

Assimilation des données satellitaires microondes au-dessus des surfaces enneigées et de la glace de mer

Fatima Karbou¹, Florence Rabier², Stéphanie Guedj¹,
Laura Hermozo³, Laurence Eymard⁴

¹ CNRM-GAME, ² ECMWF, ³ CLS, ⁴ LOCEAN



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Besoins en assimilation aux hautes latitudes

Équivalent modèle aux observations, description de la surface

Emissivité de surface

Méthode de calcul, approximations, facteurs de variabilité, le cas de la neige

Assimilation des observations sur glaces de mer

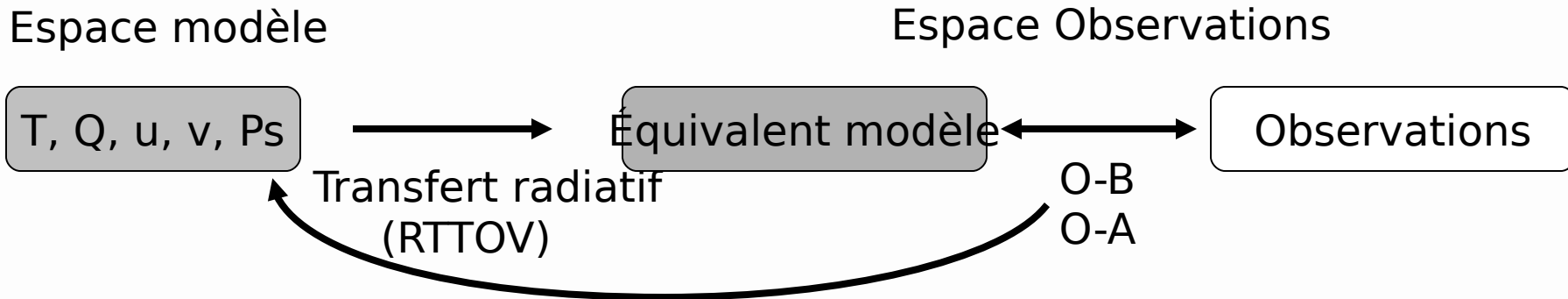
Modélisation de l'émissivité, études d'impact, produits glace de mer...

Emissivités pour détecter et classifier la glace de mer

Conclusions

1- Besoins en assimilation pour les hautes latitudes

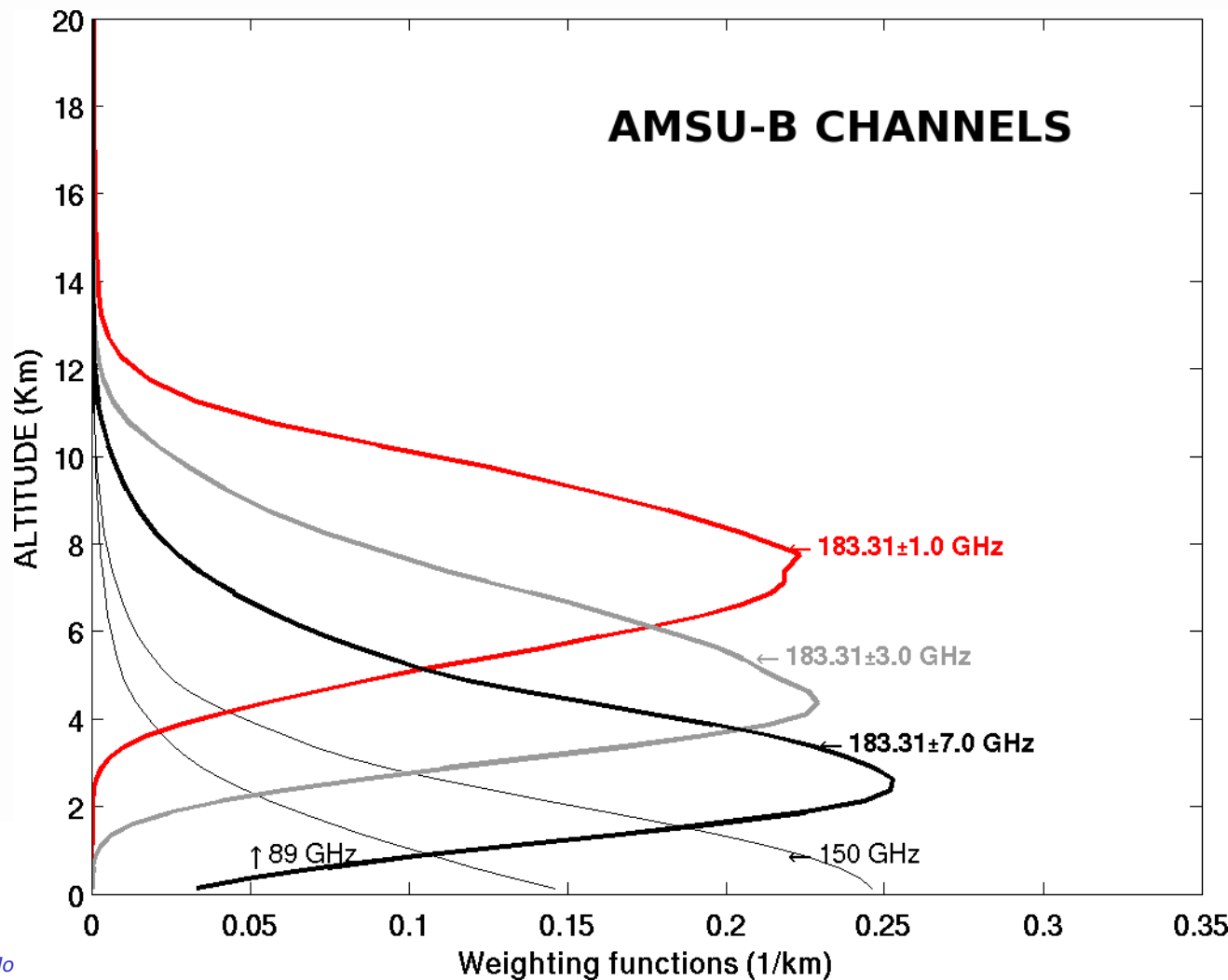
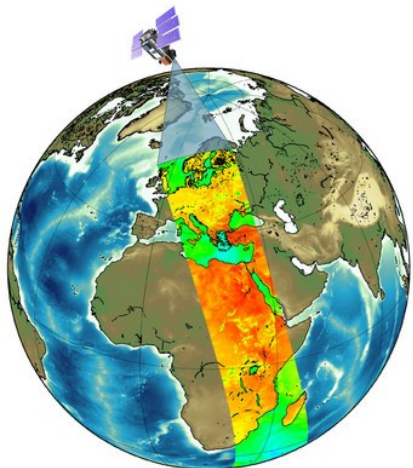
Les observations satellites: mesures indirectes (pas de T, Q, U, V,



- **Simulations de transfert radiatif:** les champs atmosphériques mais aussi les conditions aux limites (Surface) et les nuages
- **Contrôle qualité des observations:** rejeter les observations acquises en présence nuages (**AMSU-A Ch4:** 52.3 GHz, **AMSU-B Ch2:** 150 GHz)
- Nécessité d'une correction de biais efficace (Dee [2004], Auligné et al. [2007])
- Spécification des erreurs d'observations et du modèle

