

L'année polaire internationale et les calottes polaires:

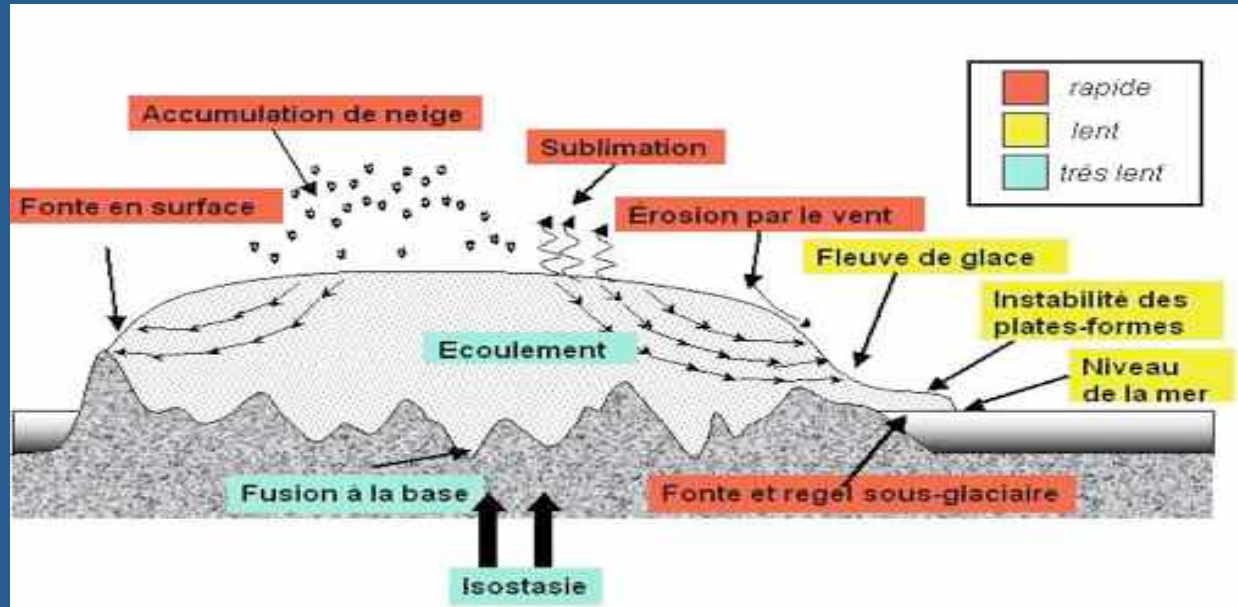
Frédérique Rémy et Etienne Berthier

Etat de santé des calottes et niveau de la mer

Avec la participation de
Michel Fily (LGGE)
Christophe Genthon (LGGE)
Martin Horwath (Legos)
Benoît Legrésy (Legos)
Emmanuel Lemeur (LGGE)



Comment mesurer le bilan de masse ?



Le volume dépend de l'équilibre entre les chutes de neige accumulée et le flux de glace sortant

Changement de volume actuel (observations directes) et futur (modèle et observations)

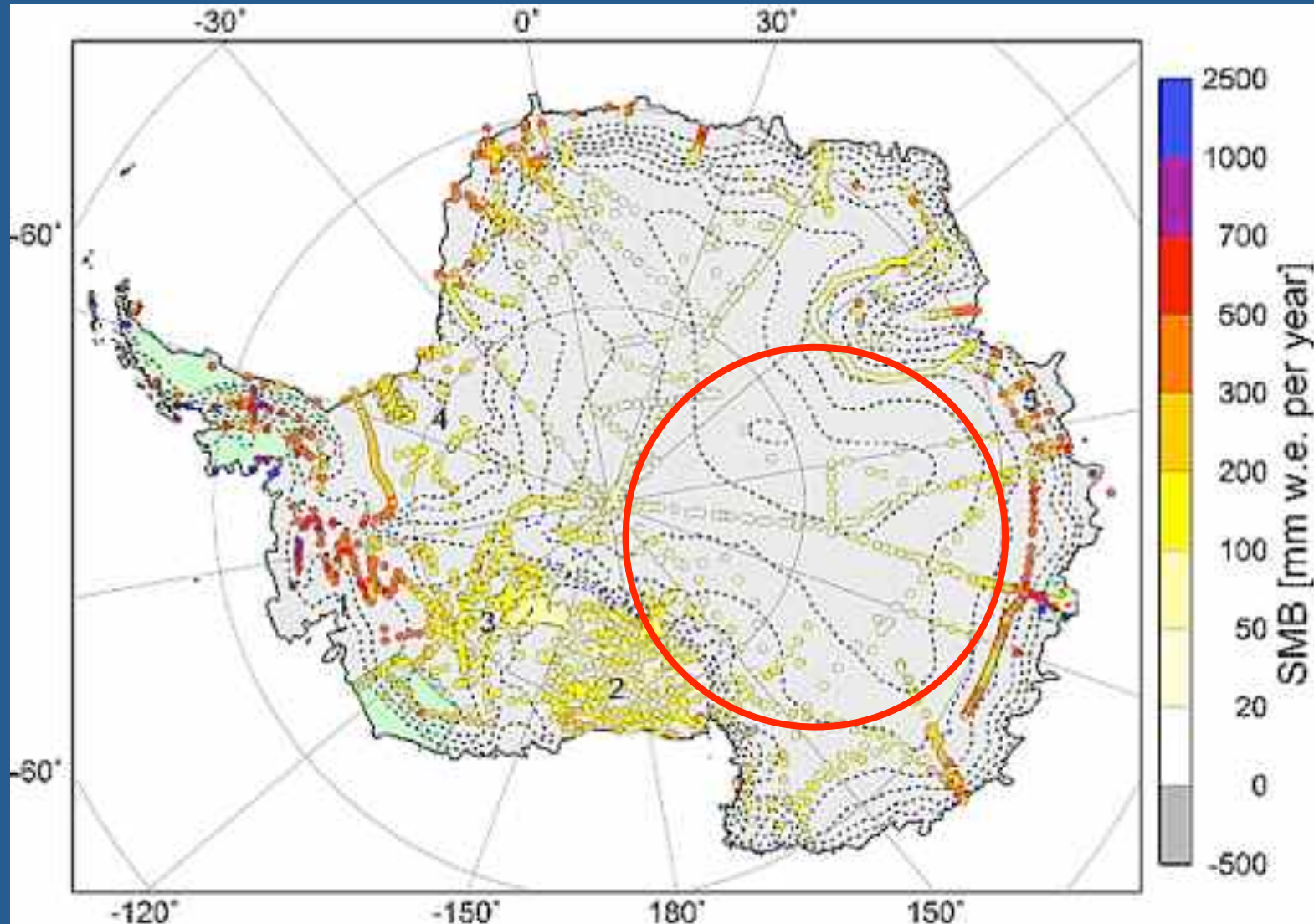
- Suivi des taux d'accumulation, des variations climatiques
- Suivi des vitesses d'écoulement à la côte, dynamique
- Suivi du volume

Mesures d'accumulation de neige



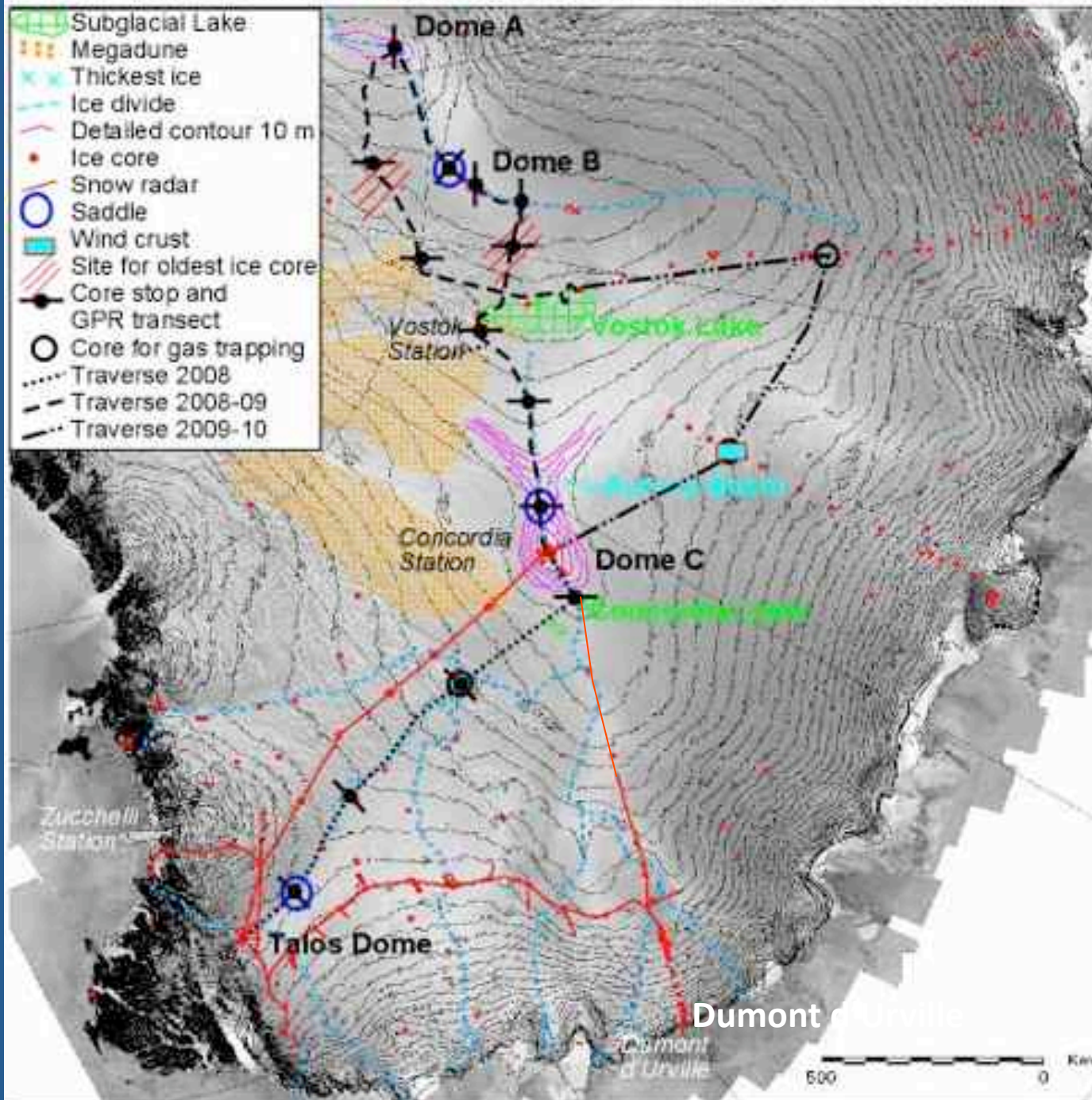
Des raids scientifiques

Mesures d'accumulation de neige



1 point pour 6500 km² en moyenne

TASTE-IDEA TRAVERSE TALOS DOME-DOME A



M. Fily

Concordiasi

Améliorer les modèles de prévisions et de climat à partir de télédétection et des mesures terrain.

Avènement des sondeurs avancés (AIRS, IASI). particulièrement utiles pour les zones polaires.

Une constellation de 18 ballons dérivants CNES à longue durée de vie, permettant des mesures dans la basse stratosphère et des sondages sur l'ensemble de l'Antarctique.



(C. Genthon)



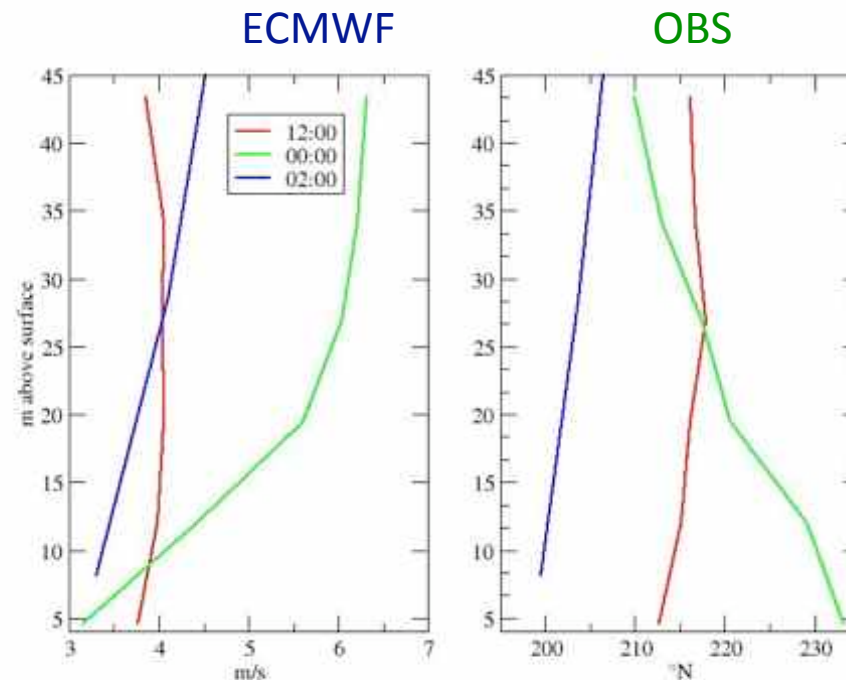
Aerovane

Radiation shielded
Thermo-hygrometer

... caractéristiques que les analyses météorologiques de routine du Centre Européen de Prévisions Météorologiques à Moyen Terme ne reproduisent pas très bien!

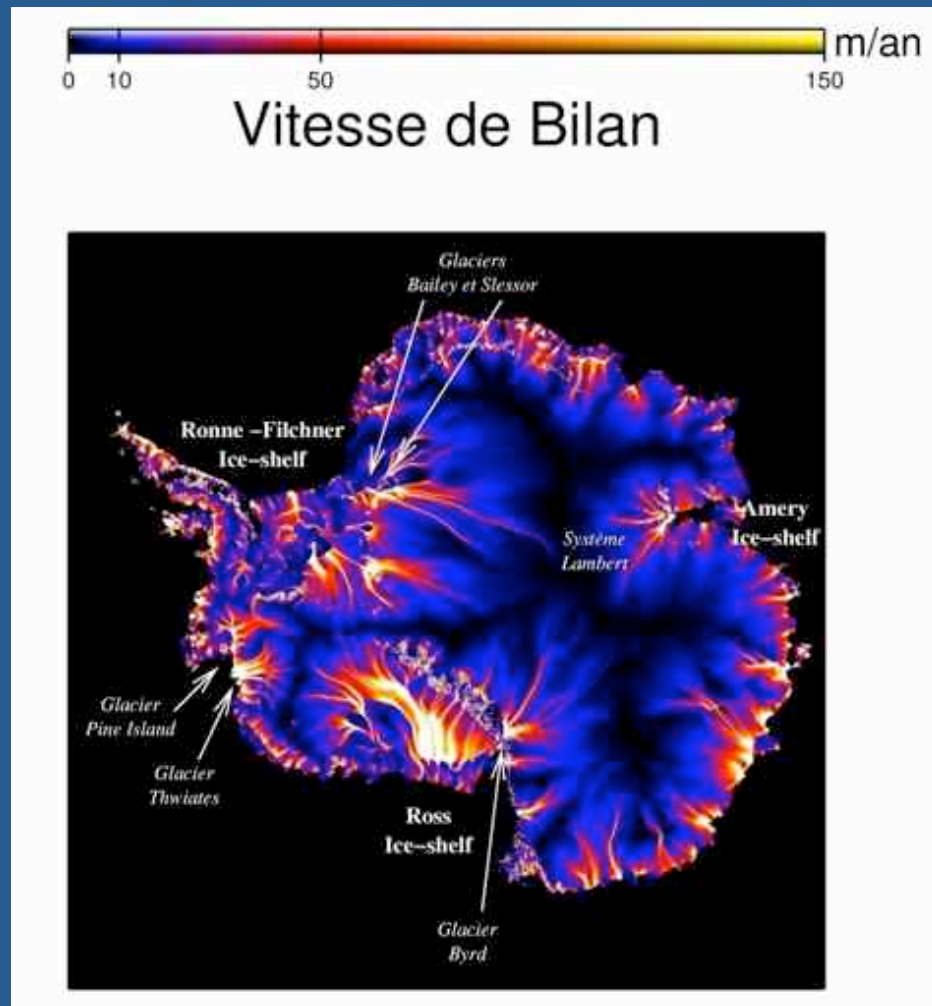
Renforcement des observations météorologiques à Concordia (radiosondages et observations de couche limite).

Des observations de la basse couche limite du plateau Antarctique (tour de 45 m), dont les caractéristiques météorologiques sont très spécifiques et déterminent largement la relation entre la surface (où sont faites la plupart des observations) et l'atmosphère libre,...



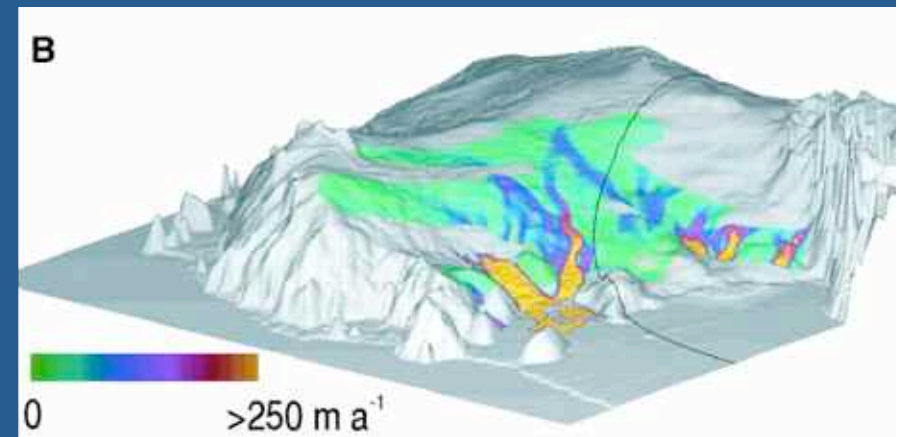
Cisaillement de vent et direction (spirale d'Ekman)

Vitesse d'écoulement de la glace : systèmes glaciaires côtiers



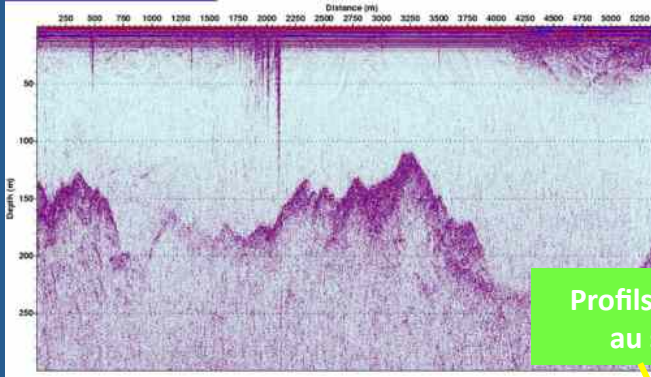
90% de la glace est évacuée par quelques dizaines de glaciers

→ Importance de leur suivi

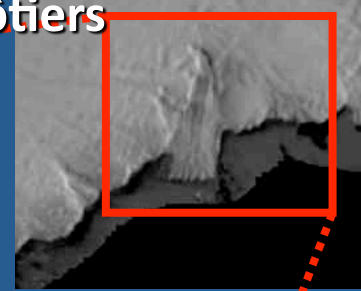


Système glaciaire côtier

DACOTA : Problématique scientifique : systèmes glaciaires côtiers



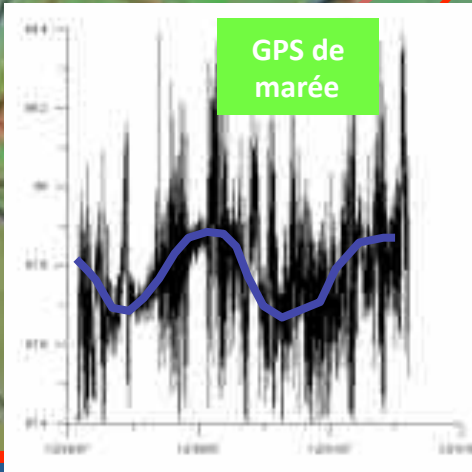
Profils radar au sol



Campagnes radar aéroportées



GPS permanents

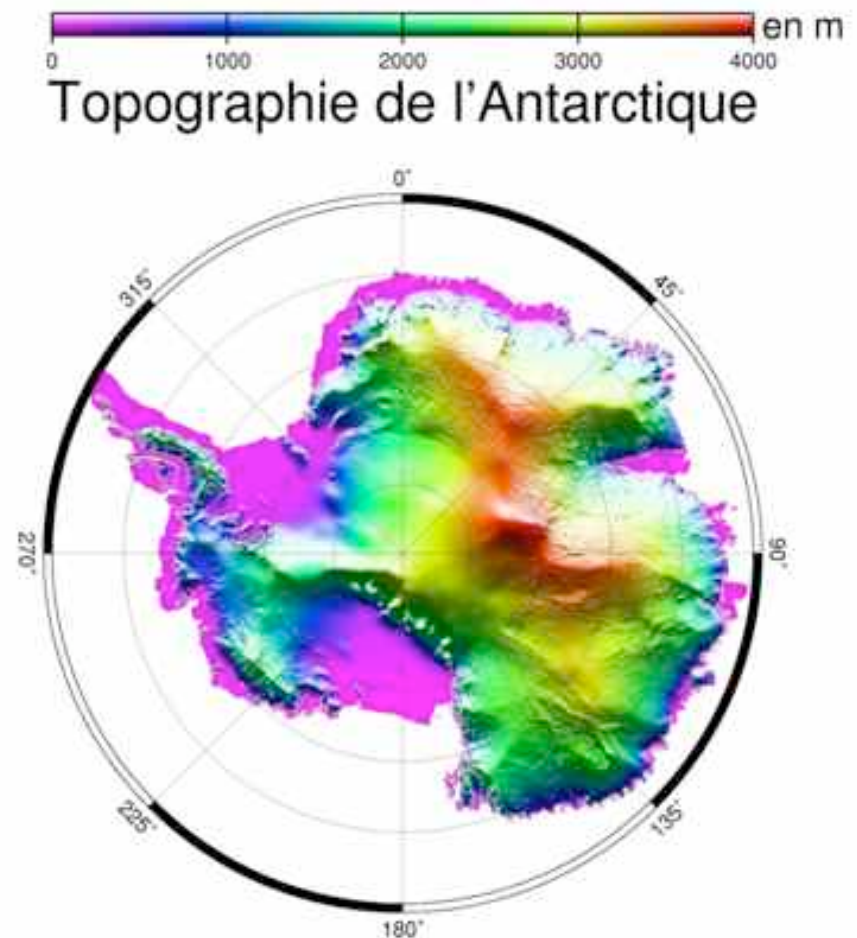


Observations directes de la topographie des calottes et de leur volume

Bilan de masse direct avec des mesures répétées

Dynamique & processus sous-glaciaire (détection de lacs et de réseaux hydrologiques sous-glaciaires)

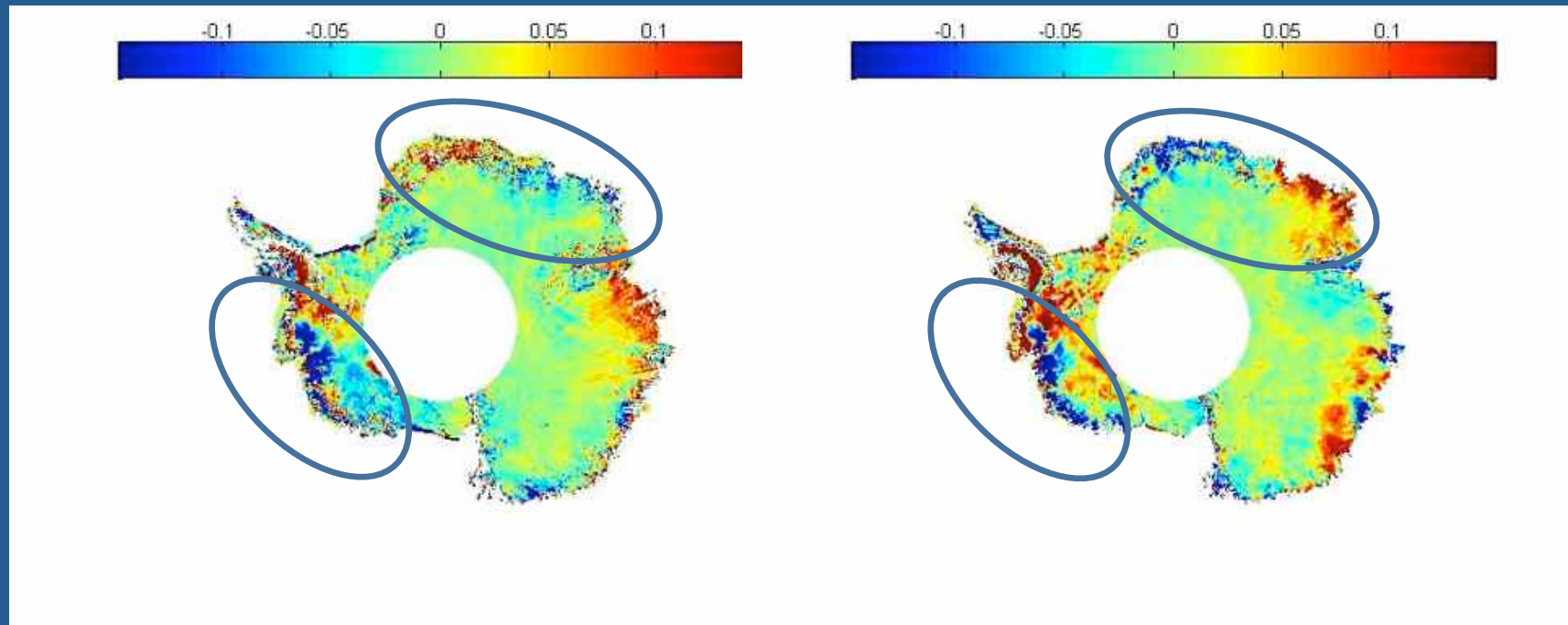
Modélisation (contrainte la plus forte pour tester les modèles ou les initialiser: vitesse, direction en dépendent)



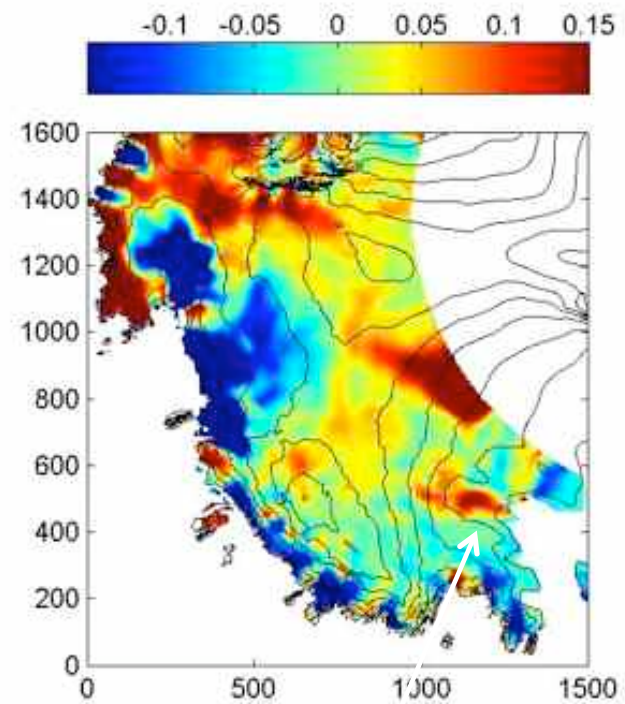
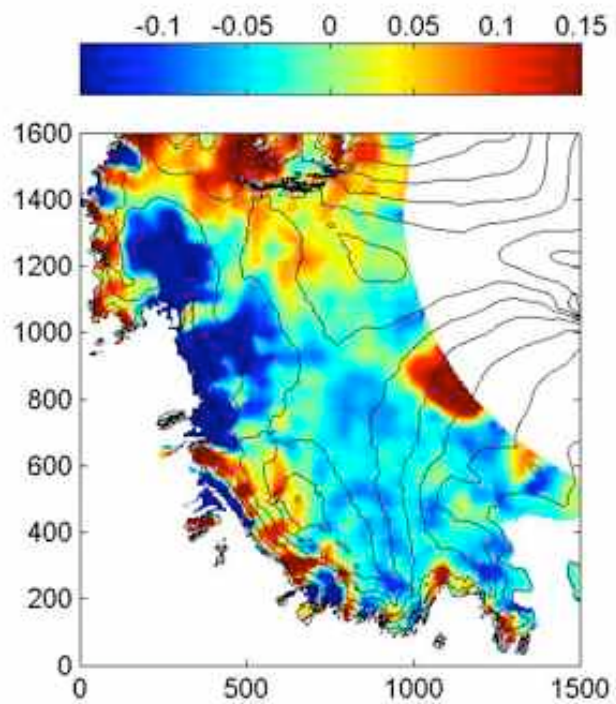
Variations de volume de la calotte Antarctique

ERS 1995-2003
 $dH = 0.004 \pm 0.28 \text{ m}$

Envisat (2002-2007)
 $dH = 0.011 \pm 0.33 \text{ m}$



Antarctique de l'Ouest

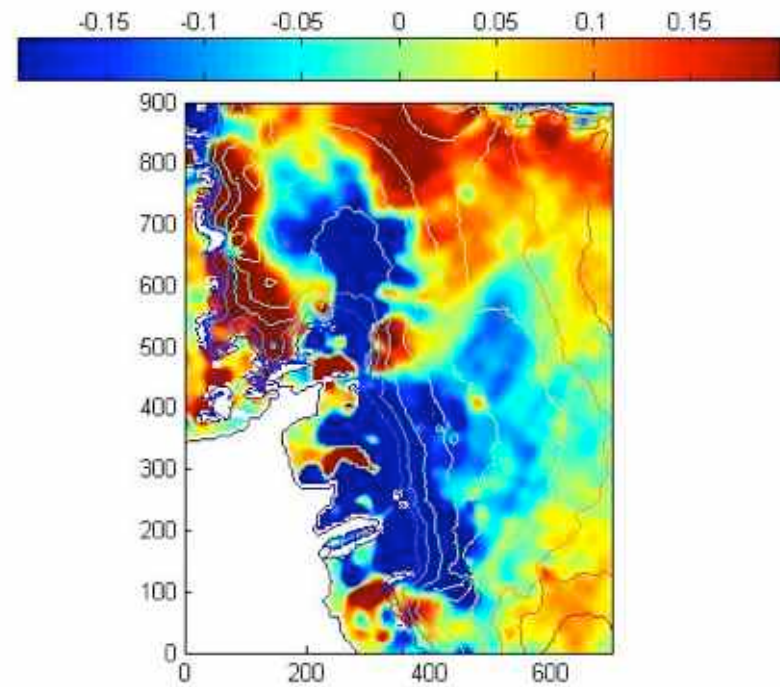
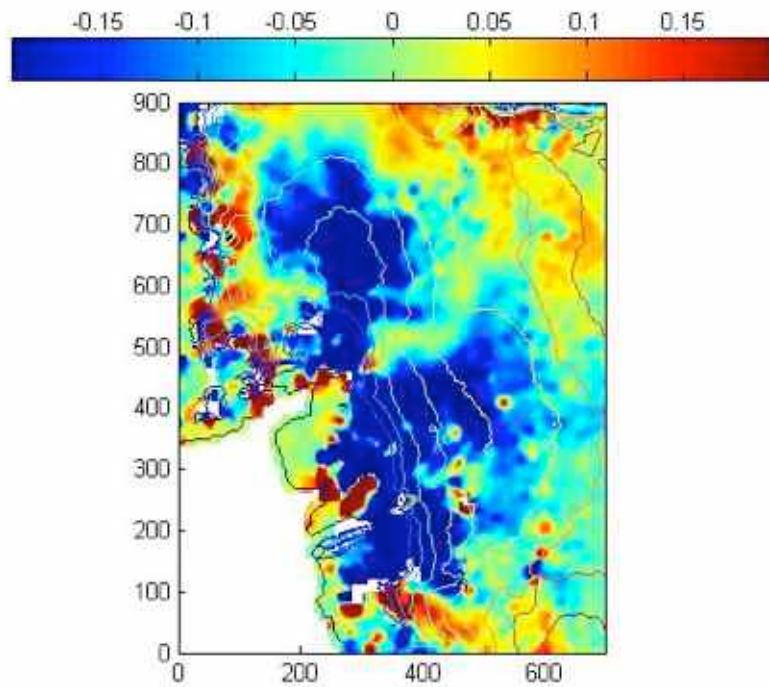


Quelques glaciers « grossissent » ...

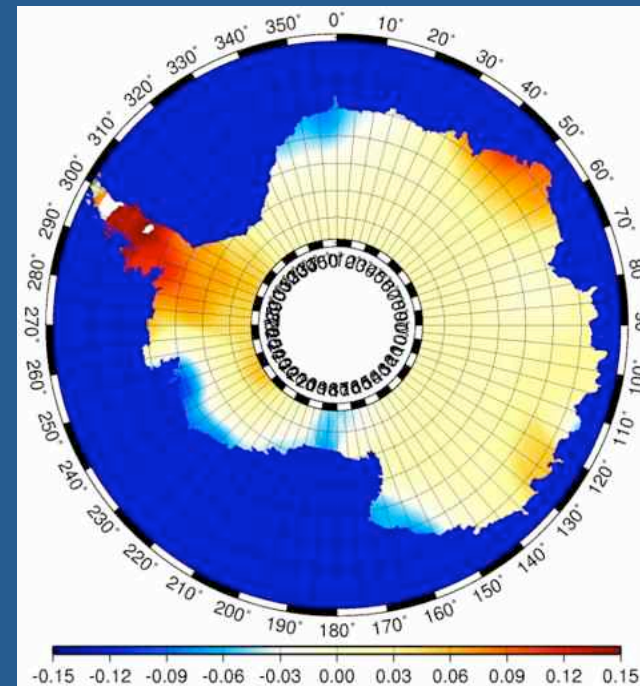
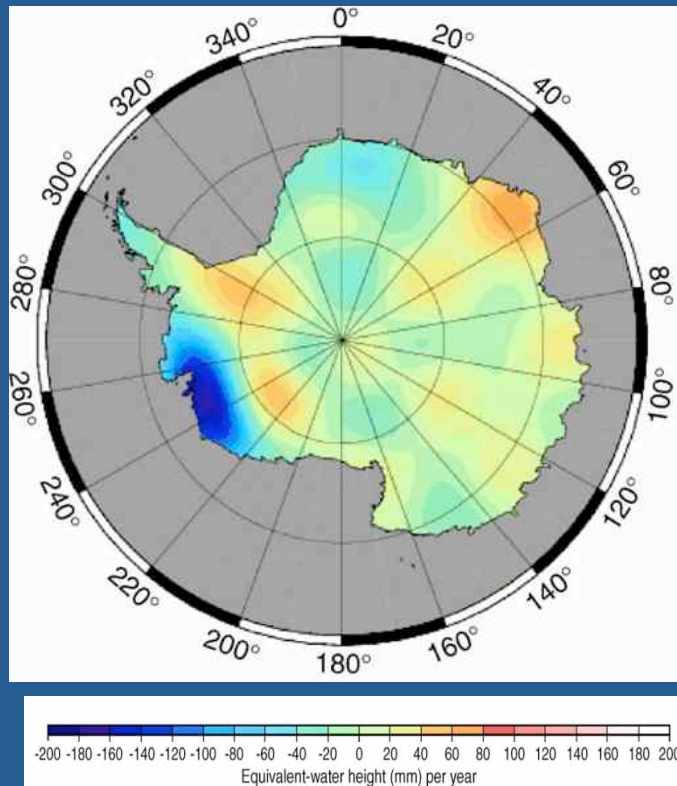
Pine Island Glacier- Twaites sector

Perte mesurée par ERS : 58 km³/yr

par Envisat : 53 km³/yr



Compare GRACE et ENVISAT



Ramillien et al. 2006

Bonne correspondance, la différence d'intensité vient de la cause du changement (neige de densité 0.35 g/cm^3 , ou glace de densité 0.9)

M. Horwath

Le problème: l'altimètre ne fonctionne que sur de grandes surfaces, peu pentues

→ Pas de mesure sur les glaciers et petites calottes polaires ni sur les bords des calottes



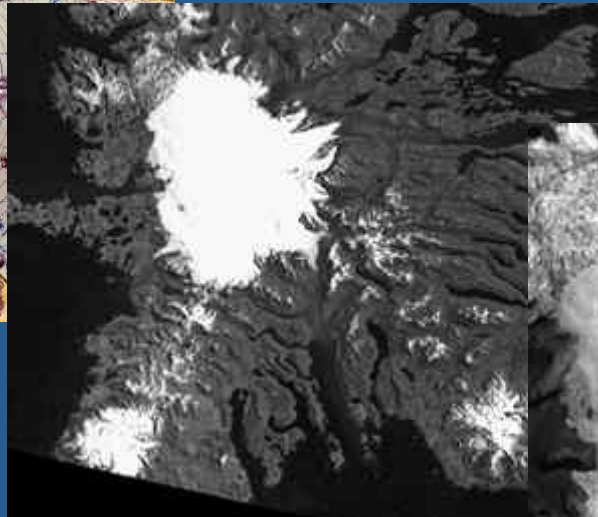
→ Besoin d'autres méthodes

Imagerie optique

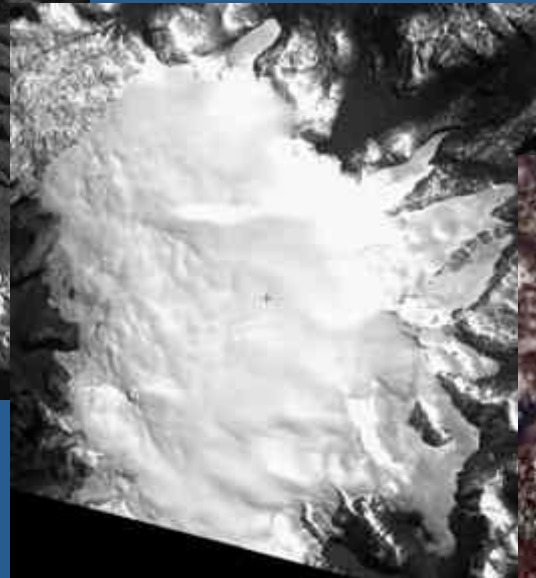
IGN (1963)



LANDSAT (2001)



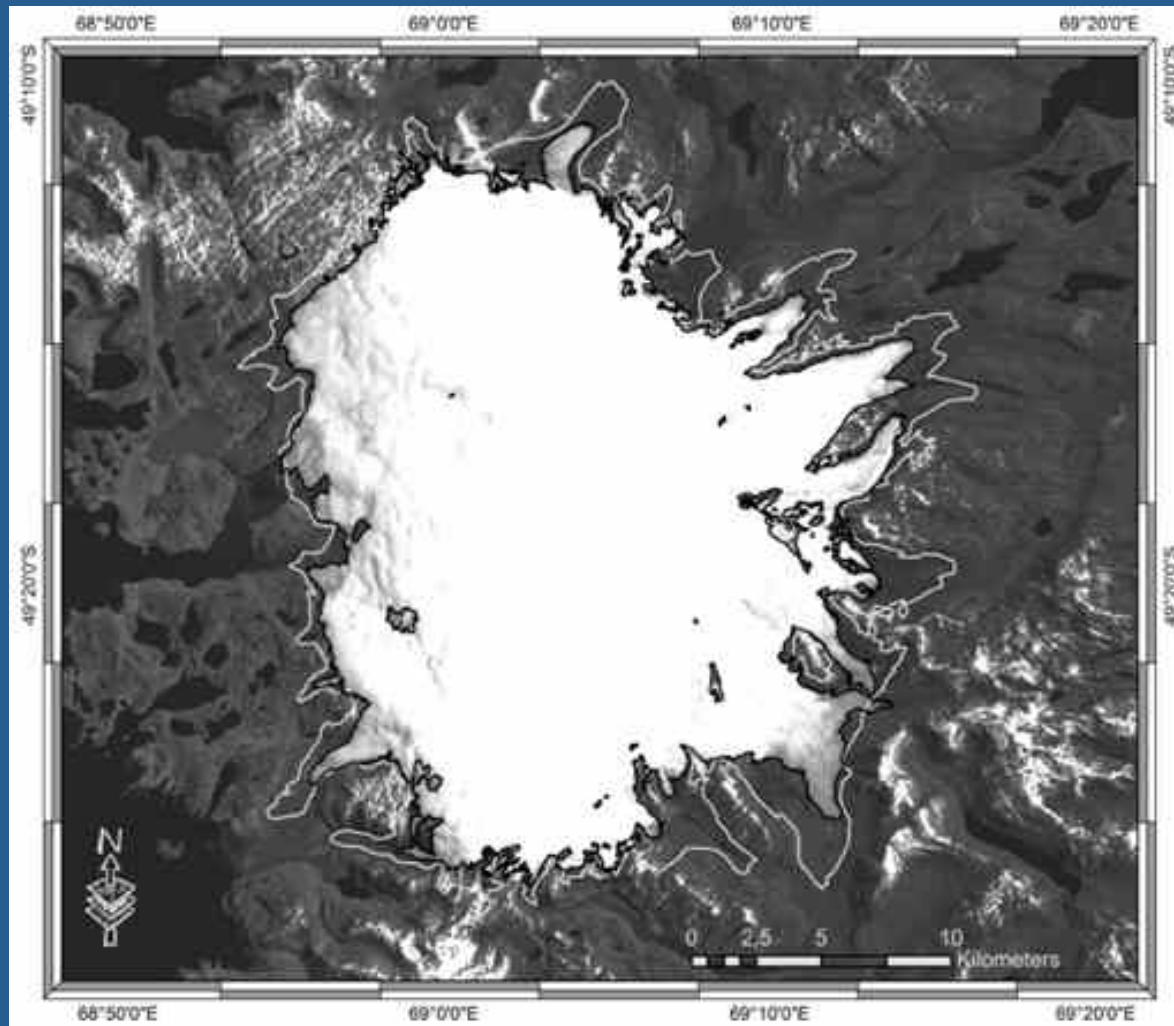
SPOT (1991, 1994, 2003)



ASTER (2005, 2006)



Variation de l'étendue de la calotte Cook



1963 : 501 km²

-53 km²

1991 : 448 km²

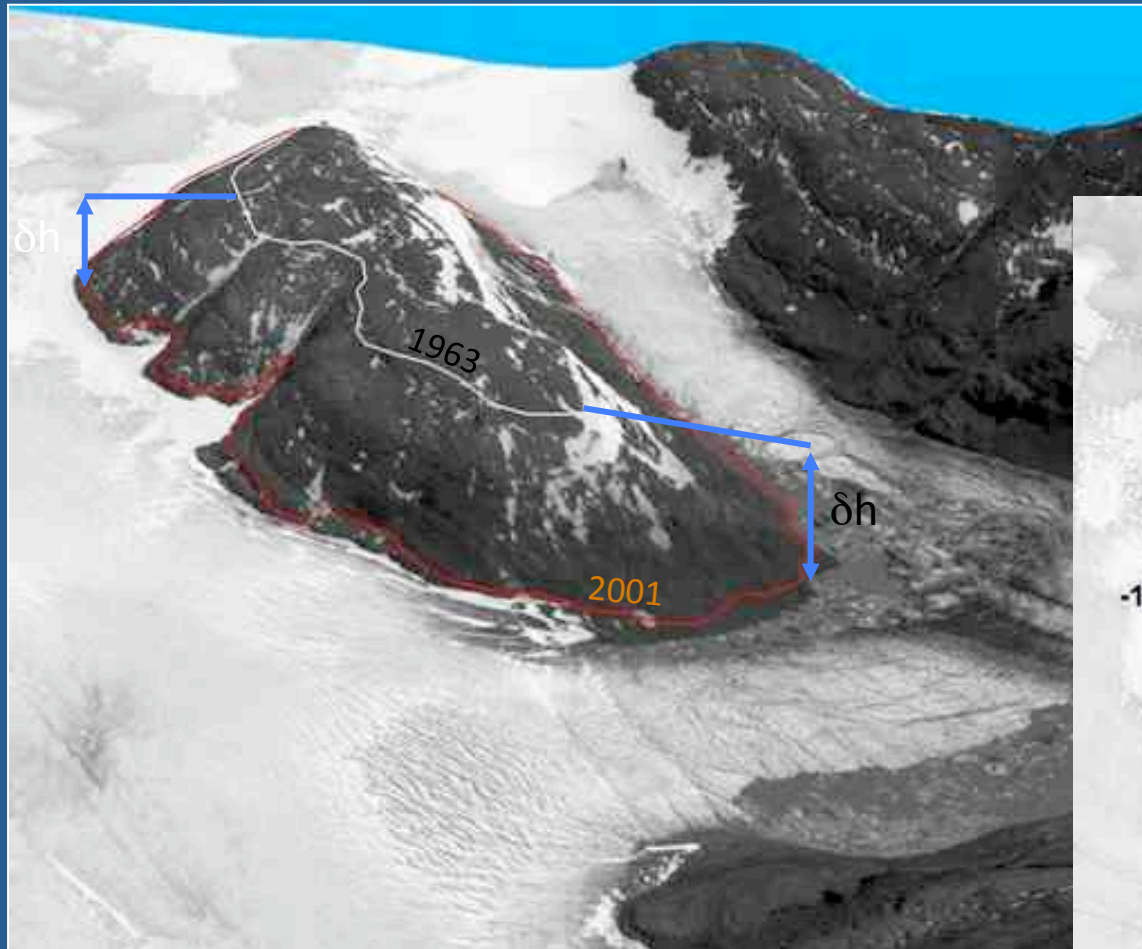
-45 km²

2003 : 403 km²

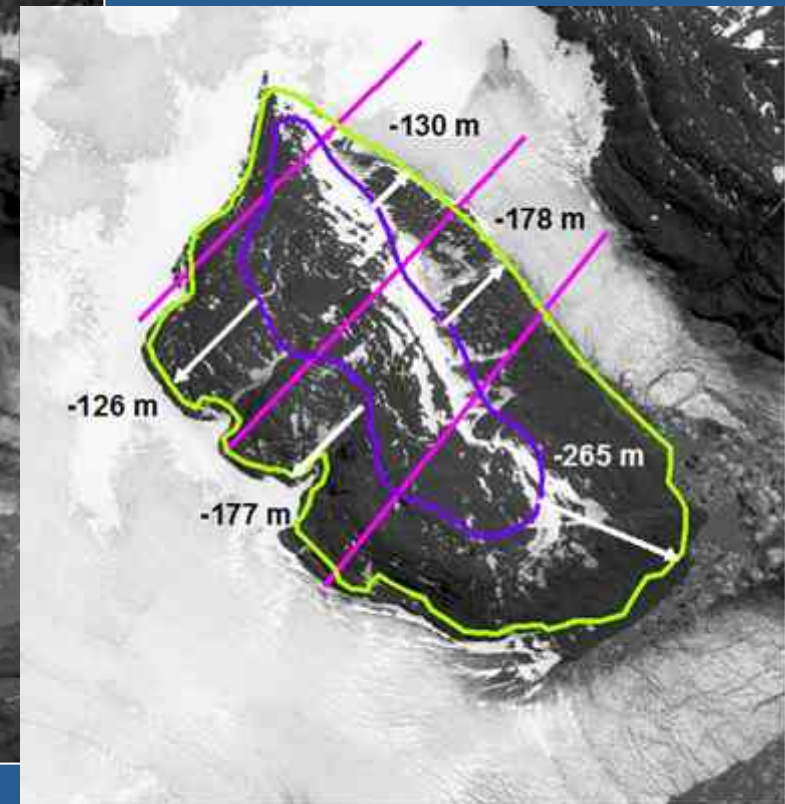
Reduction de 98 km² en 38 ans
= 19.7% de la surface initiale

Etendue du glacier en 1963 (en blanc) et en 2003 (en noir)

Pertes d'épaisseur de 1963 to 2000



Limite du Nunatak Lapparent en 1963 (blanc) & 2001 (rouge).



Variations d'épaisseur de glace autour du nunataks

Année Polaire Internationale & le projet GIIPSY



- **GIIPSY Global Inter-agency IPY Polar Snapshot Year**
- - **Faire un instantané des régions polaires avec toutes les données disponibles de tous les capteurs possibles**
 - NASA / JAXA / ESA / Canadian SA / DLR / NSPO / CNES /...
 - GIIPSY vise à coordonner ces opérations

→ **Contribution française (CNES, Spot Image)**

Utiliser les données HRS de SPOT5 pour faire la cartographie globale de toutes les zones englacées polaires → SPIRIT (resp. E. Berthier)

Calotte Devon vue par HRS





Le projet SPIRIT (CNES, Spot Image, Legos)

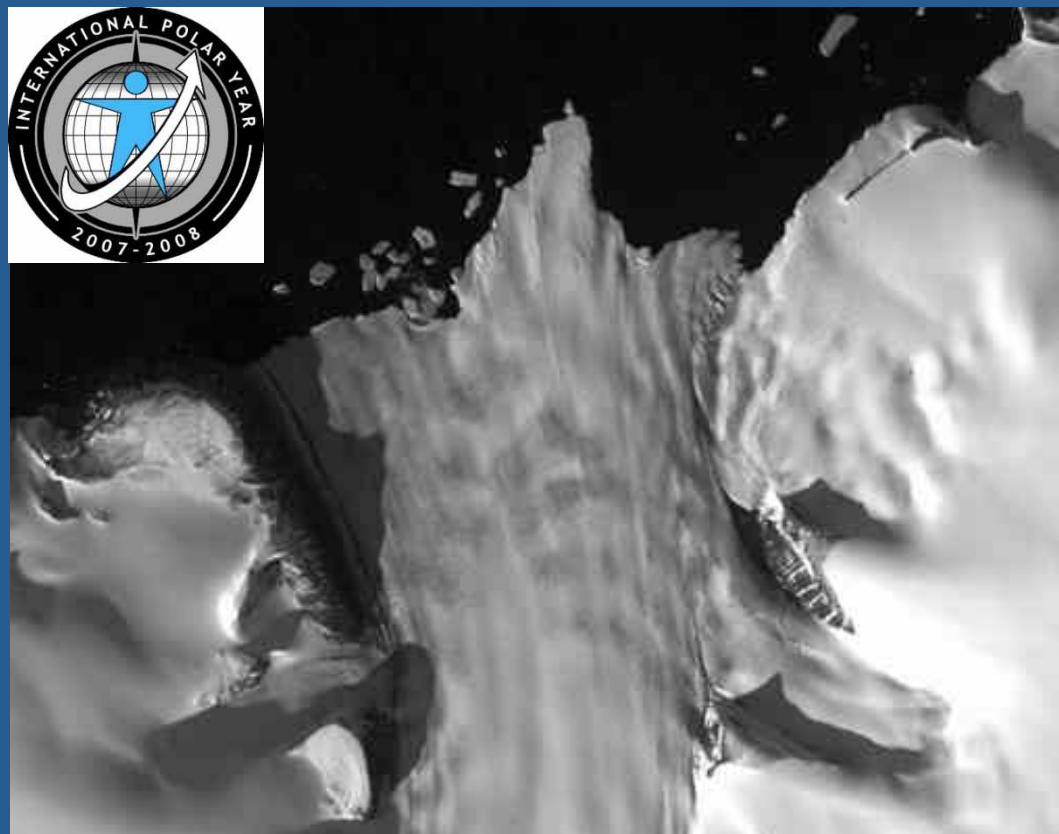
- SPIRIT = “SPOT 5 stereoscopic survey of Polar Ice: Reference Images and Topographies”

- **2 objectifs principaux :**

- Construire une large archive d’images des glaces polaires.
- Distribuer des topographies de ces zones aux scientifiques impliqués dans l’année polaire internationale

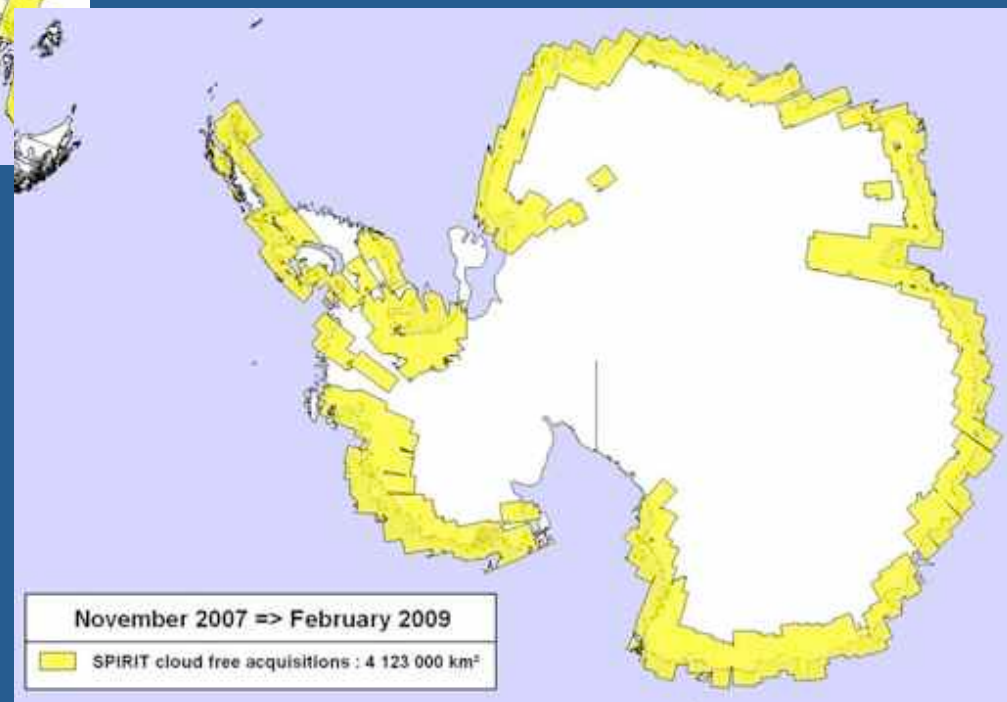
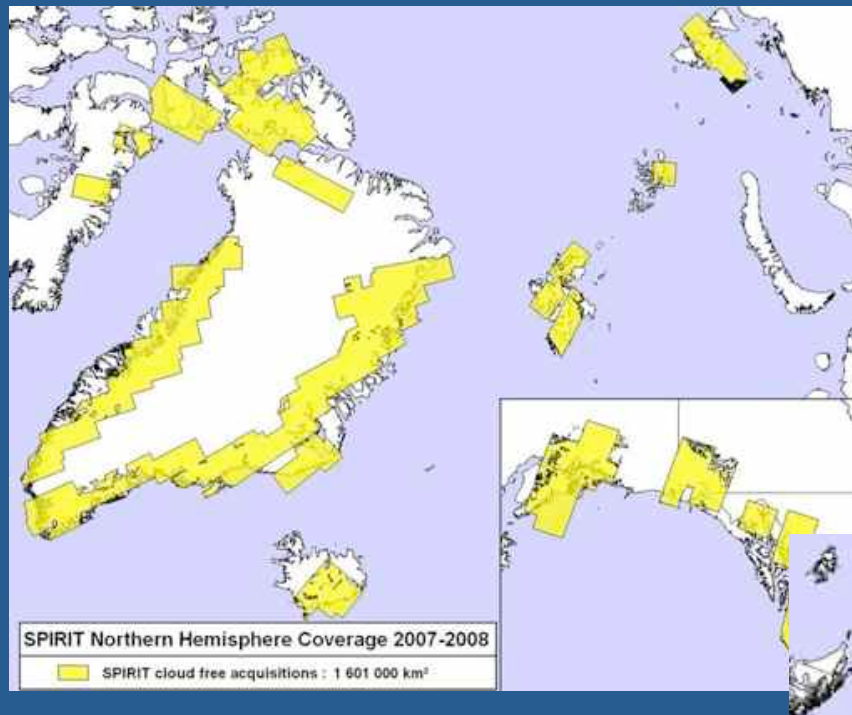
- **Quelques résultats**

- Une archive couvrant plus 6 Mill. km²
- Des topographies sur près de 200 zones (1.6 Mill. km²)
- 100 laboratoires / 20 pays

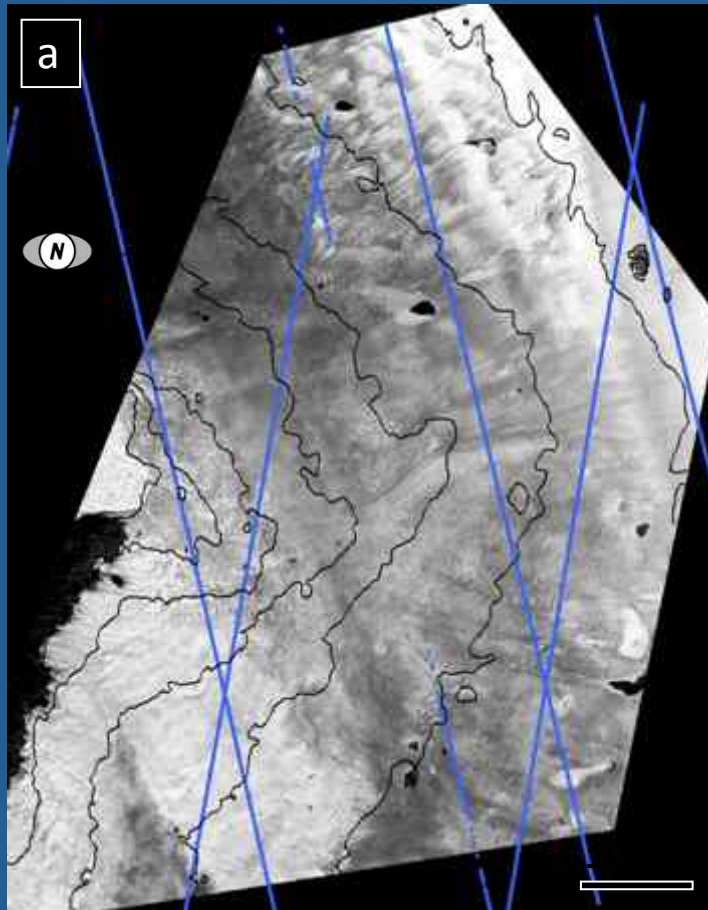


Vilcsek Ice Cap, Franz Joseph Land

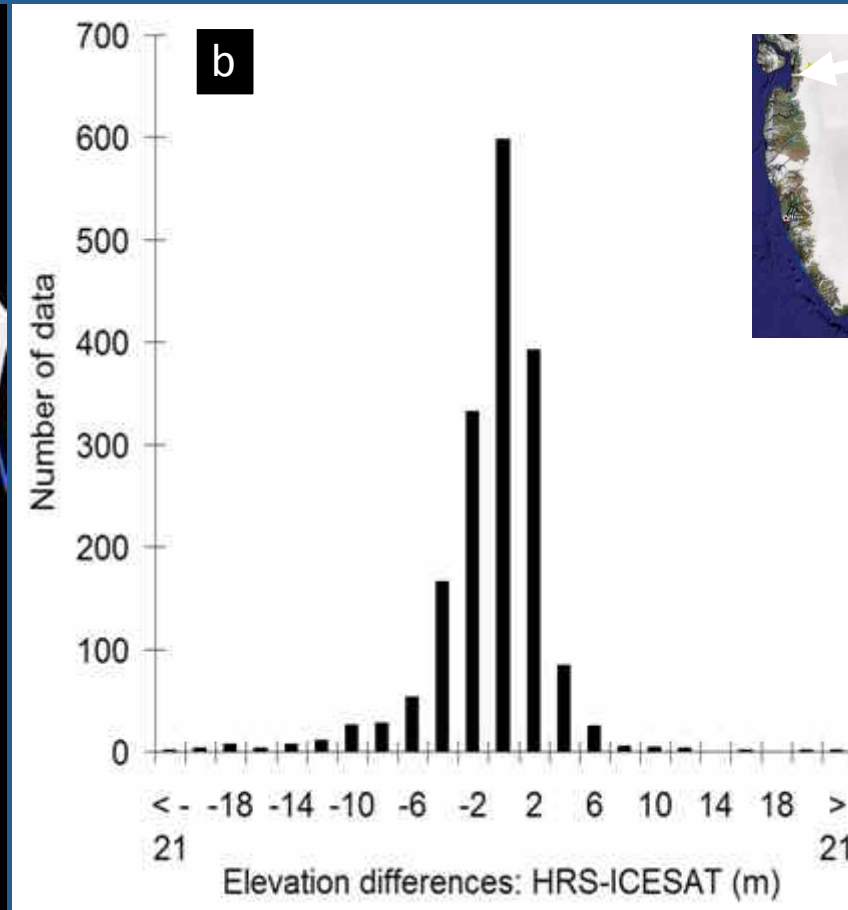
Couverture des acquisitions Arctique et Antarctique



Précision des MNT sur le Jakobshavn Isbrae Comparaison à des profils ICESat

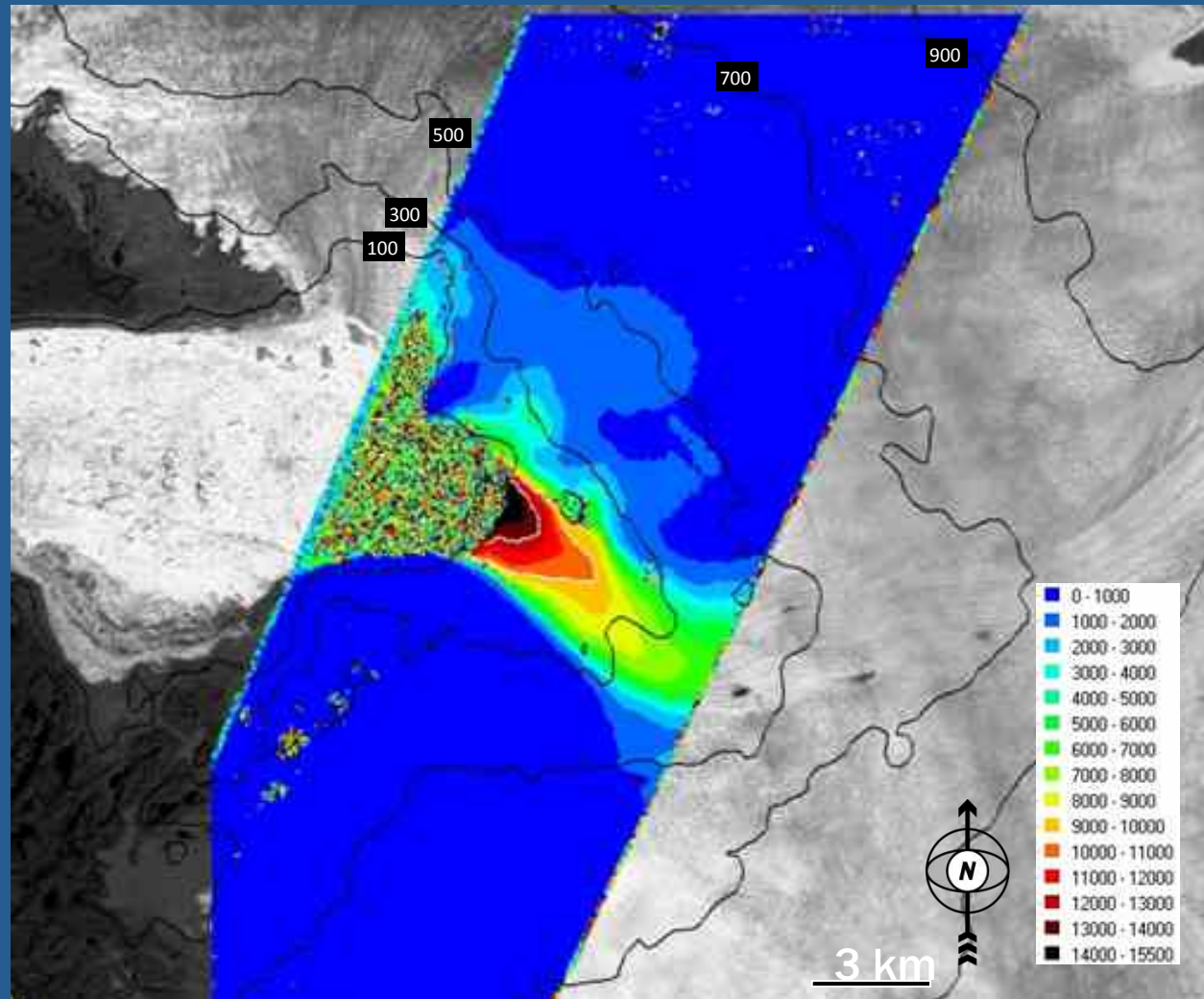


4 August 2007 HRS image



Différence moyenne = -0.6 m
Ecart-type = 3.5 m

Cartographie des vitesses du glacier le plus rapide du monde

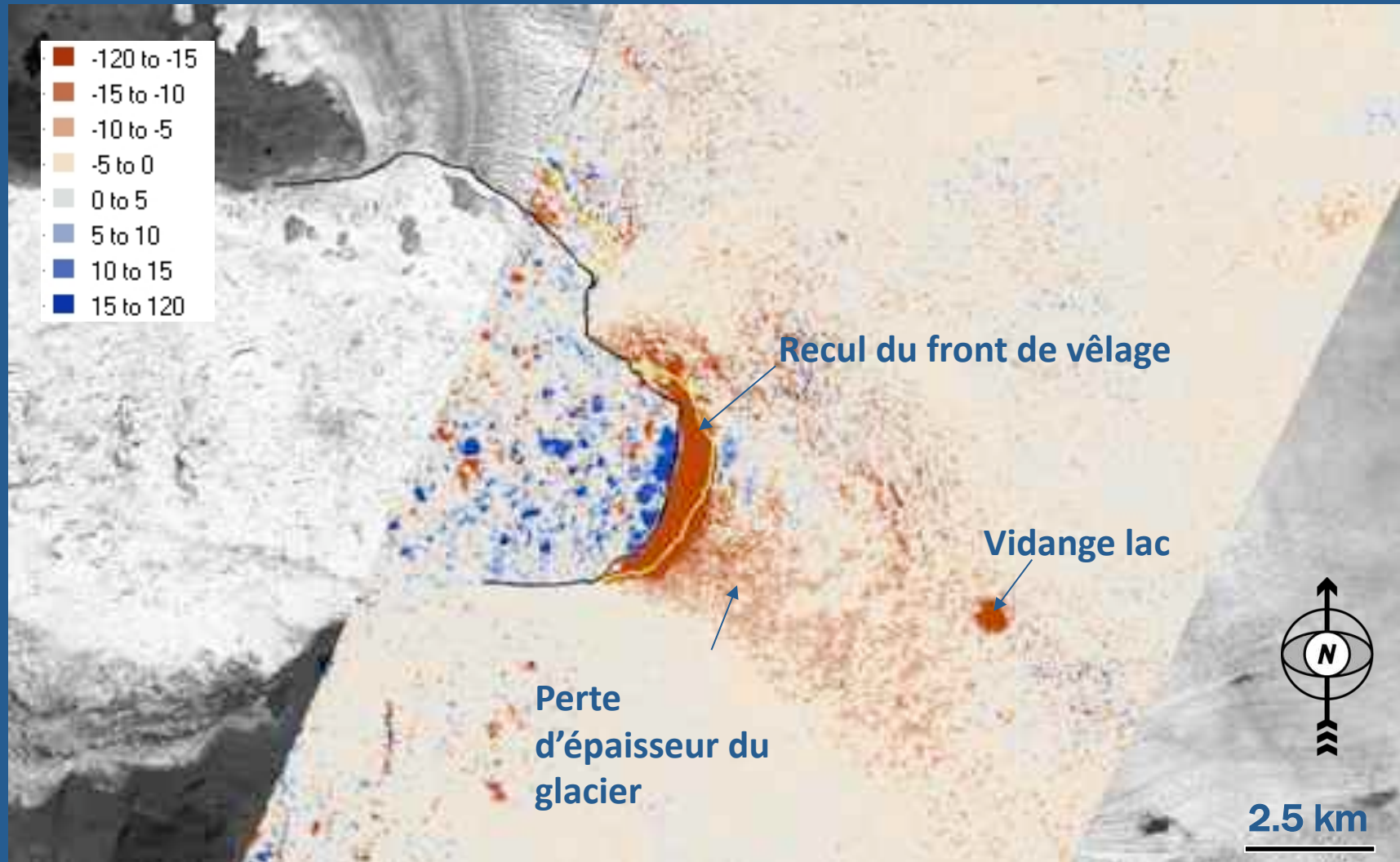


[Korona et al., 2009]

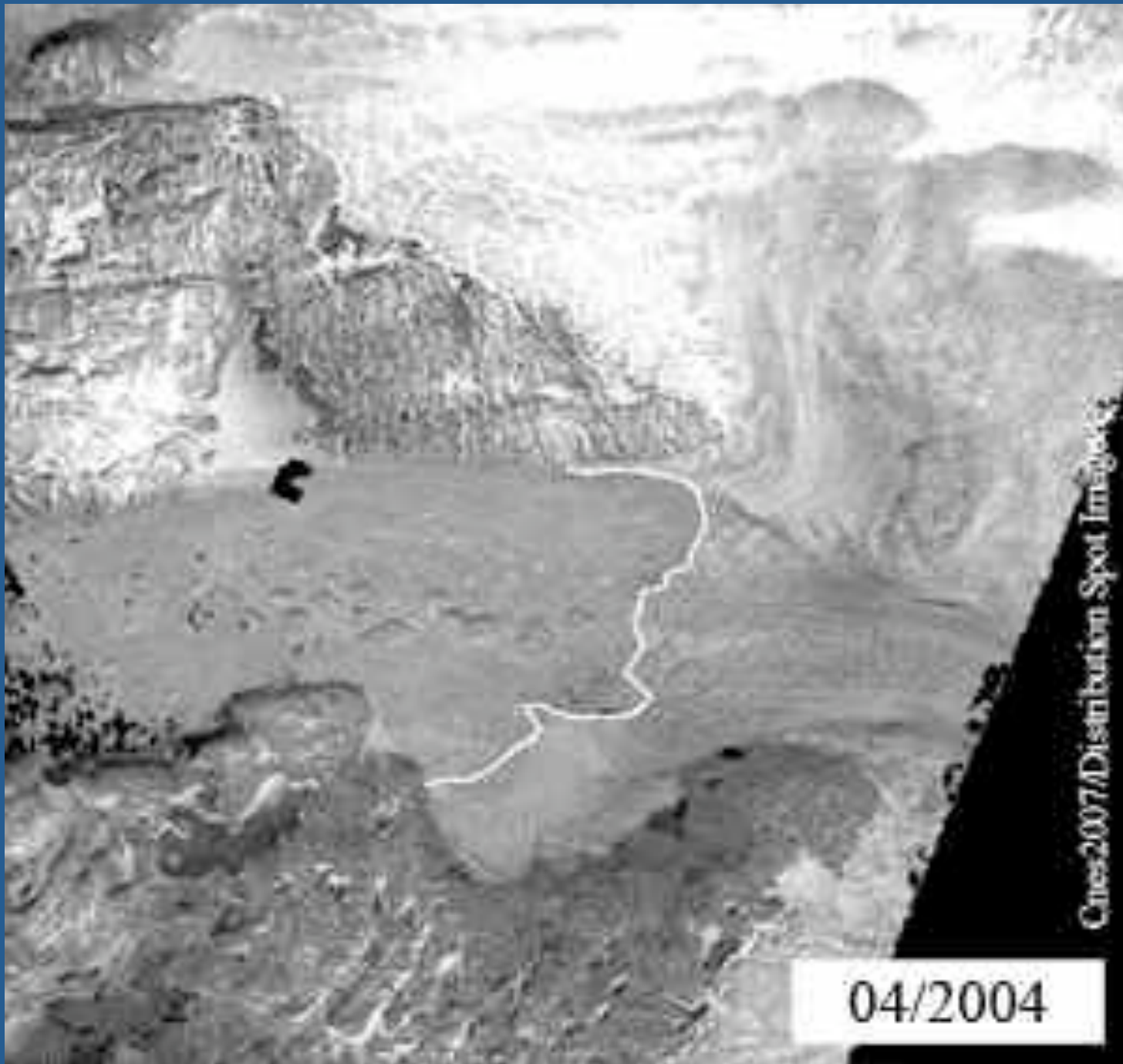
Carte des vitesses du Jakobshavn Isbrae ($> 15 \text{ km/an} = 50 \text{ m/jour} = 2 \text{ m/heure}$)

Variations d'épaisseur du glacier

court terme : 24 Juillet au 4 août 2007



Carte des variations d'épaisseur de la zone frontale du Jakobshavn Isbrae

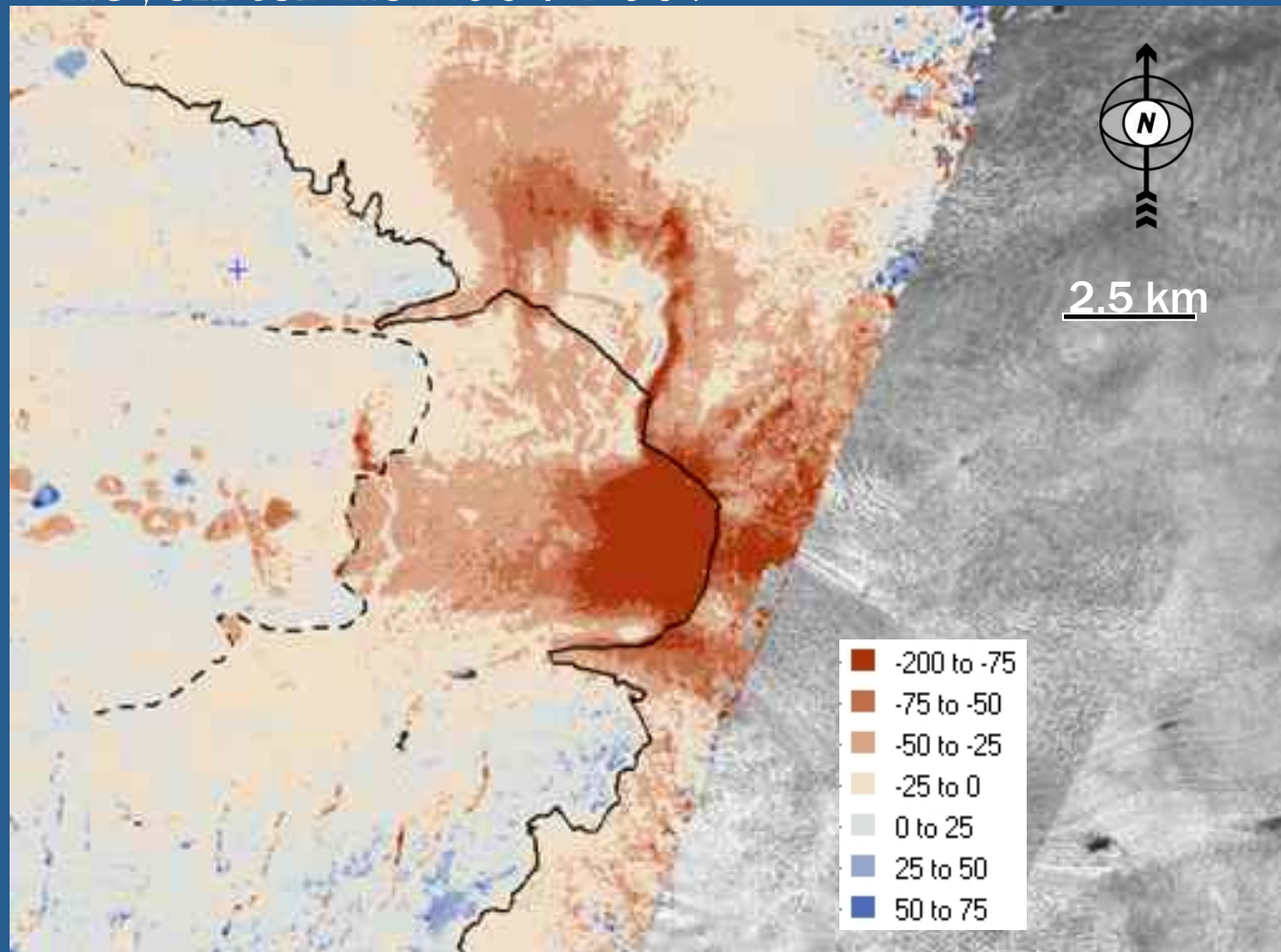


Cres2007/Distribution Spot Image44

04/2004

Variations d'épaisseur du glacier

moyen terme 2004-2007



Carte des variations d'épaisseur du Jakobshavn Isbrae entre 2003 et 2007

Bilan de l'année polaire



→ Effort de coopération et de coordination :
nombreuses actions concertées
Observations complémentaires autour d'un
même objet
Verrous sautés

