



## Estimation du Freeboard à partir des mesures SARAL/AltiKa

CLS: JC. Poisson, D. Hoang, P. Thibaut

CNES: A. Guillot, N. Picot

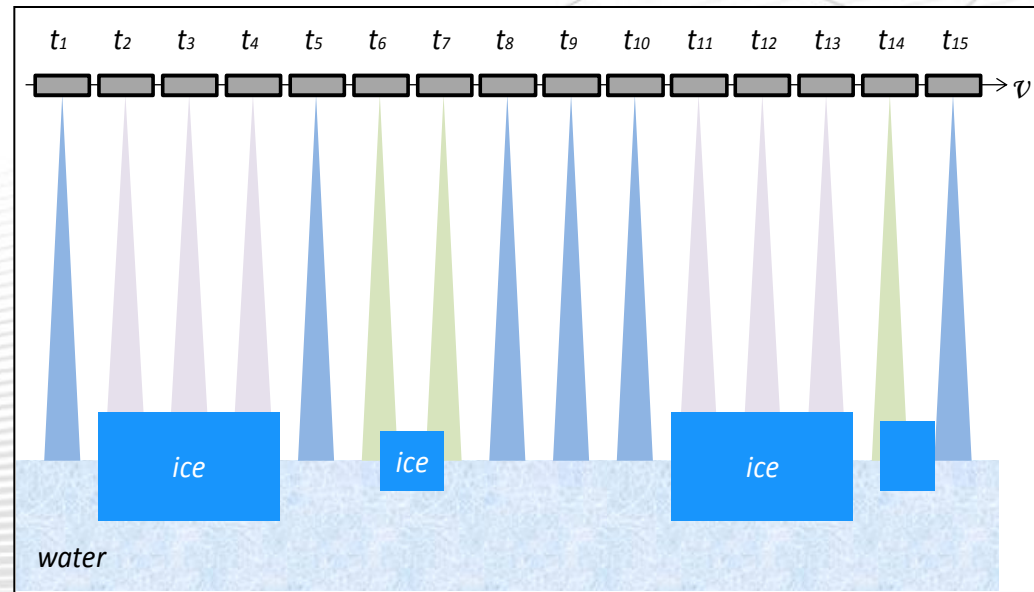
LEGOS: S. Fleury, E. Zakharova

**Atelier Altimétrie et Glaciologie 2015**



- ❑ Depuis février 2013, SARAL/AltiKa fournit des mesures altimétriques pour la première fois en bande Ka le long de l'orbite historique ENVISAT.
- ❑ Grâce à ses caractéristiques instrumentales, les mesures AltiKa sont particulièrement intéressantes à exploiter sur la glace de mer :
  - Bande Ka (- de pénétration qu'en bande Ku)
  - PRF élevée → Mesures à 40 Hz
  - Largeur de bande de 480 MHz → porte altimétrique ~31 cm
  - Diagramme d'antenne fin
  - Empreinte au sol petite (~1/2 de celle de J2)

- ❑ Nous proposons ici une méthode de calcul du freeboard utilisant les mesures SARAL/AltiKa



1. Calcul des élévations

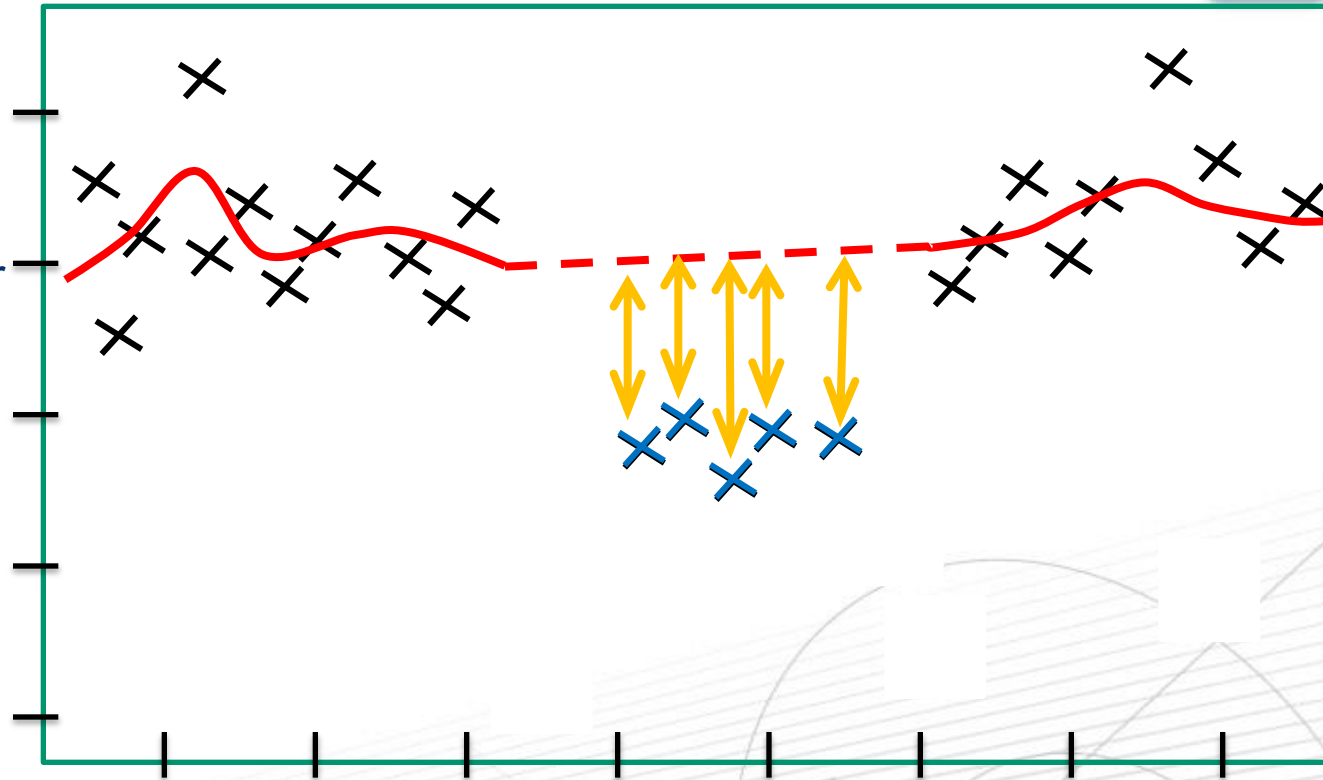
2. Identification des leads

3. Editing des hooking sur les glaces et les leads

4. Filtrage de la surface de glace

5. Interpolation de la surface des glaces au dessus des leads

6. Calcul du Freeboard pour chaque point de lead



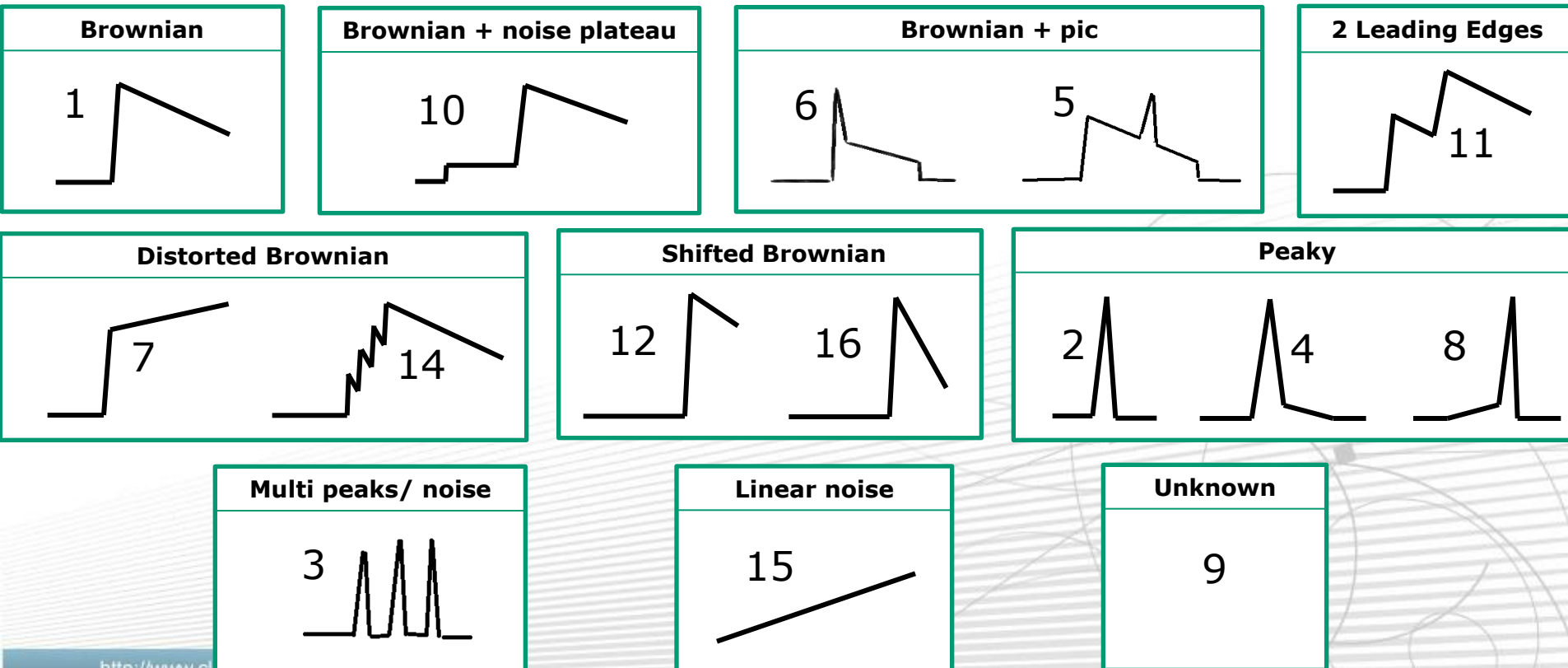
→ L'estimation du freeboard est faite lorsque une mesure d'eau et de glace sont disponible dans une zone restreinte.

→ Pas d'impact des corrections "grandes échelles" (MSS, etc ...)