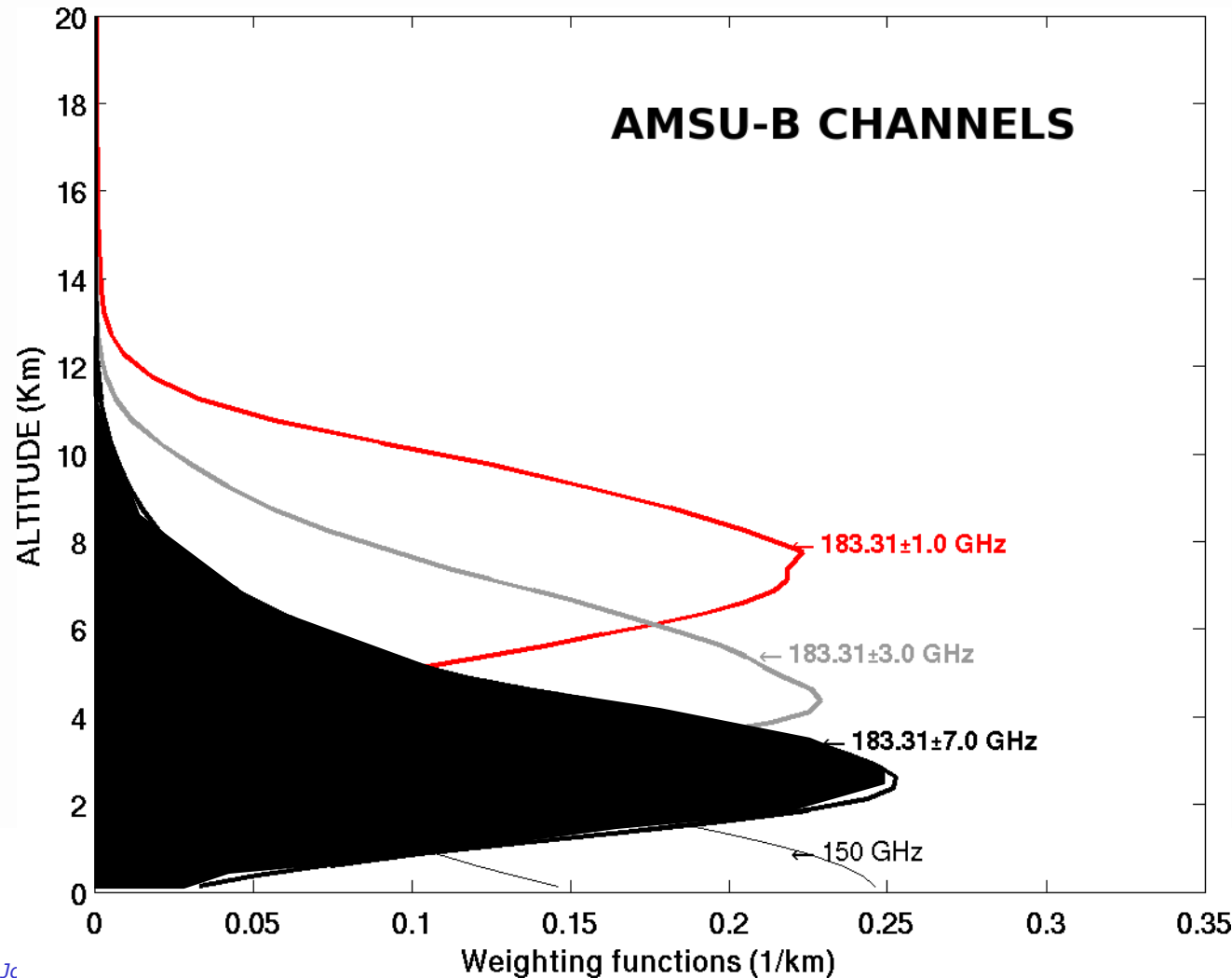
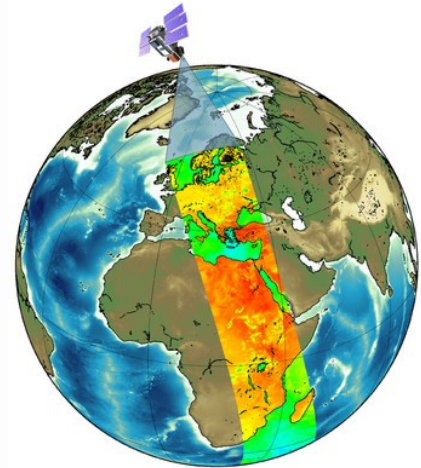
1- Besoins en assimilation pour les hautes latitudes

AMSU-A/-B: Mesures indirectes de la température et de l'humidité



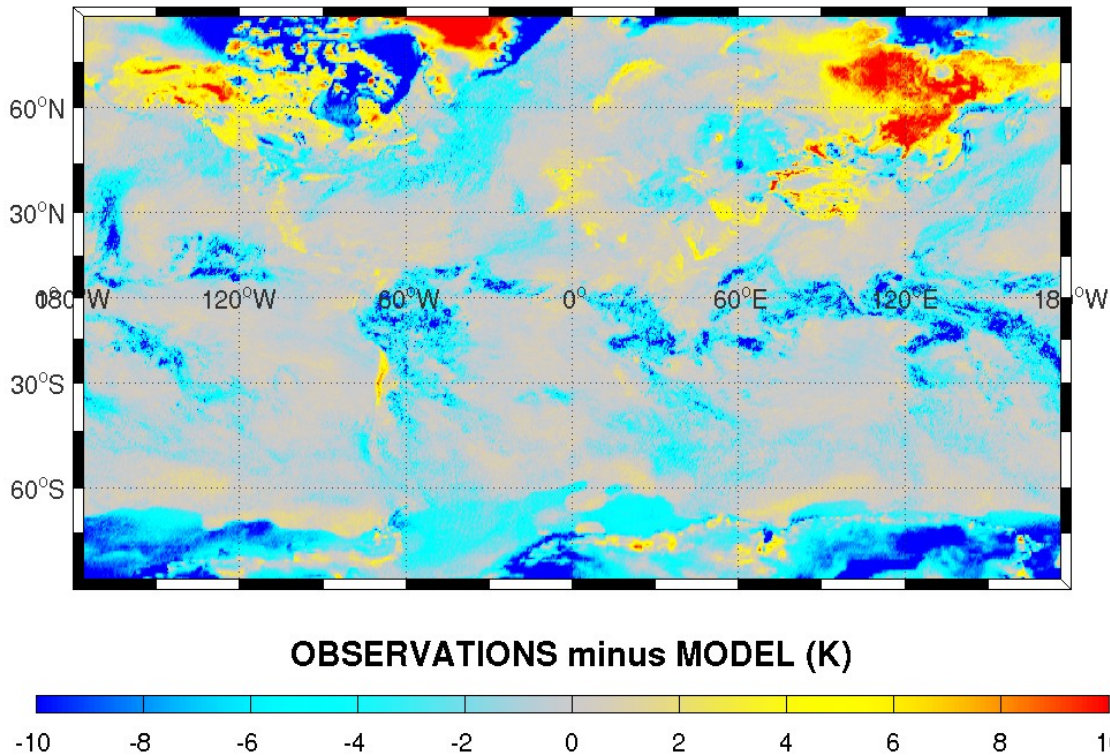
1- Besoins en assimilation pour les hautes latitudes

AMSU-A/-B: Mesures indirectes de la température et de l'humidité



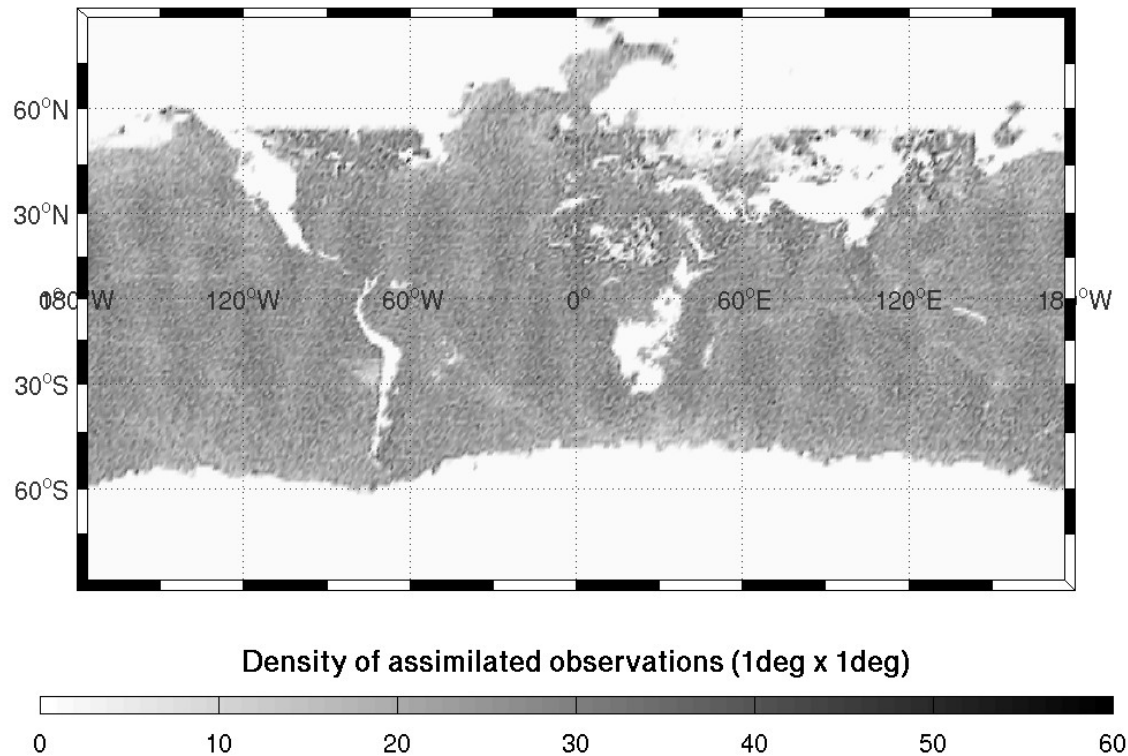
1- Besoins en assimilation pour les hautes latitudes

