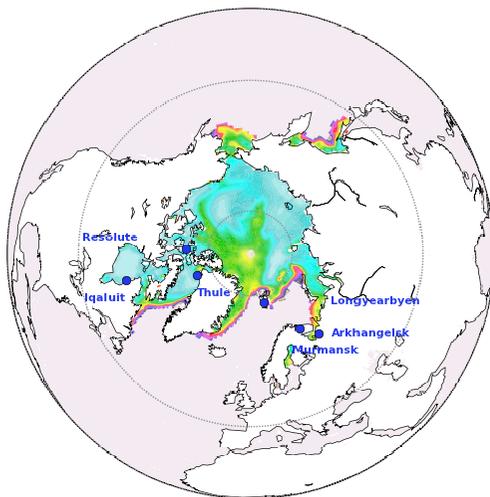
Décembre 2009



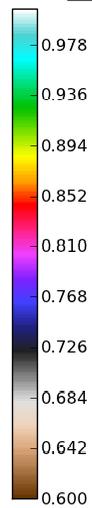
AMSU-A: 89 GHz



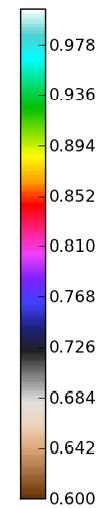
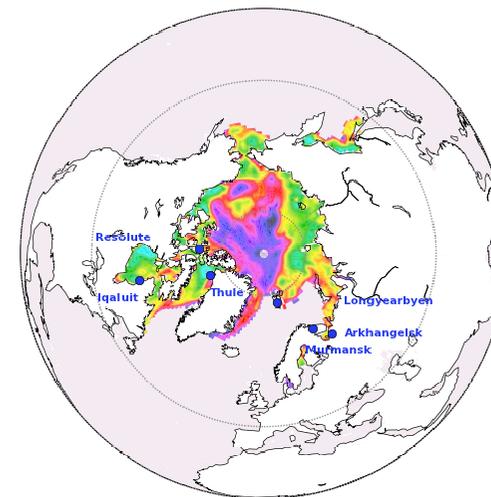
AMSU-A: 23 GHz



