

# Altimétrie et iceberg

*Projet OSTST et financement TOSCA*

*J. Tournadre, N. Bouhier, F. Girard-Ardhuin*

*Lab. d'Océanographie Spatiale, IFREMER*

*F. Rémy*

*LEGOS*

## • **Motivation scientifique**

- Sur la calotte la neige qui précipite et se transforme en glace finit par alimenter le flux d'eau douce de l'océan austral
- Soit localement par la fonte de base des plateformes flottantes de glace
- Soit dans l'océan lui-même par fonte des icebergs
- Plusieurs études récentes (Depoorter et al 2013, Rignot et al 2013) ont montré que ces deux voies de transfert étaient du même ordre de grandeur (de l'ordre de 1500 Gt/an).
- On dispose maintenant d'un ensemble de données décrivant le taux de fonte et de vêlage des différentes plateformes.

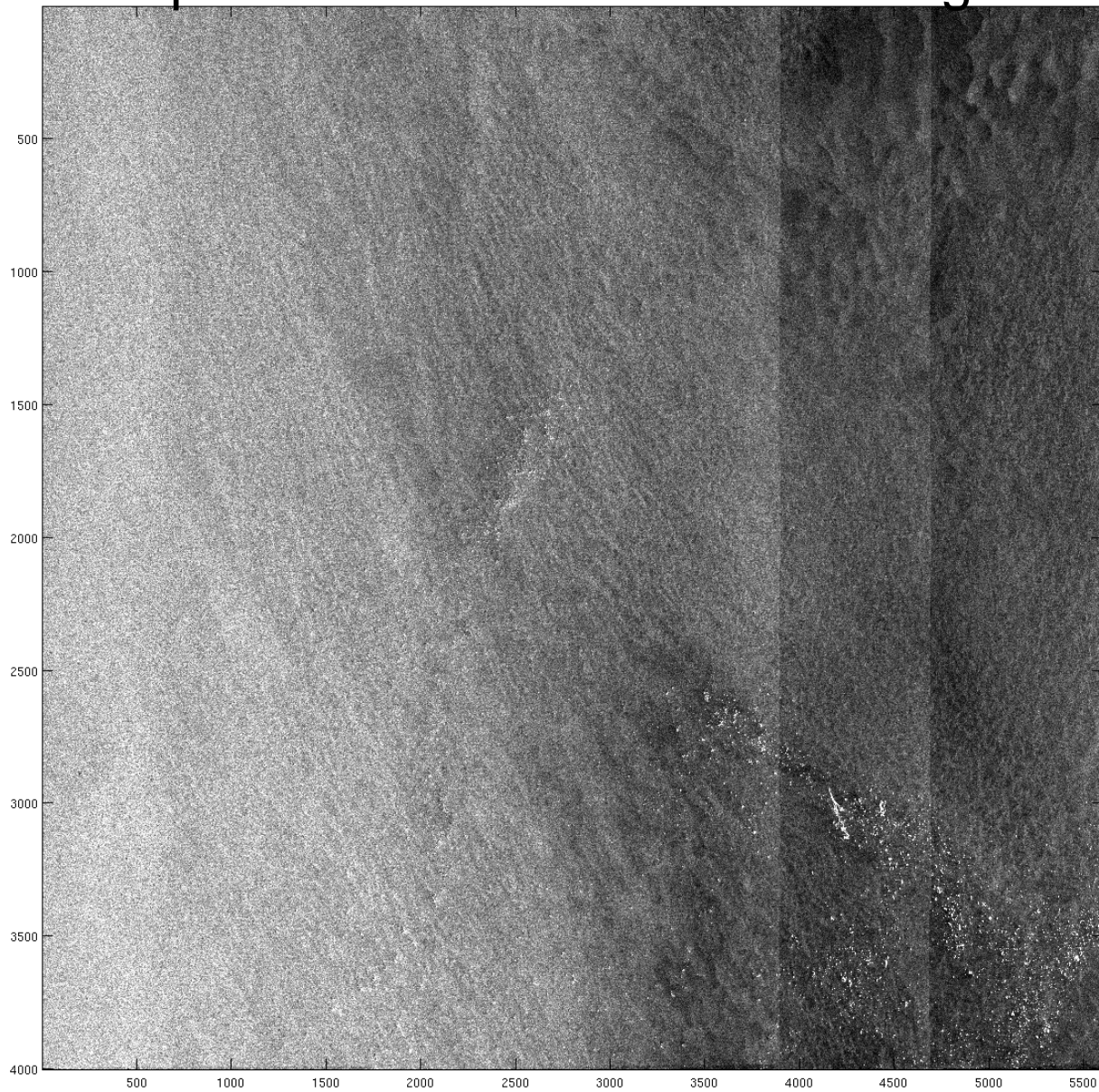
# Vêlage et icebergs

Le flux de vêlage est de l'ordre de 1300Gt/an le long des côtes.

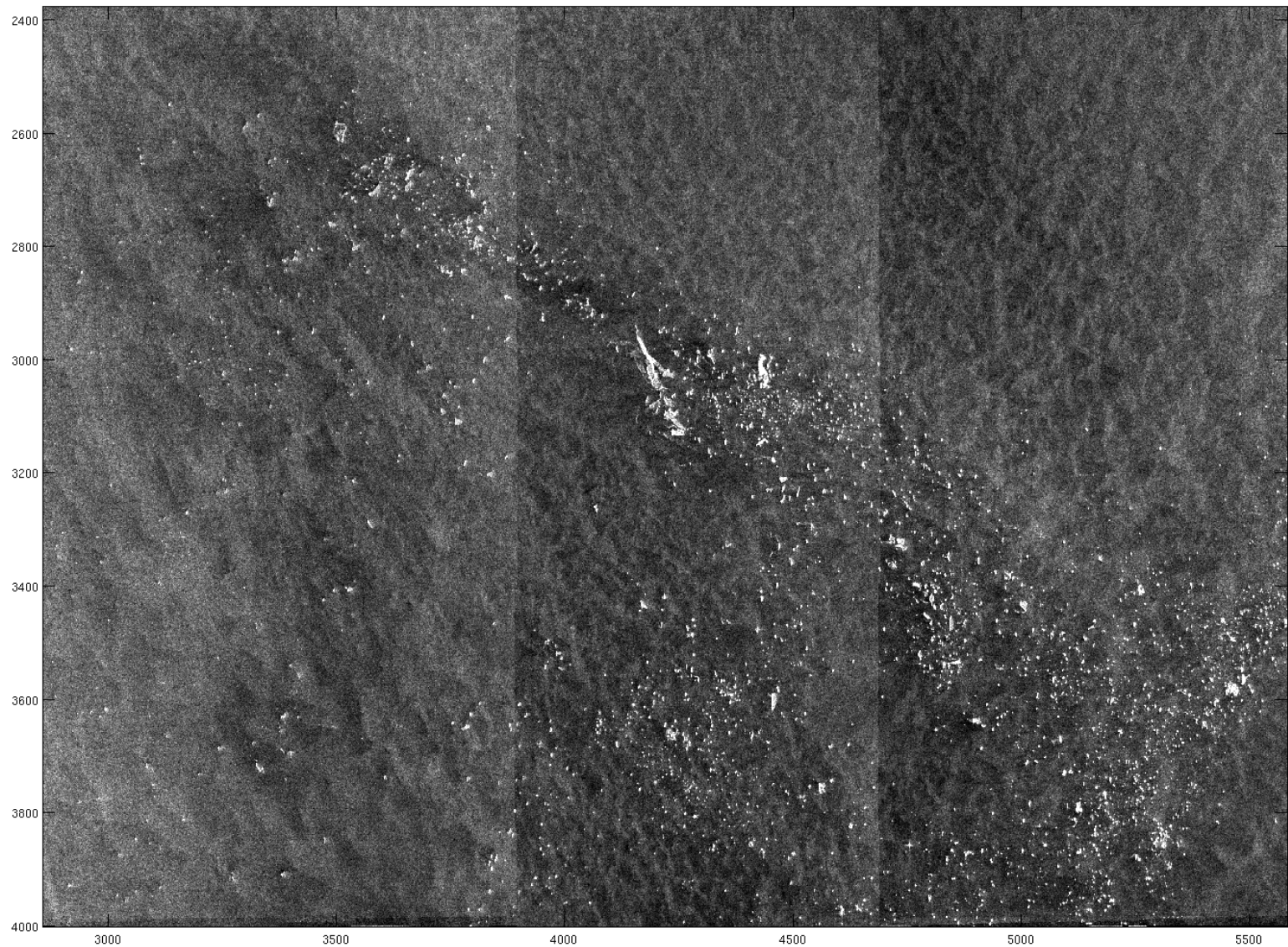
- Mais par quelles voies ce flux est-il transféré dans l'océan?
- Quelle est la répartition de cette masse de glace?
- Comment se répartit le volume en fonction de la taille des icebergs?
- Quelle est la répartition des tailles?
- Que peut-on apprendre sur le processus de fragmentation qui transfère la glace des grands vers les petits icebergs?

# Exemple de trajectoire et de fragmentation

# Explosion de C19a 22000 icebergs











Ifremer

[www.ifremer.fr](http://www.ifremer.fr)



# Altimètre et icebergs

Altimétrie a ouvert une nouvelle voie d'étude des icebergs:

- Pour les grands  $>100\text{km}^2$  : mesure directe du profil de franc-bord et des longueurs et largeur et donc de leur volume
- Pour les petits  $<10\text{km}^2$ : détections d'objet émergeant de la surface de la mer (Tournadre 2007) donc détection et estimation de leur surface
- volume de glace de petits et des grands icebergs
- Analyse des relations et transfert entre petits et grands icebergs



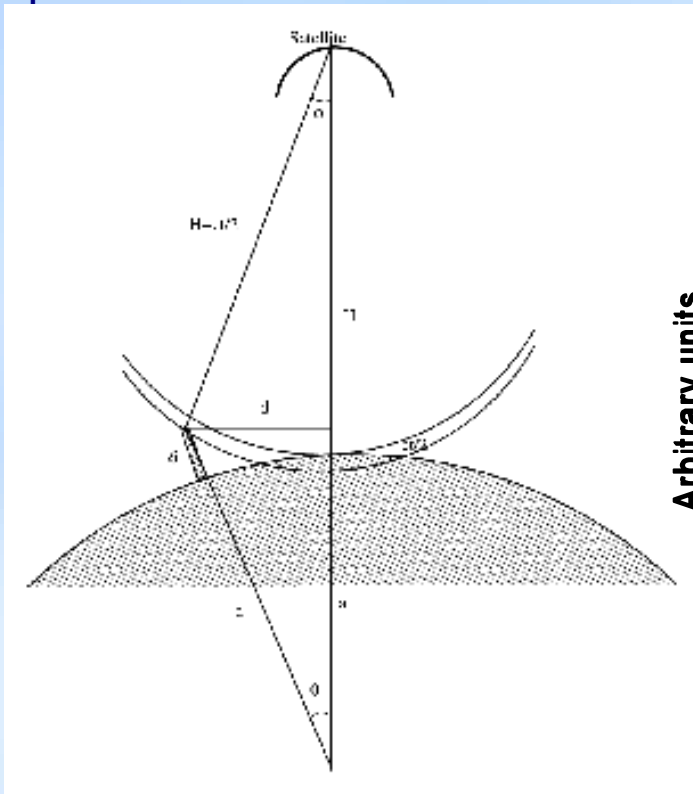
# Petits icebergs : projet ALTIBERG

Targets emerging from the sea (iceberg, ships, lighthouse) : detectable signature in the noise

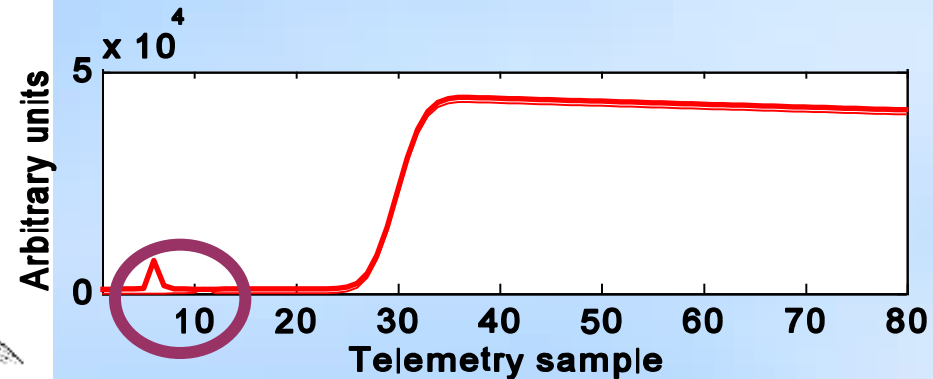
part of Altimeter WF [Tournadre et al , 2008, 2012].

In the waveform space the signature is a parabola determined by the orbital parameters.

Detection algorithm: detection of parabola in the noise part of the WF. Works only in open water.



*EX. signature of single iceberg (Jason WF)*



# Base de données

- Initié avec l'archive de Jason-1 2002-2012

## ***Extension à l'archive de tous les altimètres passés et présents***

- A l'heure actuelle 9 altimètres
- ERS-1, ERS-2, Topex, Jason-1, Jason-2, Envisat, Cryosat, Altika et HY2, **Cryosat-SAR et SARIN, GEOSAT**
- 1992-présent et toutes les latitudes (extension à **GEOSAT 1985-2016 30 ans!!**)
- Disponible au CERSAT

## **Pour chaque icebergs**

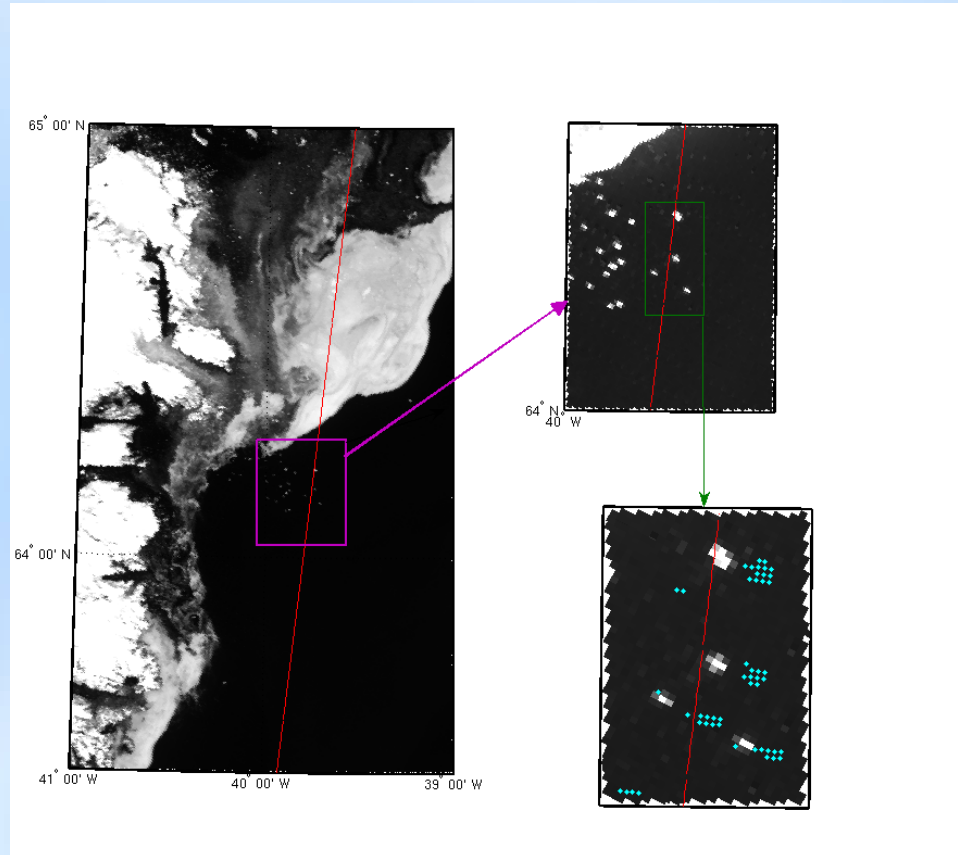
- Latitude, longitude, temps, sigma0, distance du nadir, surface

## **Pour chaque altimètre :**

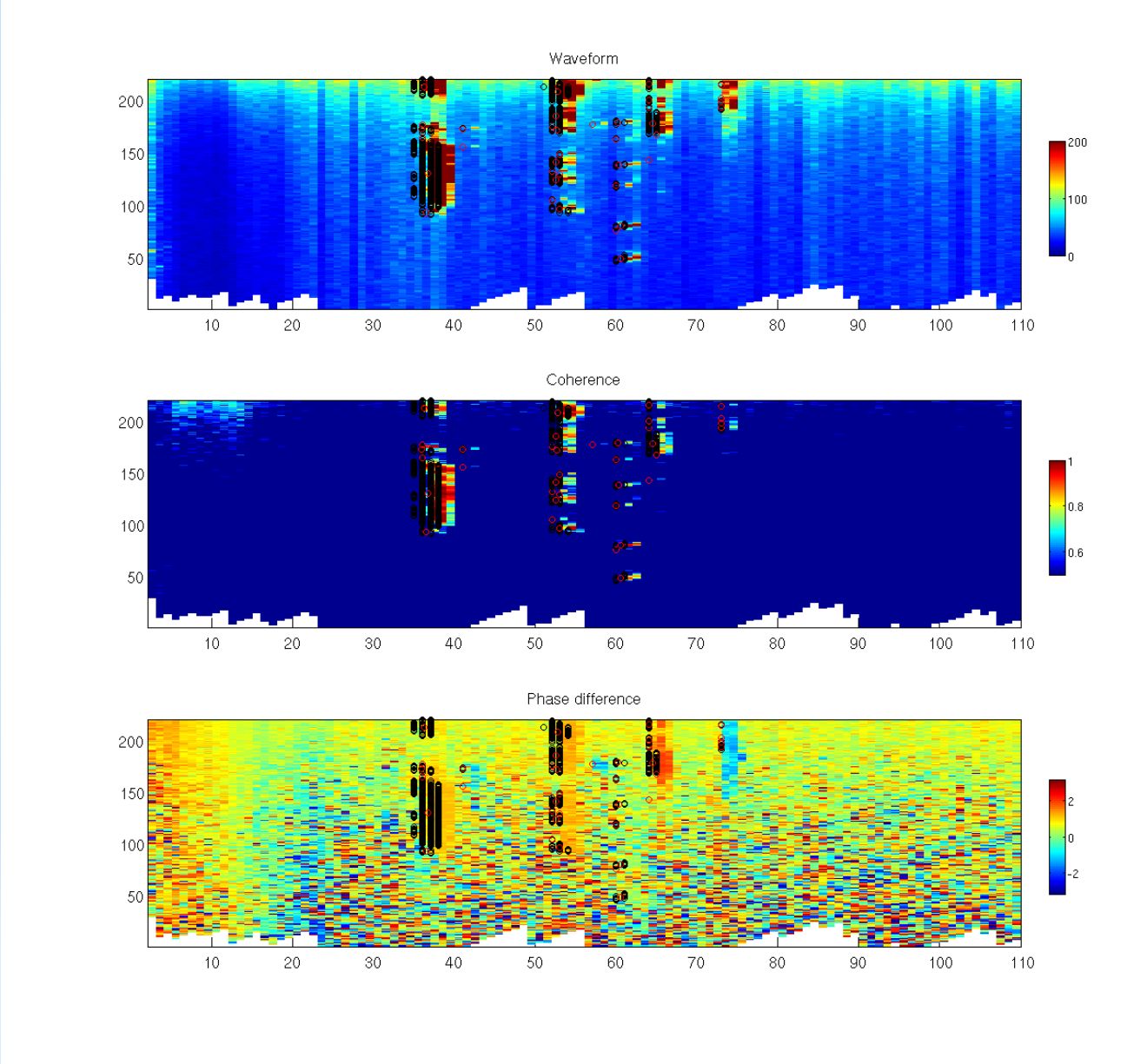
- produits grillés (100x100km polaire et lat/lon 1x2deg)

Volume de glace, probabilité, surface moyenne

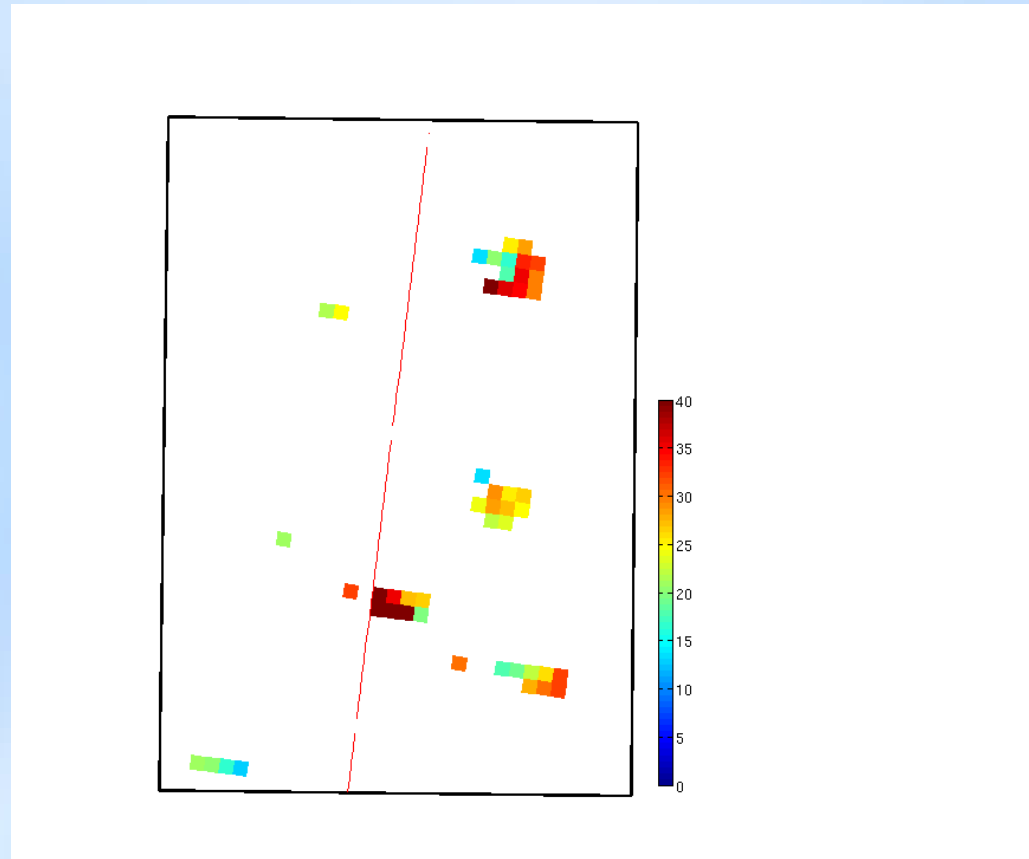
# Cryosat SARin







# Francbord



# Produit combiné volume de glace



# Volume de glace mensuel moyen longueur moyenne (1992-2014)

Volume petits (<3km)

Volume grands (>16km)

Surface petits (<3km)

Distance petits/grand

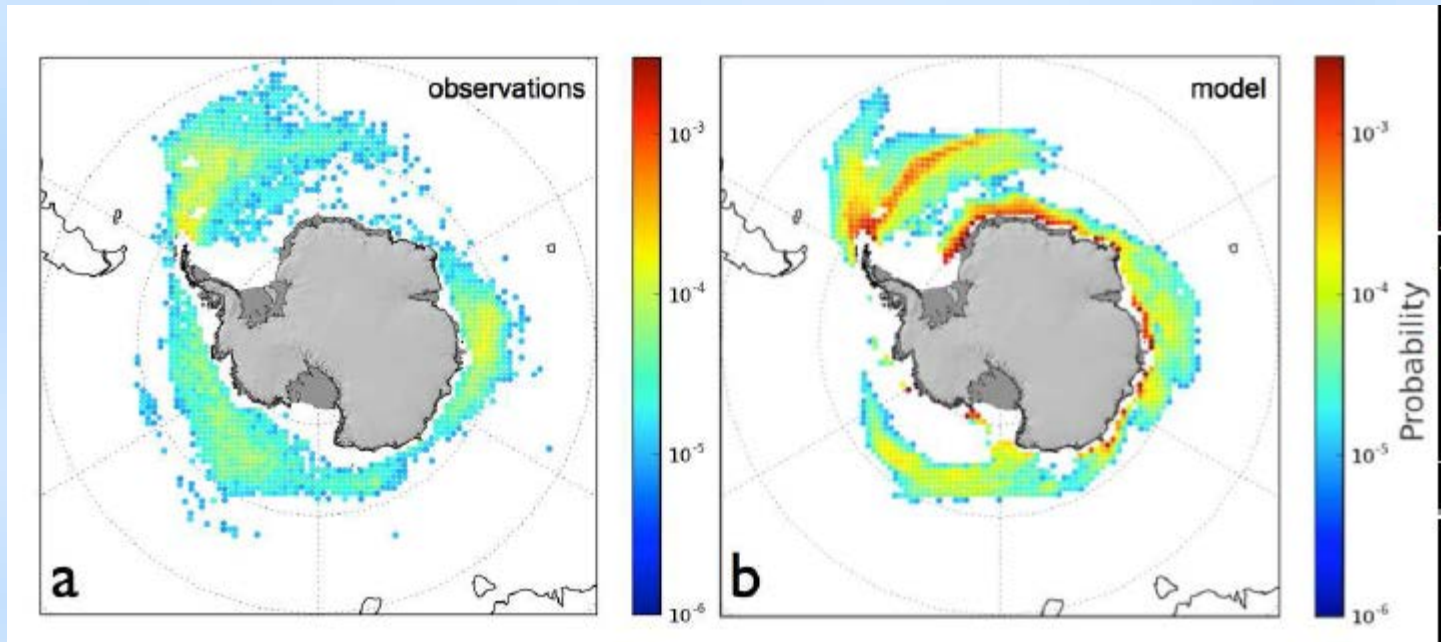
# Analyse des relations entre volume petits et grands

Corrélation croisée grand/petits dans un voisinage de 12 mois et 2000km. Maximum de corrélation et délai; Deux cas distance <500km et >500km

Montre le transport de glace par le grands icebergs à faible et longue distance



# Use Altiberg data for model comparison



Probability of iceberg detection in a 100 km x 100 km grid cell during a year. (a) Observations from ALTIBERG database (Tournadre J., 2015), (b) Model results. Shaded points correspond to regions with annual mean sea-ice cover larger than 40%

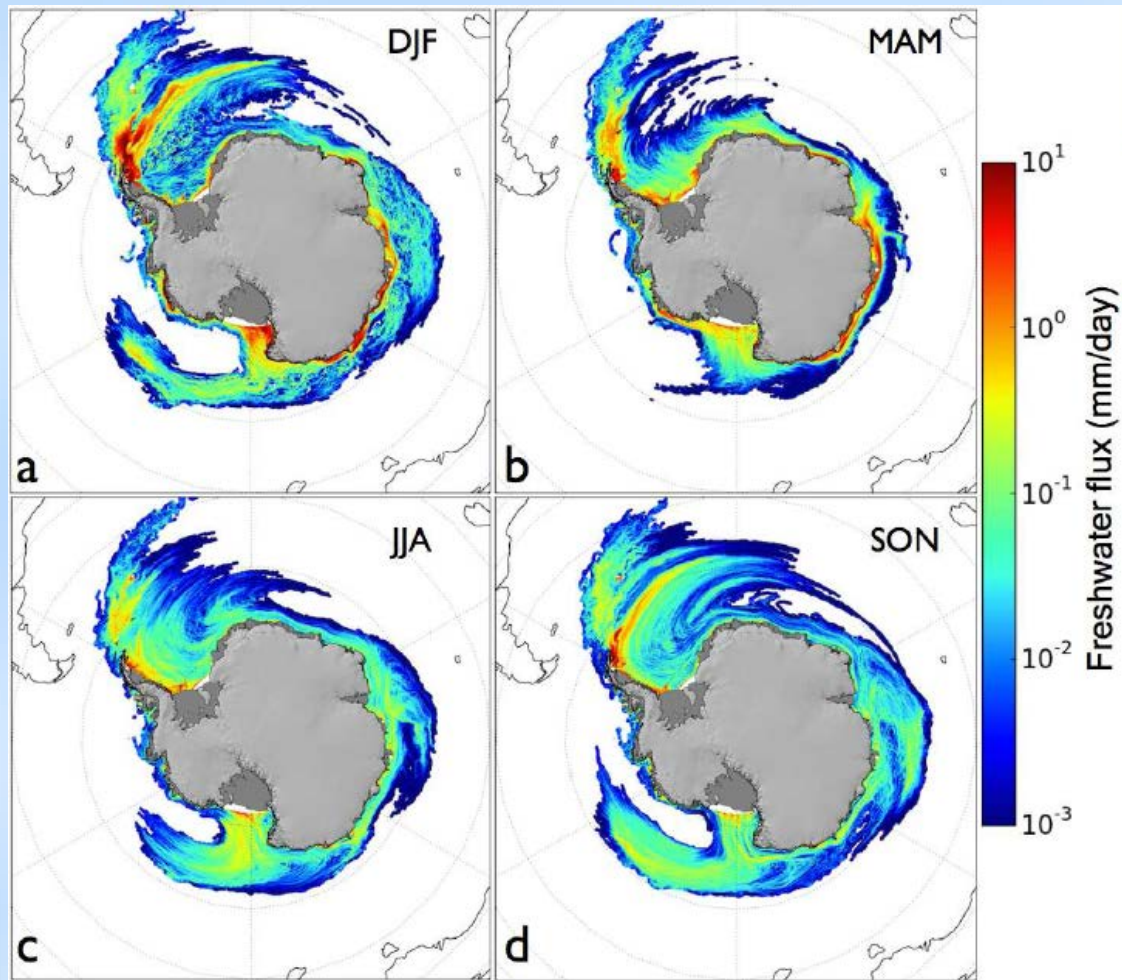


Figure6: Climatology of iceberg freshwater flux over the Southern Ocean in mm/day for (a) summer, (b) autumn, (c) winter and (d) spring seasons. The flux is computed from 11 years of ICBT (simulation with explicit icebergs) after 9 years of spin-up.

## « Grand icebergs »

Méthode : combiner les trajectoires d'icebergs de NIC et BYU avec les archives des altimètres J1 J2 et Envisat, collocalisation et analyse des mesures HR (Tournadre et al 2015 JGR).

# Analyse de la base de données volume

Perte totale : 1800 km<sup>3</sup>

Entrée de glace : 960km<sup>3</sup>

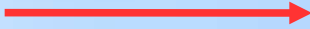
fragmentation : 1500 km<sup>3</sup>

Fonte 320 km<sup>3</sup>

***La fonte des gros icebergs très inférieure au transfert vers les plus petits***

# distribution de taille des icebergs

Projet soumis au CNES, détection, et analyse des icebergs moyens à partir des imagerie SAR mode vague (S1, Envisat et ERS)

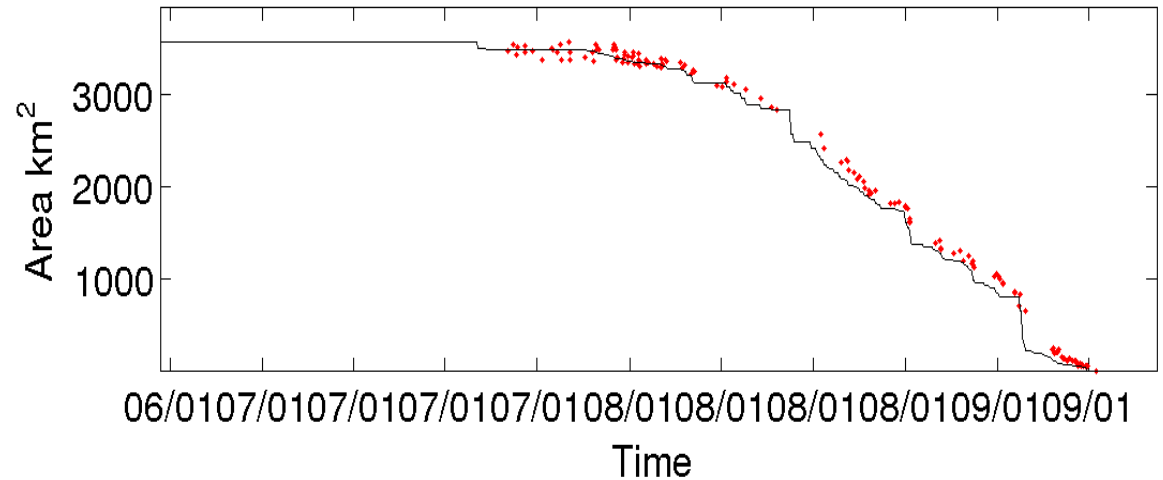
Gap 10  
100km<sup>2</sup> 

Loi de puissance en -1.5 : fragmentation fragile. On essaie aussi de vérifier sur images SAR

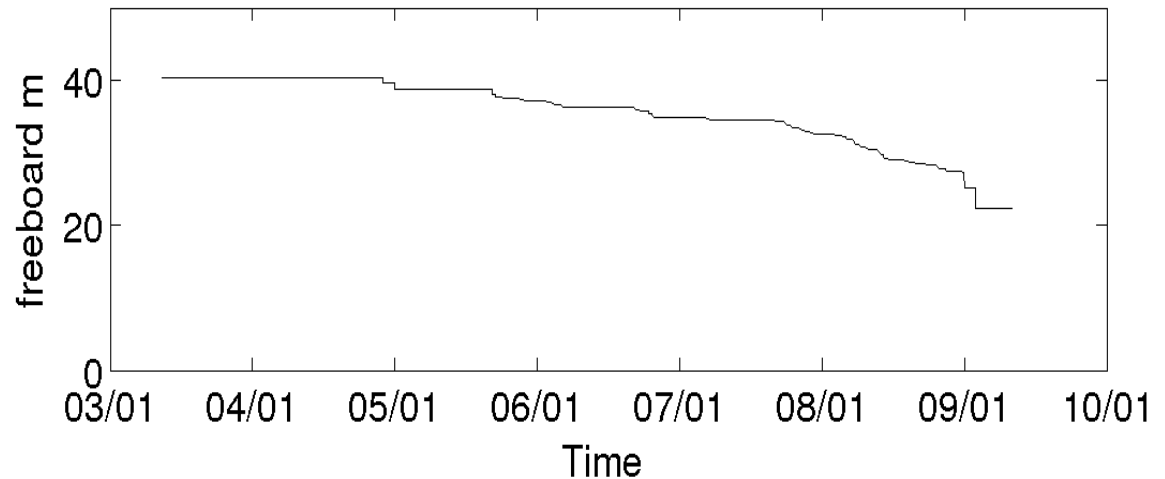


# Analysis of two large icebergs melting and fragmentation

Area from  
modis Aqua and  
Terra (700  
images)



Freeboard from  
200 Altimeter  
passes



[www.ifremer.fr](http://www.ifremer.fr)

Ifremer

# Estimation of melting and fragmentation laws

All environmental parameters considered, Air and Sea surface Temp, Wave height and period, icebergs speed. Pb with ocean currents

Melting  $M_b = a(V_{cur} - V_{ice})^b * (T_{sea} - T_{ice}) / L^c$

Fragmentation no law yet

# Perspectives

- Altiberg3
- Bases de données petits icebergs (GEOSAT, HY2-CNES, Cryosat, Jason3) . Estimation francbord des petits icebergs (Interferometrie)
- Analyse des relations entre gros et petits icebergs
- Distributions des tailles
- Mécanismes des transferts de glace (callote, grnd icebergs, petits icebergs)
- Processus de Fragmentation
- Analyse glace de mer/ volume de glace
- Paramétrisation Flux d'eau douce