

Calottes glaciaires et niveau marin

Xavier Fettweis¹ et Frank Pattyn²

1 Université de Liège (ULg)

2 Université Libre de Bruxelles (ULB)

**Académie Royale de Belgique
Bruxelles, 13.03.2014**

Photo: Côte Belge, Noël 2005

Plan

1. Niveau marin
2. Groenland vs Antarctique
3. Bilan de masse
4. Climat présent
5. Projections futures
6. Conclusions

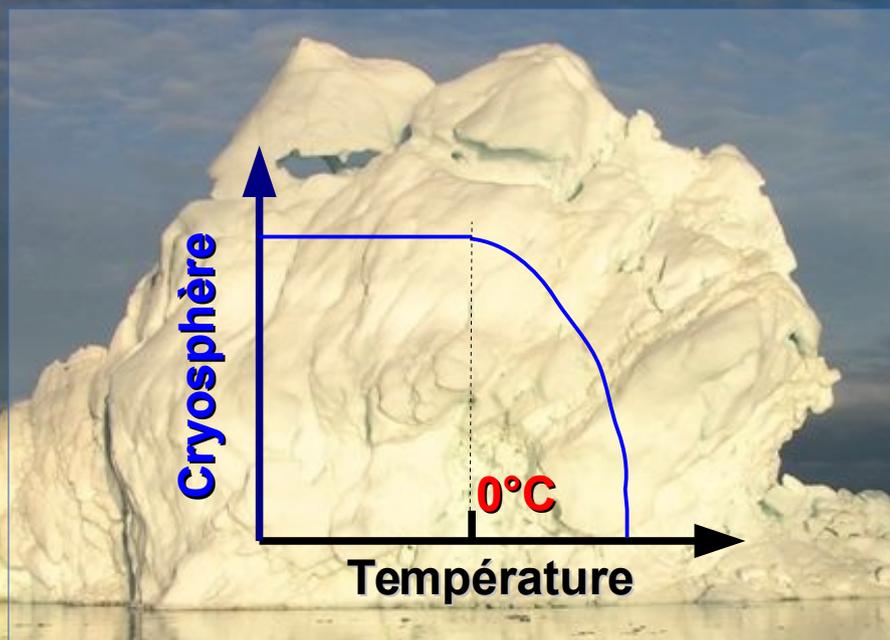
Référence :

IPCC 2013 : Climate Change 2013: The Physical Science Basis

<http://www.climatechange2013.org/>

Photo : Zone d'ablation, Groenland

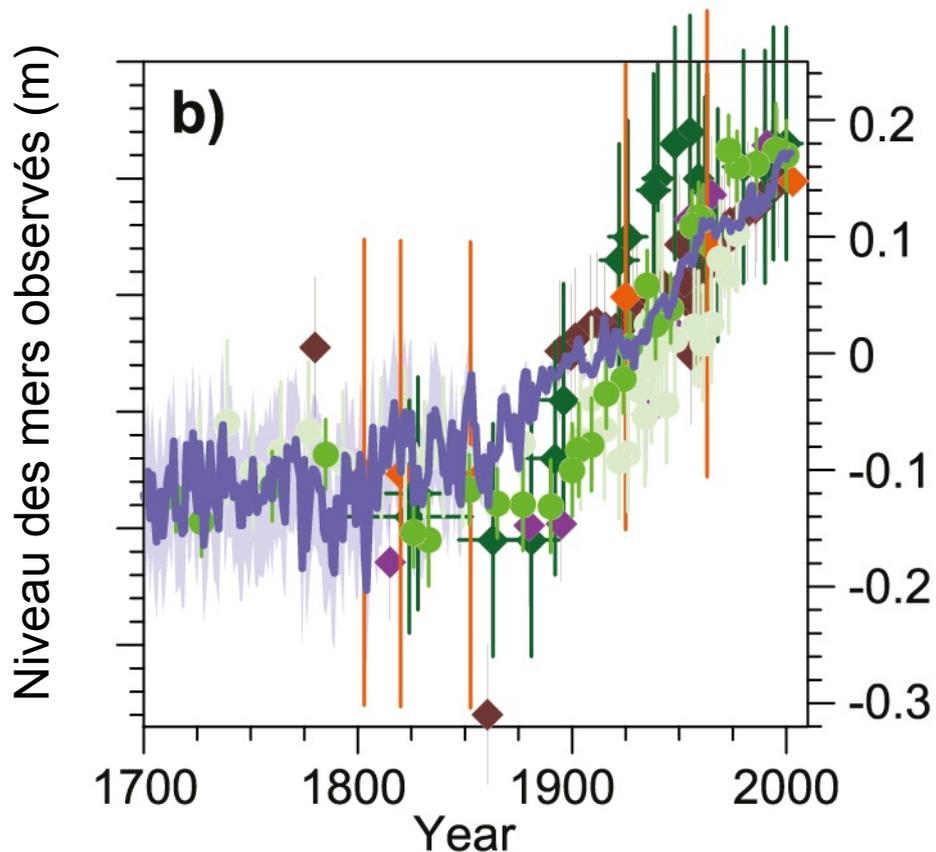
Introduction



L'état de la cryosphere est liée à la Position (altitude) de la température seuil de 0°C !

1. Niveau marin

Hausse observée du niveau marin depuis 1900 : ~20 cm

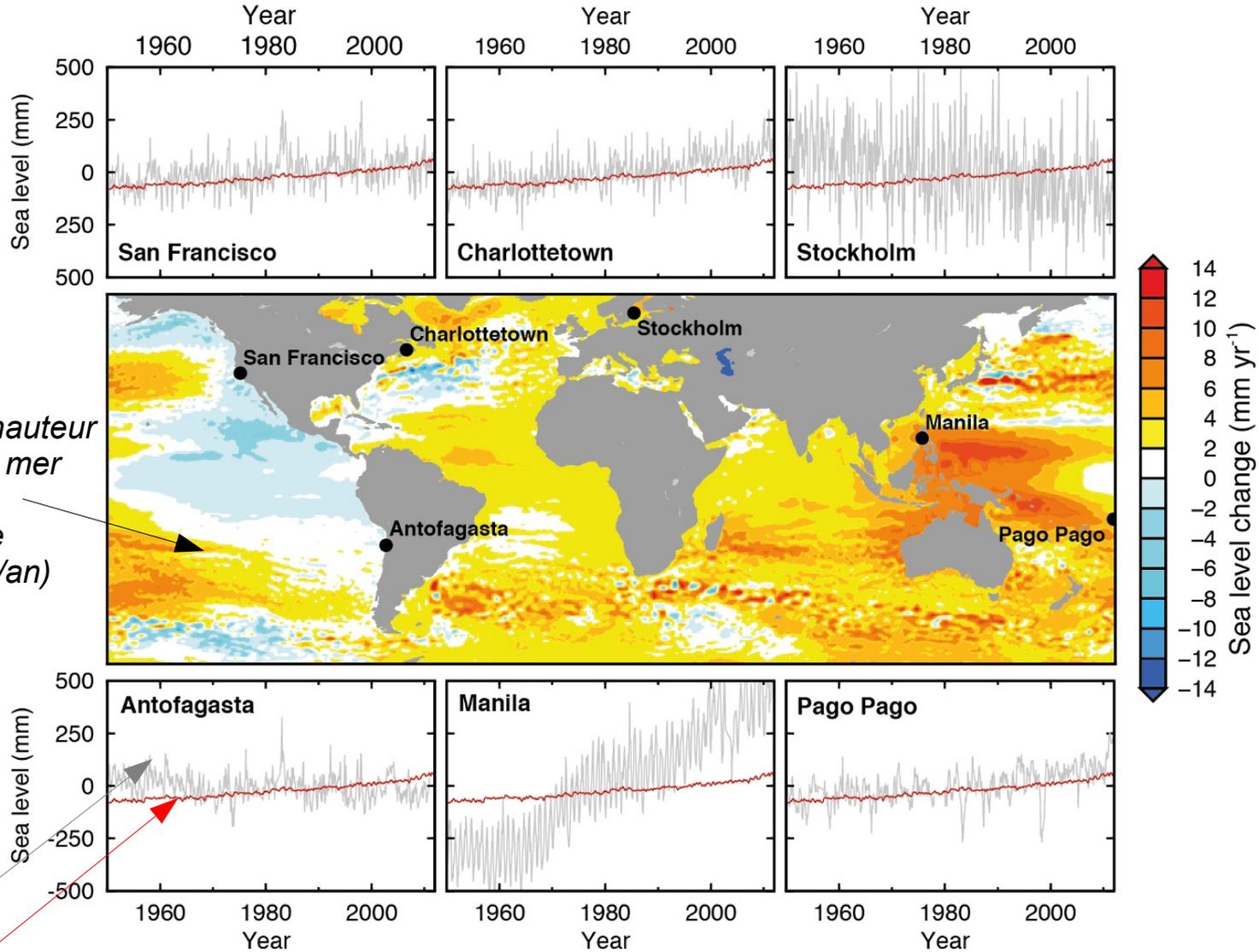


© IPCC 2013 (AR5, WG1, Fig 13.3)

Expansion thermique : ~ 40 %
Glaciers : ~25 %
Groenland : ~15 %
Antarctique : ~10 %
Barrages, ... : ~10 %

1. Niveau marin

Hausse observée du niveau marin : non uniforme !



Changements de hauteur de la surface de la mer de 1993 à 2012 à l'aide de l'altimétrie satellitaire (en mm/an)

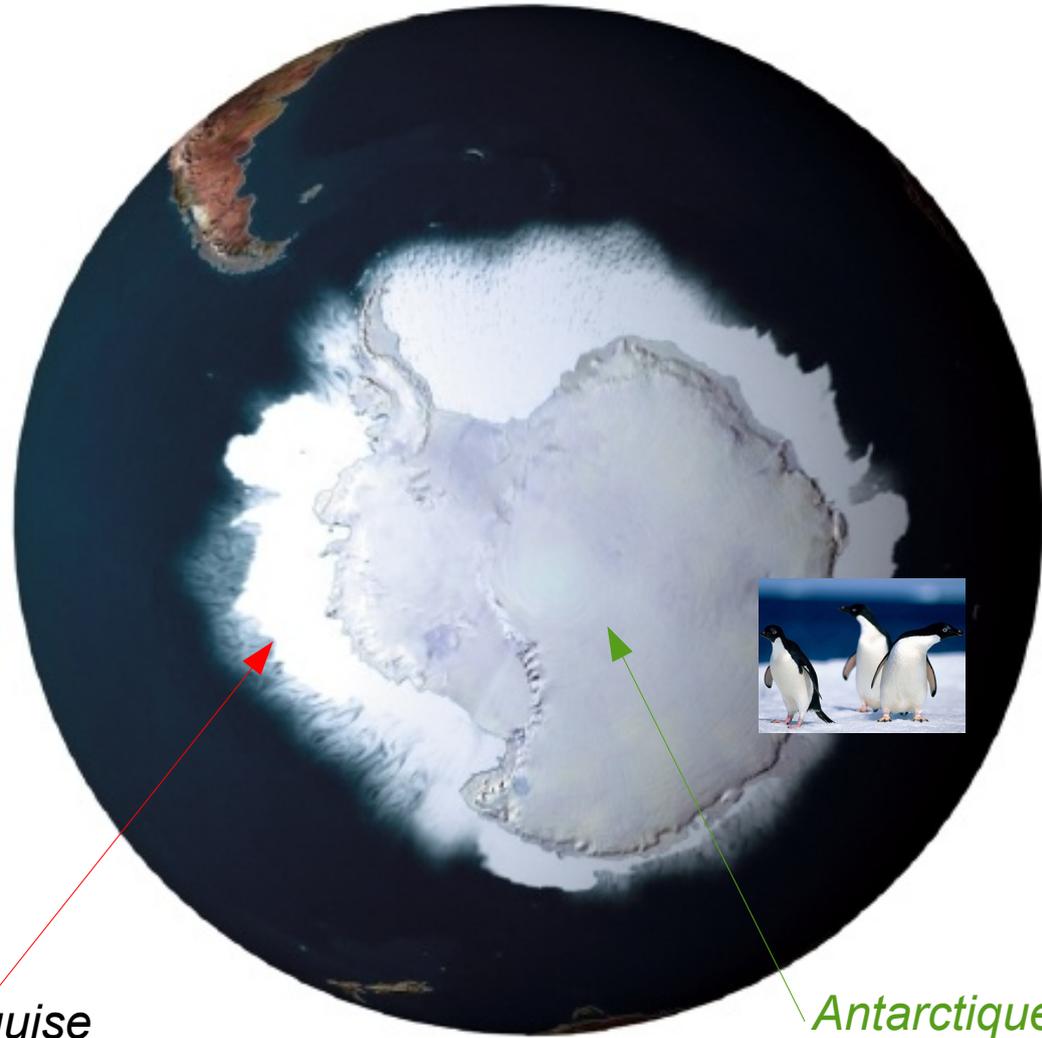
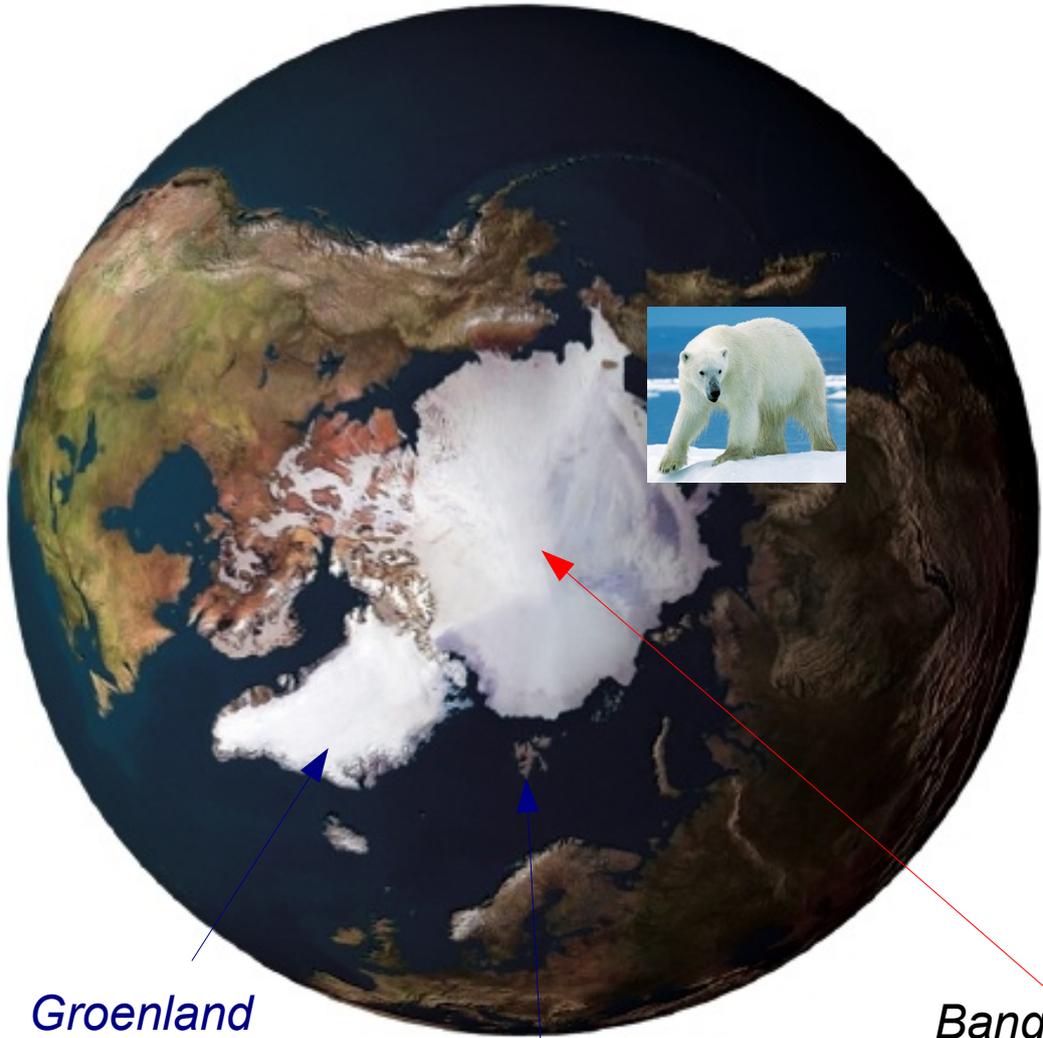
marégraphe
niveau global