Février 2010



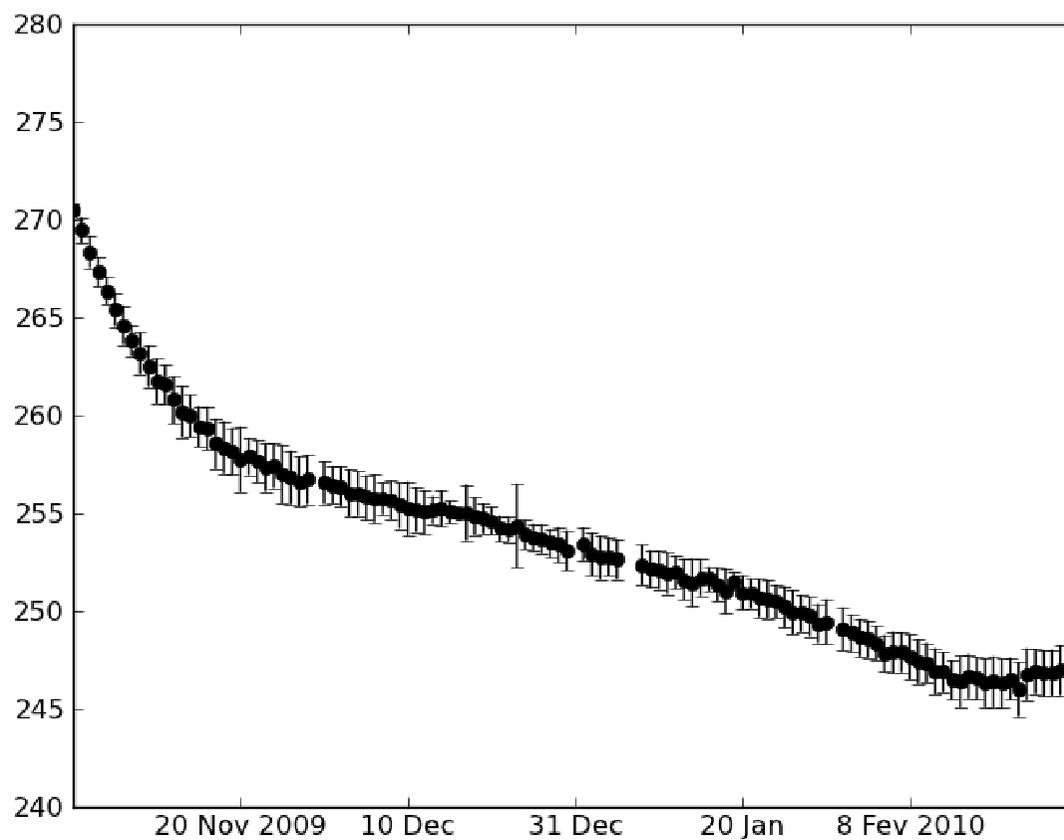
AMSU-A: 89 GHz



# Variabilité de l'émissivité

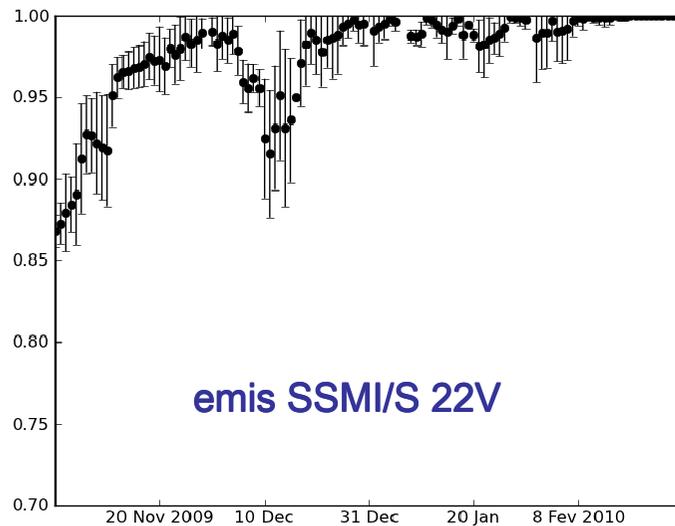
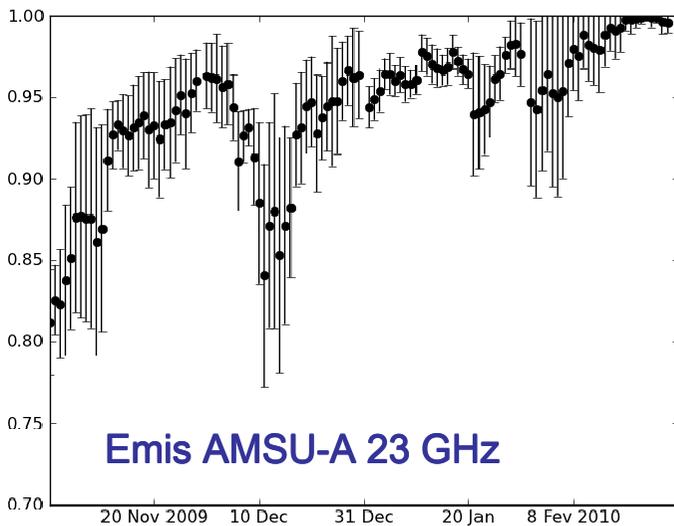
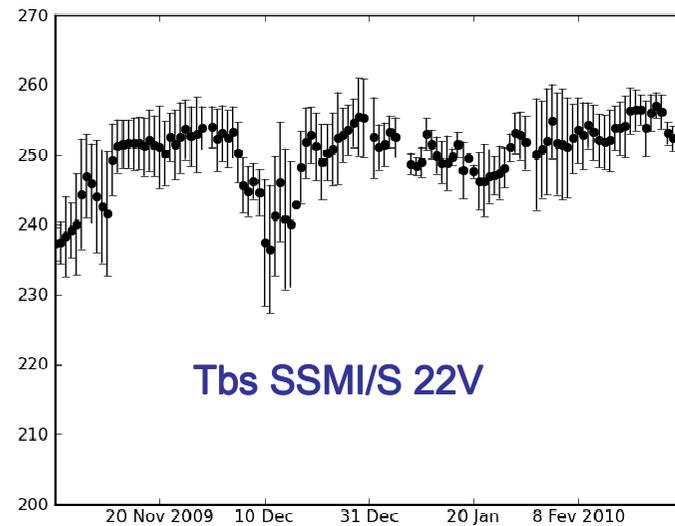
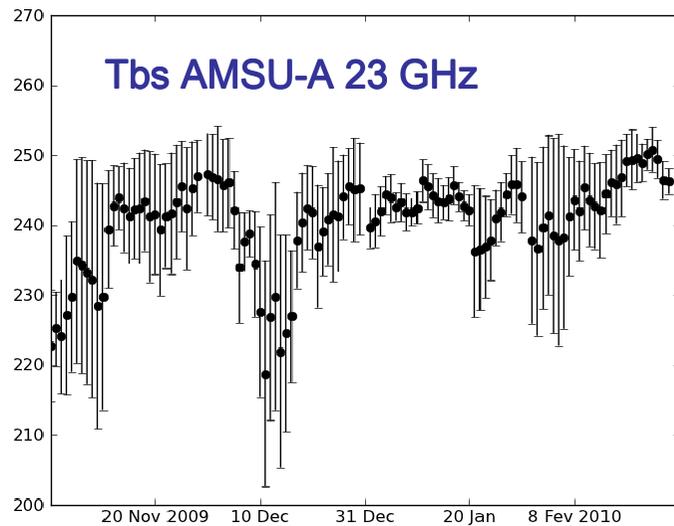
Variabilité dans le temps des Tbs, émissivités et Ts près de Thulé