Usage du canal 5 AMSU-B (183.31 ± 7.0 GHz) dans AI



1- Besoins en assimilation pour les hautes latitudes

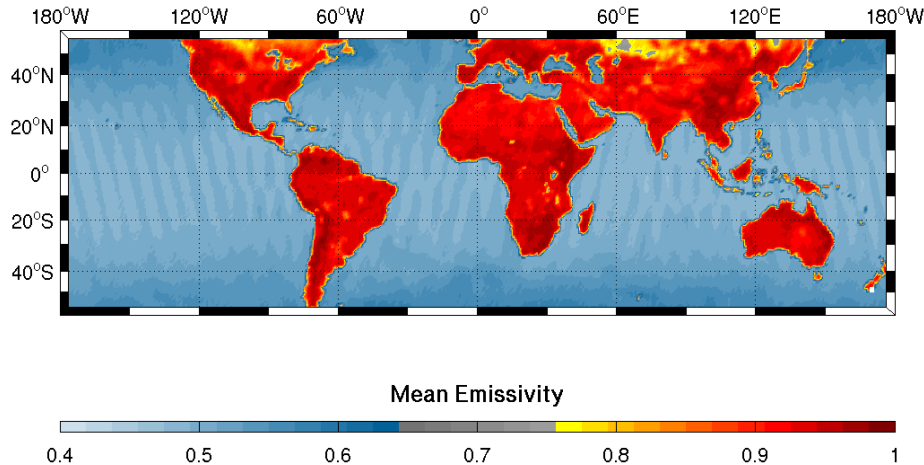
Usage du canal 5 AMSU-B (183.31 ± 7.0 GHz) dans ARPEGE (2009)



limitations: incertitudes autour de la description de la surface (émissivité et température)

2- Emissivité de surface

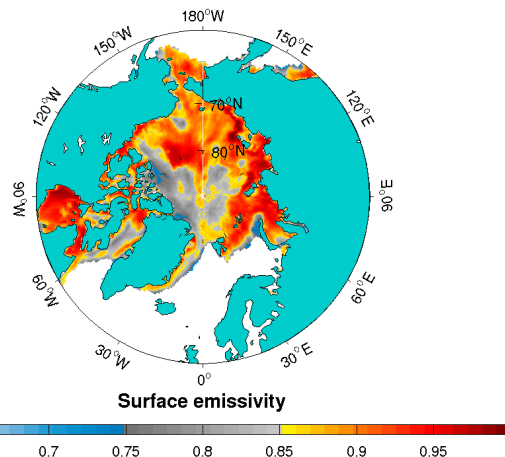
OCEANS LAND



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

SEA ICE



Emissivité : assez élevée et très variable

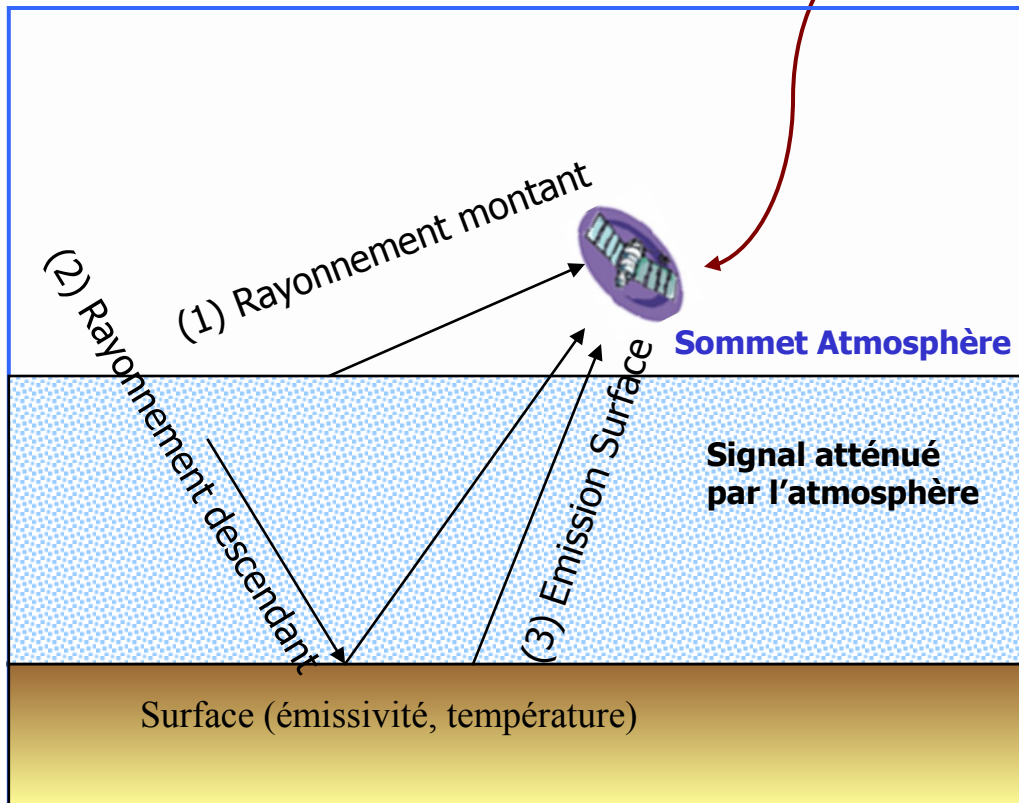
Assimilation: très difficile

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

2- Emissivité de surface

Plusieurs hypothèses simplificatrices



$$Tb = \overbrace{\varepsilon.Ts.\tau}^{(3)} + \overbrace{(1-\varepsilon).\tau.T(\downarrow)}^{(2)} + \overbrace{T(\uparrow)}^{(1)}$$