© IPCC 2013 (AR5, WG1, FAQ 13.1, Fig 1)

2. Groenland vs Antactique

Pôle Nord – Arctique

Pôle Sud - Antarctique



Groenland
(3 x la France)

Svalbard
(1 x Belgique)

Banquise
(glace de mer)

Antarctique
(20 x la France)

© <http://www.cnes.fr>

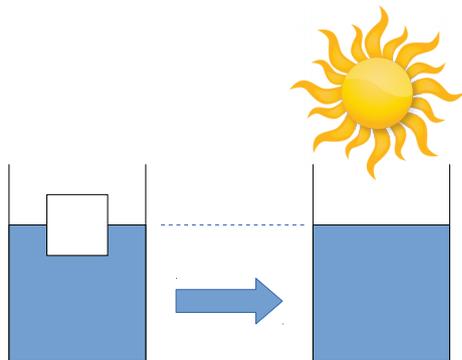
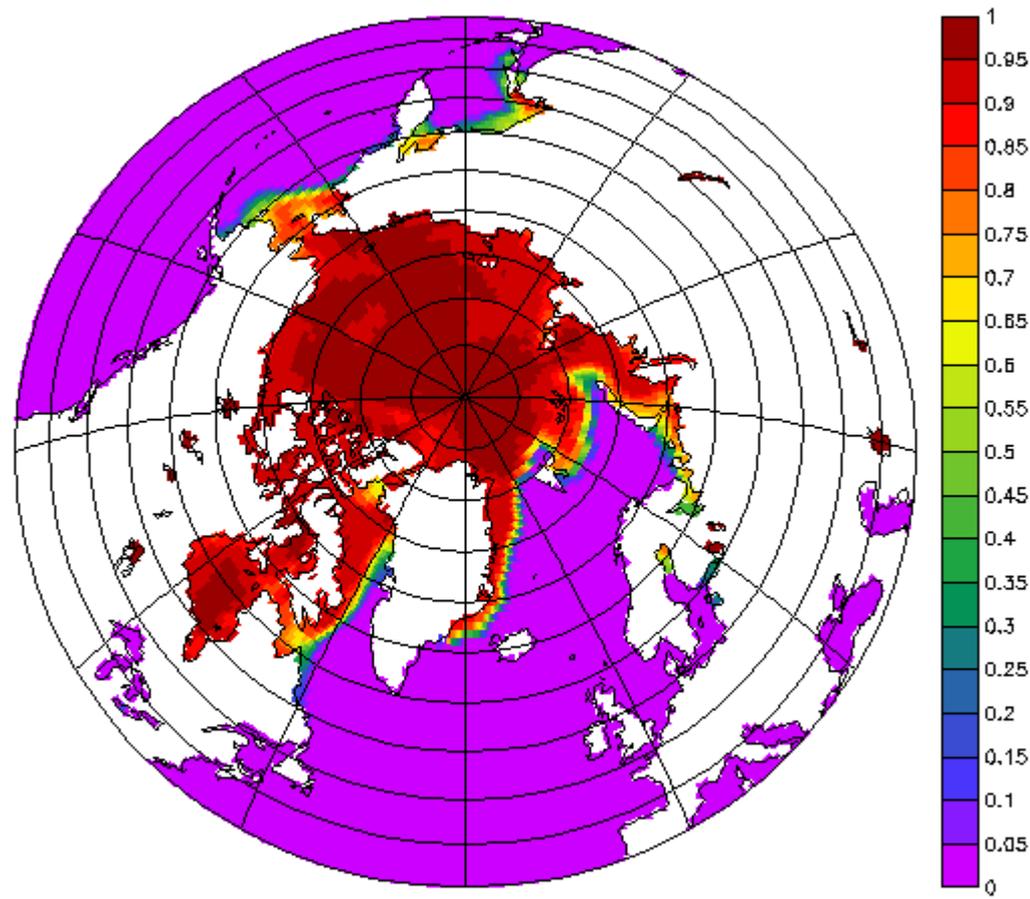
2. Groenland vs Antactique



La fonte de la glace de mer ne contribue pas à la hausse du niveau marin.

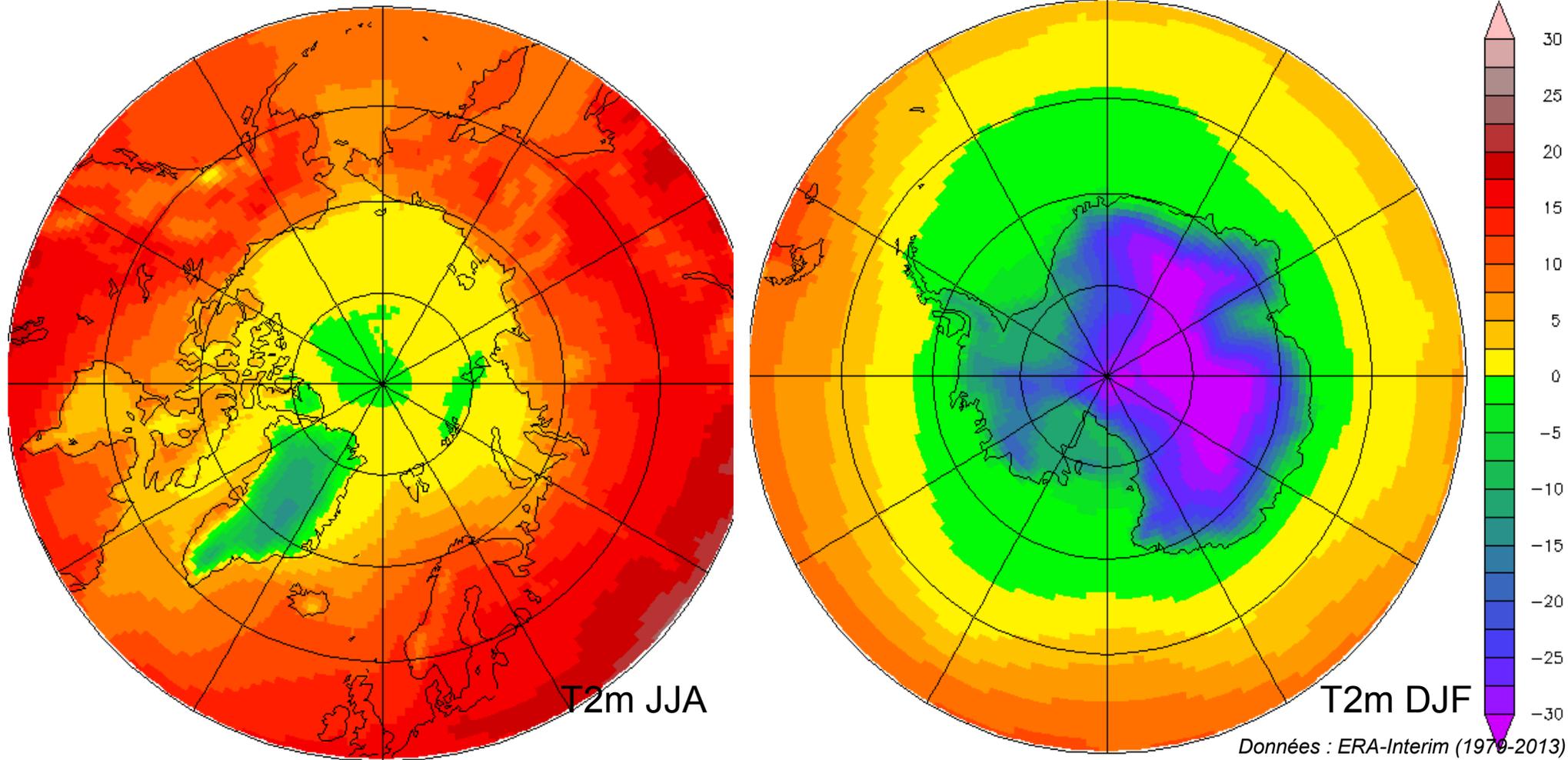
TIME : 01-JAN-2010 00:00

DATA SET: ERA-Interim



2. Groenland vs Antactique

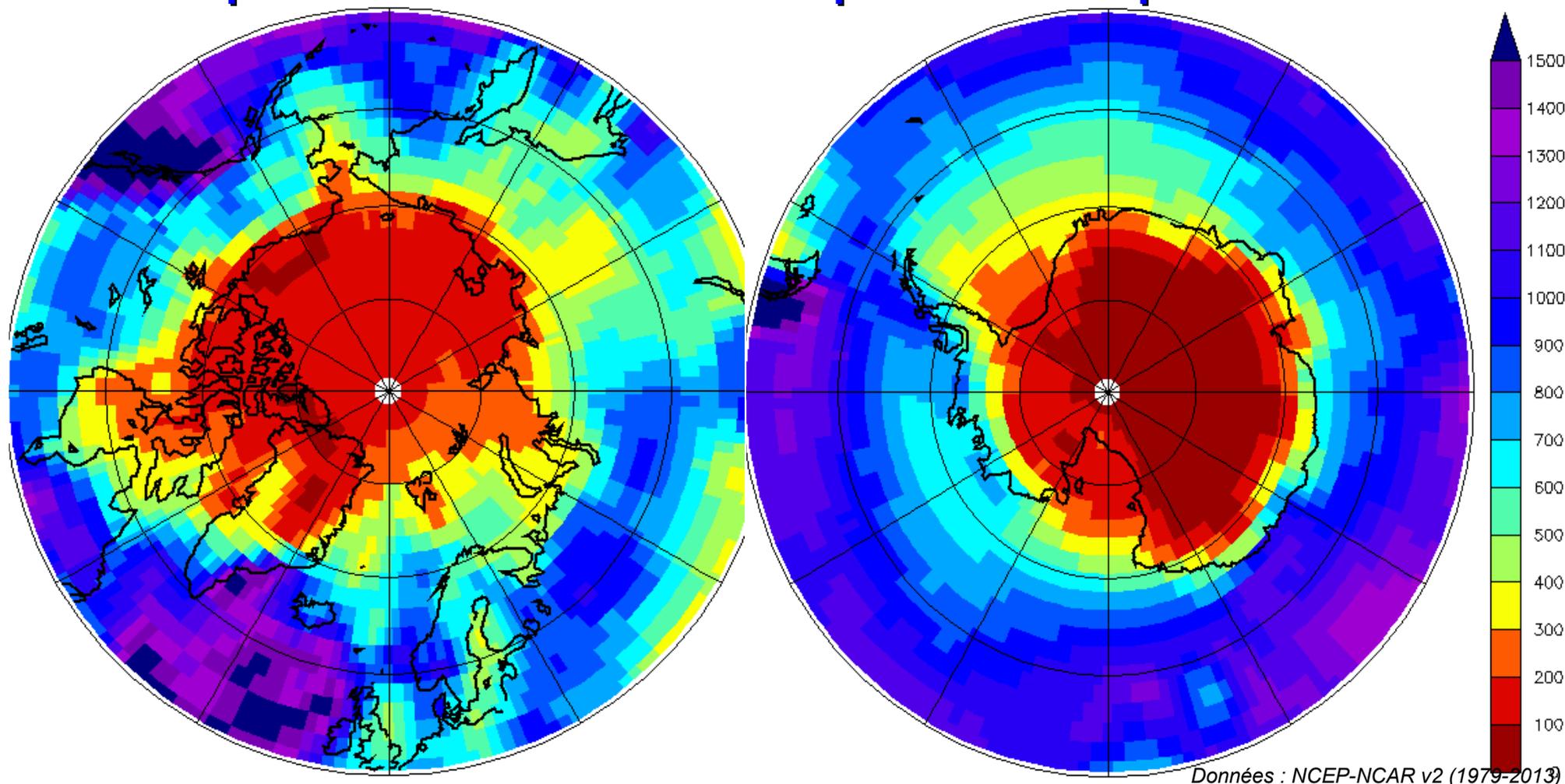
Climat plus chaud au Groenland qu'en Antactique