## Température de surface



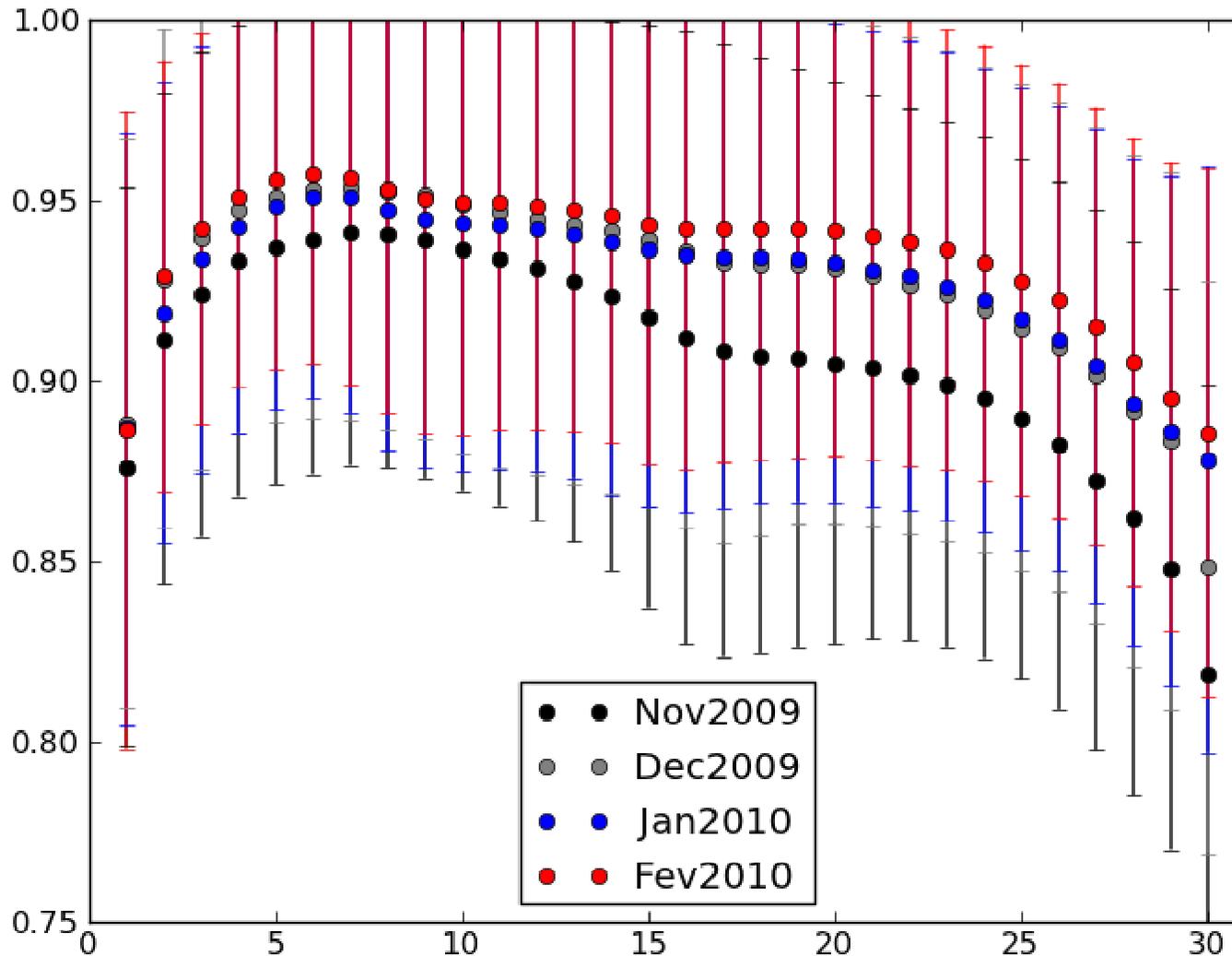
# Variabilité de l'émissivité

## Variabilité dans le temps des Tbs, émissivités et Ts près de Thulé



# Variabilité de l'émissivité

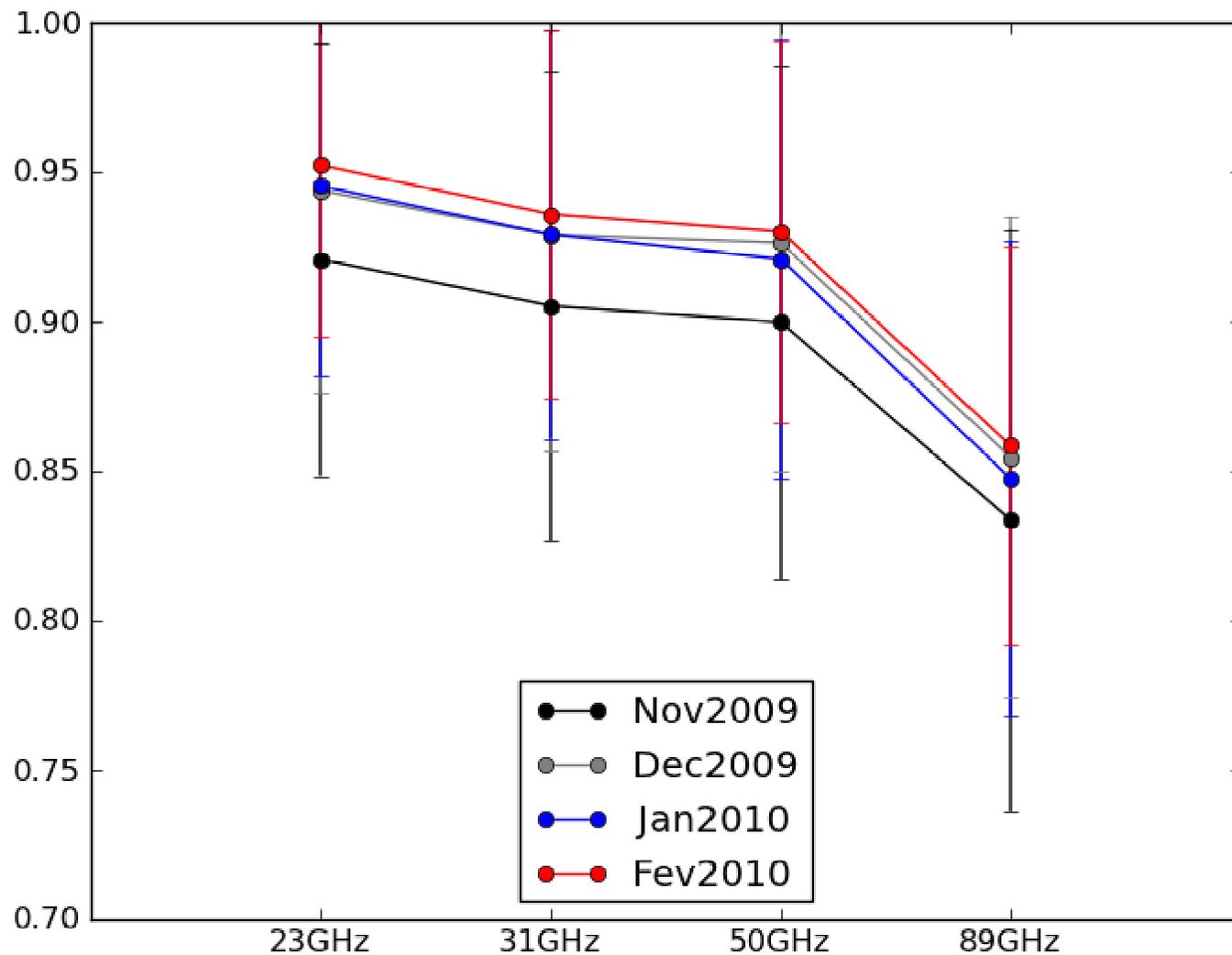
Variabilité de l'émissivité selon l'angle d'observation ou la position de scan (le nadir correspond aux positions 15 et 16)



AMSU-A 31 GHz  
Glace de mer, HN

# Variabilité de l'émissivité

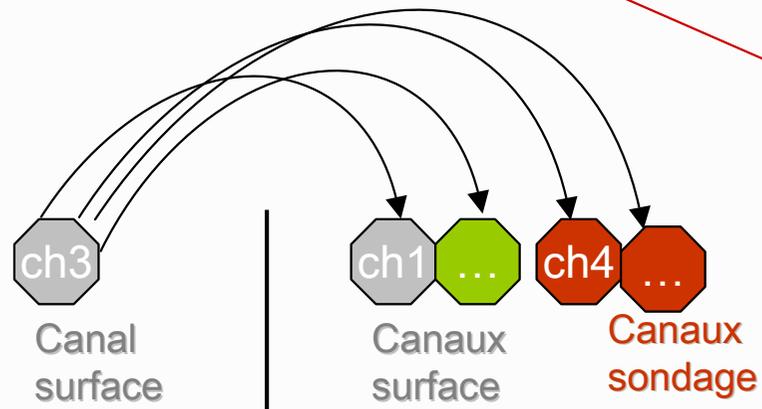
Variabilité de l'émissivité selon la fréquence, angle d'observation, le temps, espace, ...



# Assimilation des obs. MO au-dessus de la glace de mer

**Modèle d'émissivité:** basé sur des estimations satellites avec une approche dite « **dynamique** » semblable à celle utilisée pour les surfaces continentales (Karbou et al. 2010ab)

Calcul instantané de l'émissivité à un canal fenêtre



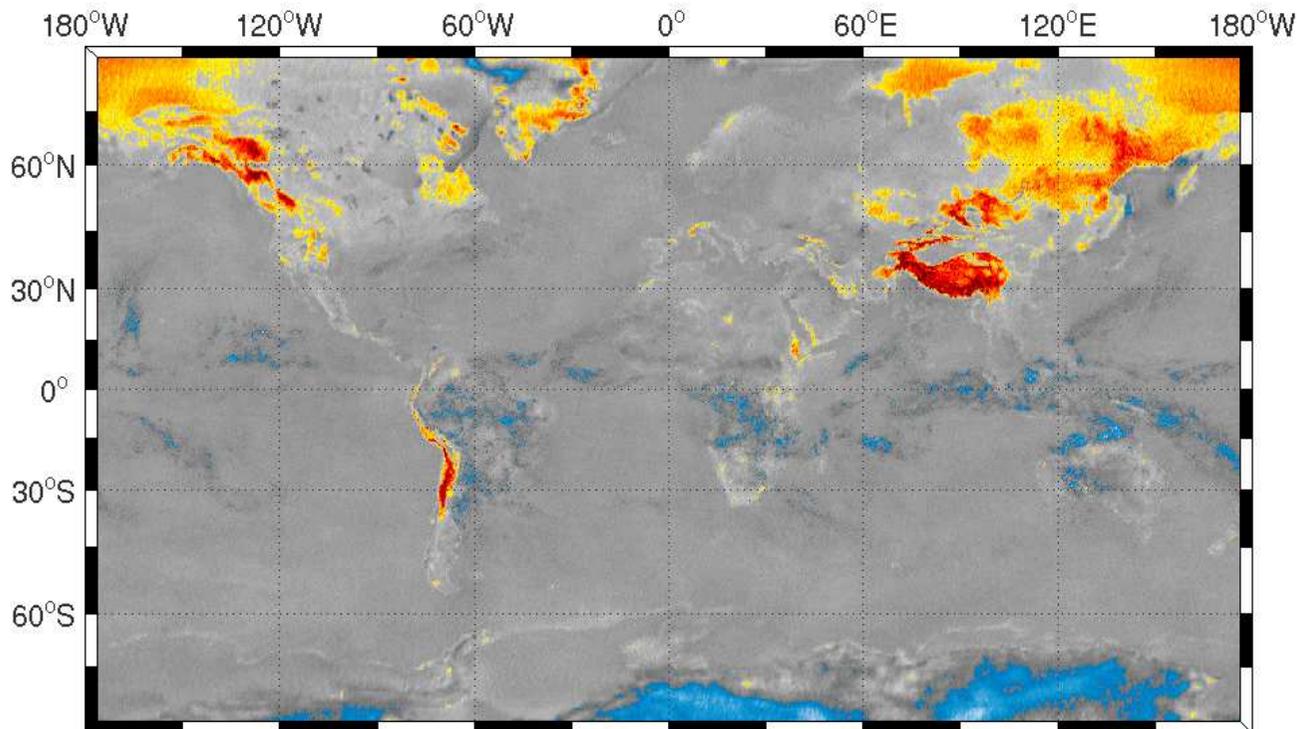
AMSU-A: canal 3 (50 GHz)  $\pm \epsilon$   
(~54-60 GHz) =  $\epsilon$  (50 GHz)