Problème mal posé: Incertitudes sur l'atmosphère et sur la surface

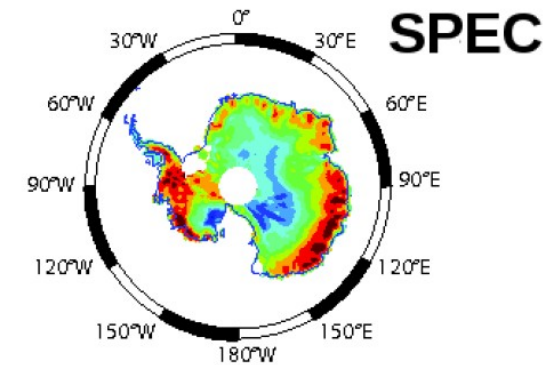
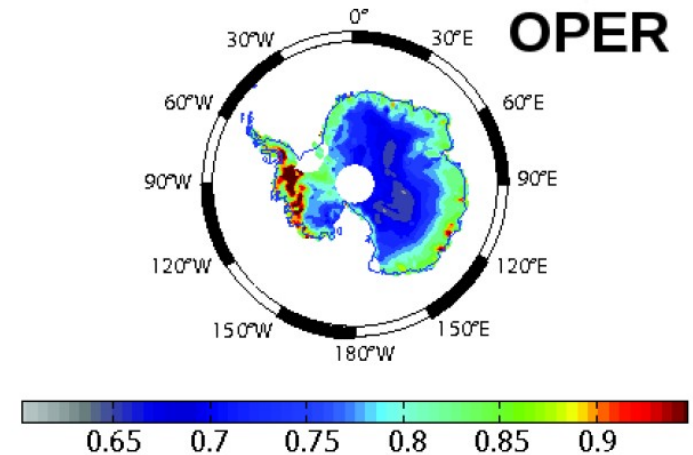
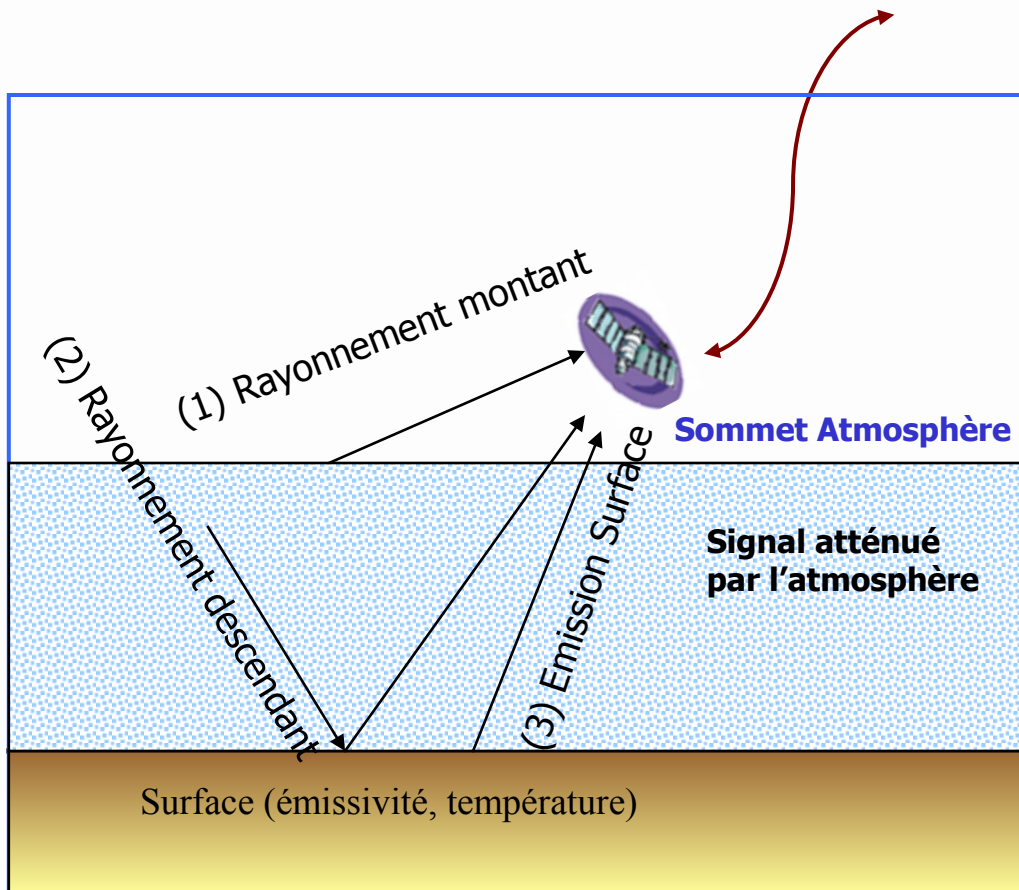
Une solution: RTTOV +
 Profils de T/Q
 (Prévisions/analyses/radiosondages) +
 Ts (Restitution IR/Prévisions/analyses)

Estimation de l'émissivité:

$$\varepsilon = \frac{Tb - T(\uparrow) - T(\downarrow) \times \tau}{\tau \times (Ts - T(\downarrow))}$$

2- Emissivité de surface

Plusieurs hypothèses simplificatrices

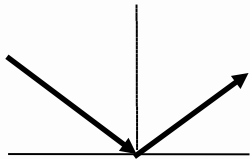


Emissivité 50 GHz
Guedj et al. 2010

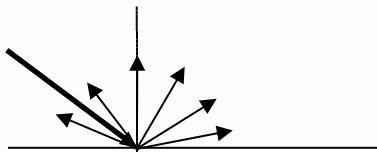
2- Emissivité de surface

Hypothèse de surface: souvent spéculaire,
Problématique pour des obs. à visée au nadir (Matzler, 2005) pour des surfaces froides
comme la neige (Karbou et Prigent, 2005)

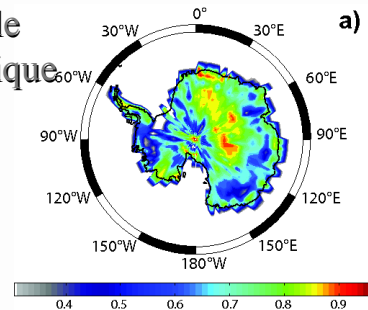
surface spéculaire



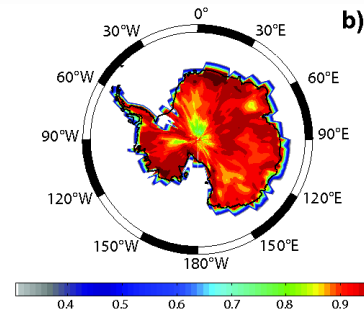
modèle lambertien



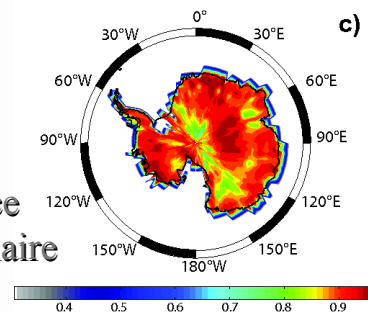
Modèle empirique



Surface lambertienne



Surface spéculaire



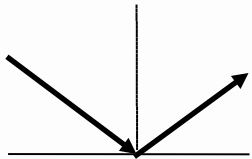
Cartes de corrélations
entre observations et
simulations à 52 GHz
(AMSU-A ch4, sensibilité à
la température de l'air)

Guedj et al. IEEE TGRS-2010

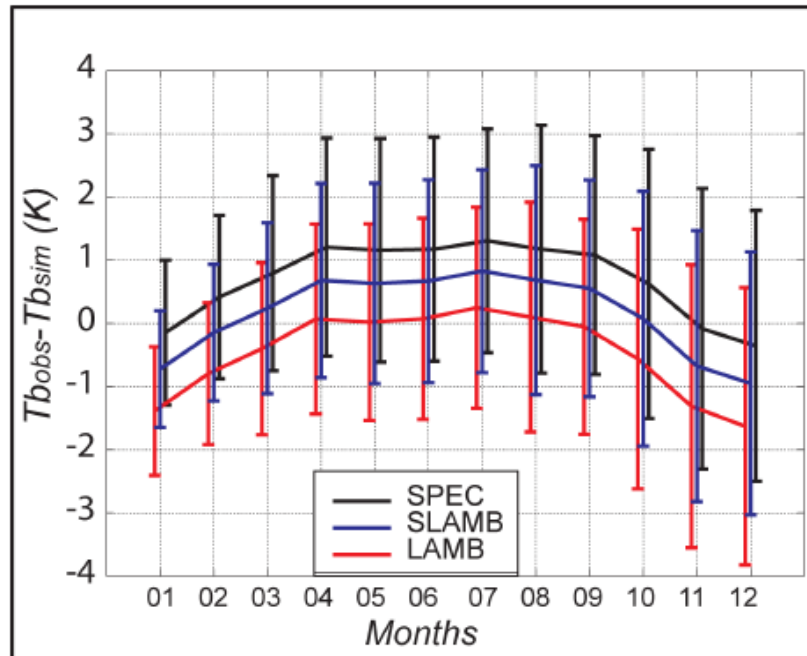
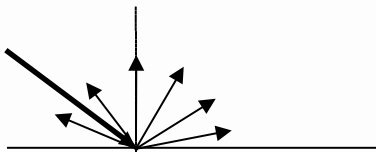
2- Emissivité de surface