Température moyenne en été à 2m : JJA pour l'Arctique et DJF pour l'Antarctique (°C)

2. Groenland vs Antactique

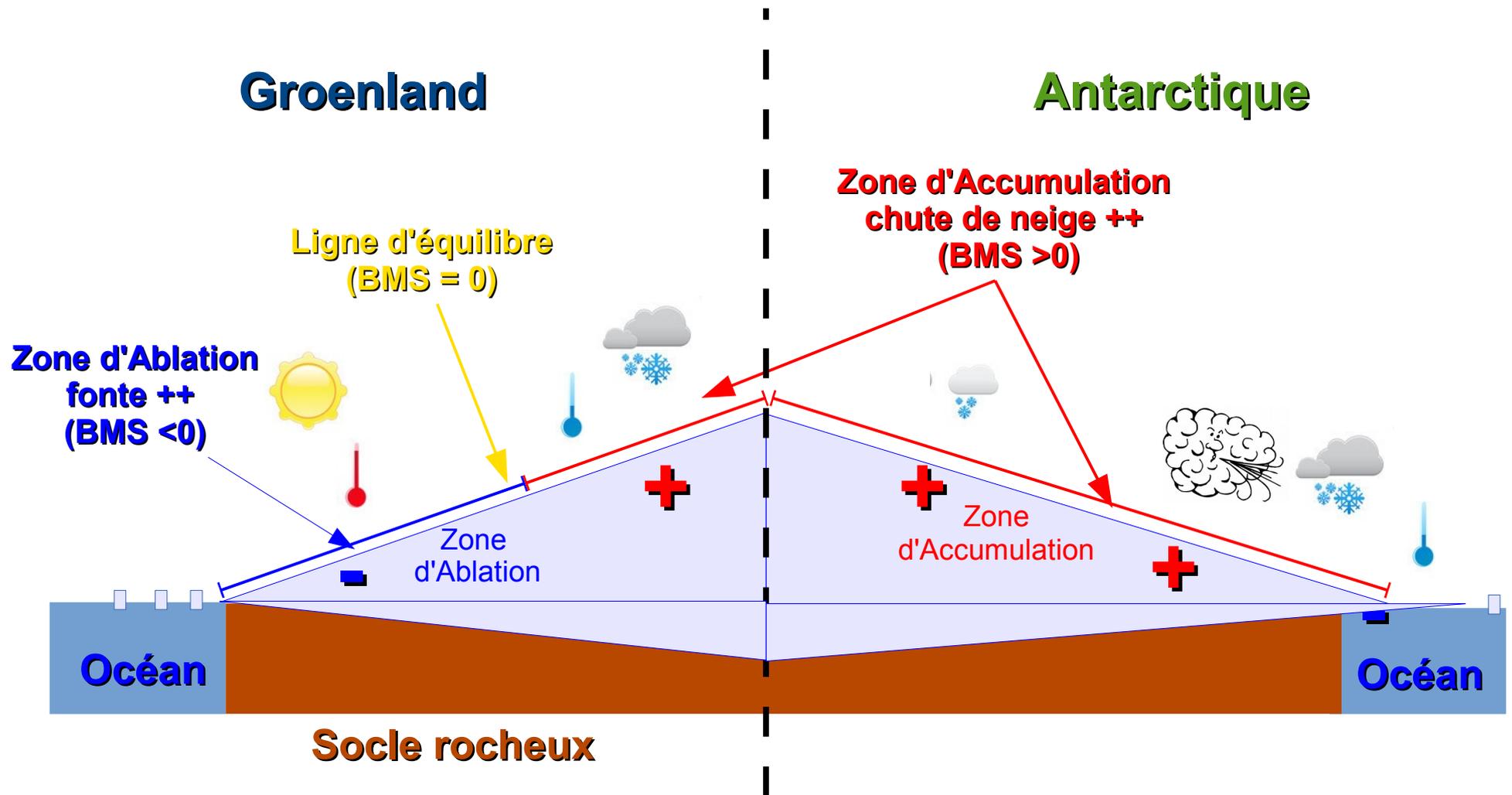
Climat plus humide au Groenland qu'en Antactique



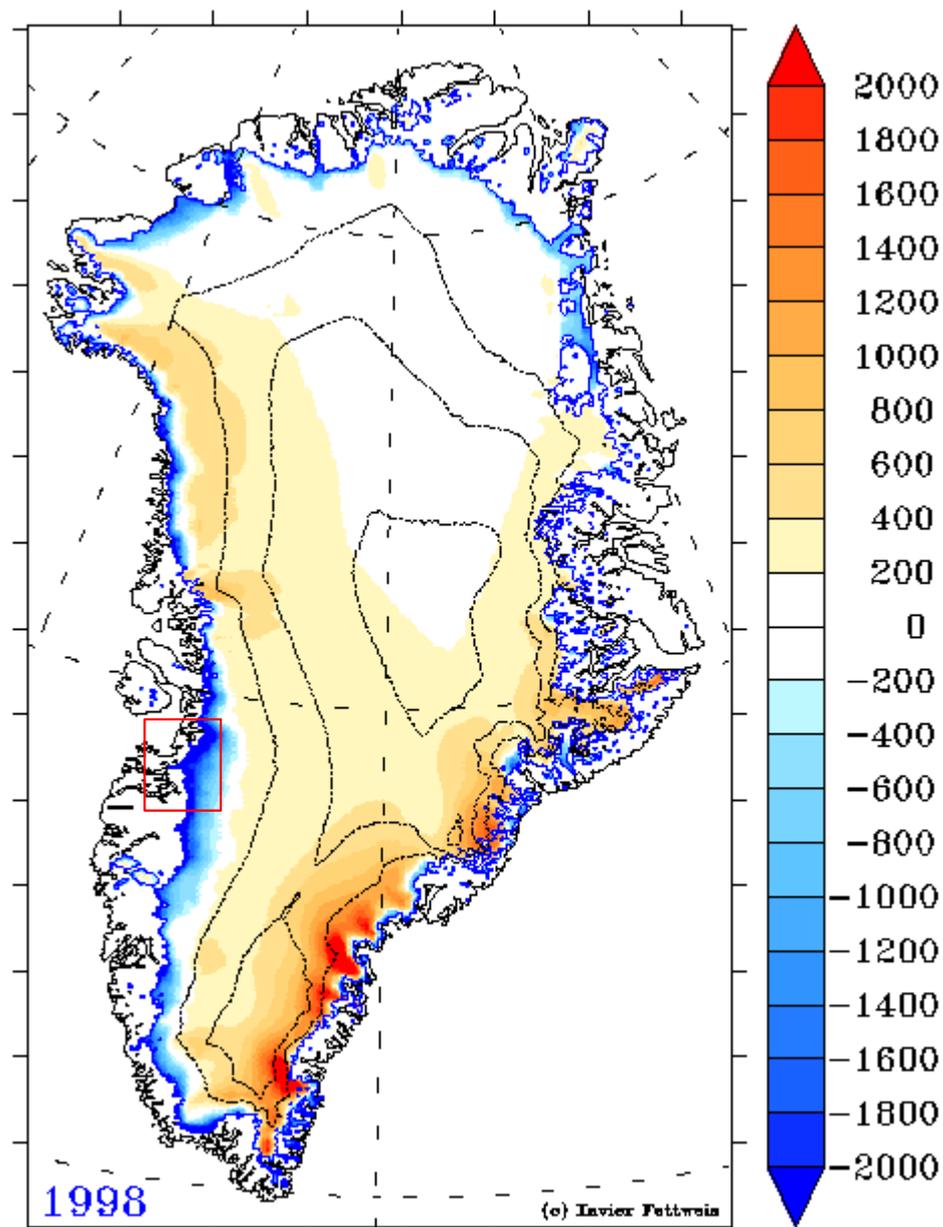
Précipitation annuelle moyenne (mm/an)
(Bruxelles : ~ 800mm/an)

3. Bilan de masse

Bilan de masse en surface (BMS) ~ chute de neige – fonte (Groenland)
chute de neige – érosion par le vent (Antarctique)



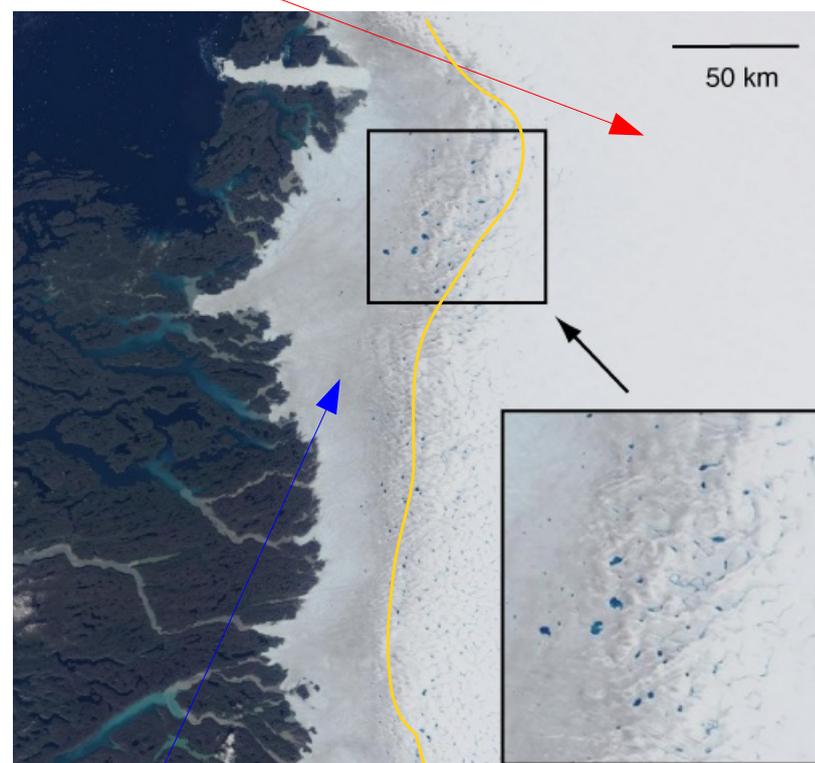
3. Bilan de masse



Données : MAR forcé par ERA-Interim

Bilan de masse en surface au Groenland (en mm/an)

Zone d'accumulation (albédo ~ 70-80%)

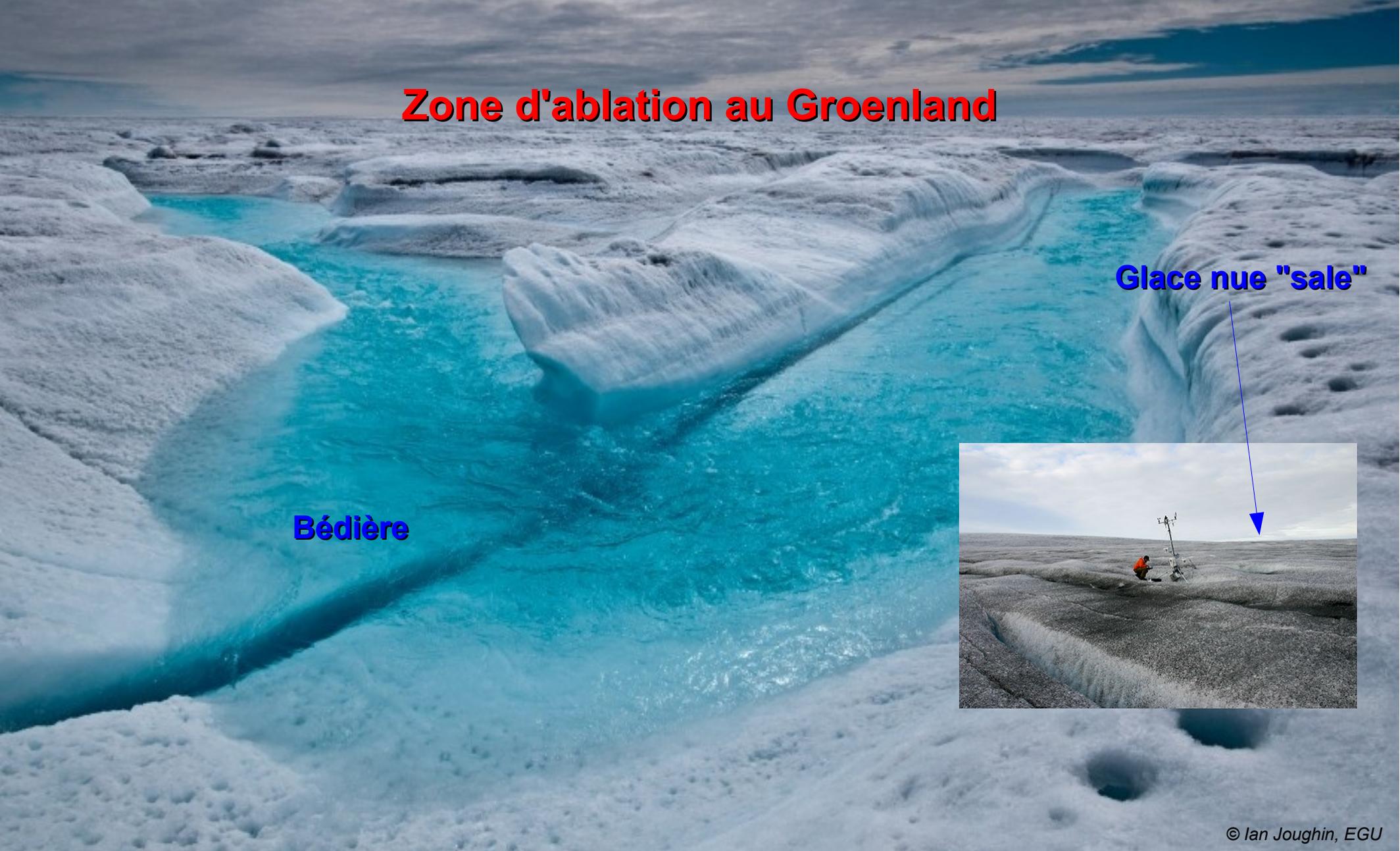


© <http://www.spri.cam.ac.uk/>

Zone d'ablation (albédo 30-50%)

3. Bilan de masse

Zone d'ablation au Groenland



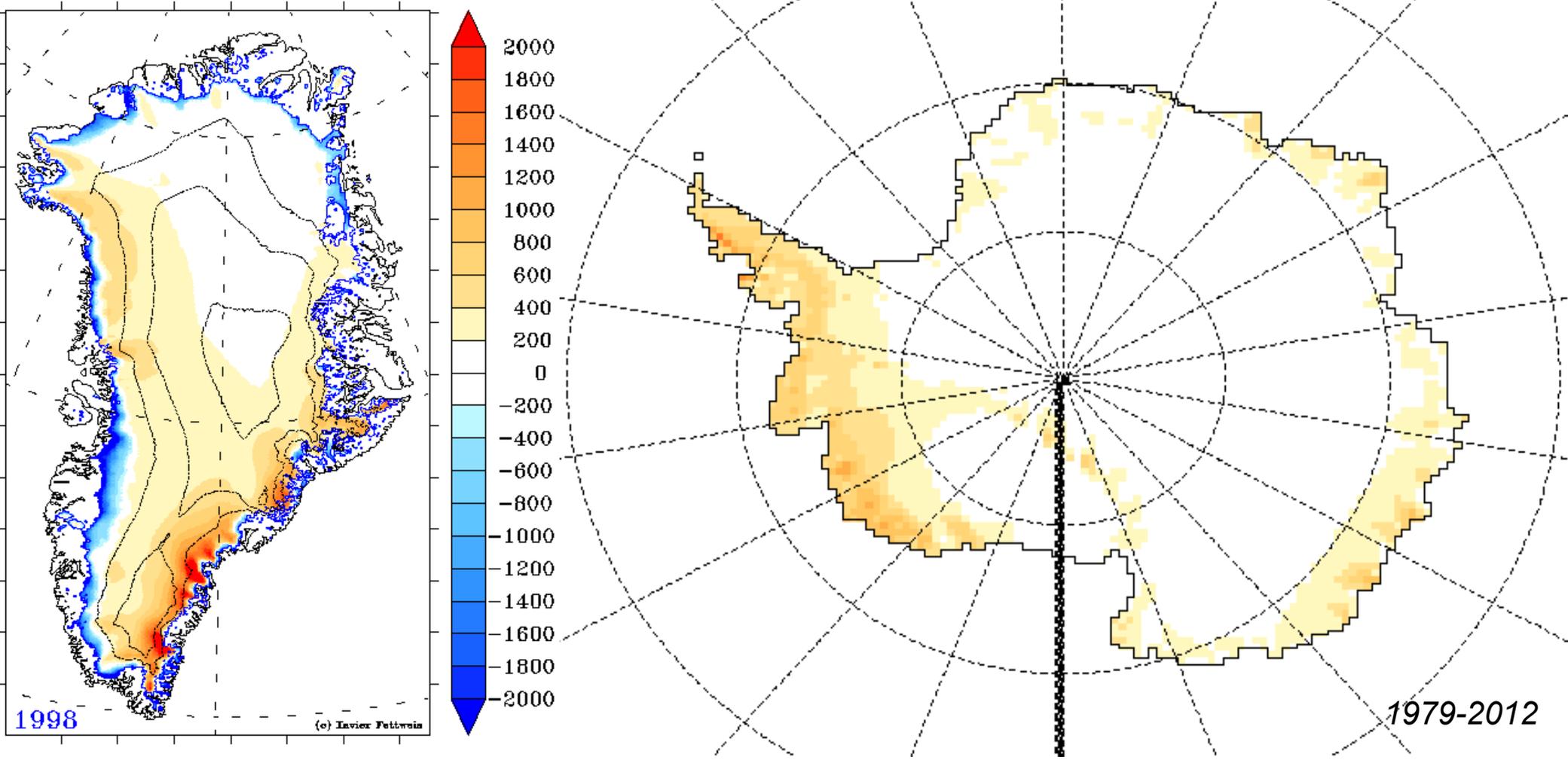
Bédière

Glace nue "sale"



3. Bilan de masse

Bilan de masse en surface de l'Antarctique (en mm/an)



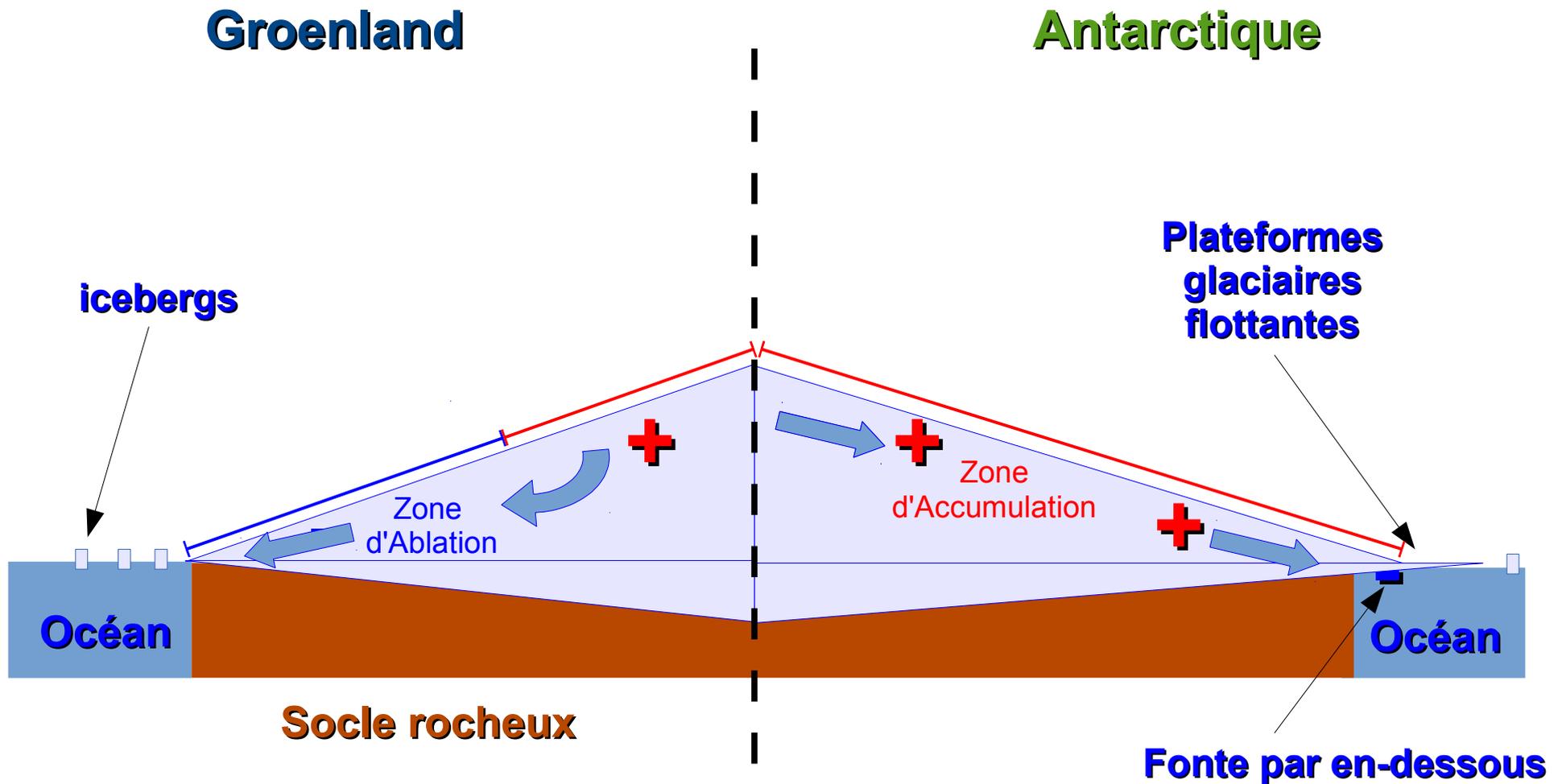
Moins d'accumulation et pas de zone d'ablation

Données : MAR forcé par ERA-Interim

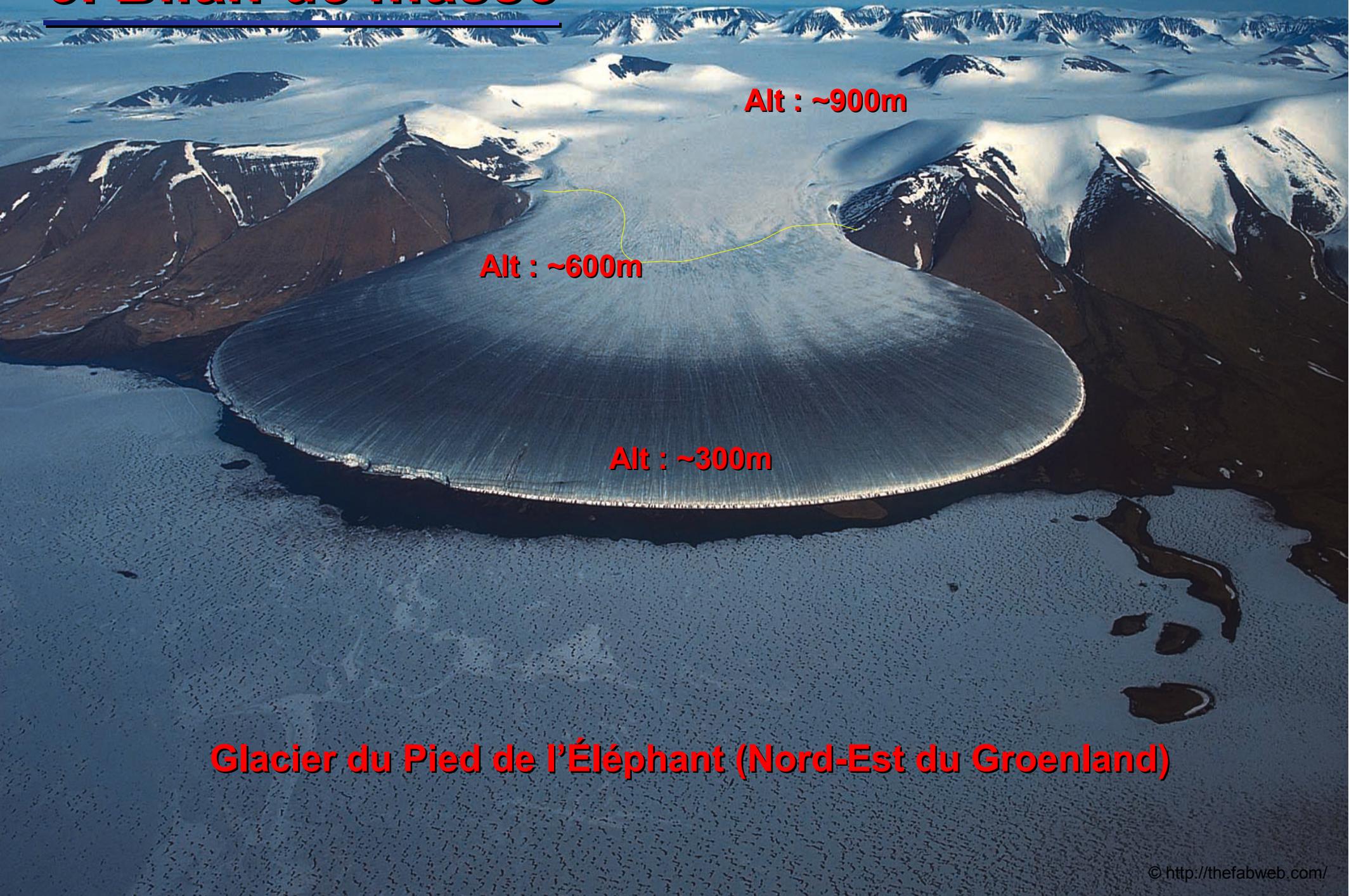
3. Bilan de masse

Bilan de masse total (BMT) ~ BMS – icebergs (Groenland)
BMS – icebergs – fonte à la base (Antarctique)

Calotte à l'équilibre si BMT ~ 0



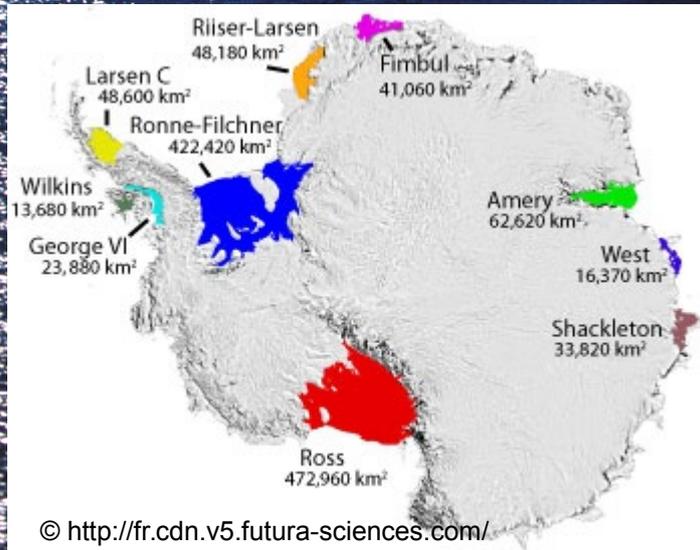
3. Bilan de masse



Glacier du Pied de l'Éléphant (Nord-Est du Groenland)

3. Bilan de masse

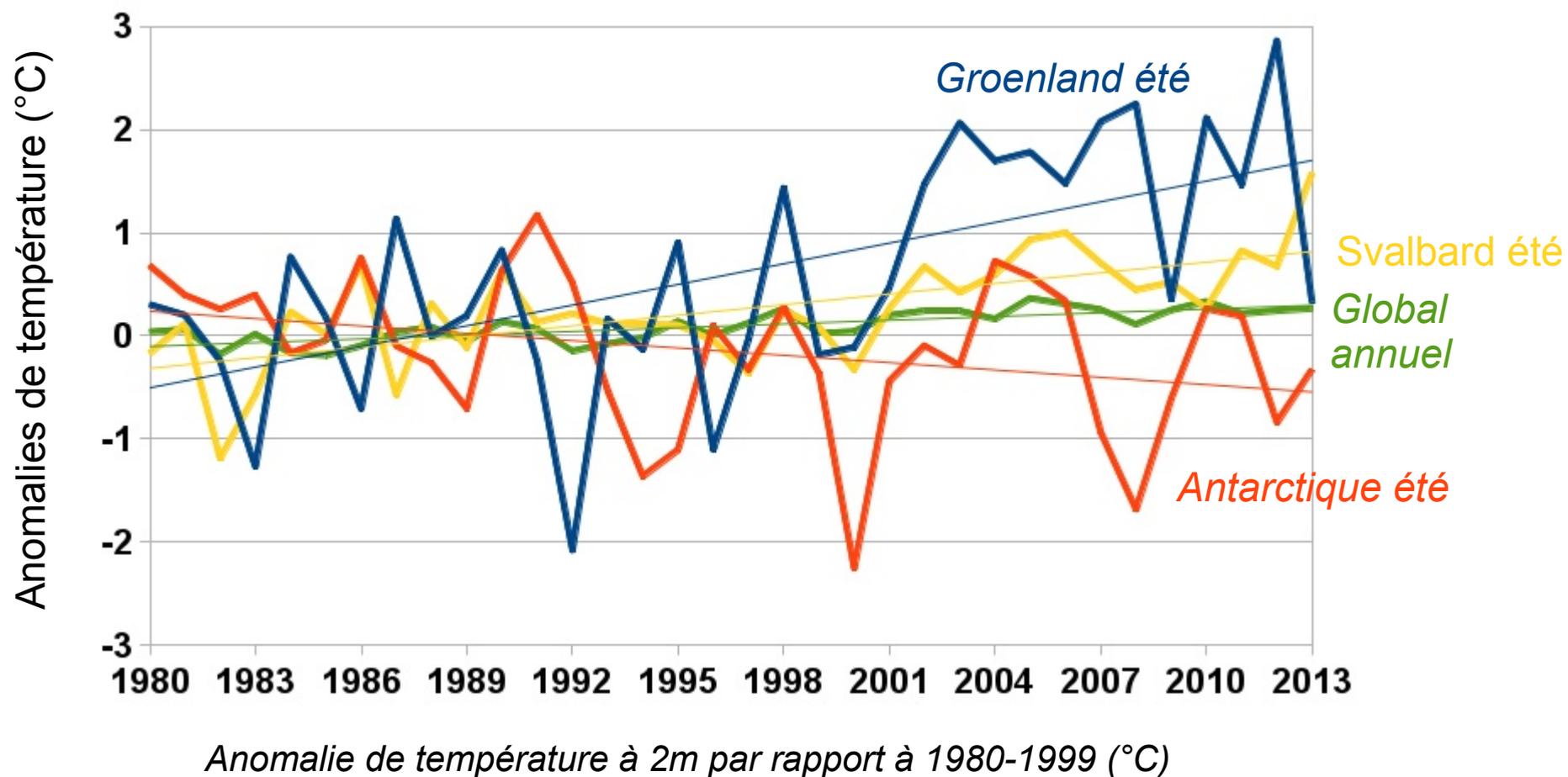
Plateformes glaciaires en Antarctique



© <http://upload.wikimedia.org//>

4. Climat présent

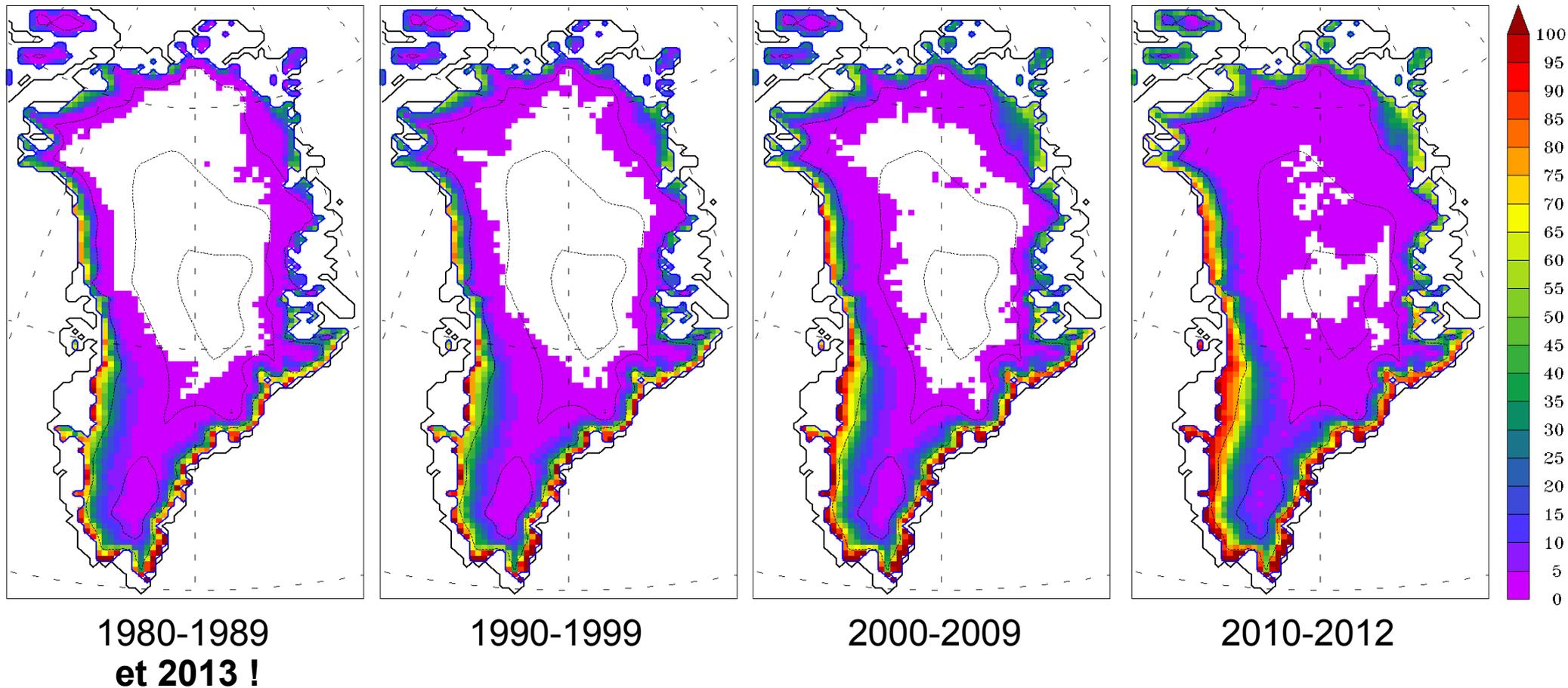
Quels sont les changements sur les 30 dernières années ?



Données : ERA-Interim

4. Climat présent

Augmentation de l'étendue et de la durée de la saison de fonte

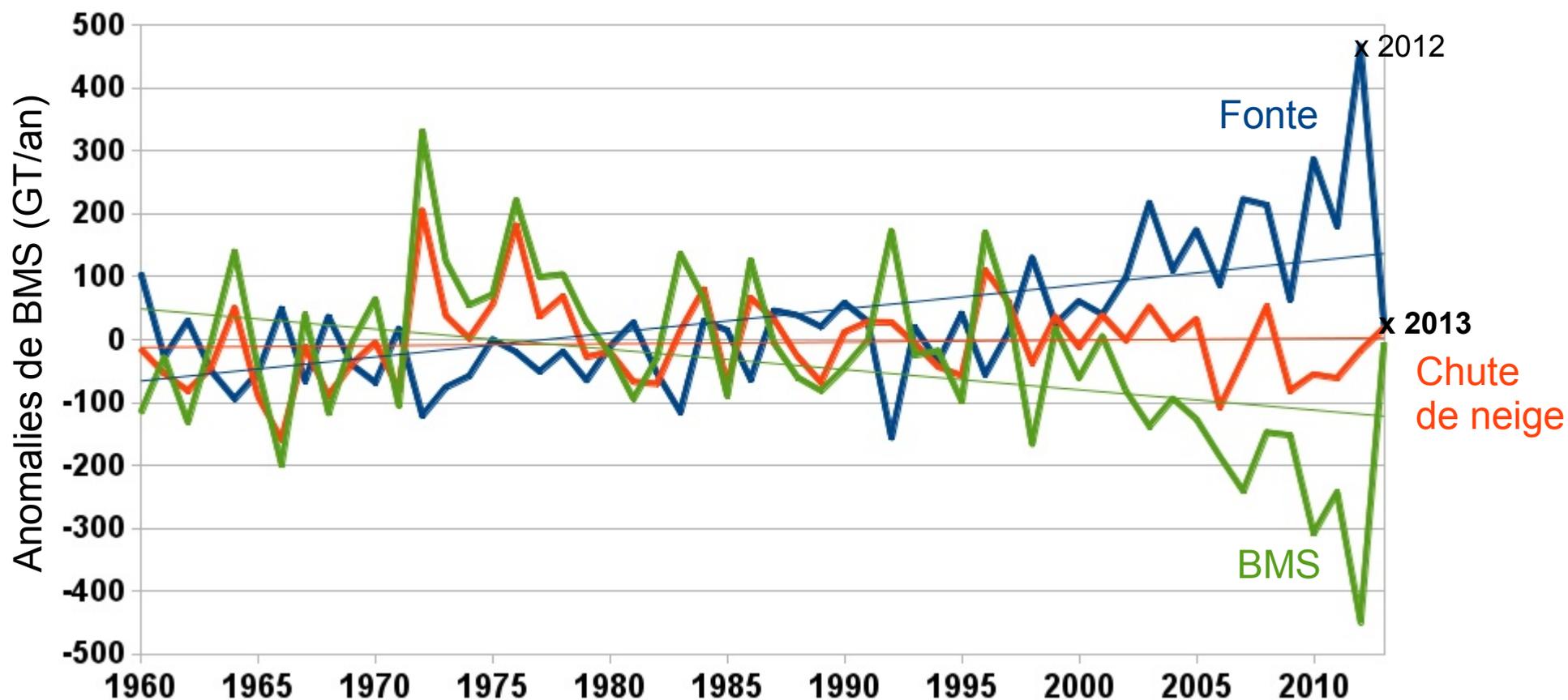


Nbr de jours de fonte par an détecté par les satellites

© Fettweis et al. (TC, 2011)