AMSU-B: canal 1 (89 GHz)  $\pm \epsilon$   
(89 GHz) + f (Tb 89, Tb150, Ts)

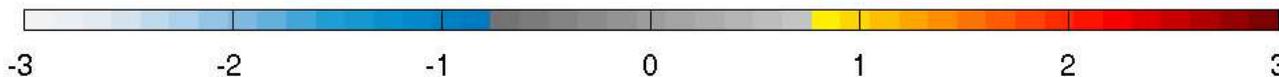
- faire un choix de canal surface (le plus sensible à la surface ou le plus proche en fréquence pour les canaux de sondage ?)
- prise en compte d'un changement de conditions au sol ou d'angle d'observation

# Assimilation des obs. MO au-dessus de la glace de mer

Pour AMSU-A: On peut utiliser l'émissivité à 50 GHz pour les canaux de sondage (52-60 GHz), Neige: effet visible de l'hypothèse de spécularité de la surface (Harlow 2009, Guedj et al. 2010)



OBSERVATIONS minus MODEL



AMSU-A canal 5 (53 GHz)

Toutes les observations

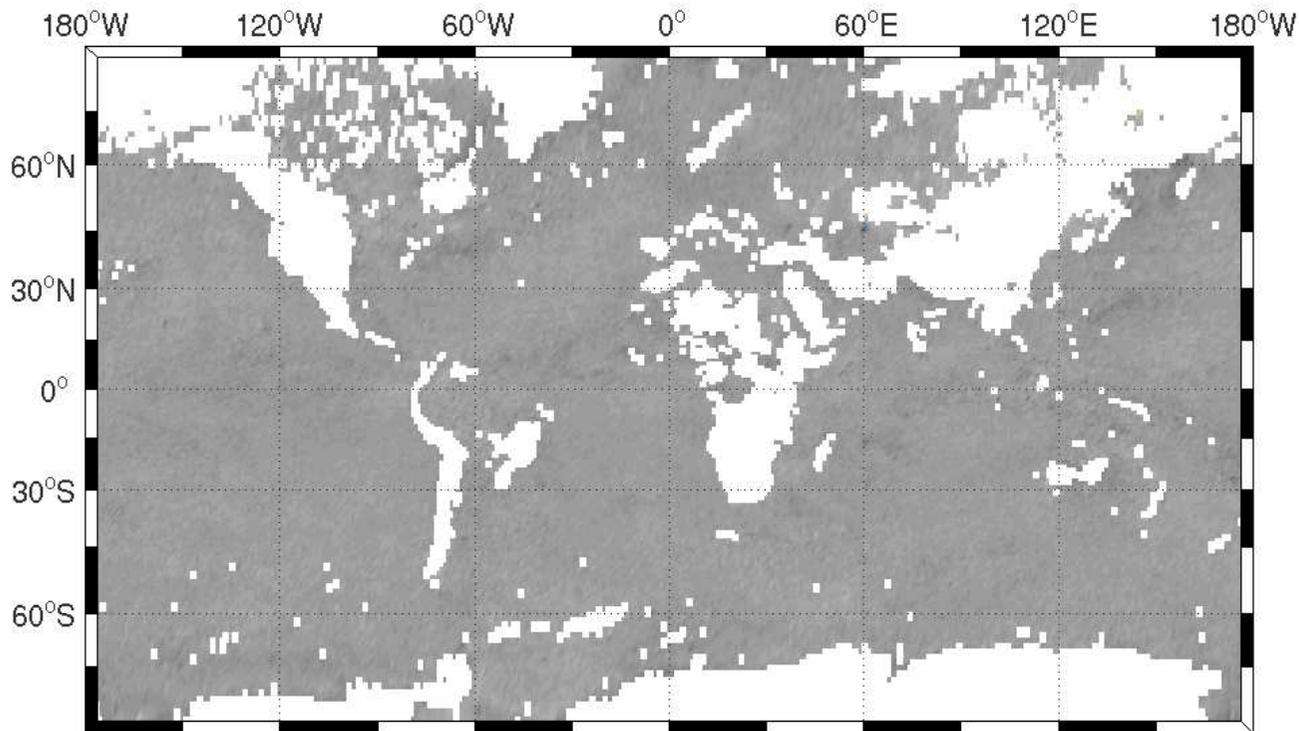
Sur terres et glace de mer:

émissivité provient du 50 GHz

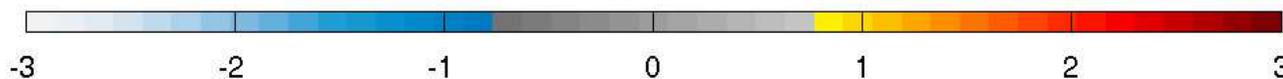
Sur mer: modèle FASTEM

# Assimilation des obs. MO au-dessus de la glace de mer

**Pour AMSU-A:** On peut utiliser l'émissivité à 50 GHz pour les canaux de sondage (52-60 Ghz), Neige: effet visible de l'hypothèse de spécularité de la surface (Harlow 2009, Guedj et al. 2010)



OBSERVATIONS minus MODEL



AMSU-A canal 5 (53 GHz)