Hypothèse de surface: souvent spéculaire,
Problématique pour des obs. à visée au nadir (Matzler, 2005) pour des surfaces froides
comme la neige (Karbou et Prigent, 2005)

surface spéculaire



modèle lambertien

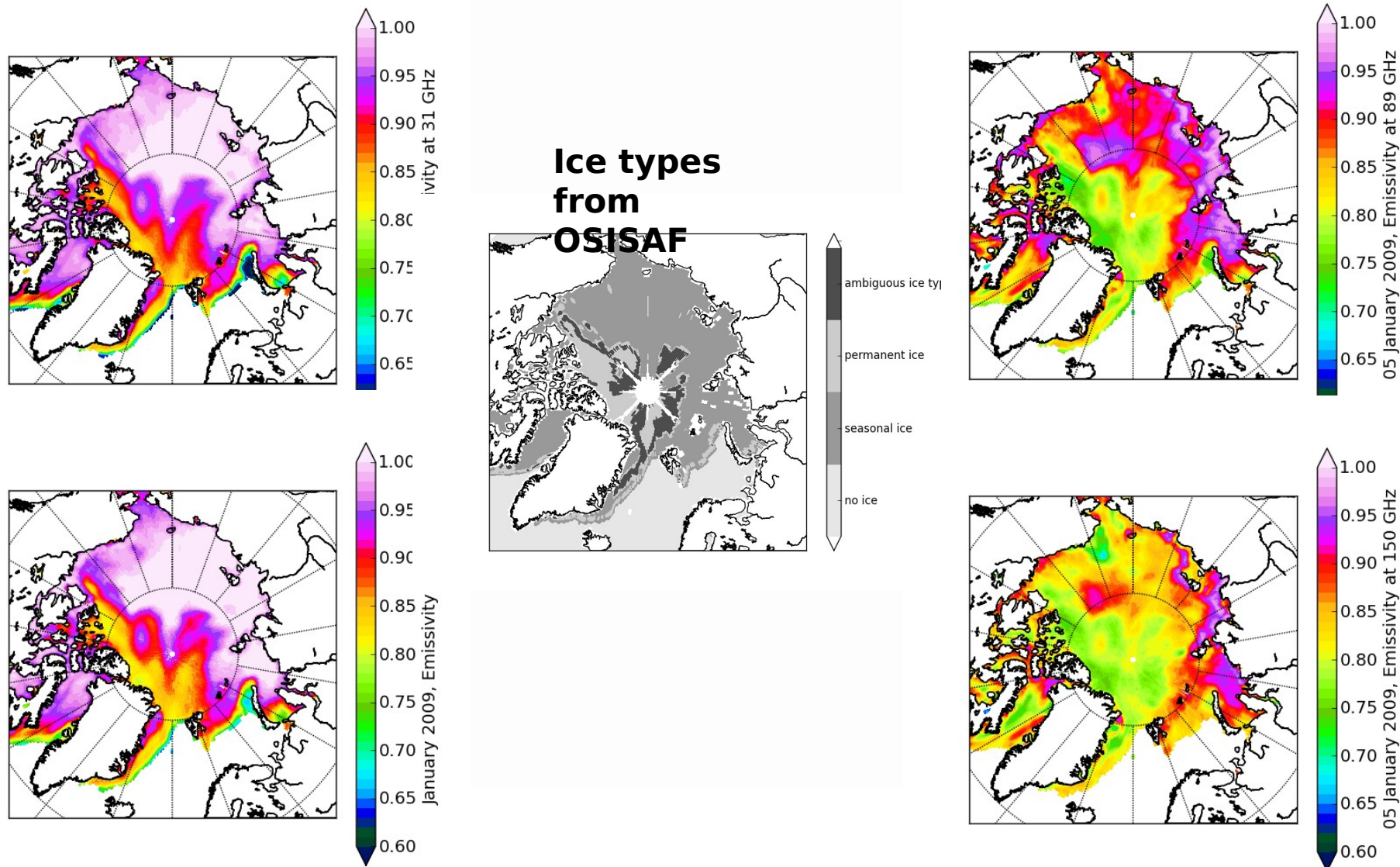


Guedj et al. IEEE TGRS-2010

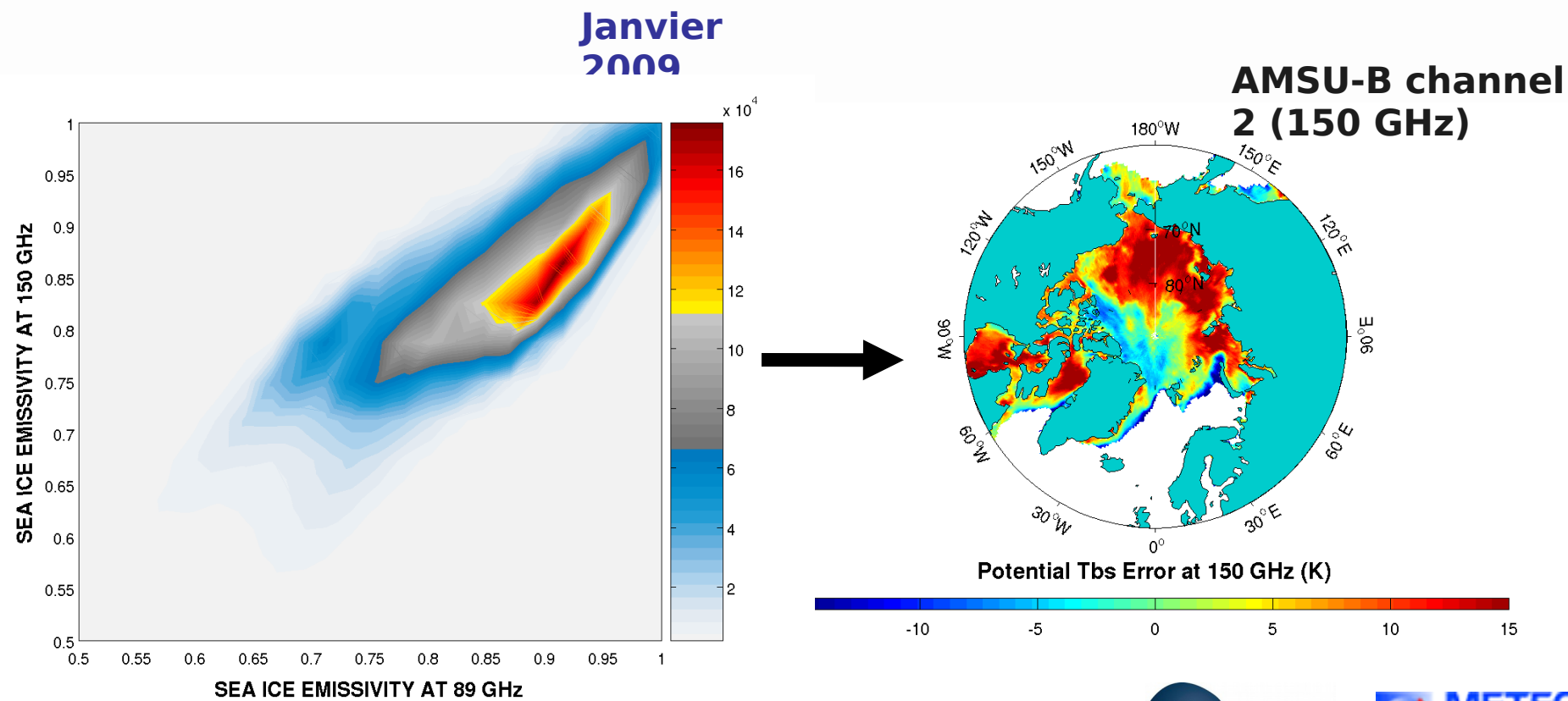
Stratégie exploitée pour améliorer l'usage des obs. dans
Bouchard et al. 2010