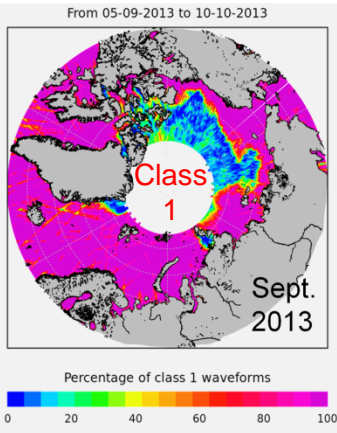
# 1. Classification des mesures

## □ Les différentes classes de formes d'onde

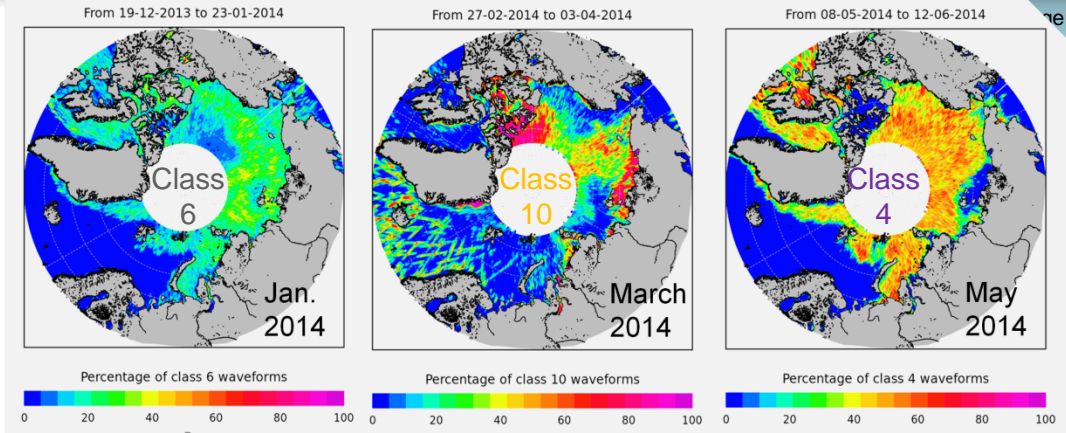
- Après l'analyse des données **AltiKa** sur toute les surfaces d'intérêt, **15 classes** ont été définies pour décrire les principaux échos observés.
- Un algorithme de réseau de neurone **affecte une classe à chaque forme d'onde AltiKa** → Il faut définir un classe pour tous les types d'écho recherchés, mais également pour les échos les plus nombreux.



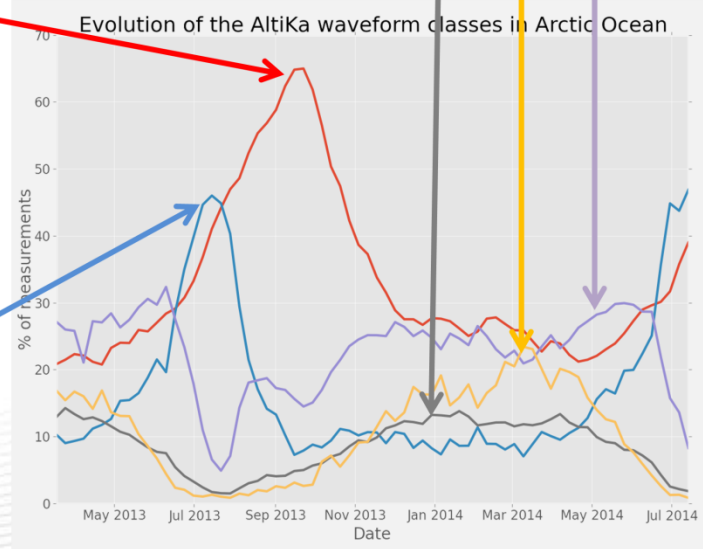
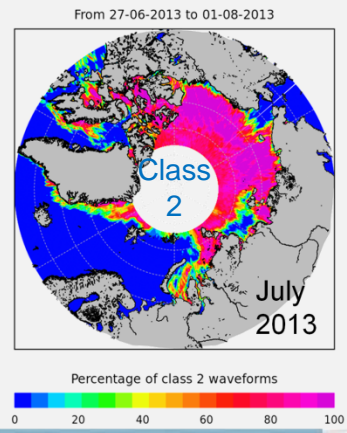
# 1. Classification des mesures



The class 1 (ocean waveforms) maximum population matches the minimum of sea ice expansion.



A class 2 (peaky shape) population peak is clearly visible during ice melting. It can be linked to the emergence of highly reflective surfaces (leads, thin water layer over sea ice, ...)



- "Brown" waveforms (class 1)
- Peaky waveforms (class 2)
- Peak + low trailing edge (class 4)
- Brown + peak on the leading edge (class 6)
- Brownian waveforms + high thermal noise (class 10)

Classes 4 & 6 are only found over sea ice. Their maximum population corresponds to the maximum ice cover.

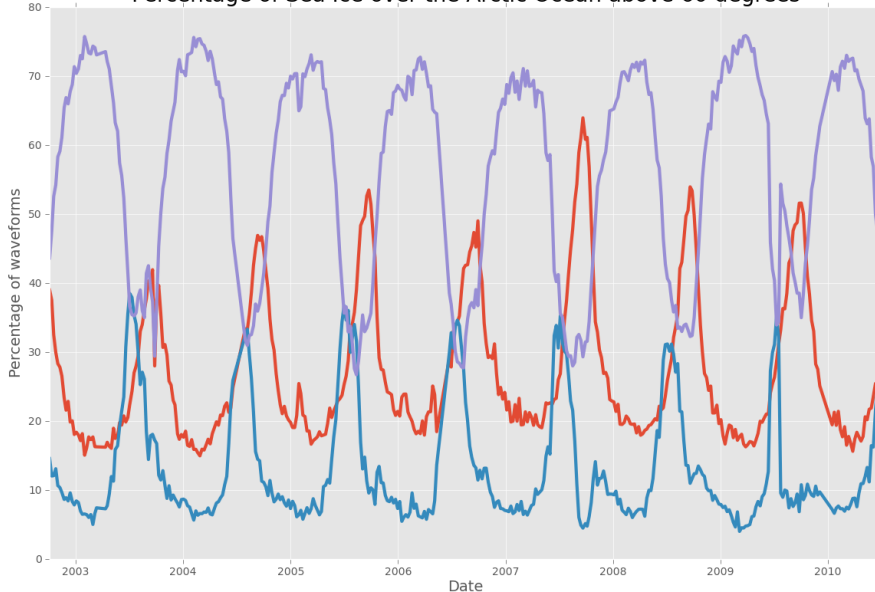
Class 10 describes very low signal to noise ratio conditions. It happens when ocean measurements are impacted by rain cells and may be due to the presence of snow over sea ice.



# 1. Classification des mesures : Application sur ENVISAT

- La classification a également été **développée** pour les échos **ENVISAT** avec en sortie **les mêmes 15 classes**.

Percentage of Sea Ice over the Arctic Ocean above 60 degrees

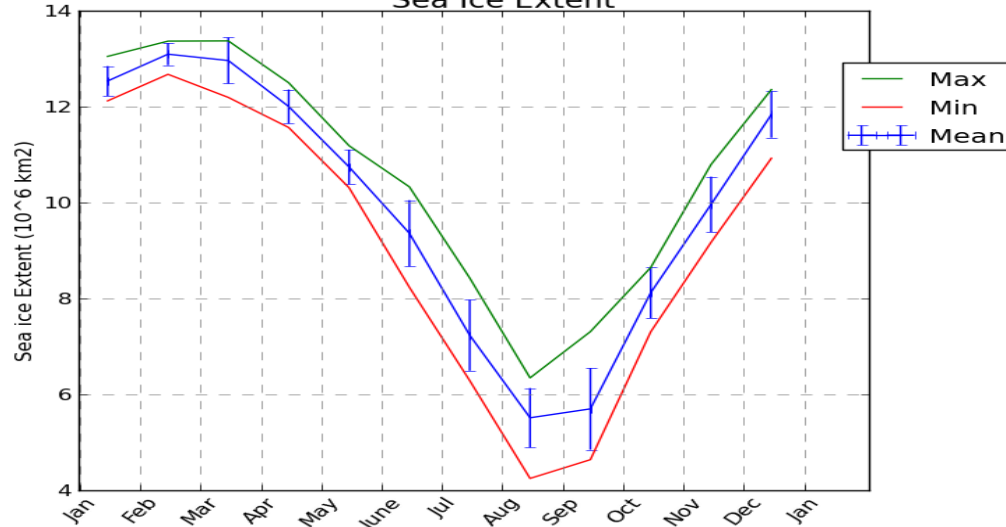


**Ocean waveforms (class 1)**

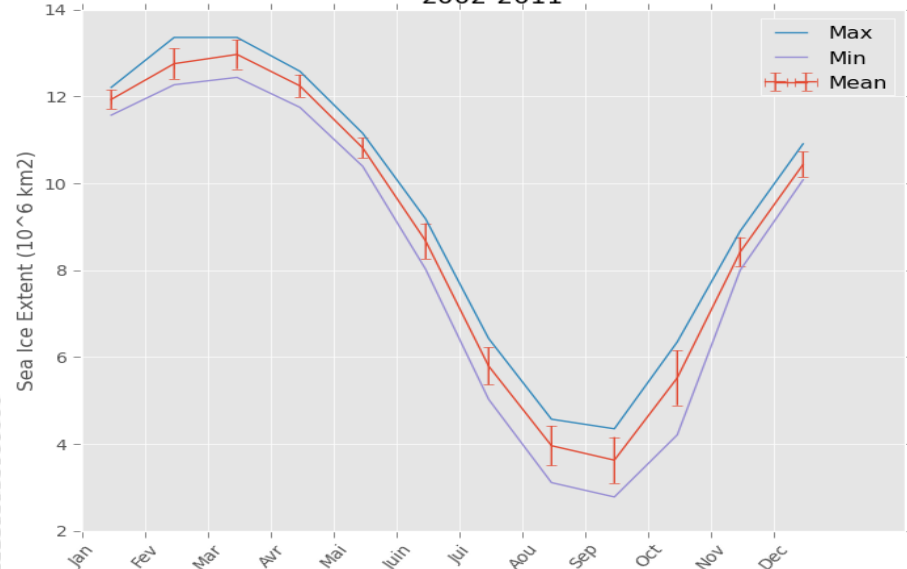
**Peaky waveforms / leads (class 2)**

**Sea ice waveforms (classes 4, 5 and 6)**

CLS product  
Sea Ice Extent



Mean Annual variability - NSIDC product  
2002-2011

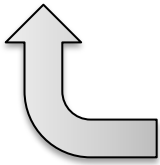


## 2. Retracking ocean/leads/glace

□ Principal problème → Estimer correctement la hauteur de la surface de l'océan (dans les leads) et de la glace.