**Observations assimilées**

**Sur terres et glace de mer:**

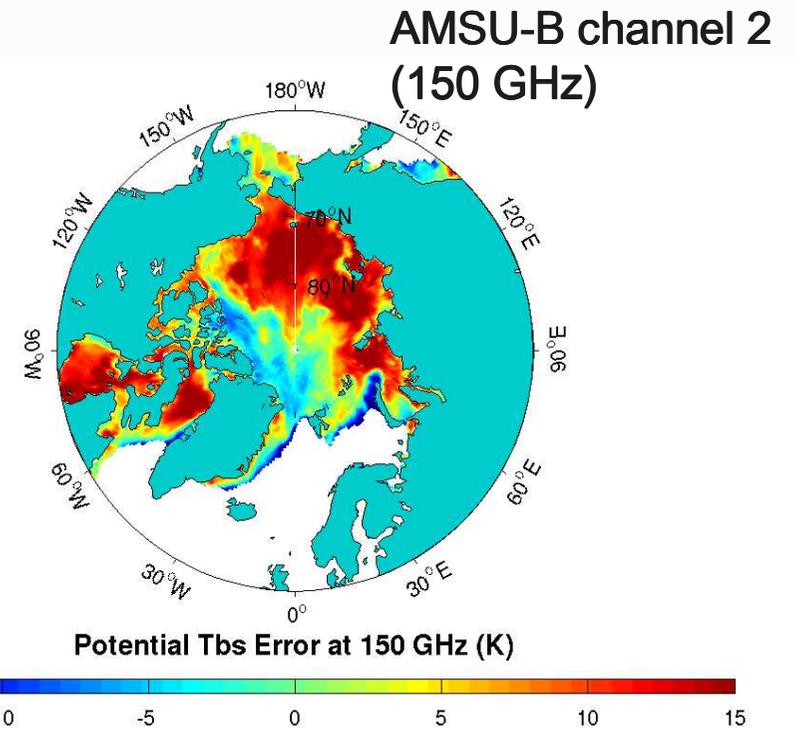
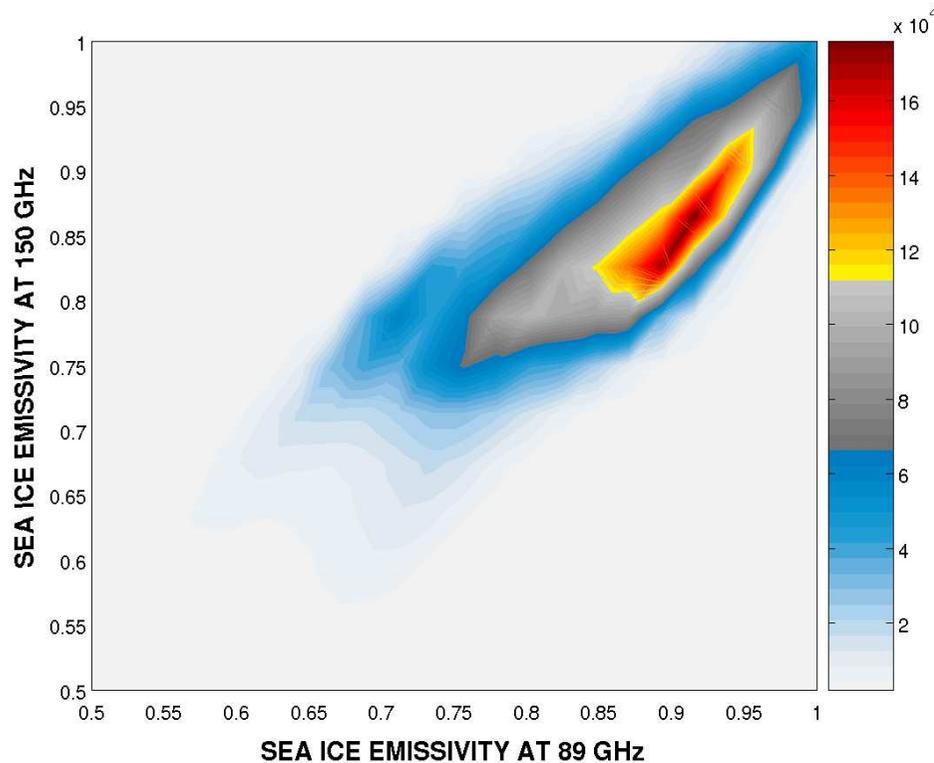
émissivité provient du 50 GHz

**Sur mer:** modèle FASTEM

# Assimilation des obs. MO au-dessus de la glace de mer

**Pour AMSU-B:** besoin d'une paramétrisation en fréquence  
ce qui permet de décrire le changement d'émissivité jusqu'à 183.31 GHz

Janvier 2009



## Études d'impact:

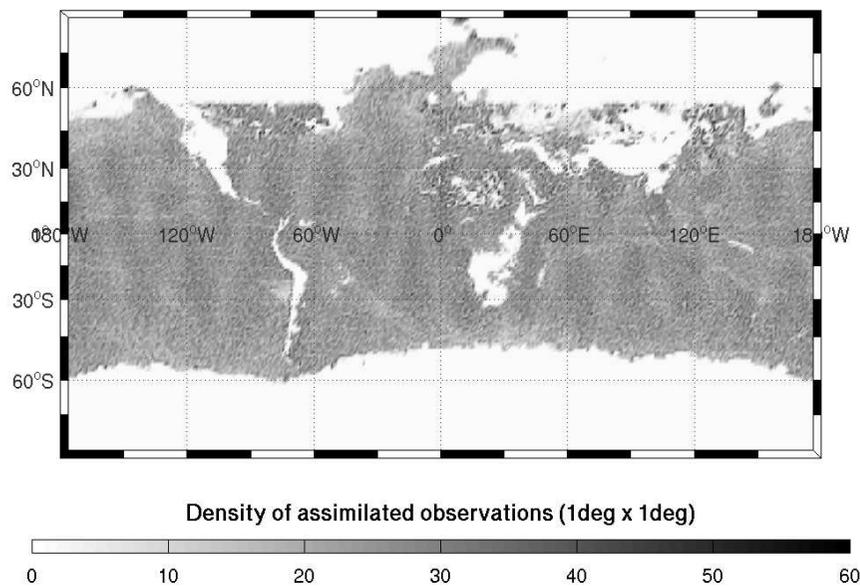
$\varepsilon$  (~183 GHz) =  $\varepsilon$  (89 GHz) + f (Tb 89, Tb150, Ts)

$\varepsilon$  (~54-60 GHz) =  $\varepsilon$  (50 GHz)

- **Période: 15/12/2009 to 04/02/2010**
- **CTL: le système opérationnel de l'époque**
- **EXP: CTL + assimilation of AMSU-A/-B sur glace de mer**

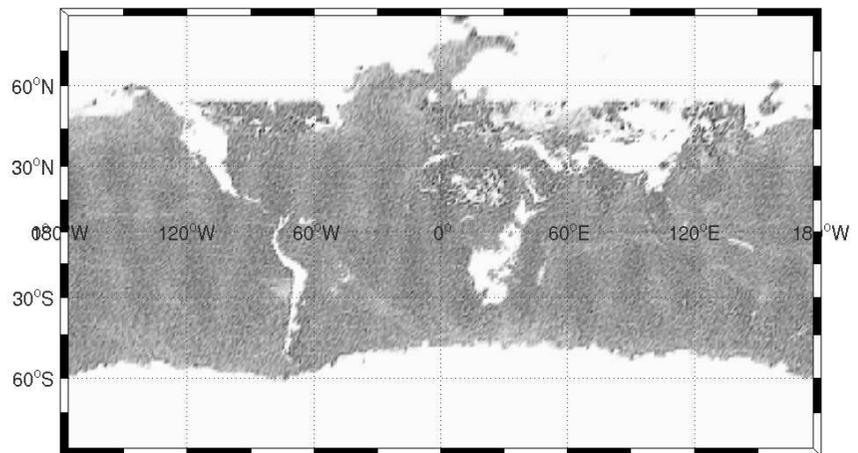
## Utilisation du canal5 AMSU-B ( $183.31 \pm 7.0$ GHz) dans ARPEGE

CTL

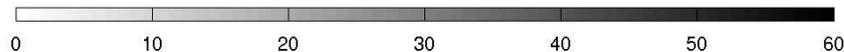


## Utilisation du canal5 AMSU-B ( $183.31 \pm 7.0$ GHz) dans ARPEGE

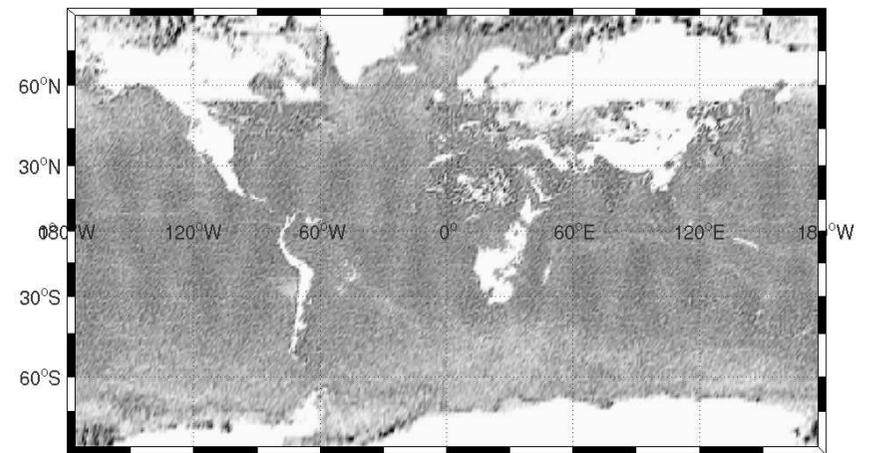
CTL



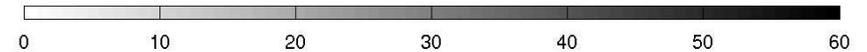
Density of assimilated observations (1deg x 1deg)