Assimilation sur glaces de mer

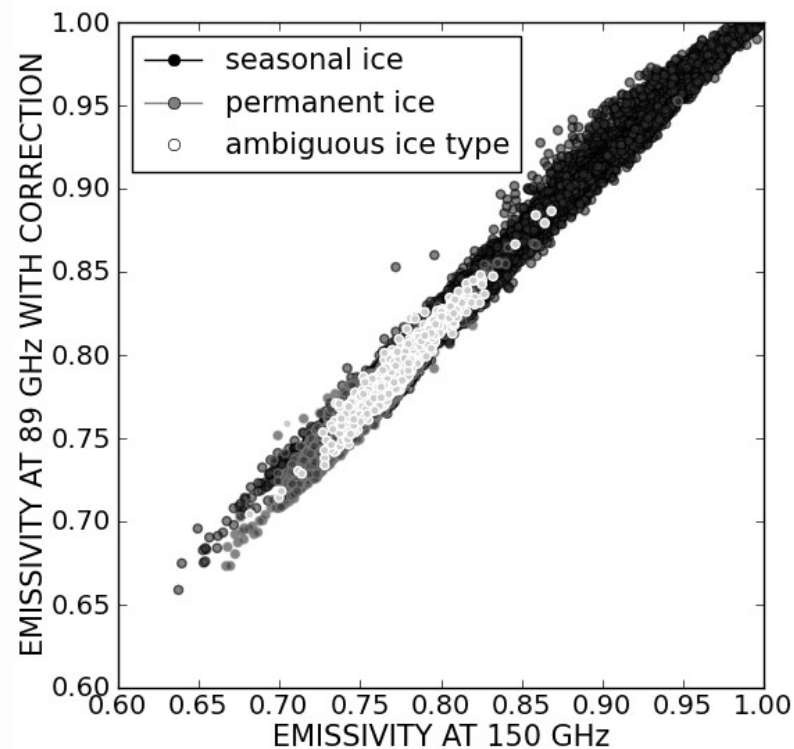
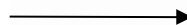
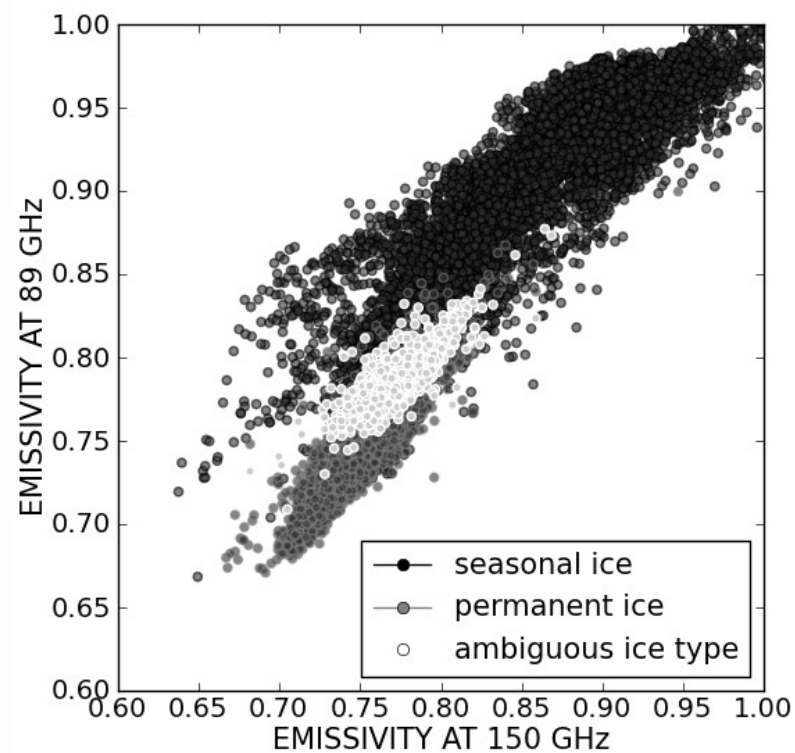
AMSU-A: émissivités journalières 23 à 89 GHz



AMSU-B: besoin d'une modélisation en fréquence pour passer de 89 GHz à 183 GHz



AMSU-B: besoin d'une modélisation en fréquence pour passer de 89 GHz à 183 GHz



Emissivité (~ 183 GHz) = Emissivity at 89 GHz + f (Tb 89, Tb150, Ts)

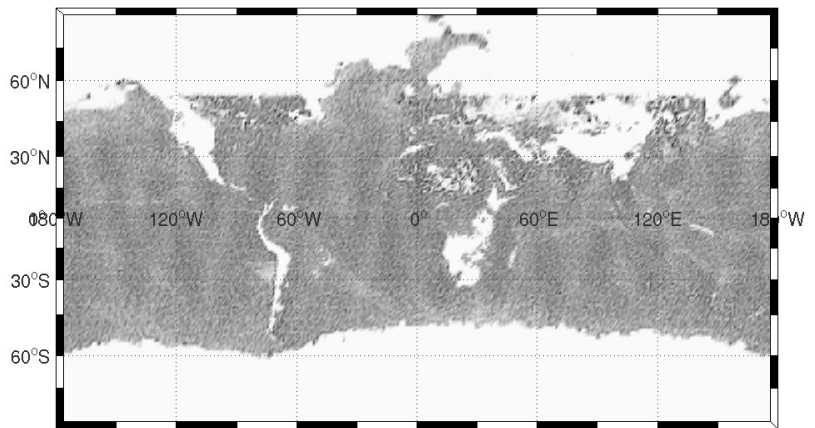
Emissivité ($\sim 54-60$ GHz) = Emissivity at 50 GHz

Etudes d'impact :

- *Période: 15/12/2009 to 04/02/2010*
- *CTL: système opérationnel de l'époque*
- *EXP: CTL + modèle d'émissivité + assimilation de AMSU-A/-B sur glaces de mer*

Usage du canal 5 d'AMSU-B (183.31 ± 7.0 GHz) dans ARPEGE

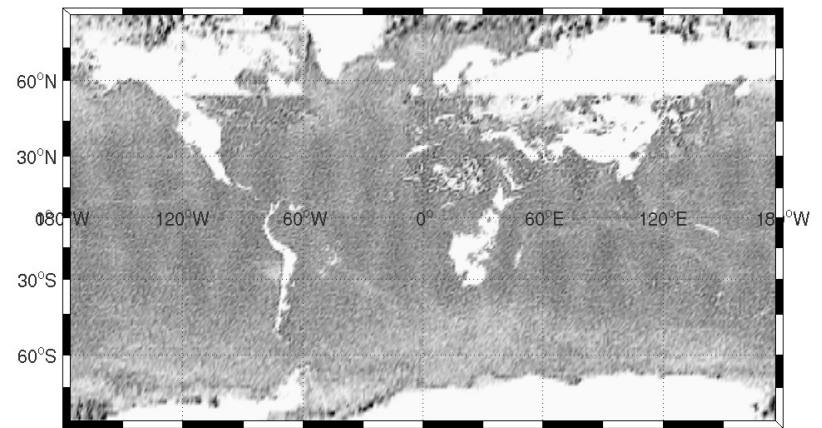
CTL



Density of assimilated observations (1deg x 1deg)

0 10 20 30 40 50 60

EXP



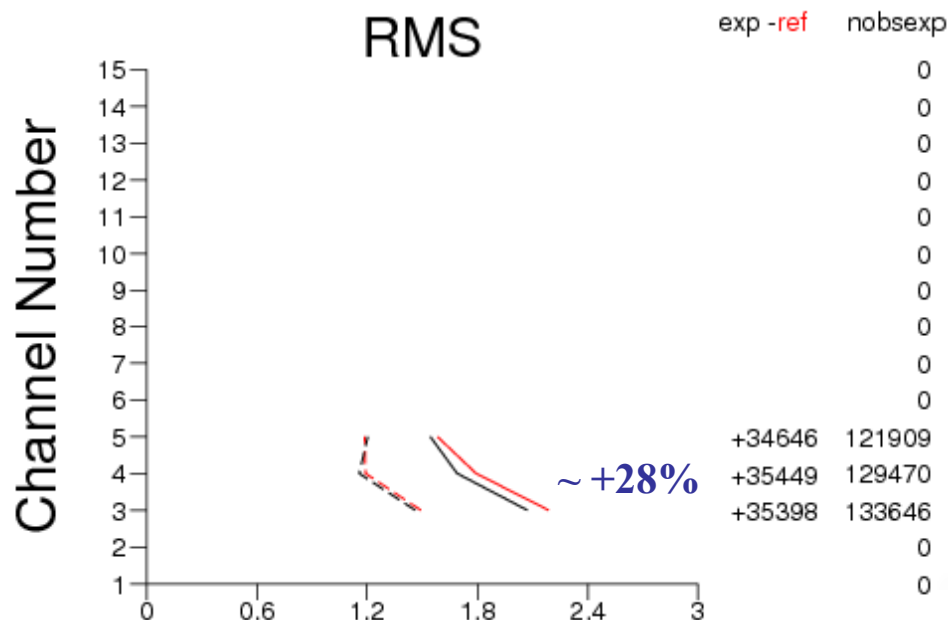
Density of assimilated observations (1deg x 1deg)

0 10 20 30 40 50 60

Fit to observations: improvement or neutral effect

RMS errors of AMSU-B departures from Analyses and First-guess (NOAA-17), S. Hemis