→ Un nouveau retracking est développé, basé sur le modèle IceNew (L. Amarouche), permettant de retracker aussi bien les échos océans que les pics.

**Model = FSSR \* PTR \* PDF** avec: FSSR : Flat Sea Surface Response  
PTR : Point Target Response  
PDF : Probability Density Function of heights

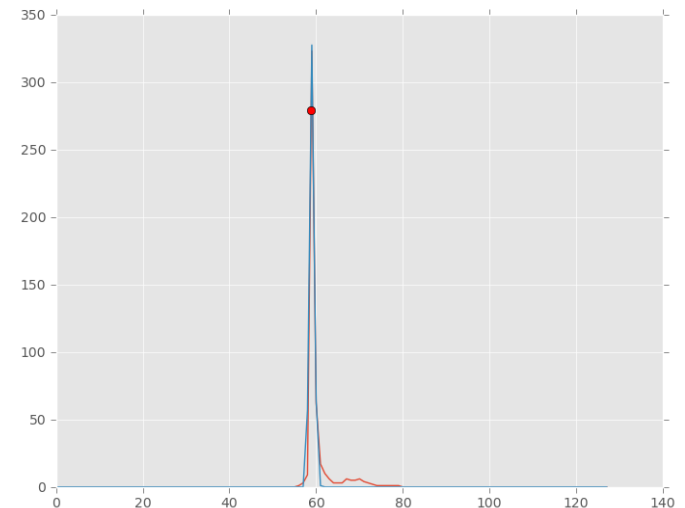


La Mean Square Slope est injectée dans la FSSR via un paramètre  $\Gamma$  qui modifie la corrélation entre les propriétés de rétrodiffusion de la surface et la pente du second plateau du modèle.



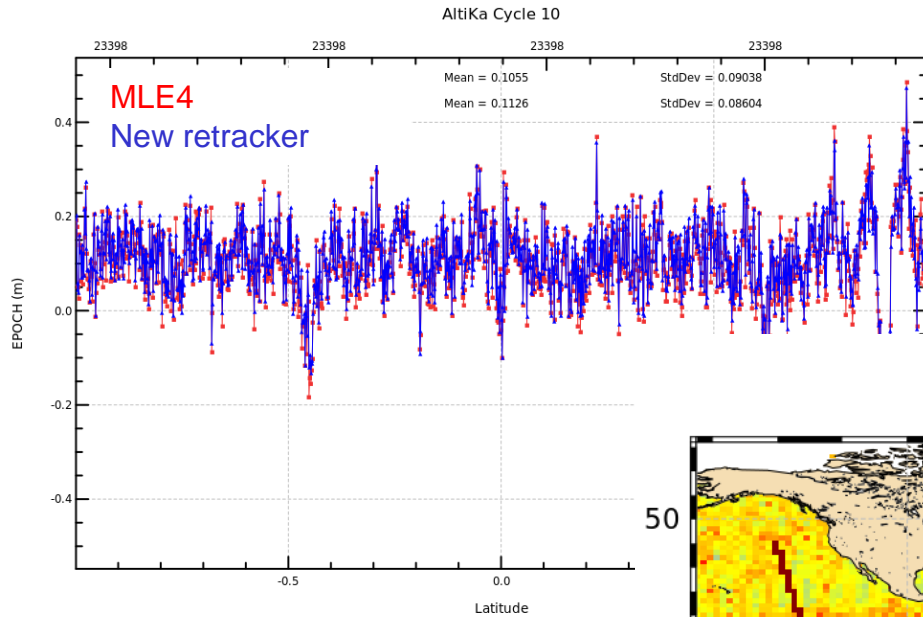
→ 4 paramètres sont estimés:

1. Epoch
2. SigmaC
3. Amplitude
4.  $\Gamma$  parameter



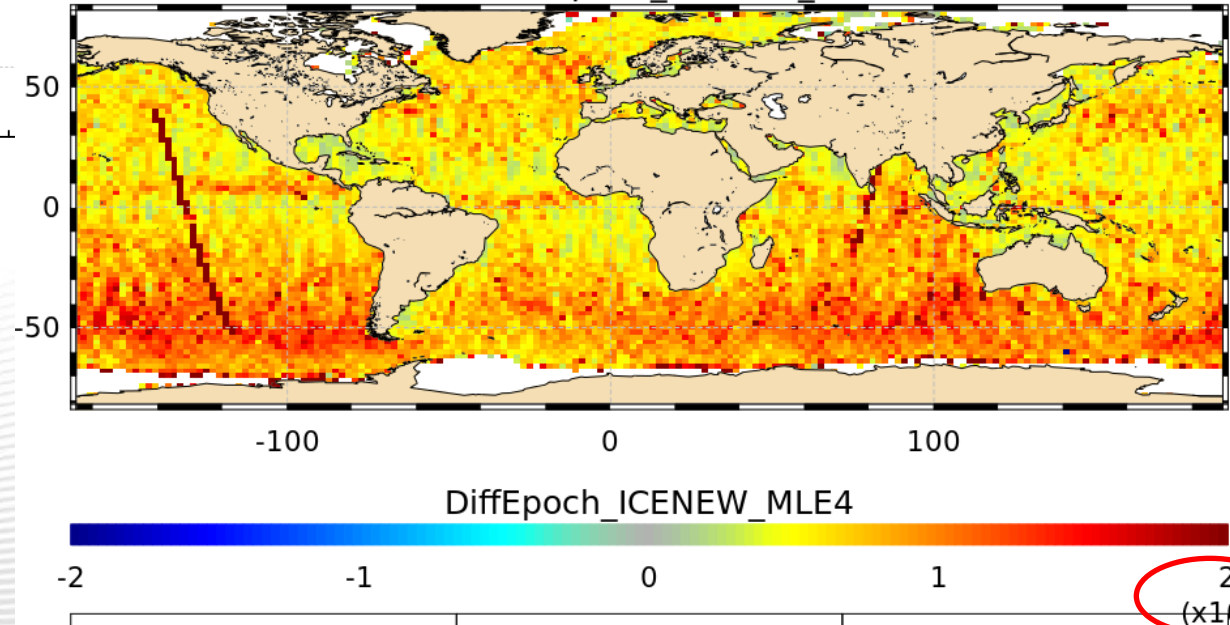
# 2. Retracking: Performances sur océan

- Les performances sur océan sont équivalentes à celles du MLE-4.



Les différences entre les estimations Atteignent un maximum de 2 mm entre le MLE-4 et ce nouveau retracking.

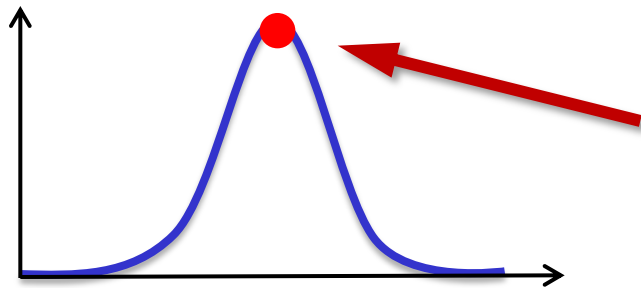
AltiKa Cycles 2-3 Tracks 210-210  
Mean, DiffEpoch ICENEW MLE4





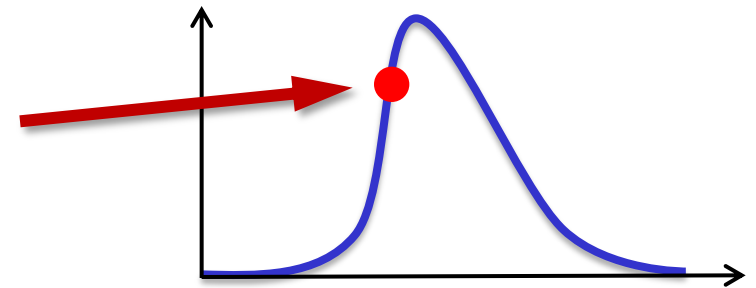
## 2. Retracking: Validité dans les leads

- Ce retracking étant basé sur le modèle IceNew (évolution du modèle de Brown), la surface est considérée comme rugueuse ... est-ce le cas pour les leads ??



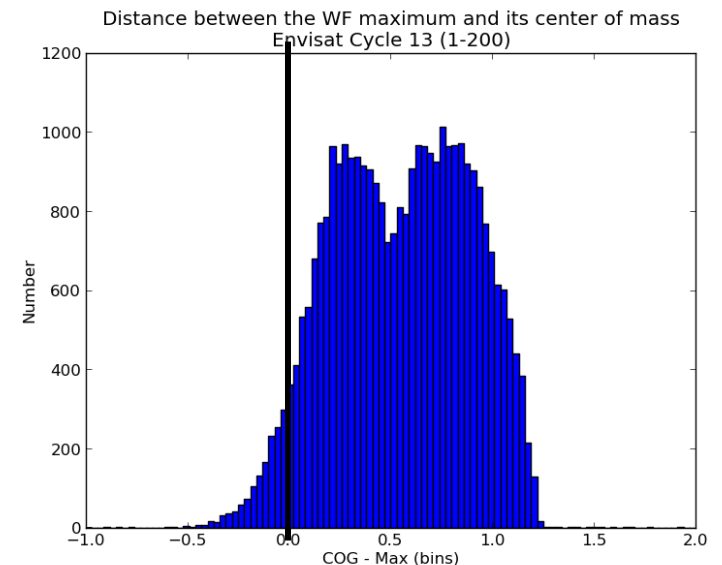
Surface

Forme d'onde issue d'une réflexion sur une surface spéculaire



Forme d'onde issue d'une réflexion sur une surface rugueuse

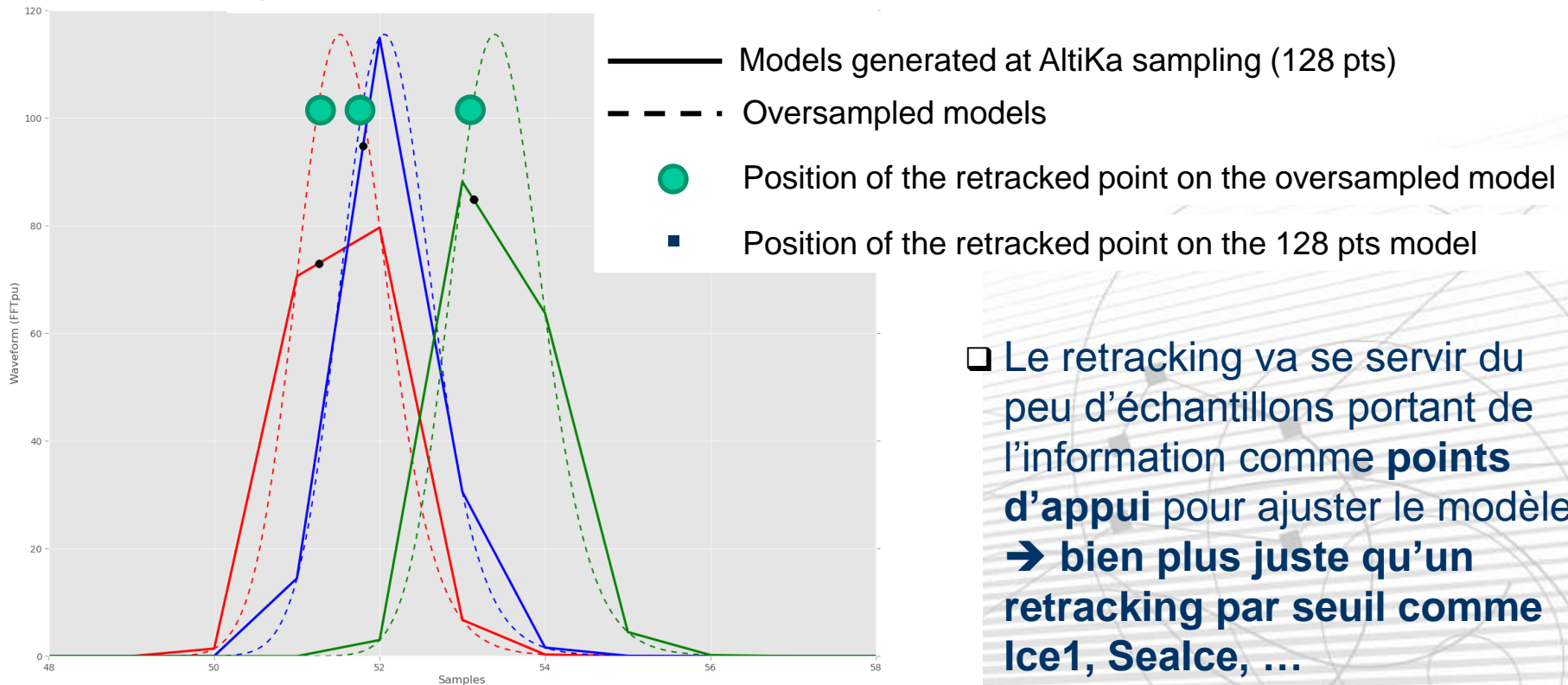
- Pour les formes d'onde identifiées comme « lead », l'abscisse du COG se trouve après l'abscisse du maximum de l'écho
- ➔ Les formes d'onde issue des leads ont une forme asymétrique qui suggère un réflexion par une surface non spéculaire



## 2. Retracking: Limitation dans les leads

- ❑ Une importante limitation des échos issus des leads est le peu de points utiles. La forme d'onde est **sous échantillonnée** par la résolution altimétrique (~ 31cm sur AltiKa)

Models generated for different epoch values



- ❑ Le retracking va se servir du peu d'échantillons portant de l'information comme **points d'appui** pour ajuster le modèle → **bien plus juste qu'un retracking par seuil comme Ice1, Sealce, ...**

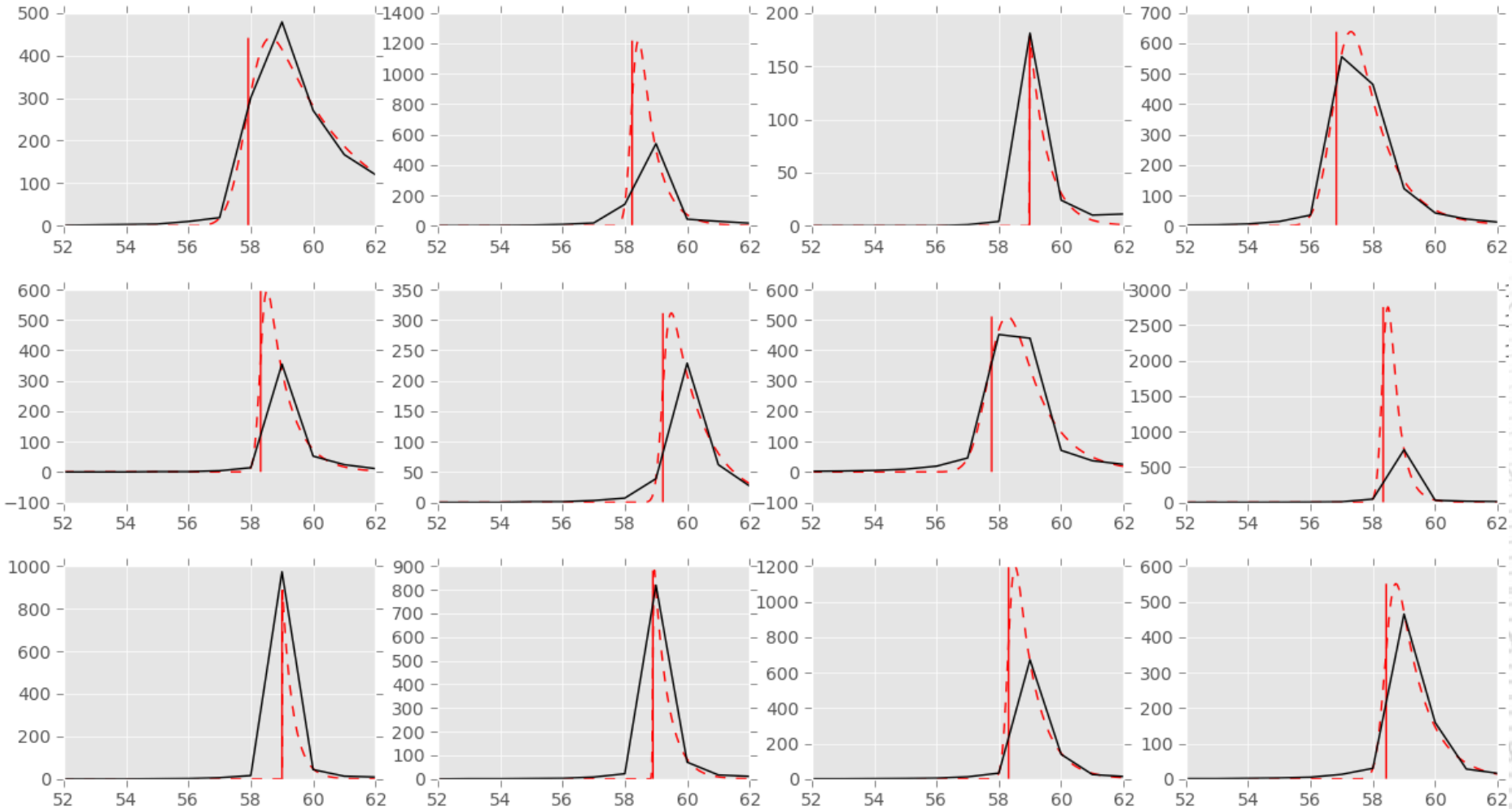
# 2. Retracking: Performances dans les leads

❑ Le retracking ajuste le modèle en s'appuyant sur les points de la forme d'onde.

--- CLS Model

— WF AltiKa

— Epoch position



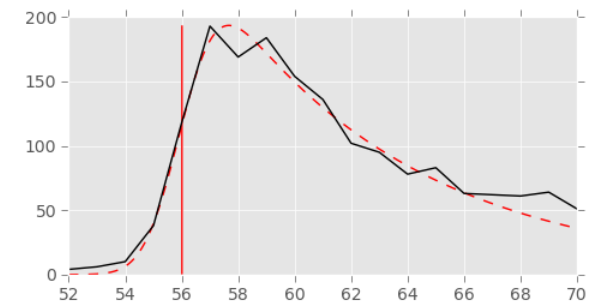
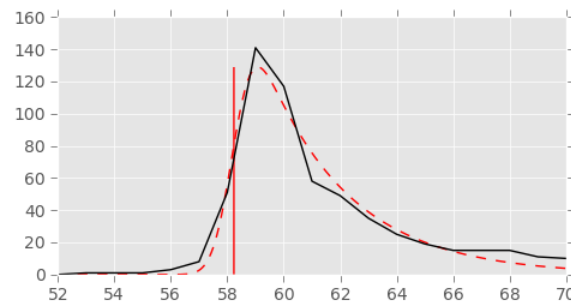
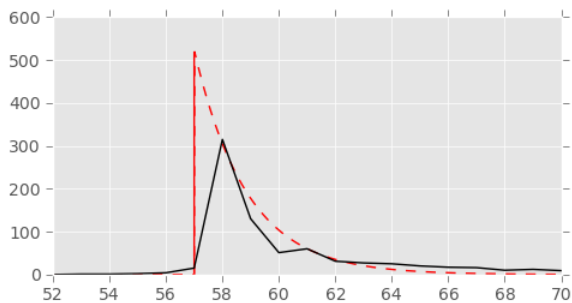
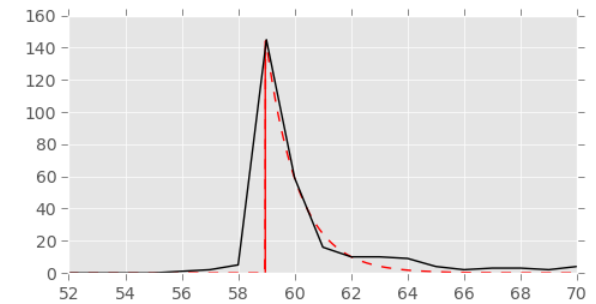
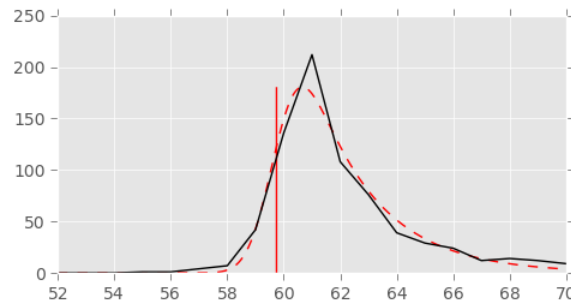
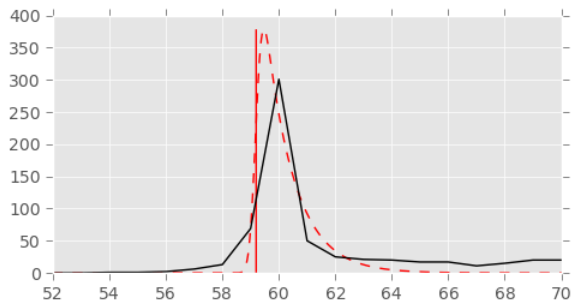
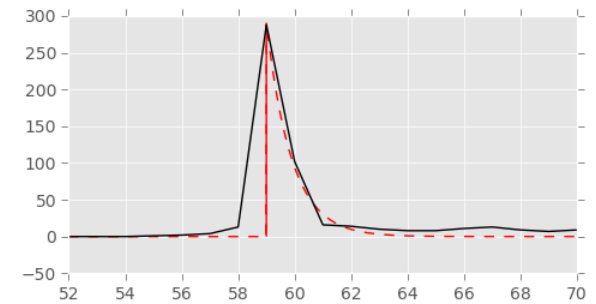
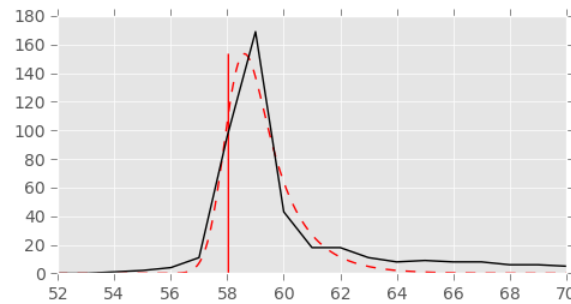
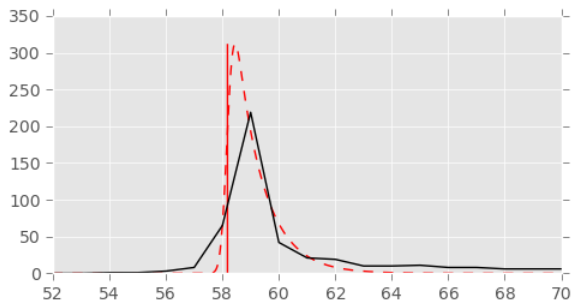
# 2. Retracking: Performances sur les floes

- Le retracking ajuste le modèle en s'appuyant sur les points de la forme d'onde.

--- CLS Model

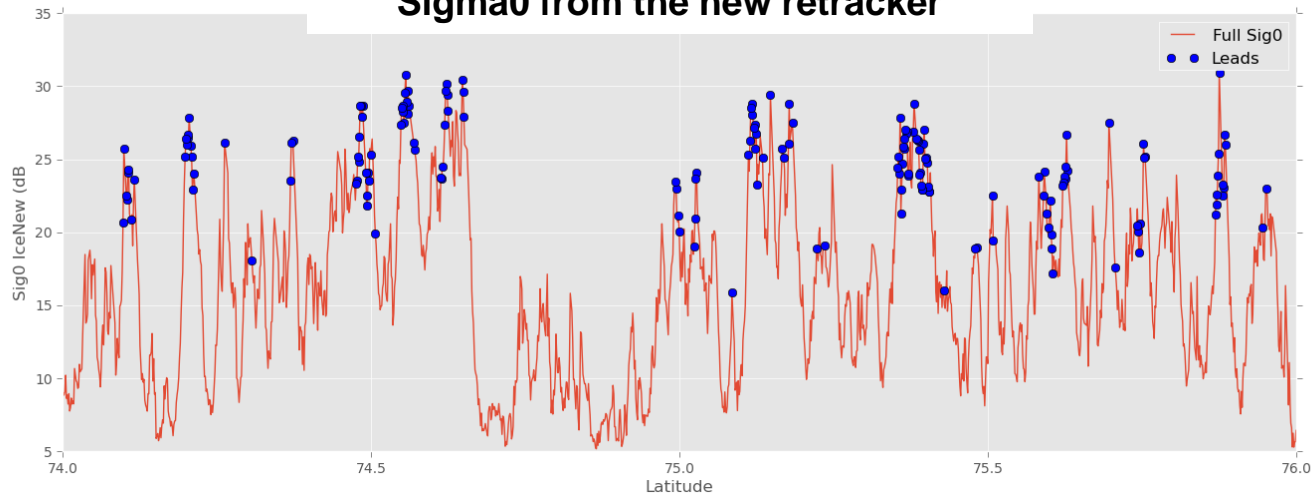
— WF AltiKa

— Epoch position

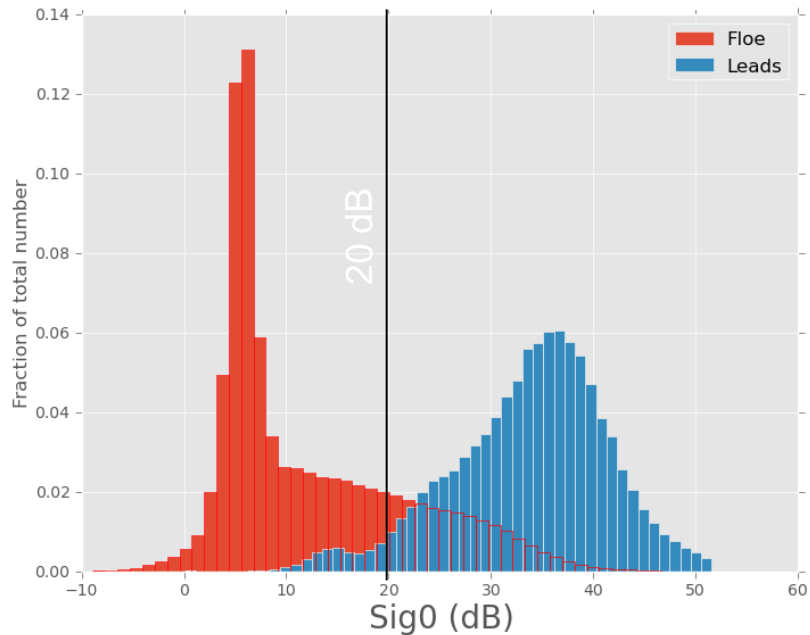


# 3. Editing des Hooking

Sigma0 from the new retracker



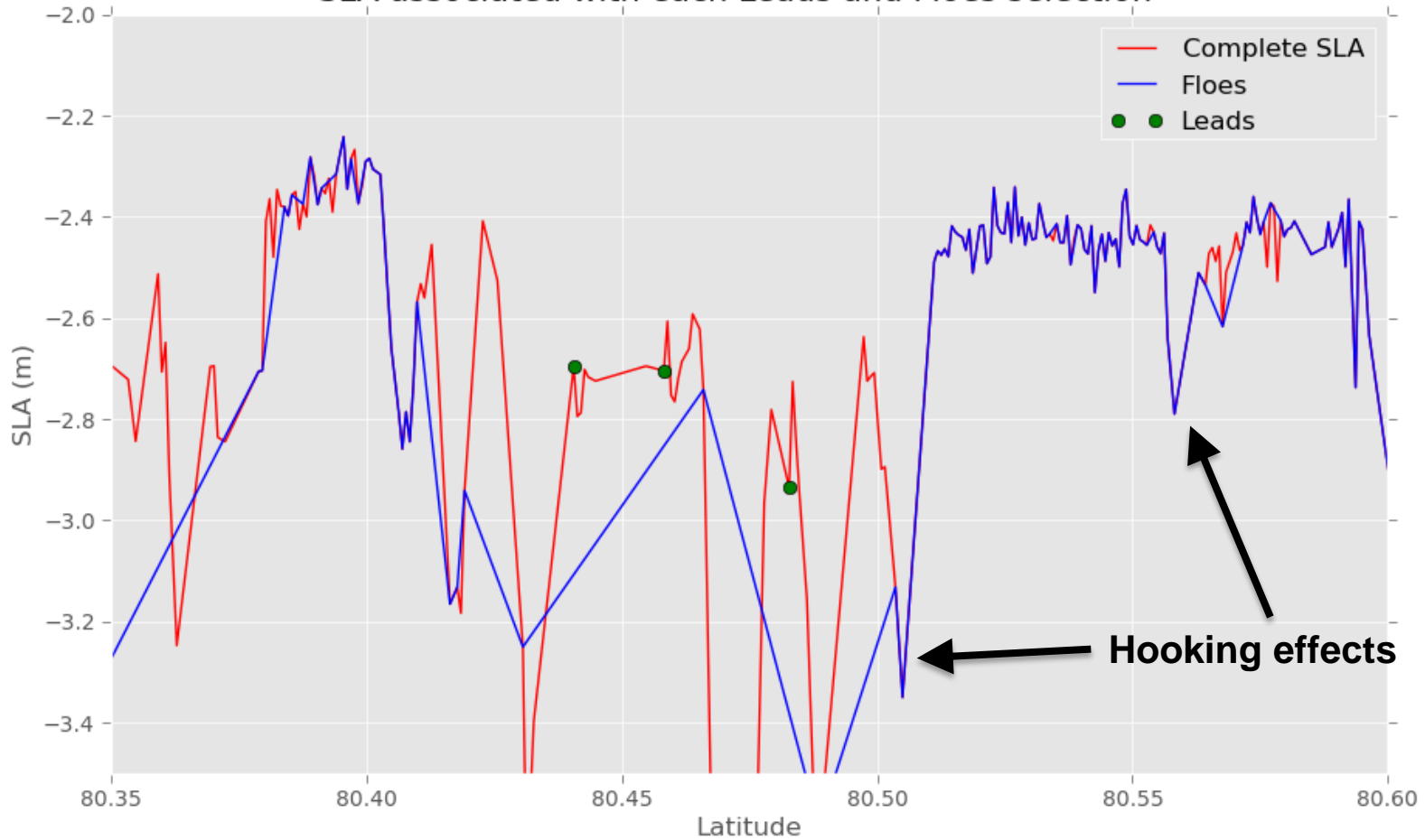
Sigma0 from the new retracker



☐ Sur les leads, les effets de hooking sont édités on en conserve que les mesures dont le maximum local de Sigma0 (estimé par le nouveau retracker) est supérieur à 20dB

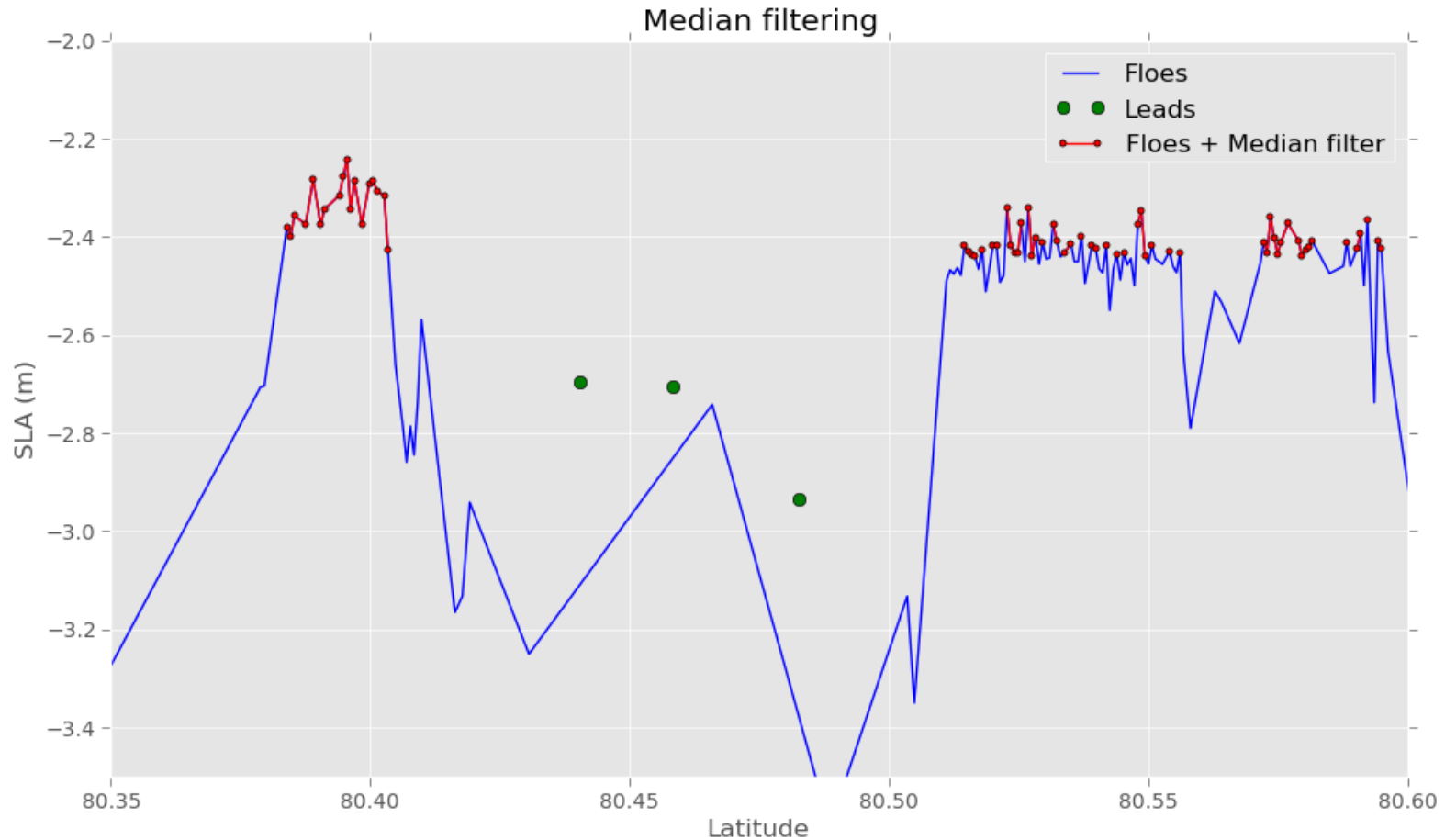
# 4. Filtrage de la surface des floes

SLA AltiKa Cycle 10 Pass 232  
SLA associated with each Leads and Floes selection



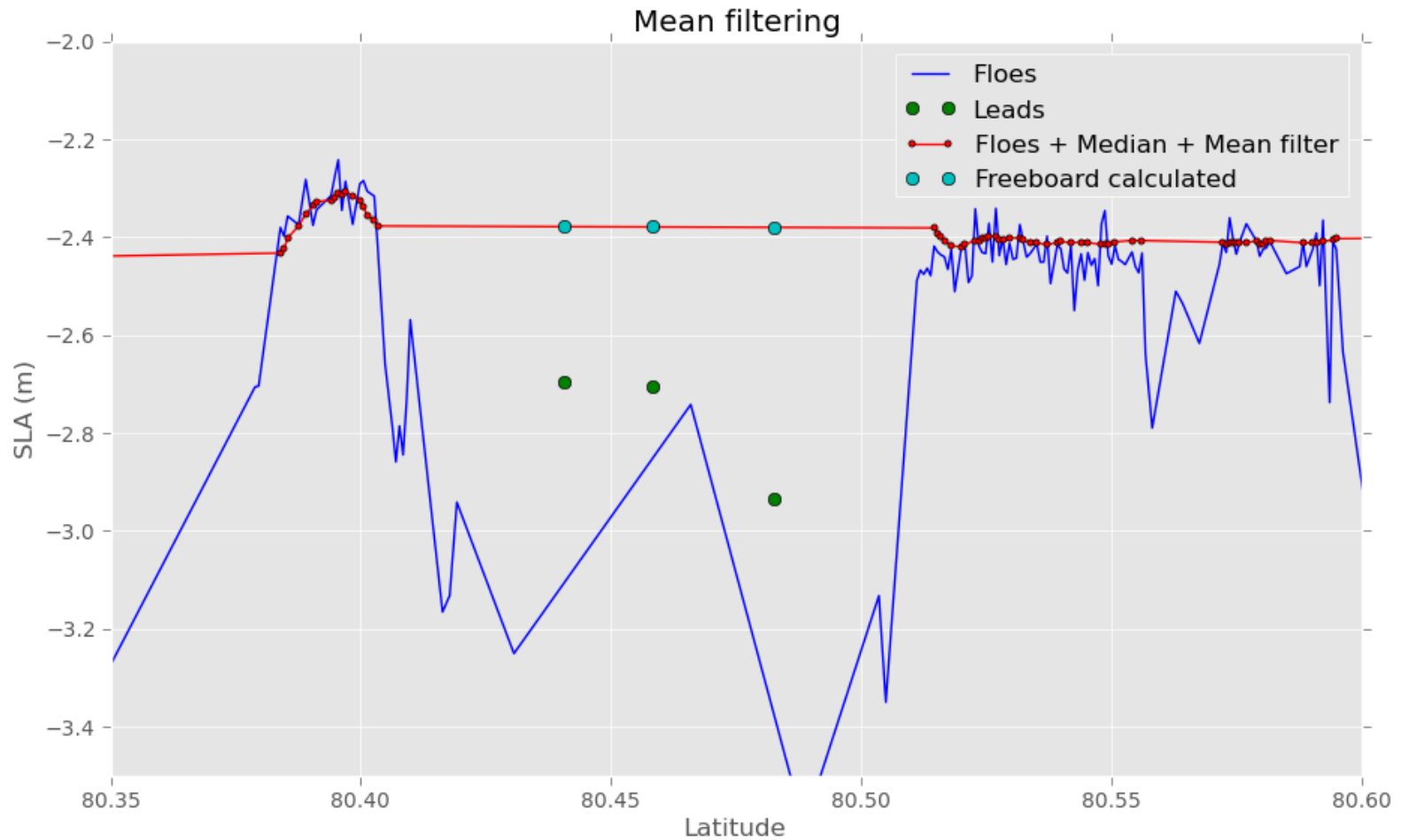
❑ Les phénomènes de Hooking sur la surface des floes sont édités via un filtre médian.

# 4. Filtrage de la surface des floes



- ❑ Les phénomènes de Hooking sur la surface des floes sont édités via un filtre médian.
- ❑ La surface des floes varie encore de plusieurs dizaines de cm → On filtre encore

# 5. Interpolation et calcul du Freeboard

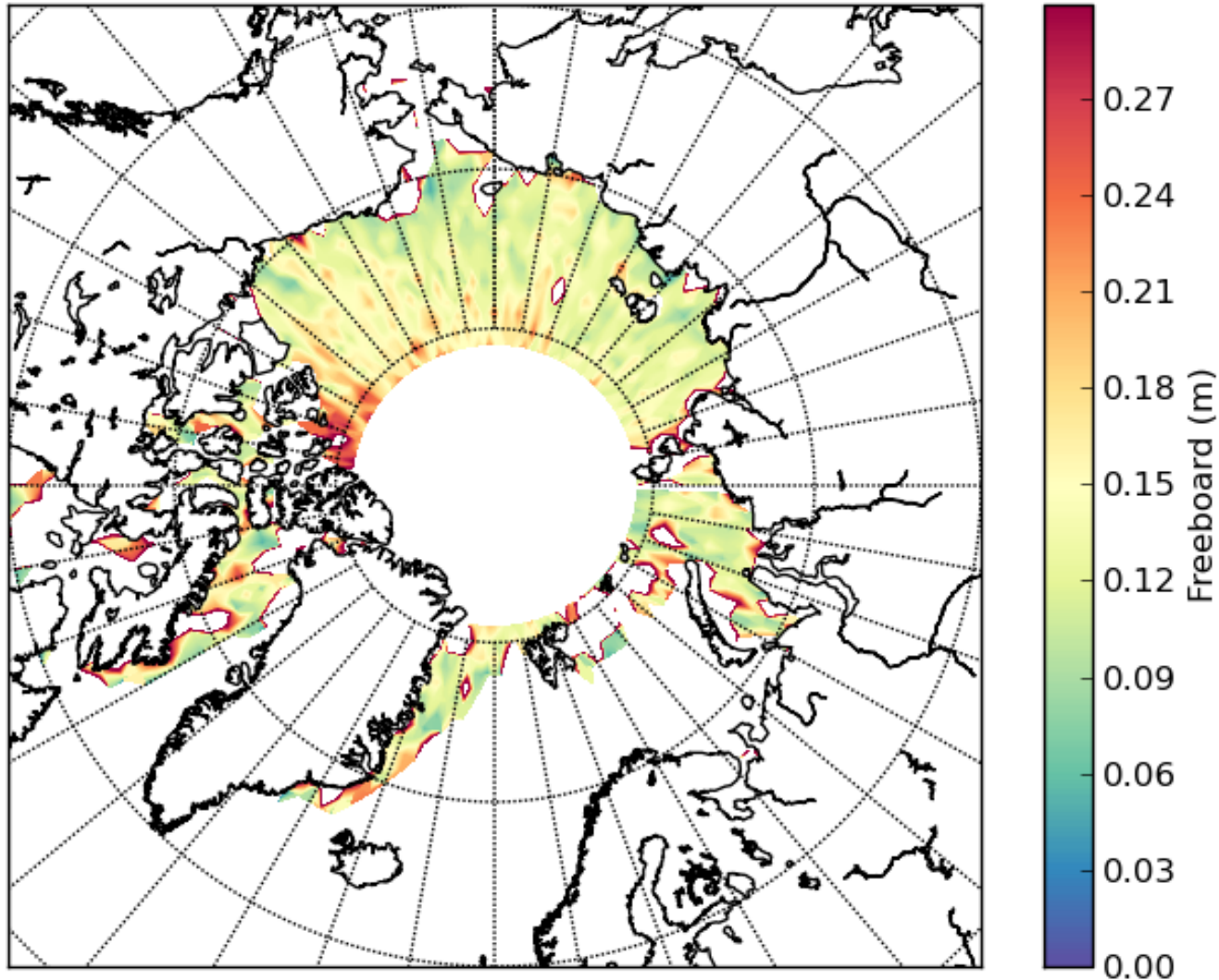


❑ Le Freeboard es enfin calculé après interpolation de la surface des floes au dessus des mesures identifiées comme leads



# Cartographie de Freeboard

Nov-Dec 2013  
Freeboard AltiKa Cycle 08  
Leads discriminated by Sig0 > 20dB

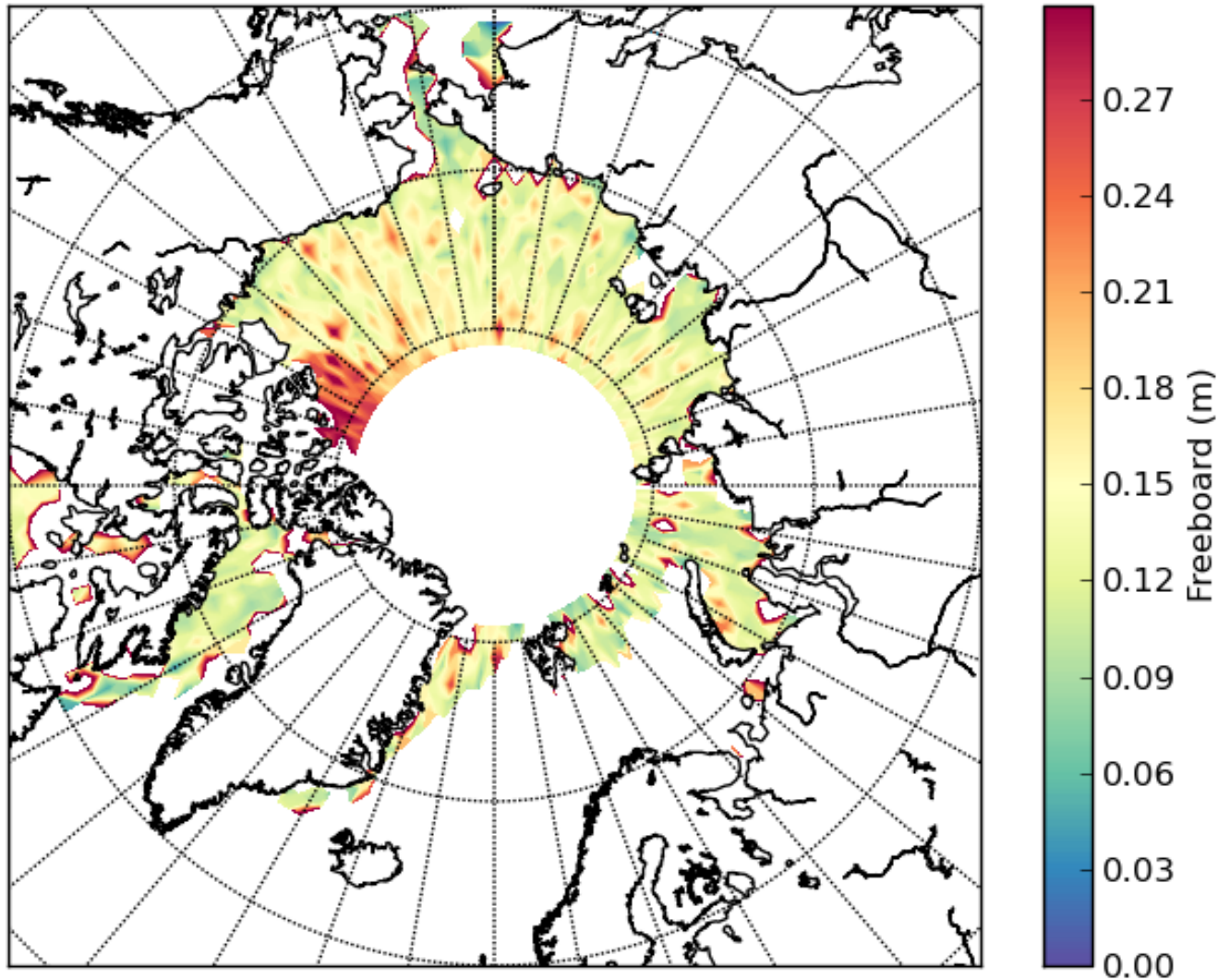


# Cartographie de Freeboard

Dec 2013 - Jan 2014

Freeboard AltiKa Cycle 09

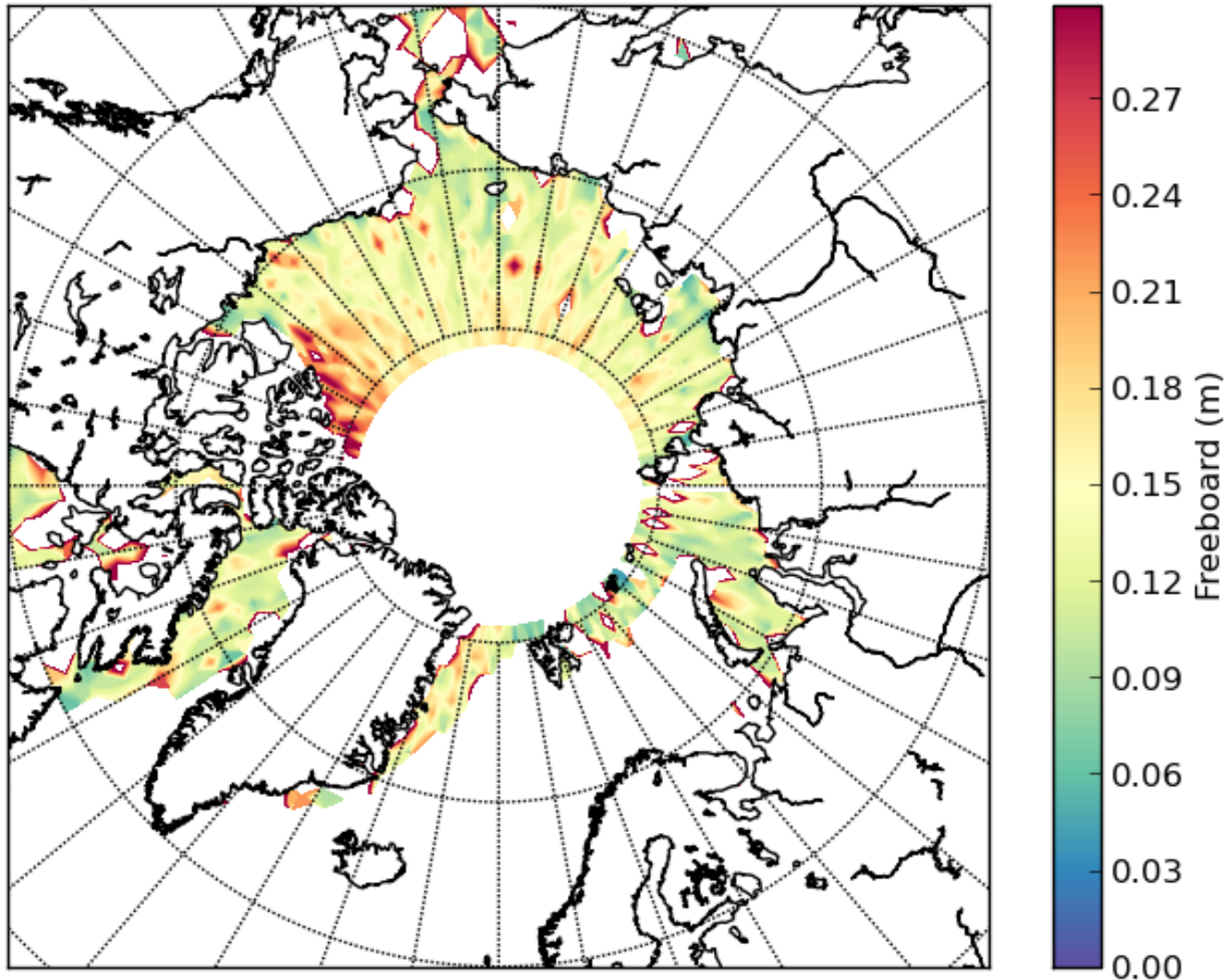
Leads discriminated by Sig0 > 20dB



# Cartographie de Freeboard

Jan-Fév 2014

Freeboard AltiKa Cycle 10  
Leads discriminated by Sig0 > 20dB



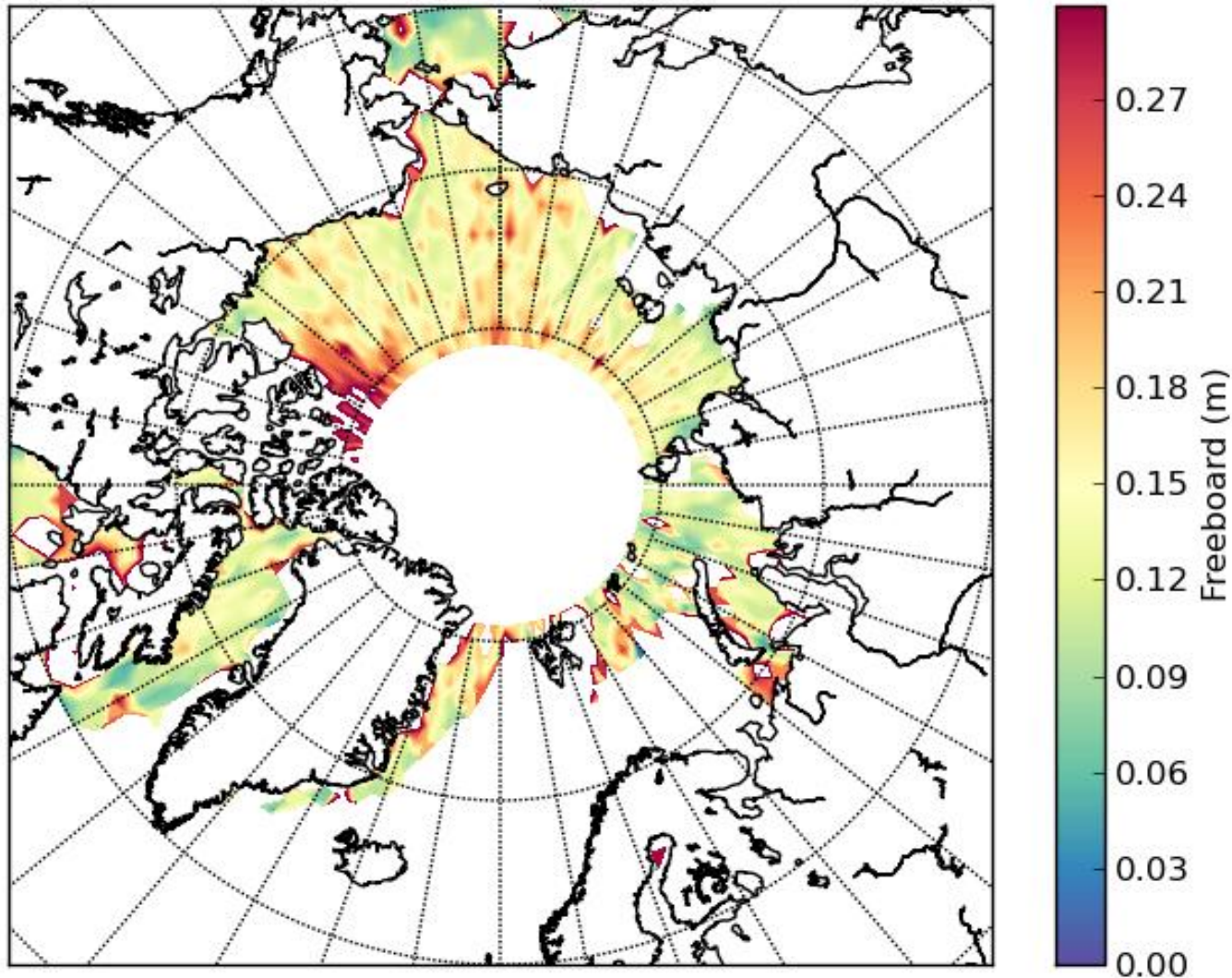
# Cartographie de Freeboard

Fév-Mar 2014

Freeboard AltiKa Cycle 11

Leads discriminated by Sig0 > 20dB

Page 20

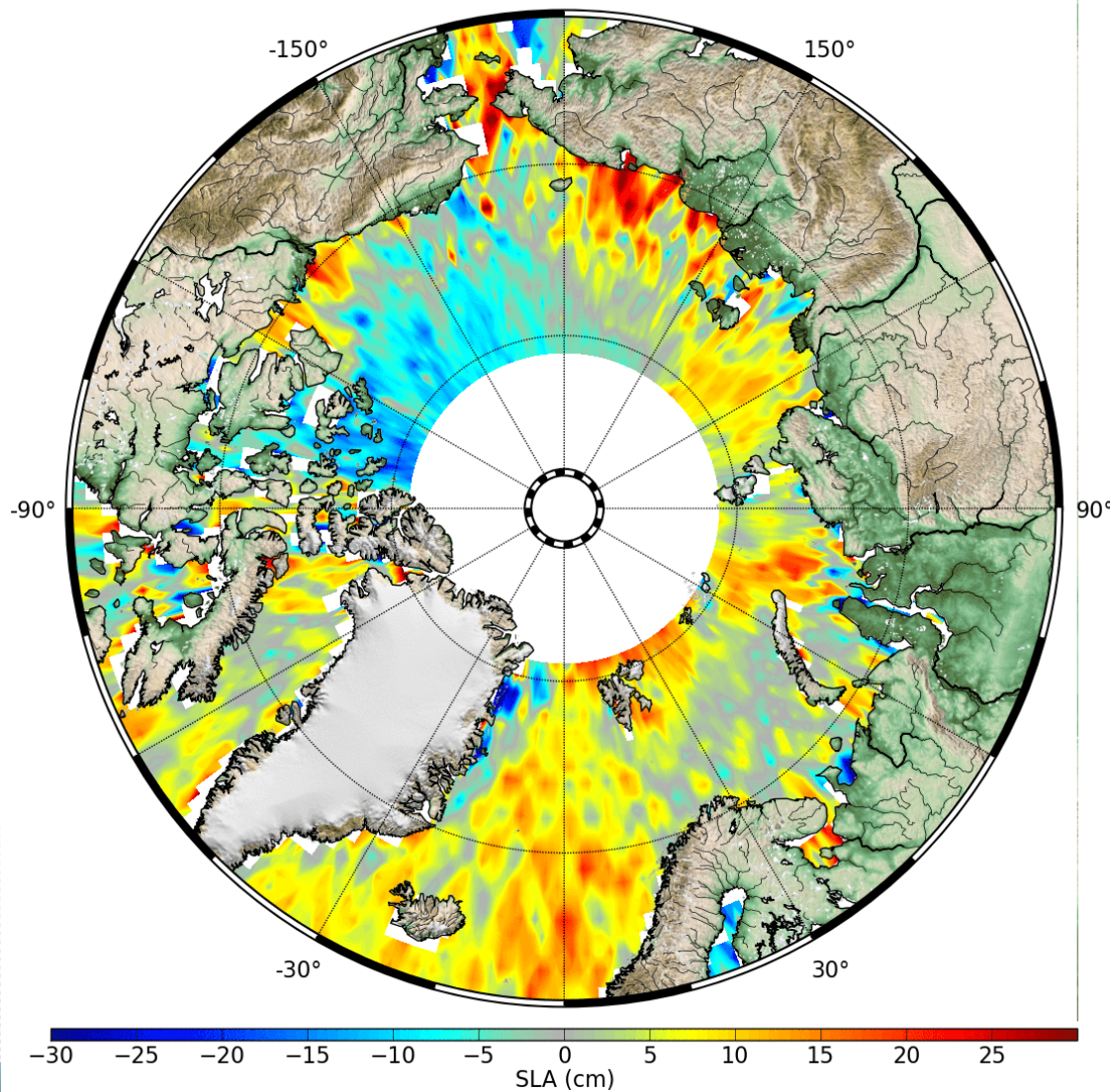


- ❑ **Une méthode d'estimation du Freeboard en Arctique a été développée en utilisant les mesures AltiKa.**
  
- ❑ **Cela a permis de développer:**
  - **Une classification des formes d'onde qui semble pertinente dans les zones de glace de mer.**
  - **Un nouveau retracking permettant de retracker aussi bien les échos diffus (Browniens) que des pics.**
  
- ❑ **Même si les cartes de Freeboard ainsi générées semblent crédibles, la méthode peut être très largement améliorée :**
  - **Amélioration de l'identification des leads % à des points réflecteurs se situant sur la surface de la glace (fonte de la glace etc ...)**
  - **Le calcul du Freeboard est effectué pour le moment au dessus des leads (où il n'y a pas de glace) → implémentation de l'interpolation de la surface de mer sous la glace**
  - **Améliorations diverses sur l'édition des hooking, les filtrages, le retracking, etc ...**

- ❑ **De nombreuses questions physiques se posent toujours:**
  - **Impact de la neige sur les mesures ??**
  - **Épaisseur de la couche de neige ??**
  - **Pénétration non prise en compte actuellement : la bande Ka pénètre beaucoup moins que la bande Ku mais si on cherche à comparer les Freeboard Ku/Ka il faut savoir ce que l'on mesure ??**
  
- ❑ **Les mêmes problématiques se posent pour le calcul de la SLA en Arctique (identification et retracking des leads)**
  - ➔ **des premiers résultats ont été produits sur ENVISAT**

# Calcul de la SLA en Arctique (ENVISAT)

Cycle 10 (09/2002)





**Merci de votre attention !**