EXP

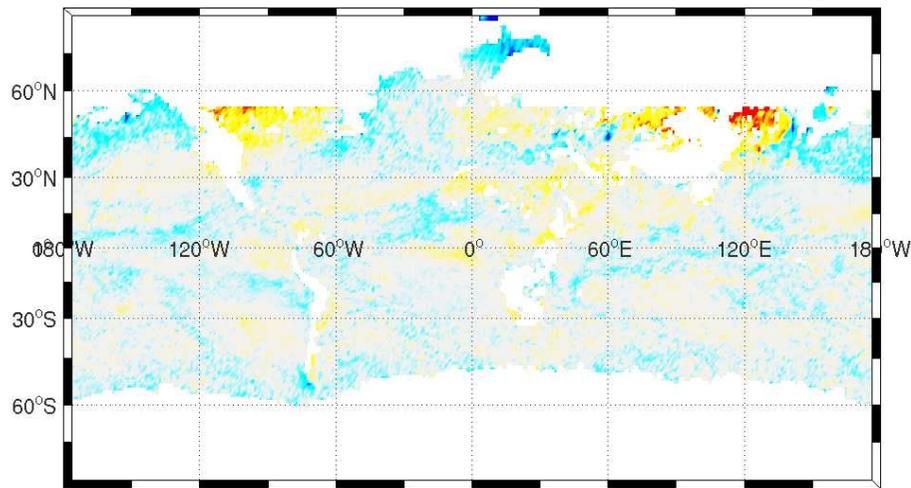


Density of assimilated observations (1deg x 1deg)

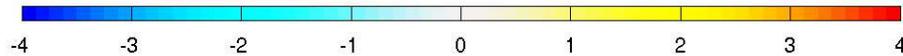


## Écarts entre OBSERVATIONS et SIMULATIONS au canal 5 AMSU-B ( $183.31 \pm 7.0$ GHz)

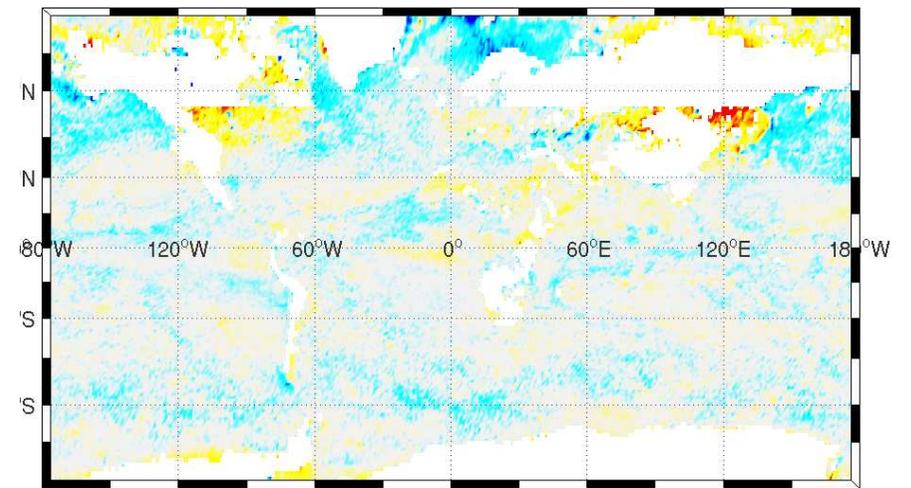
CTL



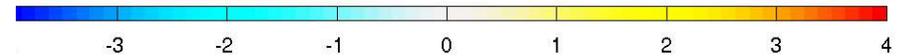
OBSERVATIONS minus SIMULATIONS



EXP



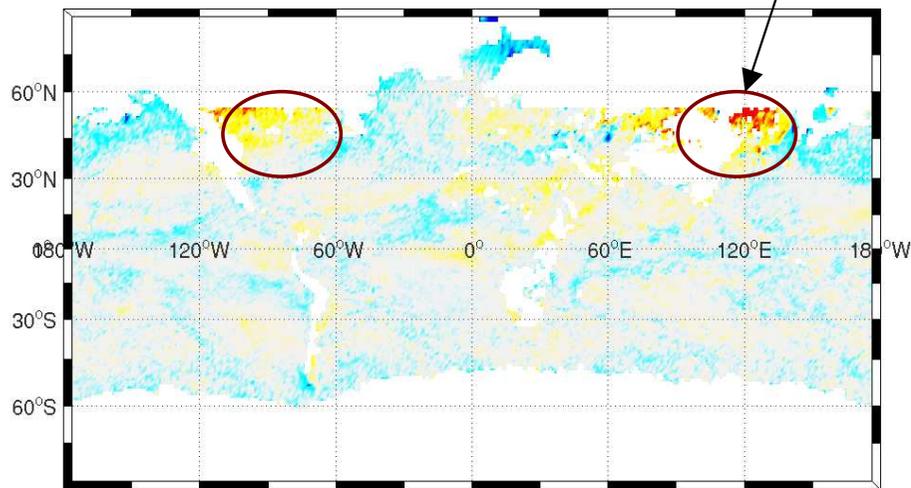
OBSERVATIONS minus SIMULATIONS



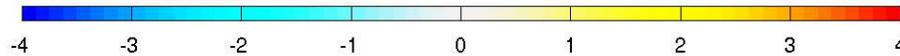
## Écarts entre OBSERVATIONS et SIMULATIONS au canal 5 AMSU-B ( $183.31 \pm 7.0$ GHz)

neige (effet de l'hypothèse de surface spéculaire ? Ou bien besoin d'une paramétrisation en fréquence ?, Harlow, 2009, Guedj et al. 2010)