4. Climat présent

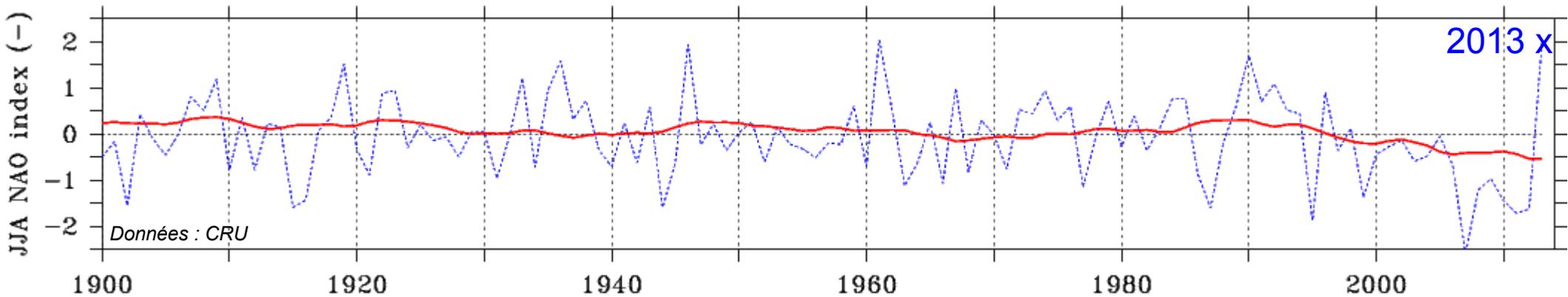
Evolution du BMS de la calotte du Groenland



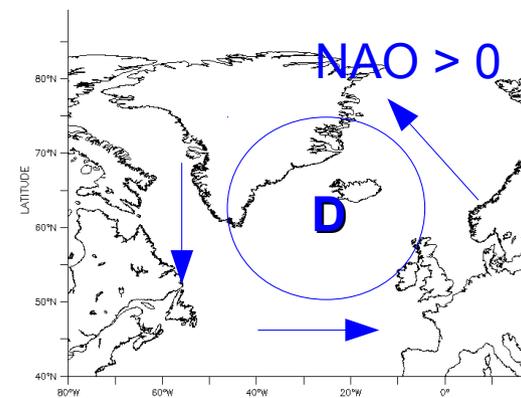
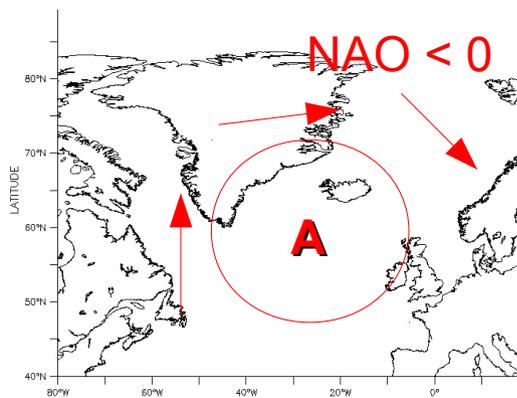
Anomalie de BMS de la calotte du Groenland par rapport à 1980-1999 (GT/an)
(360 GT ~ 1 mm niveau marin)

Données : MAR forcé par ERA

4. Climat présent



Indice NAO = différence de pression entre l'Islande et les Açores.

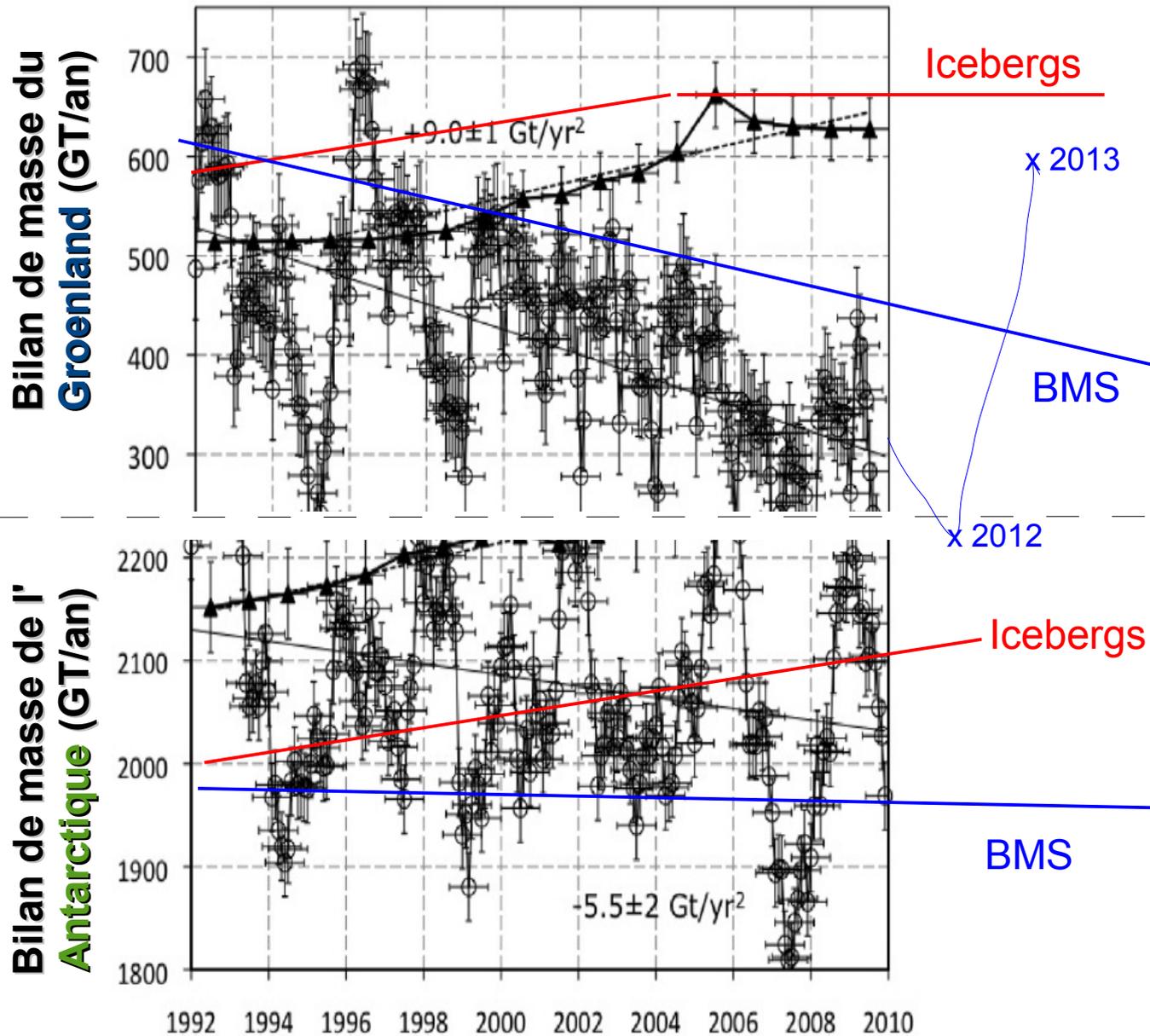


NAO < 0 : temps anticyclonique sur le Groenland (chaud et sec)

NAO > 0 : temps dépressionnaire sur le Groenland (froid et humide)

**70 % de l'augmentation de la fonte au Groenland est due aux changements de circulation !
Ces changements sont-ils durables ??**

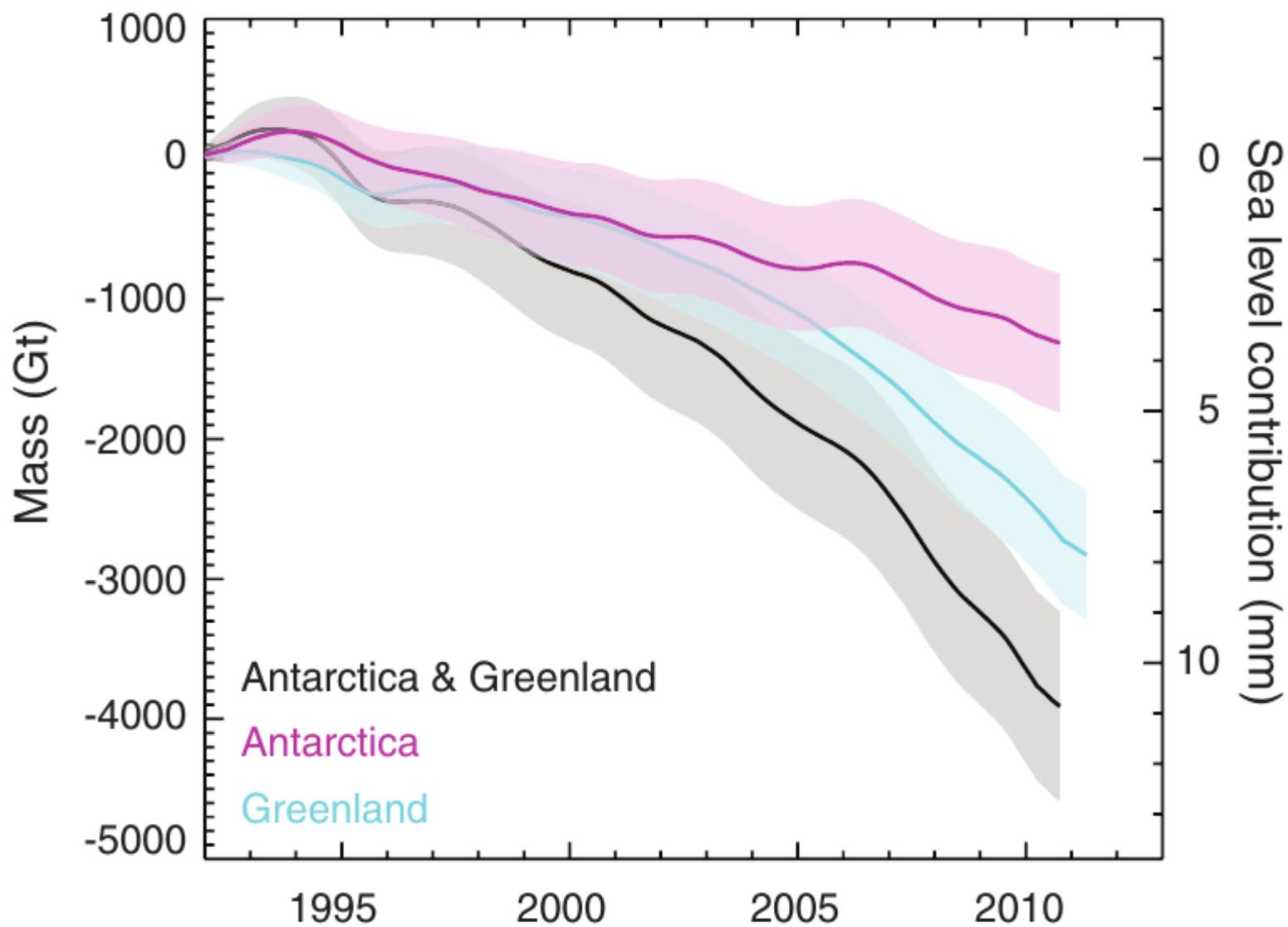
4. Climat présent



© Rignot et al. (GRL, 2011)

4. Climat présent

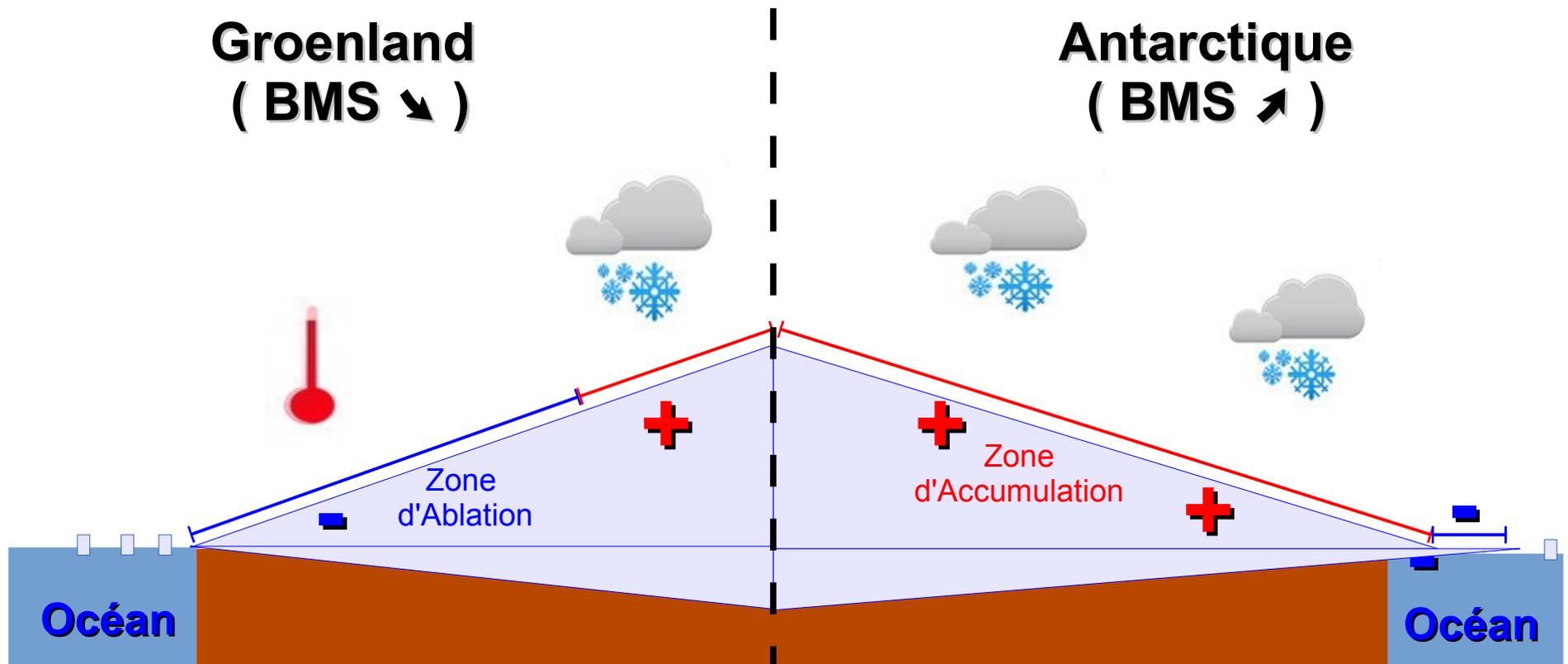
Changements de bilan de masse cumulé



© Sphered et al. (Sciences, 2013)