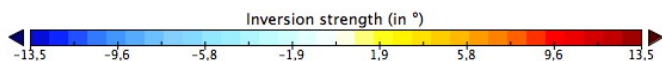
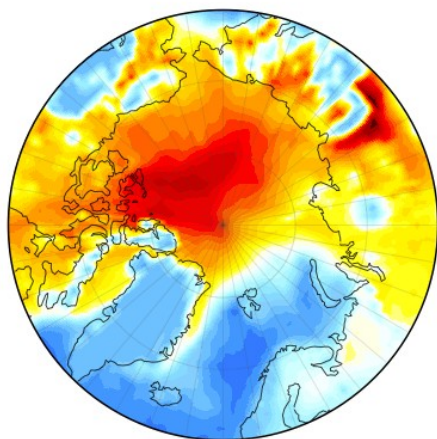
exp:75L9 obstat / ref: 75JT 2008122500-2009010818(
 TOVS-1C NOAA-17 AMSU-B Tb S.Hemis
 used Tb noaa-17 amsu-b



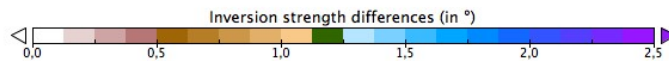
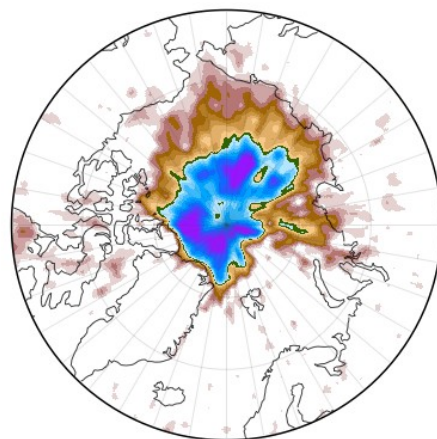
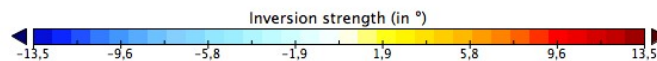
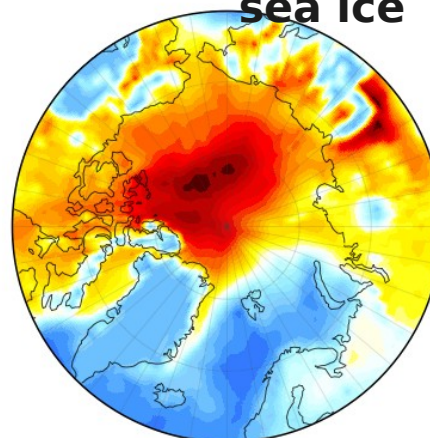
CTL --- Analyses
 _ First-Guess

EXP --- Analyses
 _ First-Guess

Control



Control +
AMSU over
sea ice

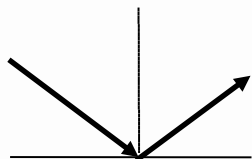


Difference in inversion strength brought by a larger warming at 850hPa than at 1000 hPa

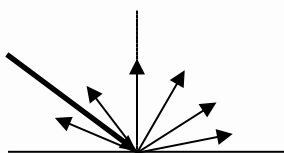
Emissivités pour détecter et classifier la glace de mer

Etude de l'effet de l'hypothèse de surface sur les surfaces de glaces de mer (Thèse de Laura Hermozo, LOCEAN/CLS/CNRM-GAME)

specular

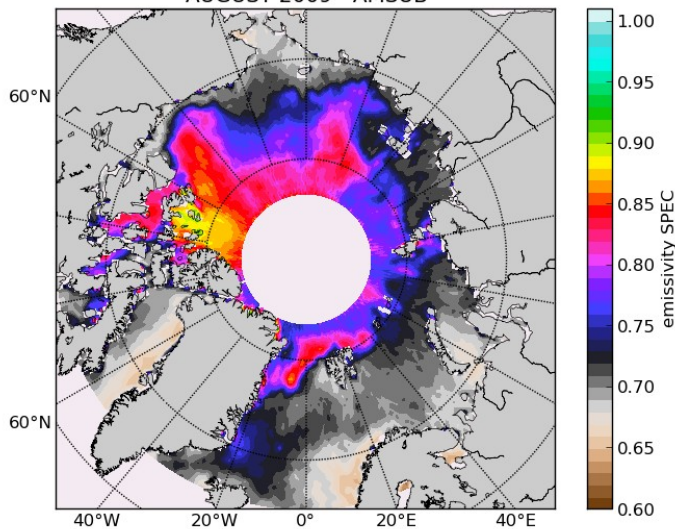


lambertian



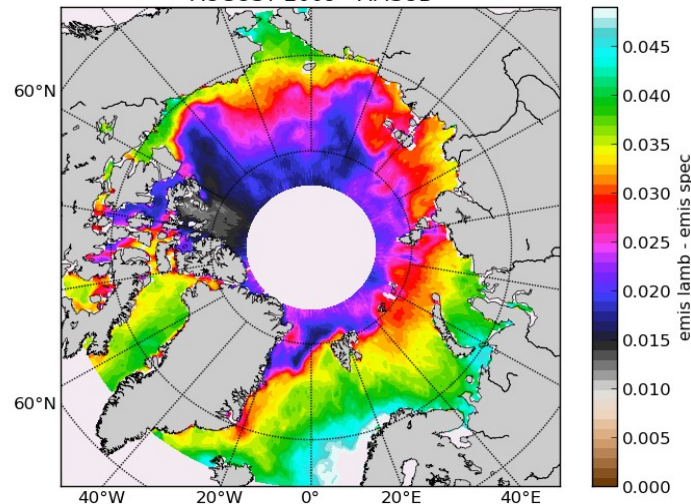
Emissivity at 89 GHz
Specular, near nadir

AUGUST 2009 - AMSUB



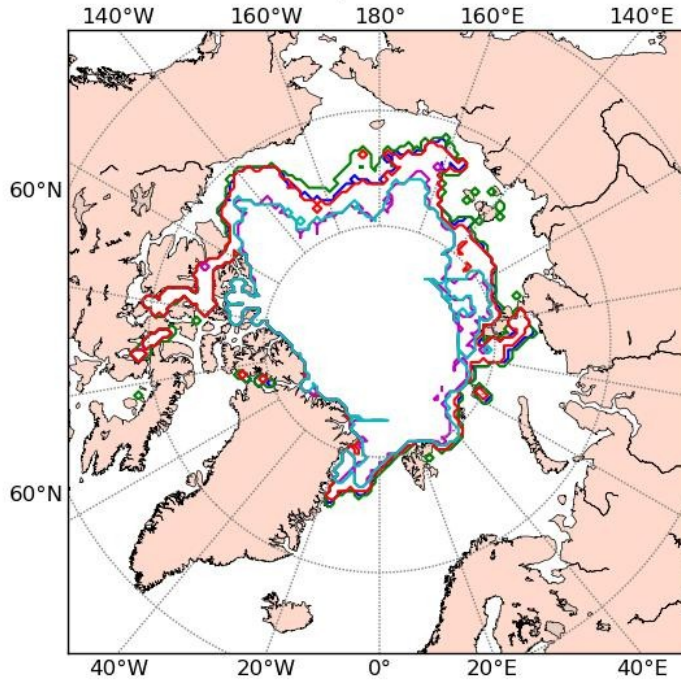
Emissivity difference at 89 GHz
Lambertian minus Specular