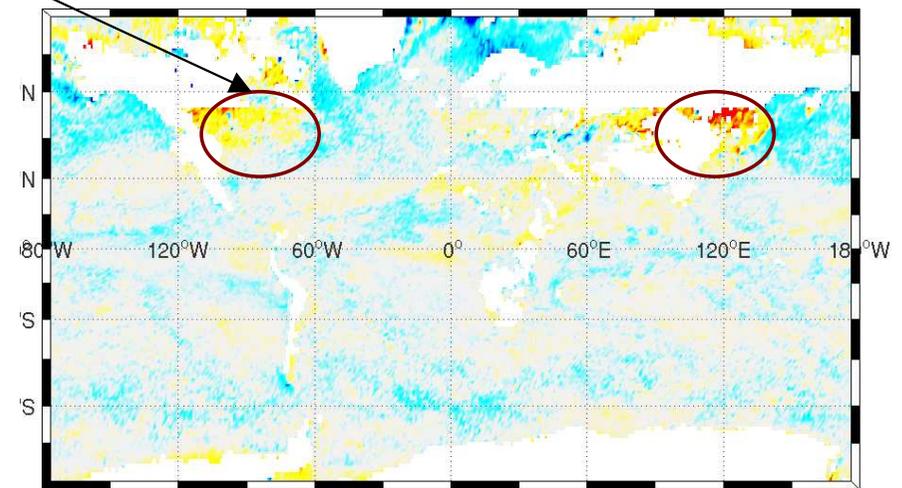
CTL



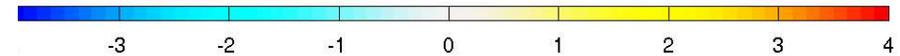
OBSERVATIONS minus SIMULATIONS



EXP

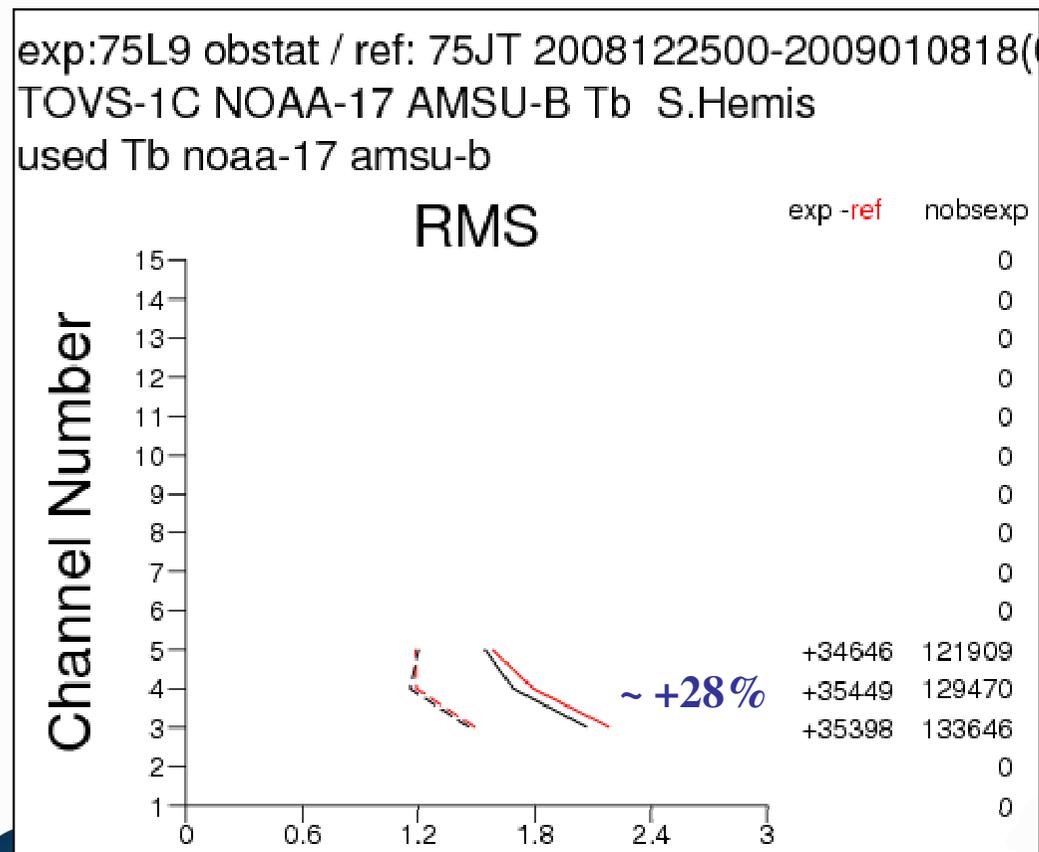


OBSERVATIONS minus SIMULATIONS



## Fit aux observations: amélioration

RMS d'erreurs des innovations (écarts entre obs. et sim) à partir des champs d'analyse et de l'ébauche pour AMSU-B, (NOAA-17), Hemis Sud



CTL --- Analyses  
\_\_ First-Guess

EXP --- Analyses  
\_\_ First-Guess

Erreurs de prévision  
référence: radiosondes  
41 situations (20081225-20090207)

## VENT Echeance: 96 Heures

( m/s)

41 simulations de 96h contrôlées du 20081229 au 20090207

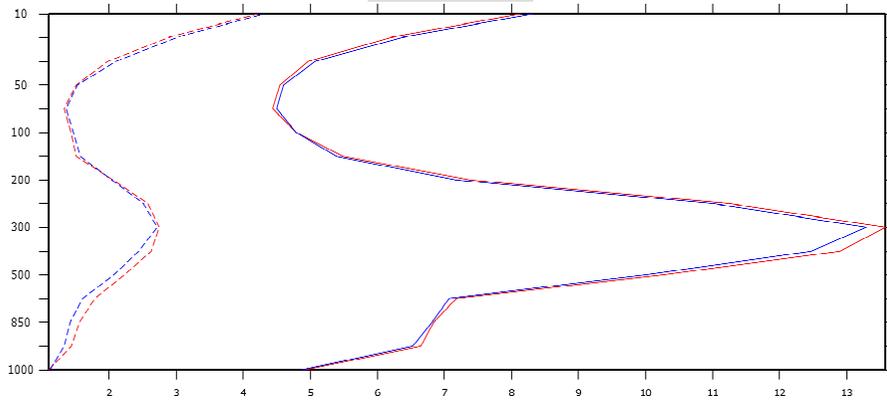
*Eqm P75JT.r 00/TP*

*Eqm P75L9.r 00/TP*

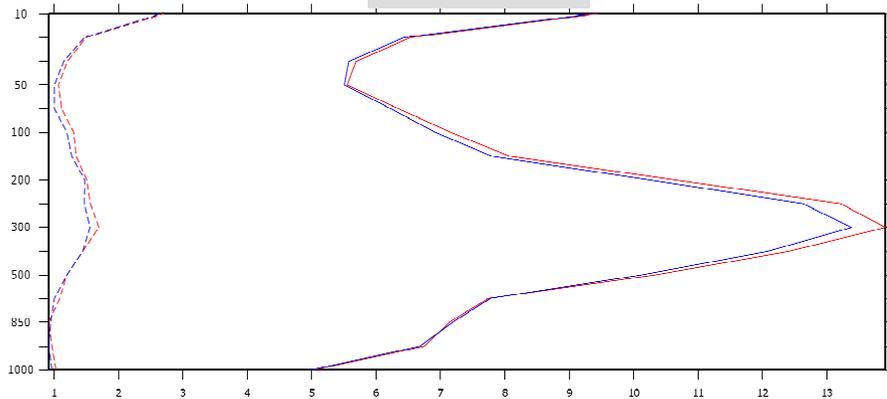
*BiaisP75JT.r 00/TP*

*BiaisP75L9.r 00/TP*

Europe



AMNORD



## TEMPERATURE Echeance: 96 Heures

( K)

41 simulations de 96h contrôlées du 20081229 au 20090207

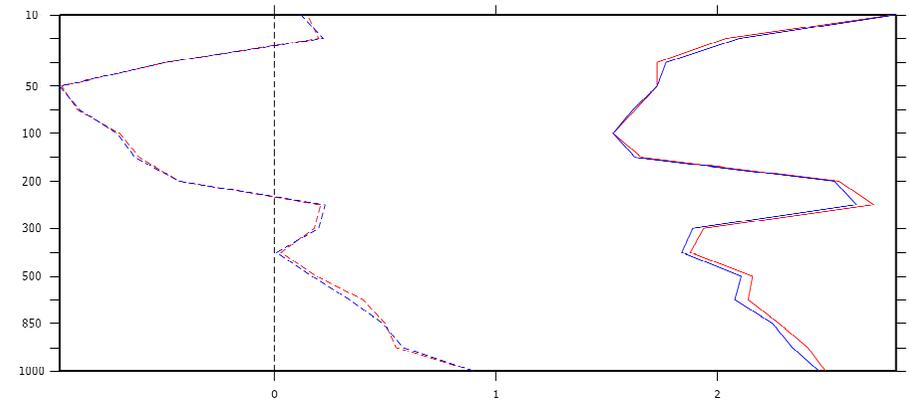
*Eqm P75JT.r 00/TP*

*Eqm P75L9.r 00/TP*

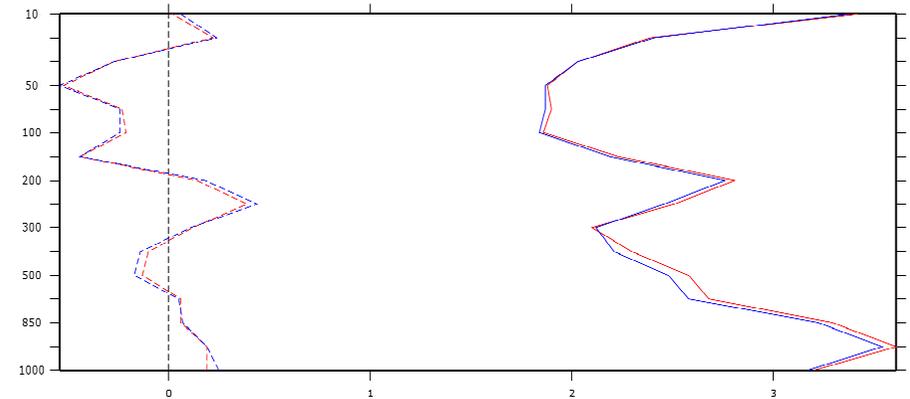
*BiaisP75JT.r 00/TP*

*BiaisP75L9.r 00/TP*

Europe



AMNORD

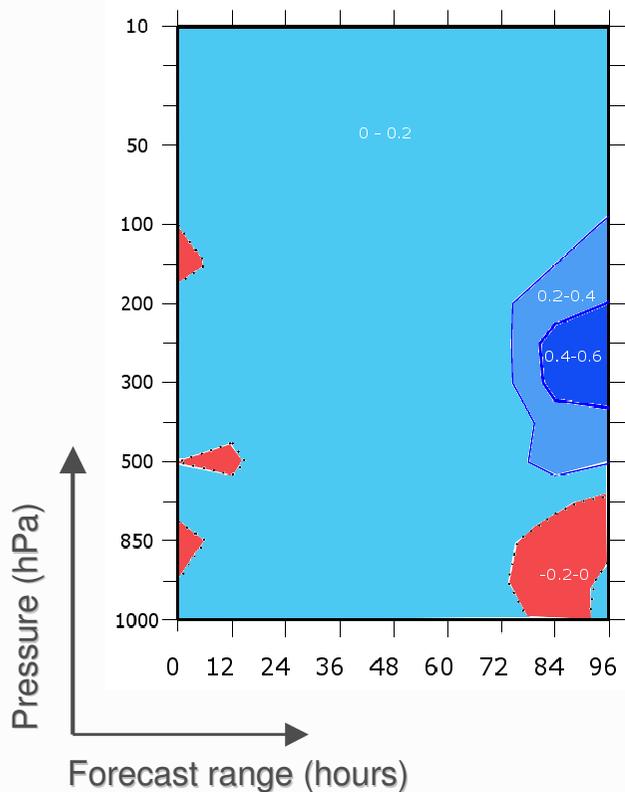


# Études d'impact

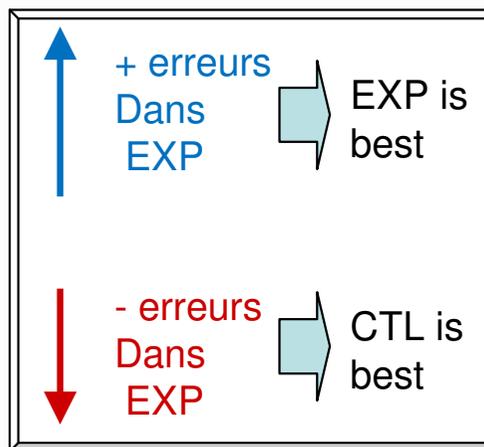
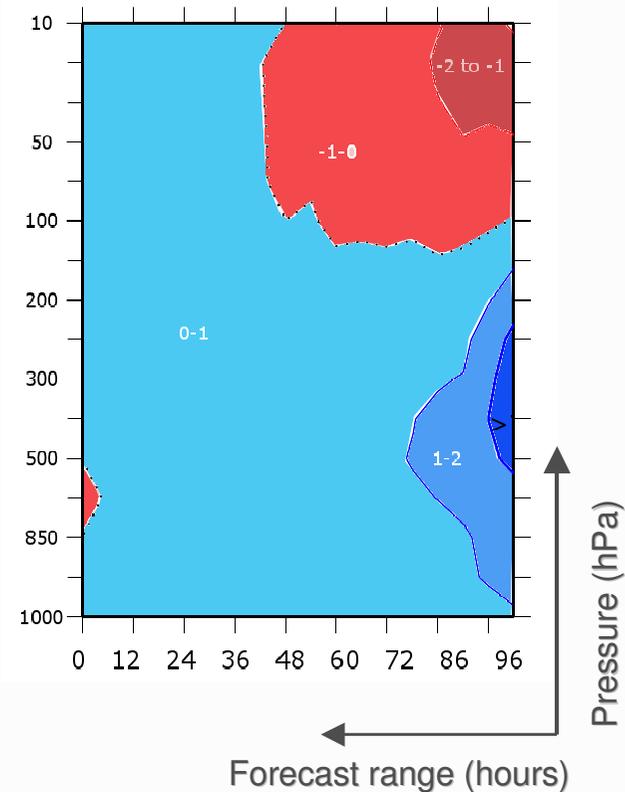
Erreurs de prévision du vent (m/s)  
référence: radiosondes  
41 situations (20081225-20090207)

Erreurs de prévision de la h. géopotentiel (m)  
Référence: analyses indépendantes (ECMWF)  
41 situations (20081225-20090207)

AMNORD



EURATL



## Conclusions

Objectif: étendre l'usage des observations AMSU pour mieux décrire les zones de glace de mer

Approche a été mise en place pour estimer les émissivités de surface à 50 GHz et à 89-150 GHz

Bénéfique pour les analyses/prévisions du modèle ARPEGE  $\pm$  portage en opérationnel en Novembre 2010

Pistes de recherche: l'émissivité de glace de mer pour l'altimétrie (TCWV, 19-30 GHz), les températures de glace de mers et du manteau neigeux, examen des hypothèses de calcul pour les surfaces de glace et enneigées, ...

Karbou, F., and F. Rabier (2011), The assimilation of microwave observations from AMSU-A and AMSU-B over sea ice, QJRMS, to be submitted.