5. Projections futures

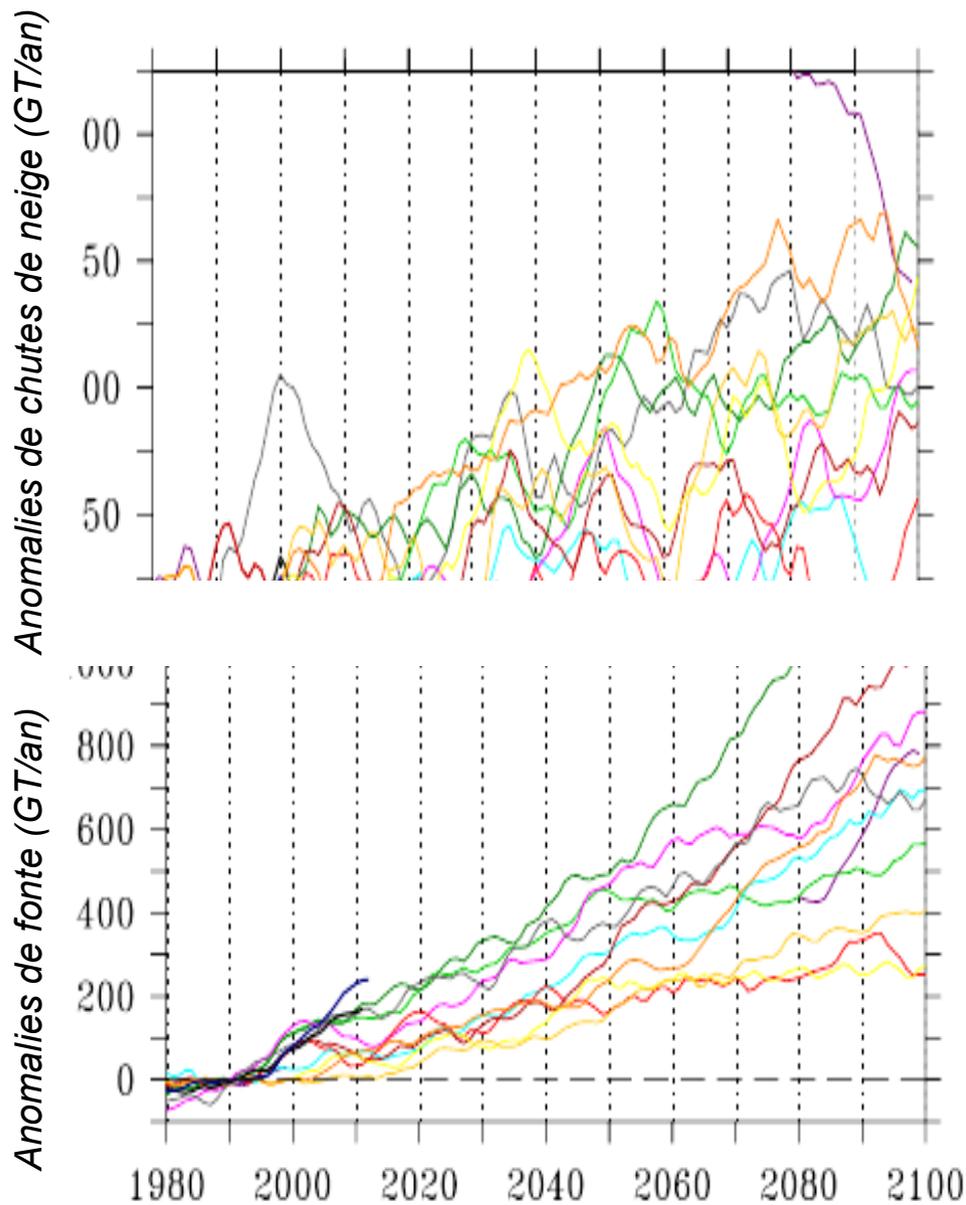
Dans un climat bcp plus chaud ...
... plus de chute de neige mais plus de fonte !



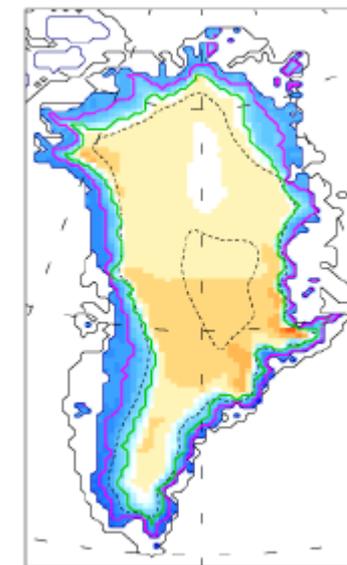
*L'augmentation de la fonte va l'emporter
+1°C => neige +5% mais fonte +25%*

*L'augmentation des chutes
de neige va l'emporter
(sauf sur les plateformes glaciaires)*

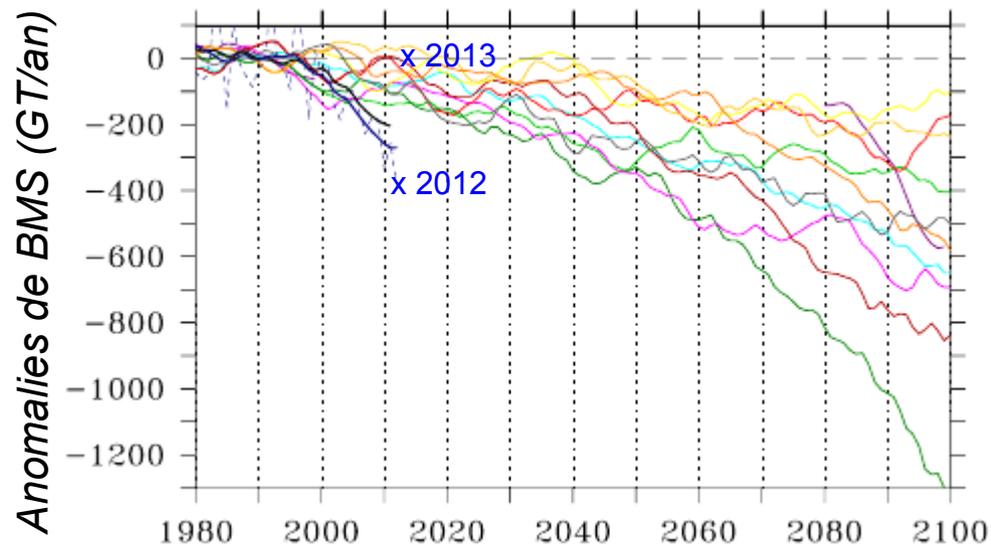
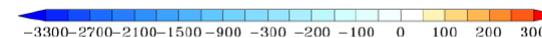
5. Projections futures



Projections futures de BMS au Groenland



Anomalies de BMS en 2080-2099 par rapport à 1980-1999 (en mm/an)



5. Projections futures

Emballement de l'accélération de la fonte à cause de l'extension de la zone d'ablation

1. Diminution du pouvoir réfléchissant de la calotte

- { + de chaleur absorbée par la surface
+ de fonte
quid des activités humaines sur l'albédo ?

2. Diminution de la capacité de rétention de l'eau de fonte par la calotte

- { - de regel
+ de bédrières, lacs, ...

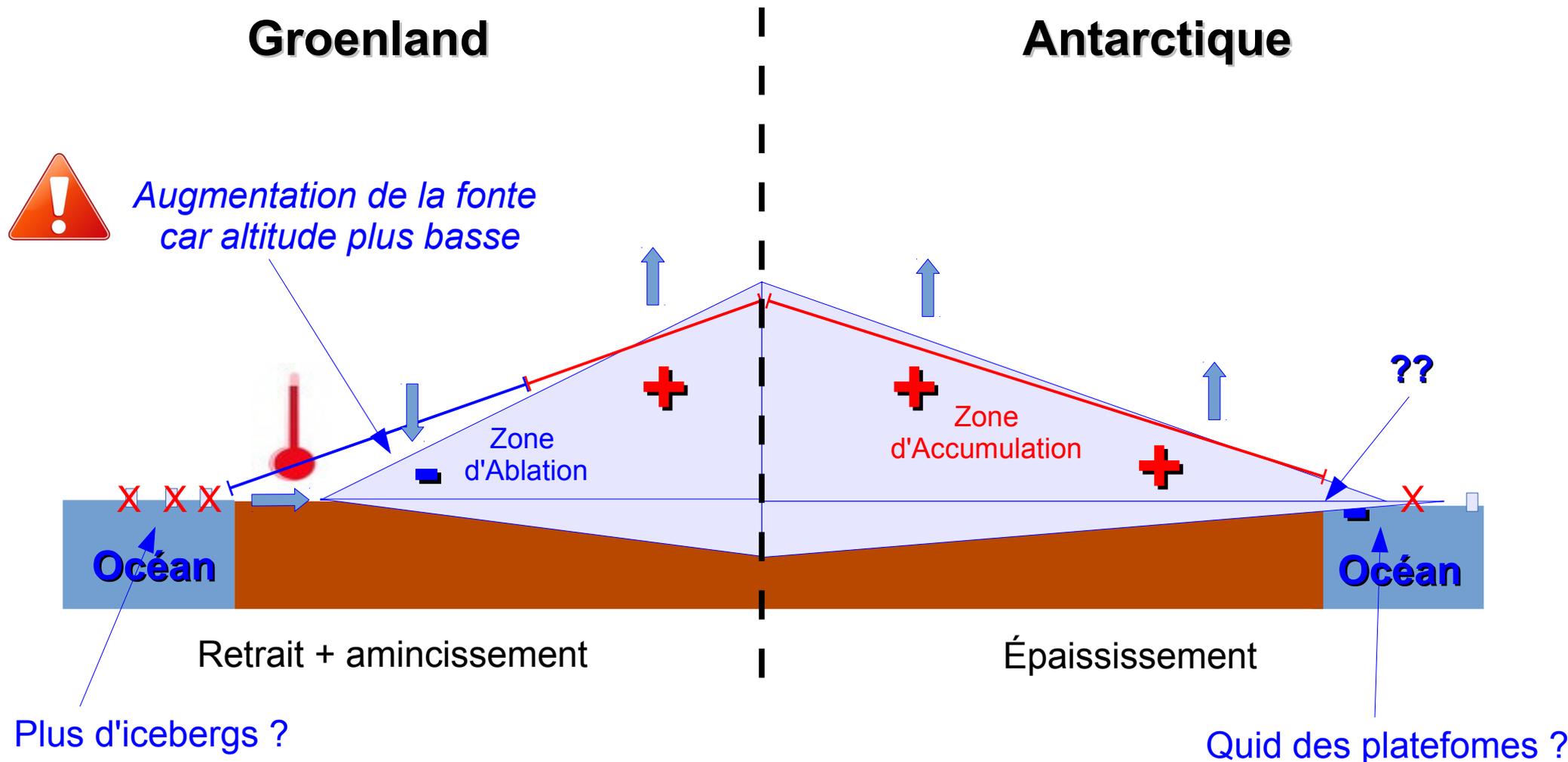
Les changements de BMS devrait atténuer la hausse du niveau marin !!