AUGUST 2009 - AMSUB



Emissivités pour détecter et classifier la glace de mer

Monthly Sea ice Extent - 08/2009



AMSU-A
23.8 GHz

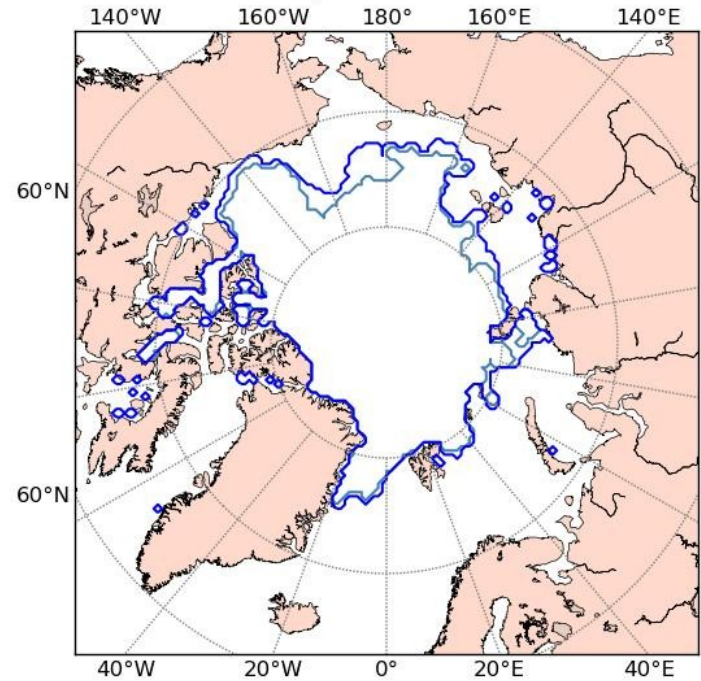
AMSU-A
31.4 GHz

AMSU-A
50.3 GHz

AMSU-A
89 GHz

AMSU-B
89 GHz

Daily Sea ice Extent - 15/08/2009

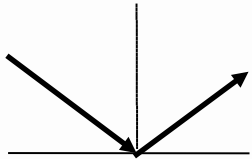


CERSAT

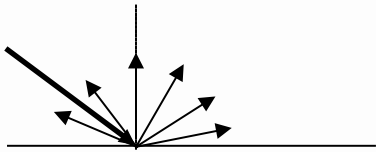
OSISAF

Emissivités pour détecter et classifier la glace de mer

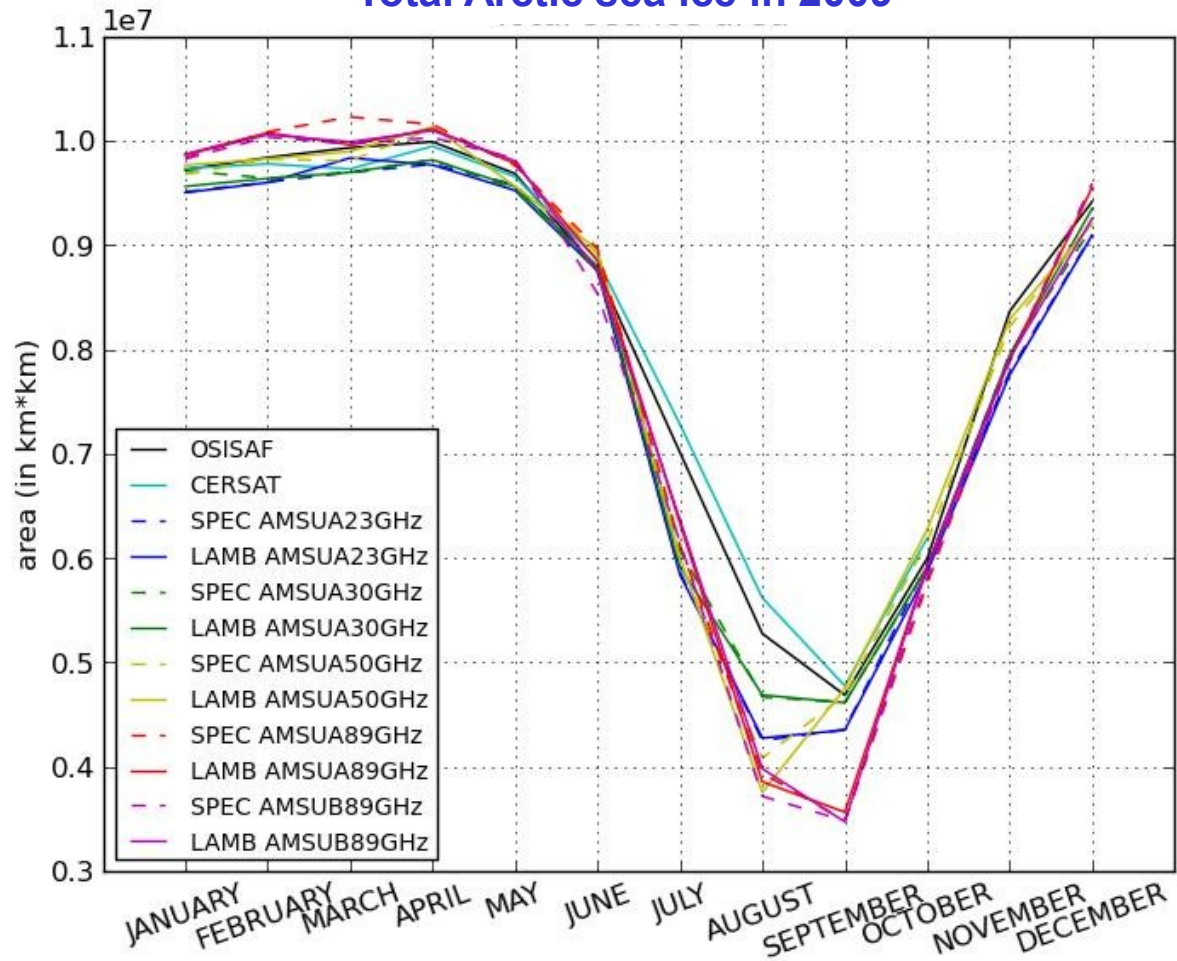
specular



lambertian

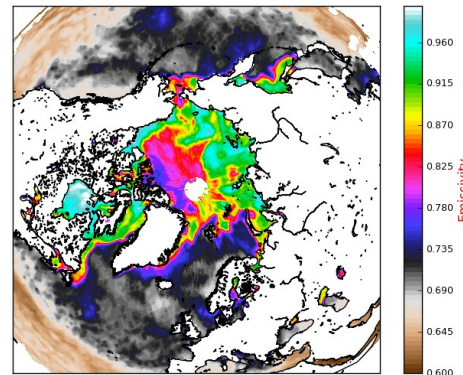
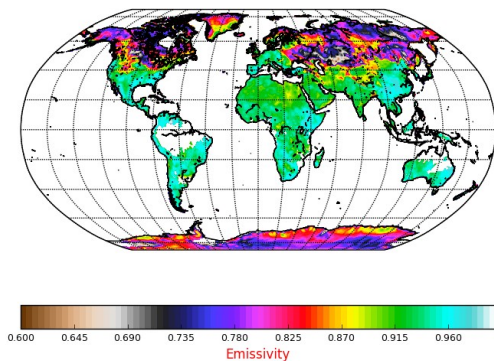


Total Arctic sea ice in 2009



- Le projet CONCORDIASI a été une formidable opportunité pour progresser dans l'assimilation des observations micro-ondes dans les hautes latitudes
- Le modèle d'émissivité, initialement développé pour les surfaces continentales, a été adapté pour l'Antarctique et pour les surfaces de glace de mer.
- Des études de sensibilité de l'émissivité aux hypothèses de surface sur Antarctique et sur les glaces de mer indiquant une forte sensibilité du 50 GHz.
- Le développement d'un modèle d'émissivité pour glaces de mer a permis d'assimiler pour la première fois des observations micro-ondes sensibles aux basses couches atmosphériques.
- L'assimilation a été jugée bénéfique au regard de l'impact sur les analyses/prévisions du modèle ARPEGE.

- La base de données d'émissivité du CNRM-GAME a été enrichie pour inclure les estimations sur glaces de mer (19 – 150 GHz) disponible pour la communauté scientifique : <http://www.cnrm-game.fr/spip.php?rubrique203&lang=fr>



Références:

- Guedj S., F. Karbou, F. Rabier, A. Bouchard, 2010: Toward a better modelling of surface emissivity to improve AMSU data assimilation over Antarctica. IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, Vol. 48, NO. 4, 1976-1985.
- Bouchard A, F. Rabier, V. Guidard, F. Karbou (2010) : Enhancements of satellite data assimilation over Antarctica. In press at MWR.
- Karbou, F., F. Rabier, C. Prigent (2014), The assimilation of observations from the Advanced Microwave Sounding Unit over sea ice in the French global Numerical Weather Prediction system. Monthly Weather Review, Vol. 142, No. 1., pp 125-140.
- Hermozo et al. (2015), Modelling the sea ice surface emissivity at microwave frequencies: impact of the surface assumptions and potential use for sea ice type classification, IEEE-TGRS

An aerial photograph of a town, likely in a mountainous region, is shown from a high angle. The town is surrounded by green hills and fields. A weather map is overlaid on the bottom half of the image, featuring white contour lines representing pressure or elevation, and white arrows indicating wind direction and speed. The background is a deep blue sky with soft, white clouds. In the top left corner, there is a stylized logo consisting of a yellow sun partially obscured by blue and white wavy lines.

Merci pour votre attention



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance