

# Fonte et fragmentation de deux icebergs géants

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

*Lab. d'Océanographie Spatiale, IFREMER*

*F. Rémy*

*LEGOS*



- Les icebergs représentent environ 50 % de la perte de masse moyenne de la calotte antarctique.
- Les gros icebergs transportent la majeure partie du volume de glace mais leur fonte ne représente que 20 % du flux d'eau douce .
- La fragmentation des gros icebergs et les panaches de petits icebergs générés représentent la majeure contribution au flux d'eau douce au large du continent.
- Les modèles de circulation incluent des modules icebergs
- *Incertitude sur la paramétrisation de la fonte et pas de transfert de volume des grands vers petits (pas de param. de la fragmentation)*

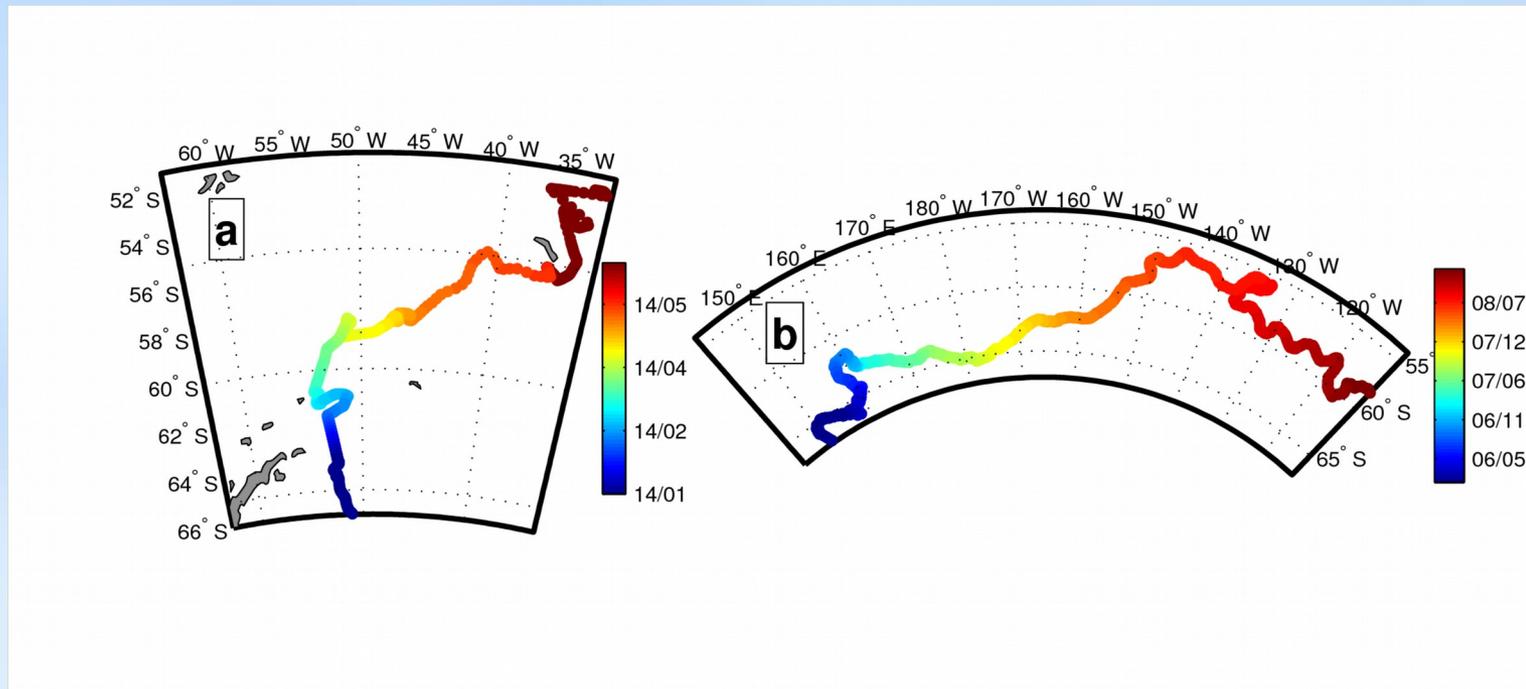
# Fonte et fragmentation

- Altimétrie: base de données ALTIBERG de petits icebergs (<9km<sup>2</sup>) et de champs mensuels de probabilité de présence, volume)
- Trajectoires, élévation, longueur, largeur des grands icebergs (>16km en longueur)
- 
- ***Que peuvent apporter ces bases pour la paramétrisation de la fonte et de la fragmentation?***
- Choix de deux cas d'études de grands icebergs B17a at C19a dérivant de manière isolée pour plus d'un an en eau libre.
- Problème les estimations de taille du NIC ne sont pas assez précises pour étudier la fragmentation.
- Analyse de toutes les images MODIS Aqua et Terra pour estimer la taille.

# Trajectoires de B17a et C19a

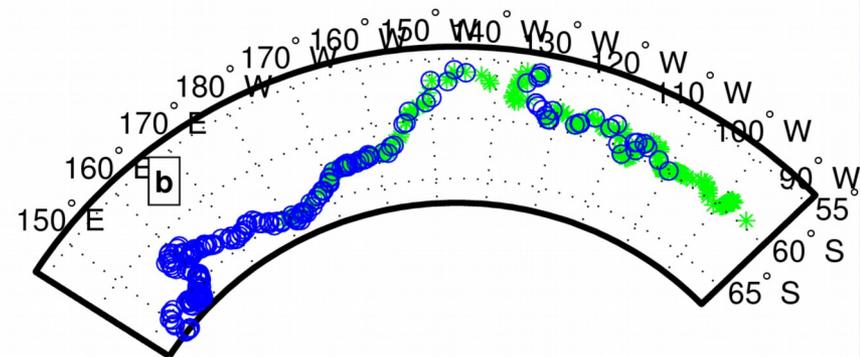
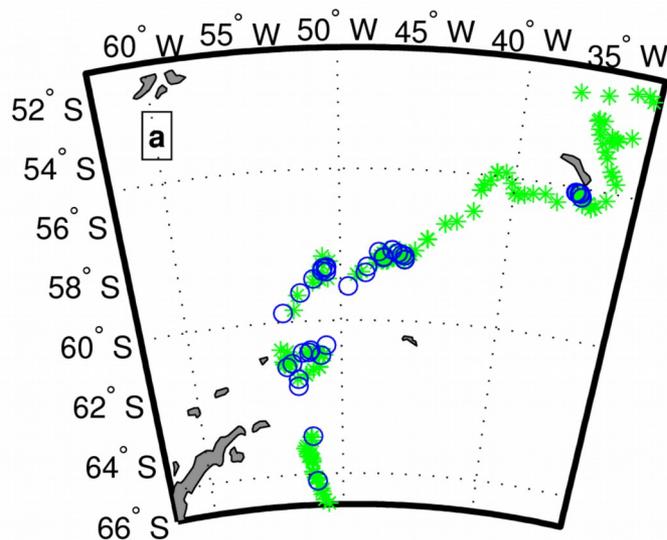
B17a medium large iceberg 250km<sup>2</sup>, 110 km<sup>3</sup>, 450 m d'épaisseur

C19a iceberg géant 3500 km<sup>2</sup>, 1100 km<sup>3</sup> 360m d'épaisseur.

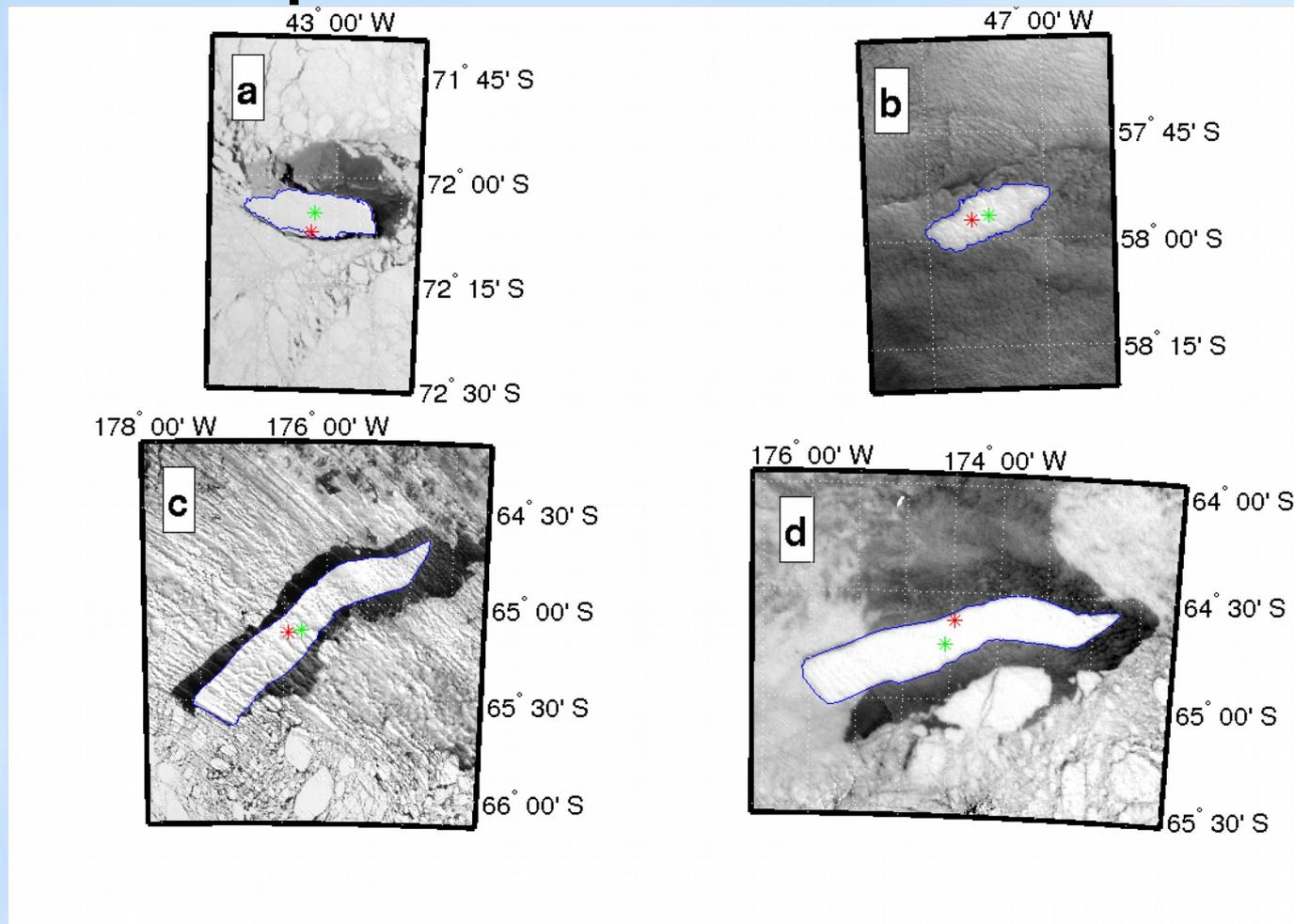


## Estimation francbord et surface

- B17a échantillonné par 152 passes altimètre et 286 images MODIS
- C19a 269 passes et 503 images



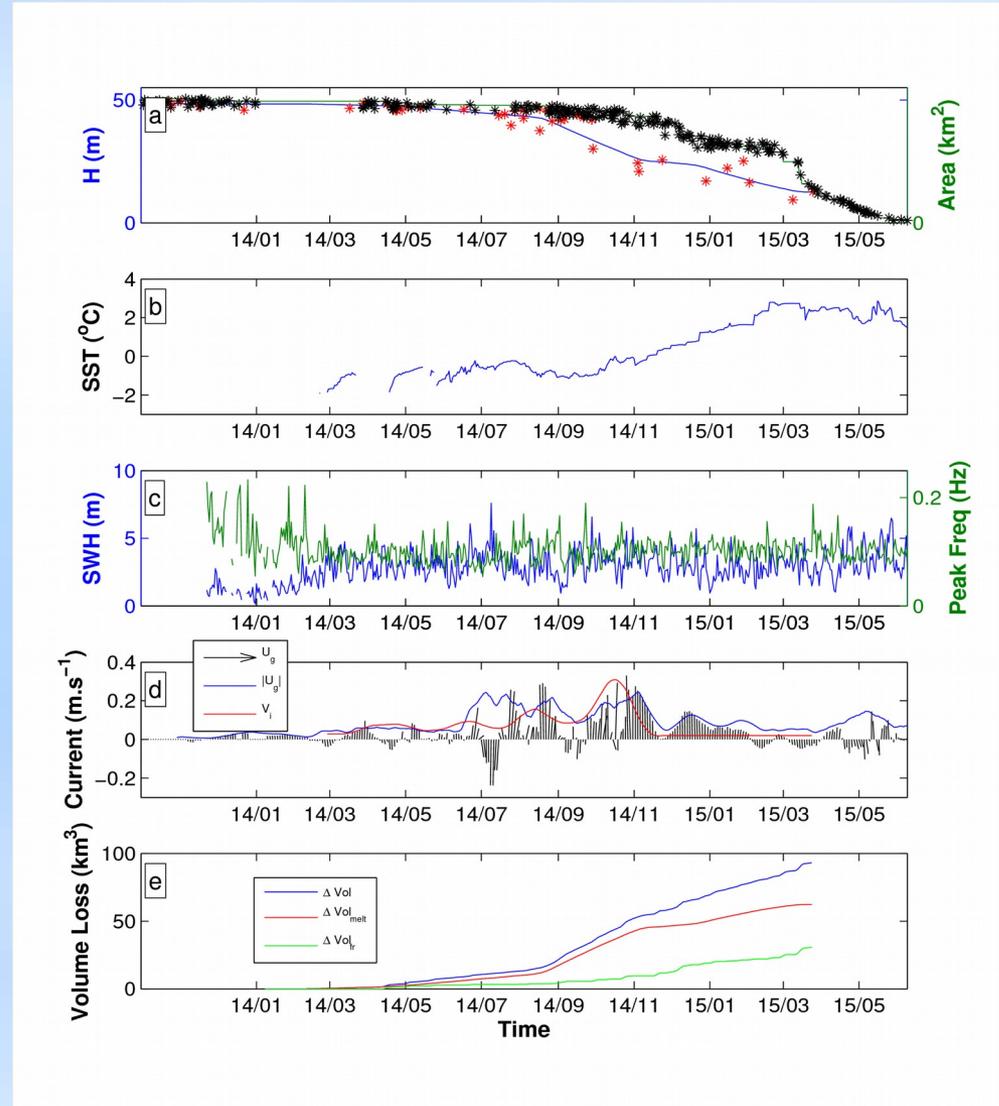
# Exemple d'estimation de surface



- **Methode classique d'analyse d'image**
- **Binarisation par seuil de radiance, analyse en composants connectés et détermination des propriétés des régions.**

# Evolution de B17a

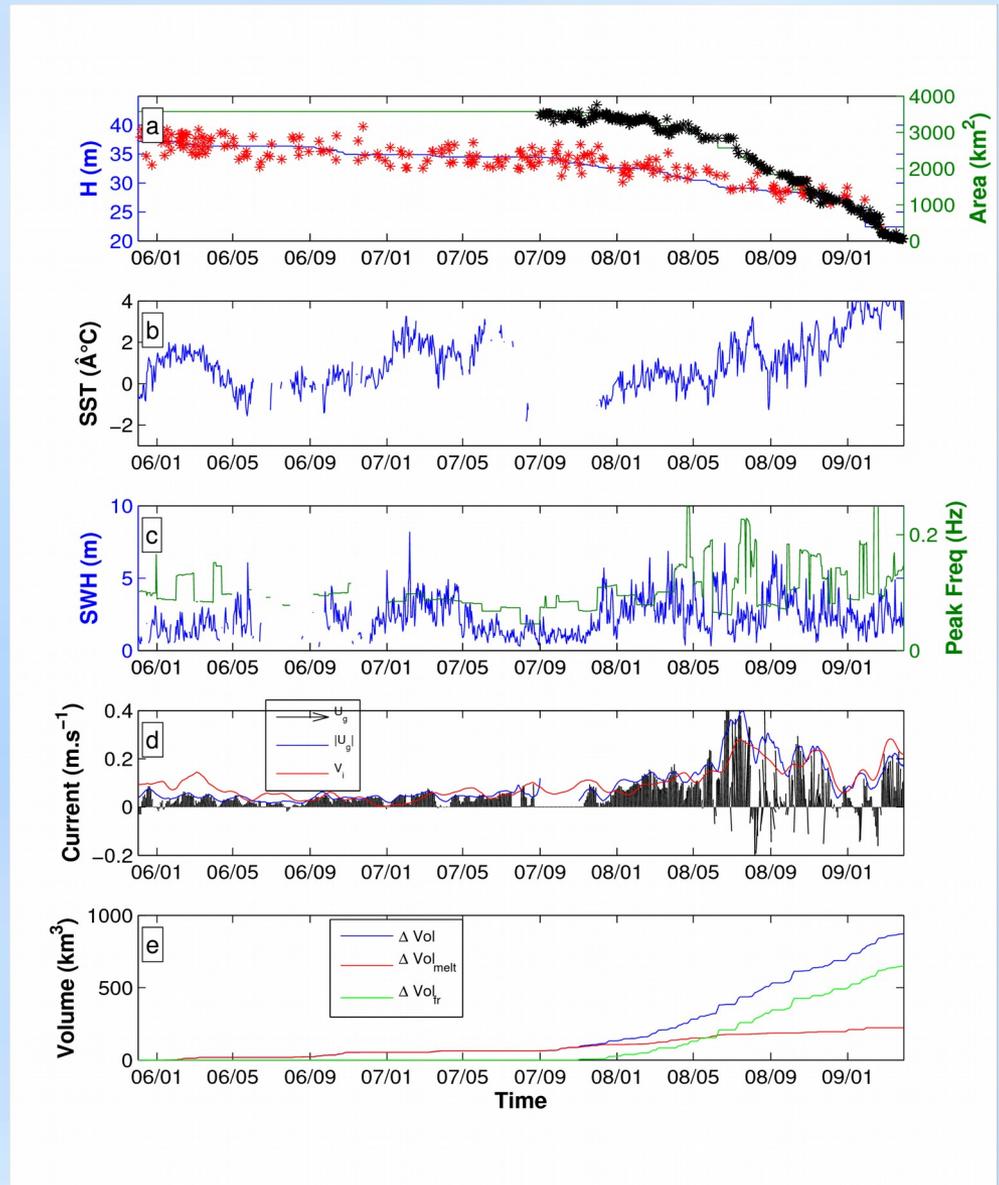
- Tant qu'il est dans la glace de mer pas de variation notable
- Vitesse de l'iceberg > vitesse géostrophique AVISO
- Fonte > frag puis frag > fonte
- Vitesse iceberg > 0.2m/s



# Evolution de C19a

Pas de frag au début

- Vitesse de l'iceberg > vitesse géostrophique AVISO
- Fonte > frag puis frag > fonte



## Fonte : 2 formulations testées

### Convection forcée

$$M_b = 0.58 |V_w - V_i|^{0.8} \frac{(T_w - T_i)}{L^{0.2}}$$

$M_b$  taux de fonte en m/jour

$T_w$  et  $T_i$  : temp de l'océan

et de surface de l'iceberg

$V_w$  et  $V_i$  vitesses courant et iceberg

$L$  longueur de l'iceberg

### Échange turbulent de chaleur

$$\rho_w C_{pw} \gamma_T (T_b - T_w) = \rho_i L_f M_b - \rho_i C_{pi} \Delta T M_b$$

$M_b$  taux de fonte en m/s

$T_w$  et  $T_b$  : temp de l'océan et de l'eau à la base de l'iceberg

$\gamma_T$  Vitesse d'échange thermique turbulente

$\Delta T$  gradient thermique entre le coeur et la surface de l'iceberg

# Fonte

## Convection forcée

Pas de vitesse du courant fiable.

*Hypothèse*

Équilibre entre coriolis et traînée dans l'eau

$$V_w = V_i + \sqrt{\frac{2 M_i f V_i}{\rho_w C_{pw} A_i}}$$

Modèle ajusté pour chaque jour sur une période de 40 jours  
2 paramètres d'ajustement  $T_i V_w$

## Échange turbulent

$\gamma_T$  dépend de la vitesse à l'interface

$$\gamma_T = \frac{u'}{2.12 \log(u' l v^{-1}) + 12.5 Pr^{2/3} - 9}$$

Où  $u'$  est la vitesse de frottement

Modèle ajusté pour chaque jour sur une période de 40 jours  
2 paramètres d'ajustement  $T_i \gamma_T$

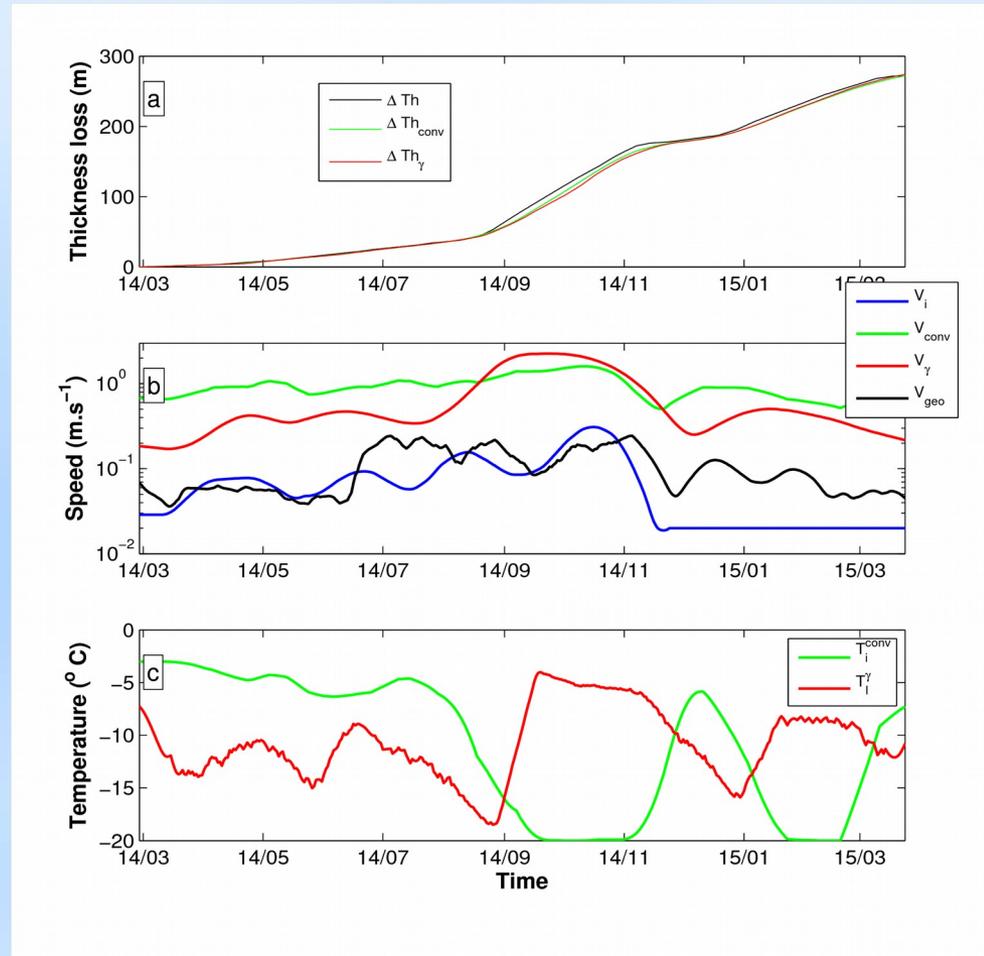
# Fonte

Les deux modèles reproduisent très bien la variation cumulée de perte d'épaisseur (+ de 99.9 % de corrélation et écart <5m)

Pour **CF** vitesse du courant très élevée (10x AVISO)

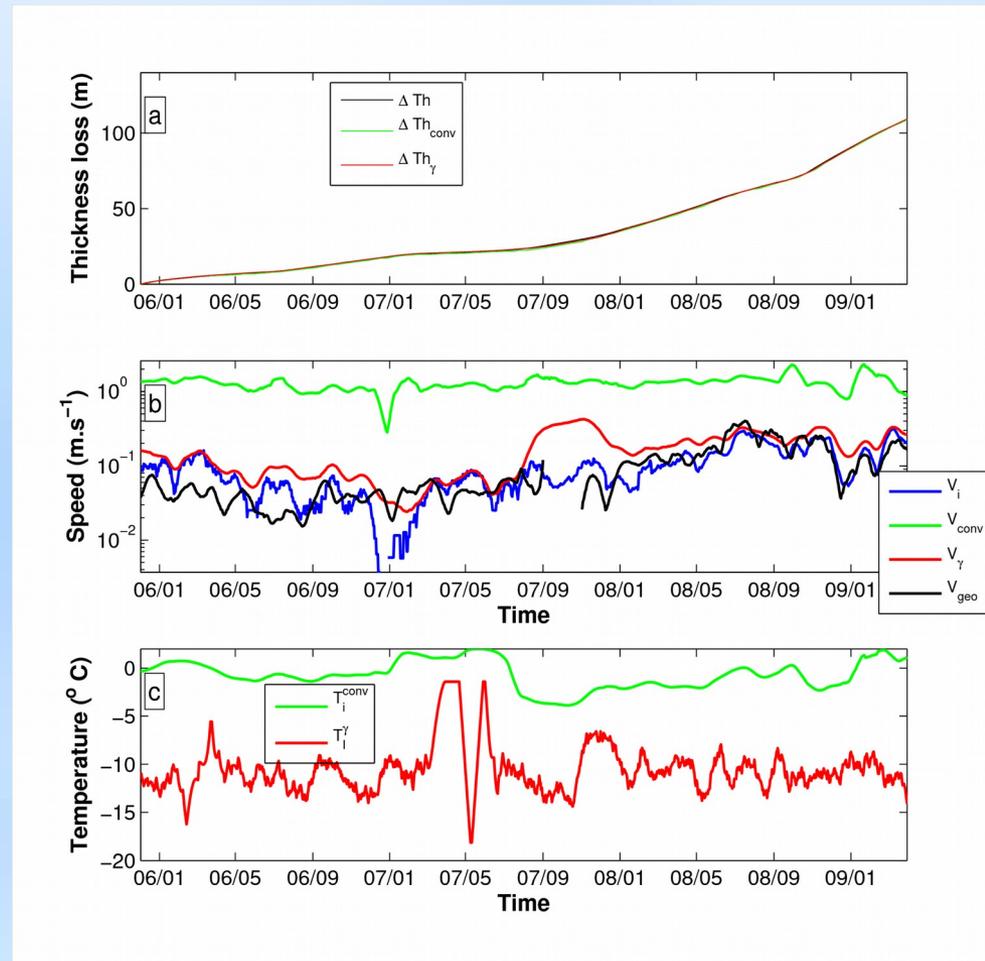
Forte variation de température.

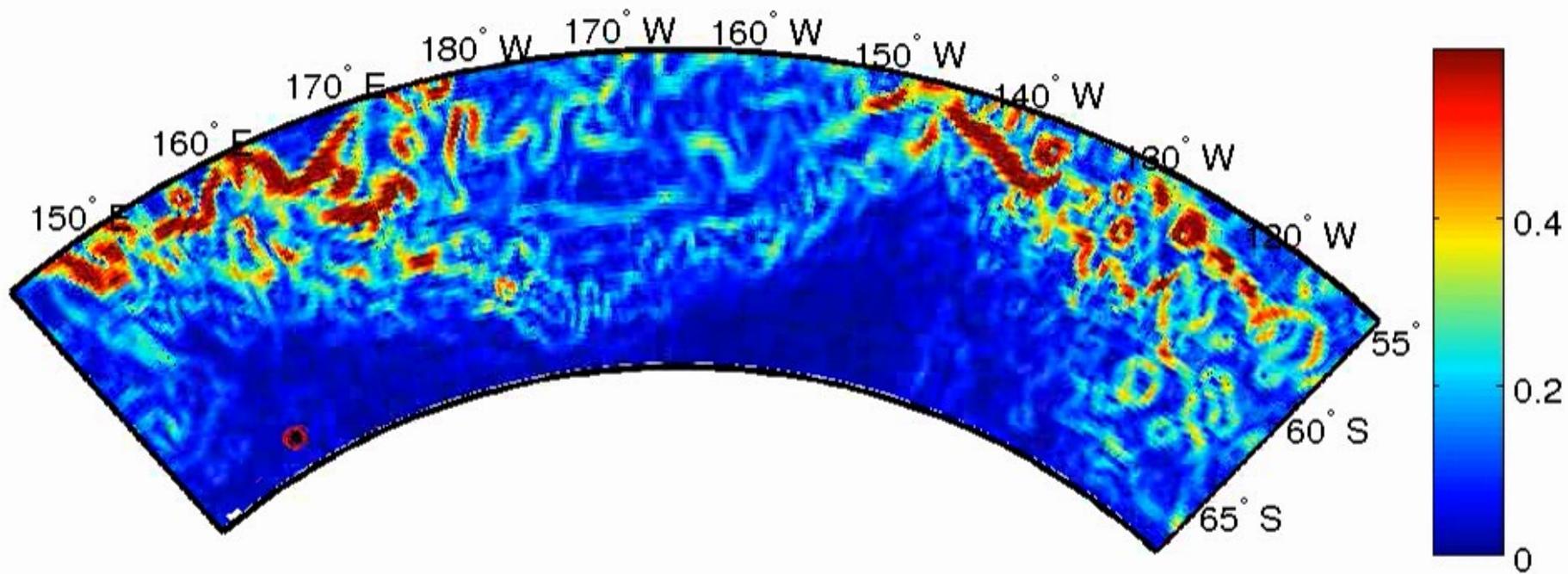
Pour C19a température >0 nécessaire pour converger



## Pour VET

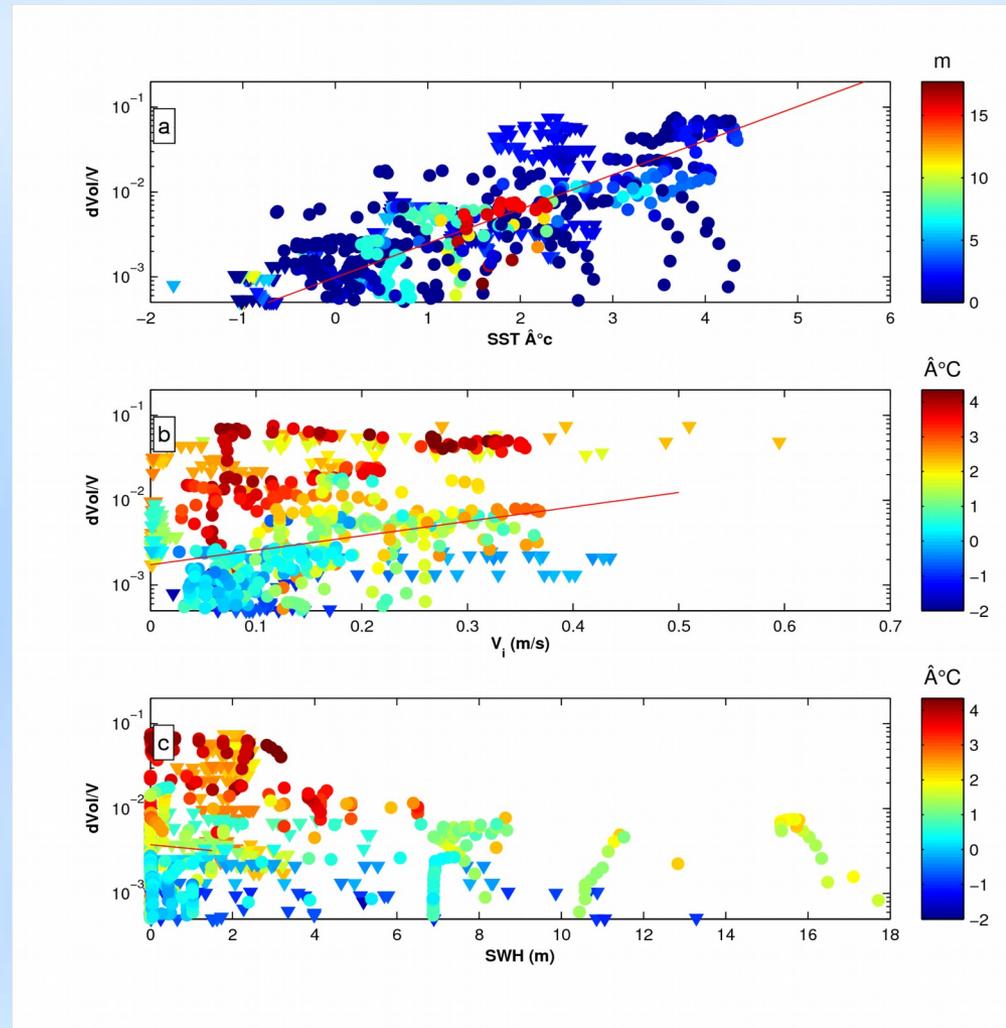
- Vitesse du courant beaucoup réaliste 1 à 2 x AVISO
- Température plus homogène mais variation rapide.
- VET apparaît plus réaliste que FC qui sous estime systématiquement la fonte si on utilise des vitesses de l'ordre de grandeur d'AVISO.





# Fragmentation

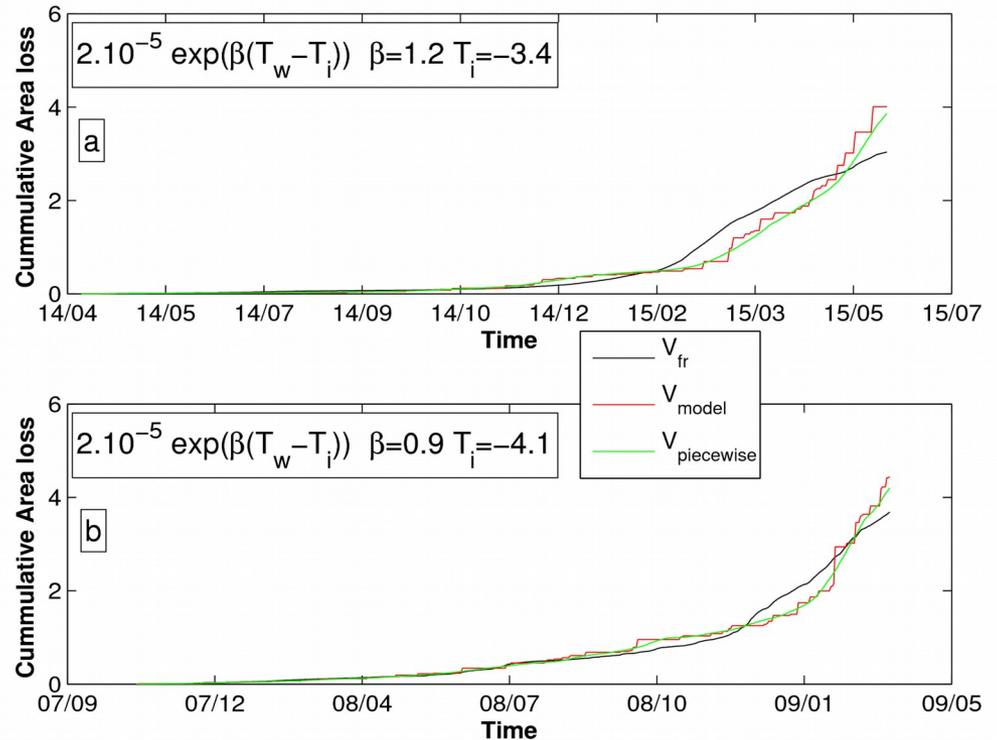
- Très peu d'études
- Pas de consensus sur une cause
- Gradient de température, flexion par les vagues
- *Peut-on estimer une formule bulk à partir de nos données ?*
- Corrélation avec  $\exp(\text{SST})$
- Peu d'effet des vagues ou de la vitesse



# Modèle de fragmentation

$$M_{fr} = \alpha \exp(\beta(T_w - T_i))$$

- Ajustement global
- Ajustement par morceaux
- Corrélation >99.5 %
- La fragmentation semble dépendre quasi exclusivement de la température

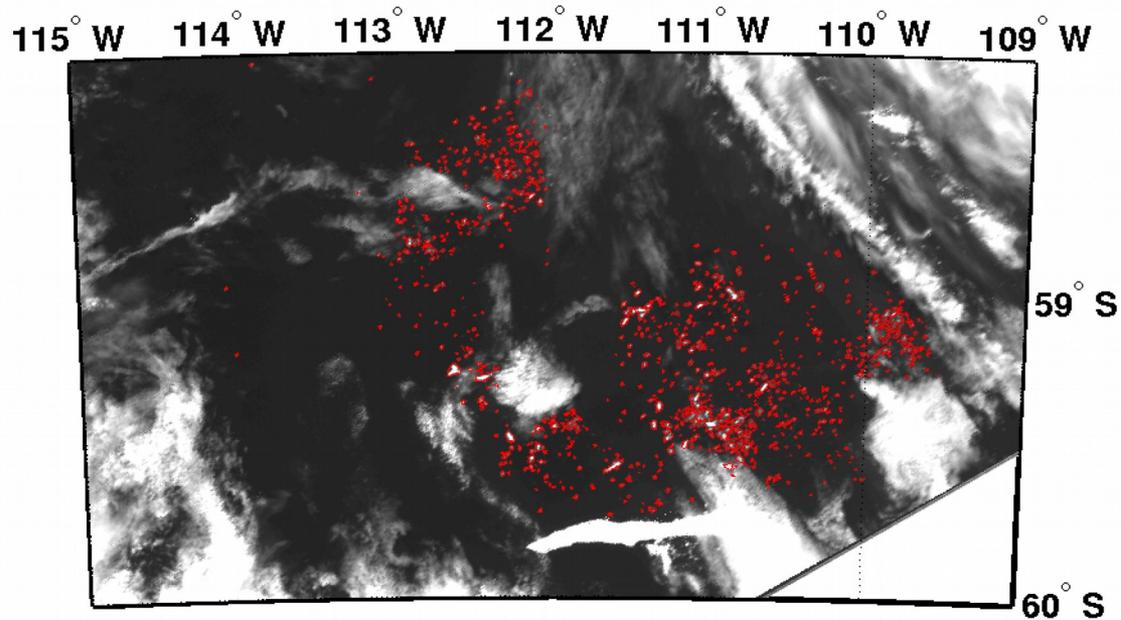


# La suite

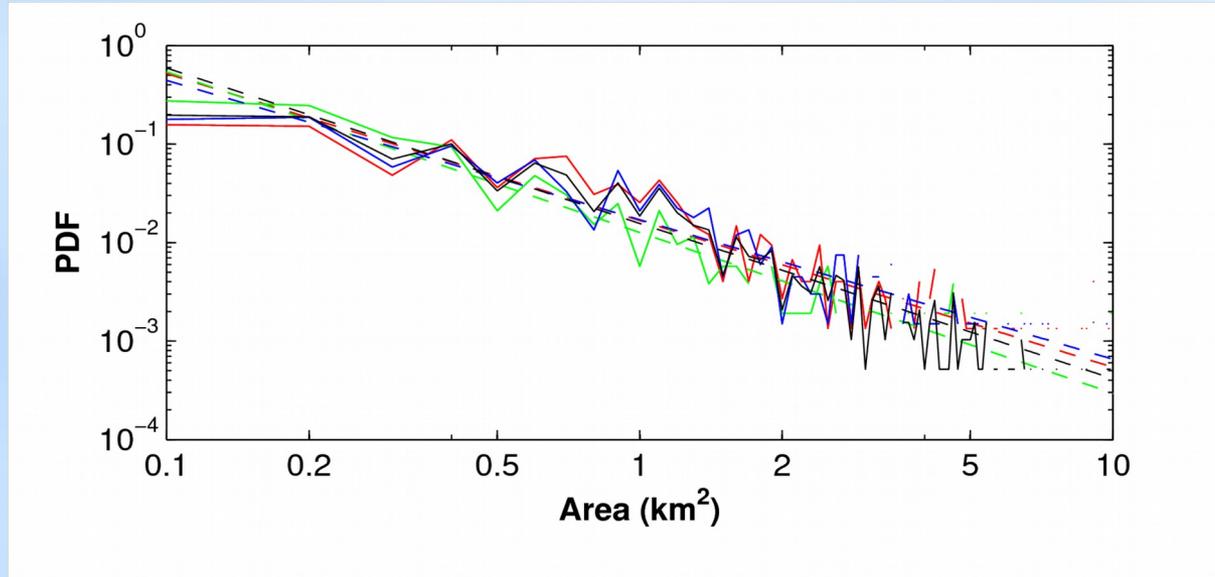
*Quel est le résultat de la fragmentation ?*

*Transfert d'échelle ?*

Analyse de la distribution de taille des fragments : Analyse d'image et de la base de données ALTIBERG



# 3 images des panaches d'icebergs associés à C19a



Pente en -1.5 idem à distribution générale

# Petits icebergs générés par C19a

Petits icebergs ALTIBERG coincidents

Panache

Surface = 1/2 perte (icebergs >10km<sup>2</sup>)