Groenland

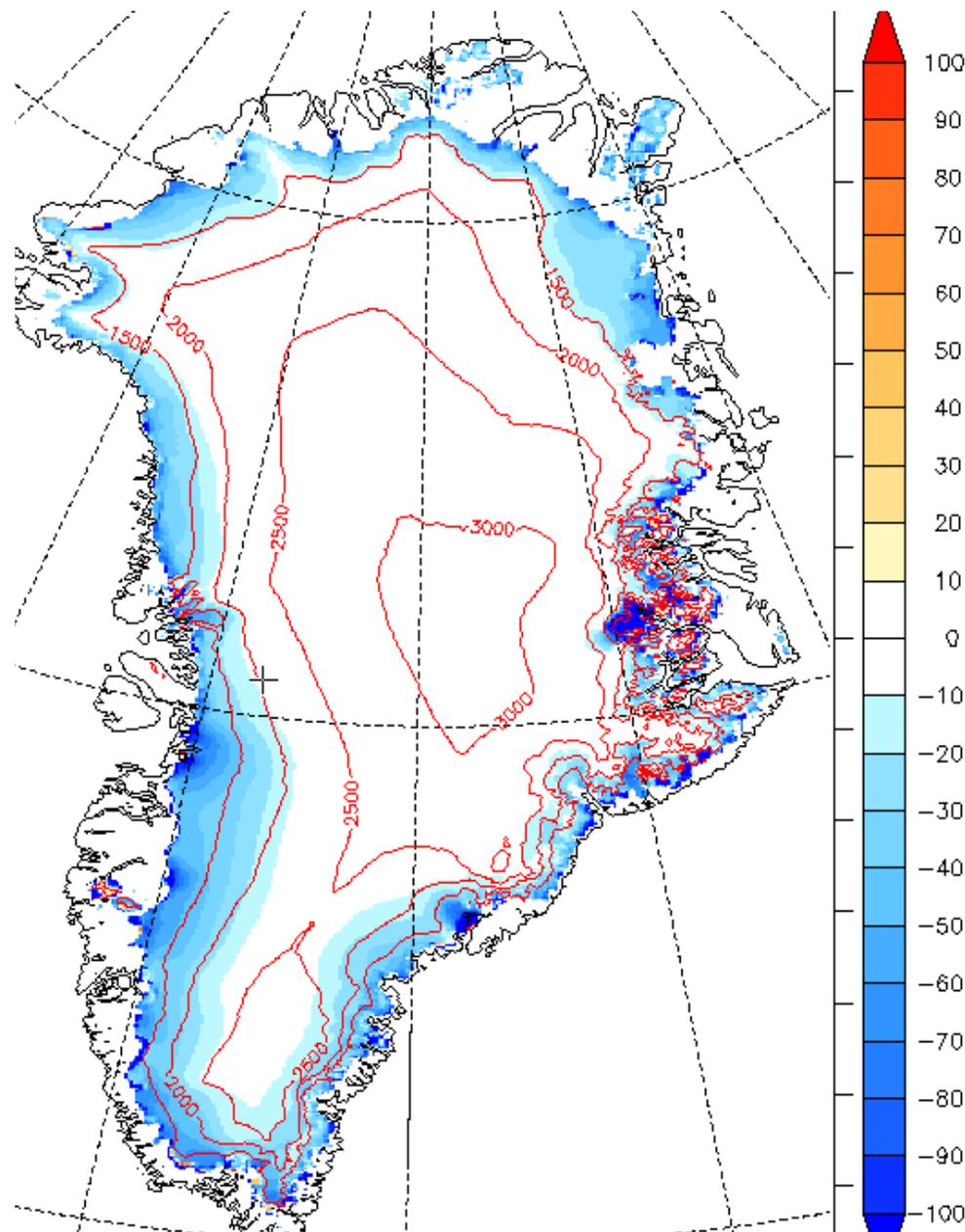
Antarctique

5. Projections futures

Changements de topographie



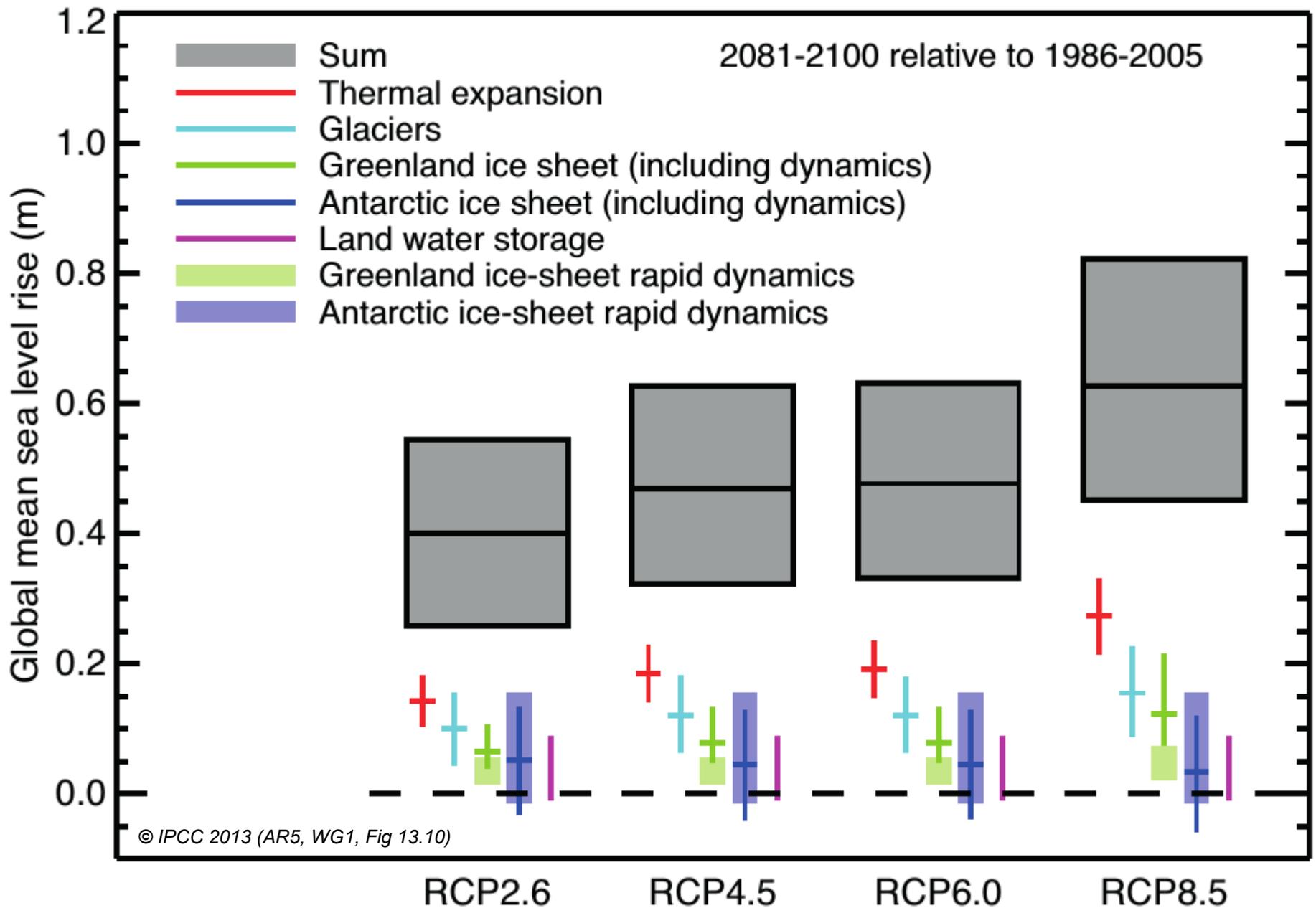
5. Projections futures



***Différences d'altitude
prévues pour 2080***

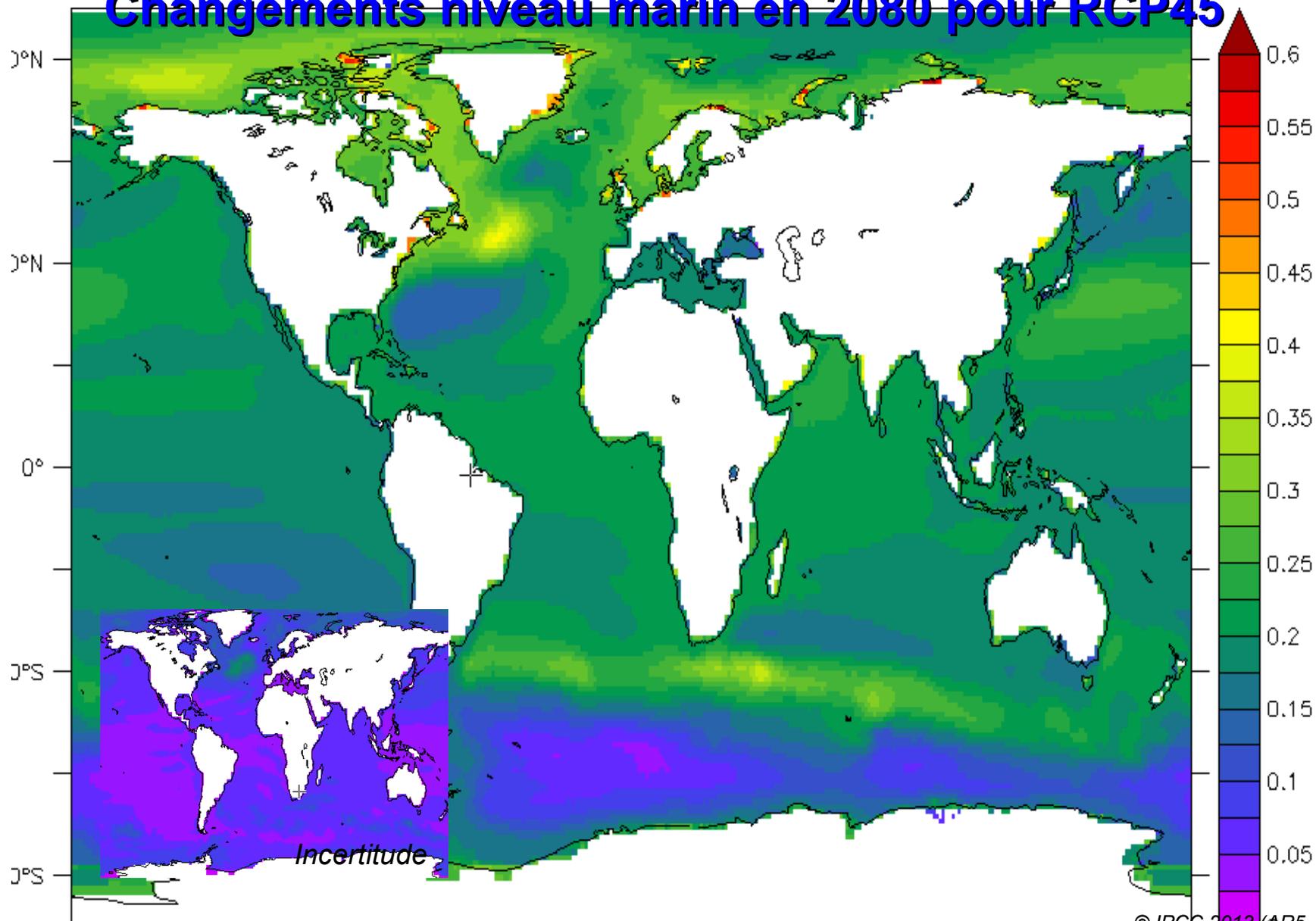
Données : MAR forcé par MIRCO5-RCP85

5. Projections futures



5. Projections futures

Changements niveau marin en 2080 pour RCP45

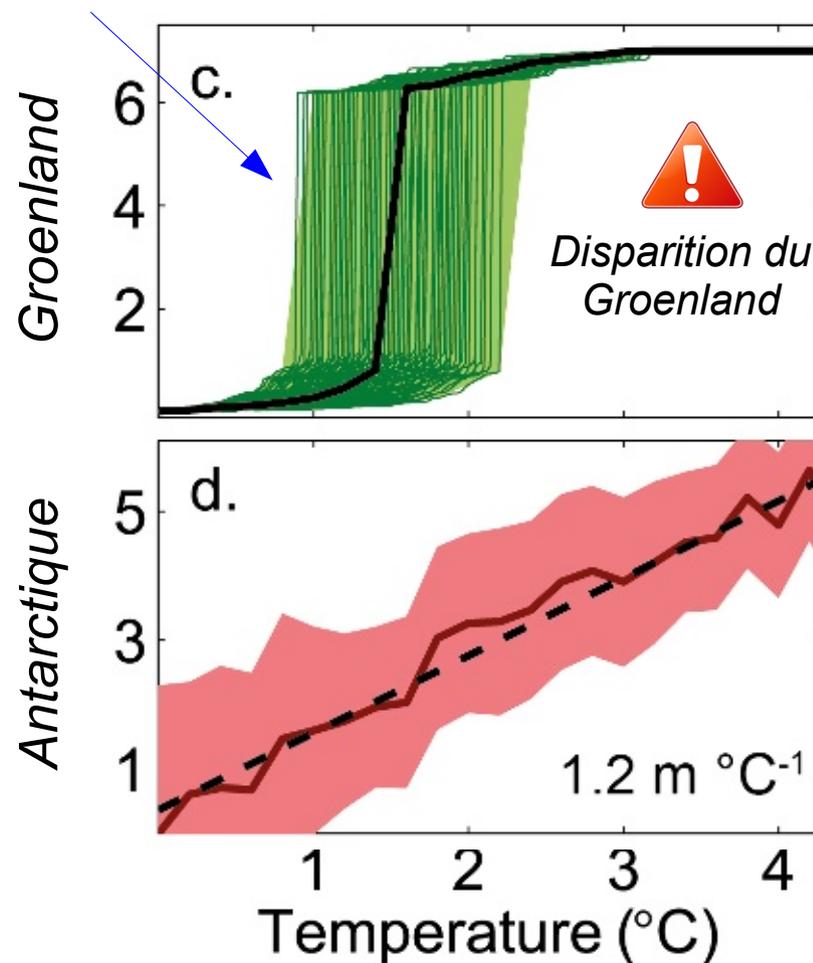
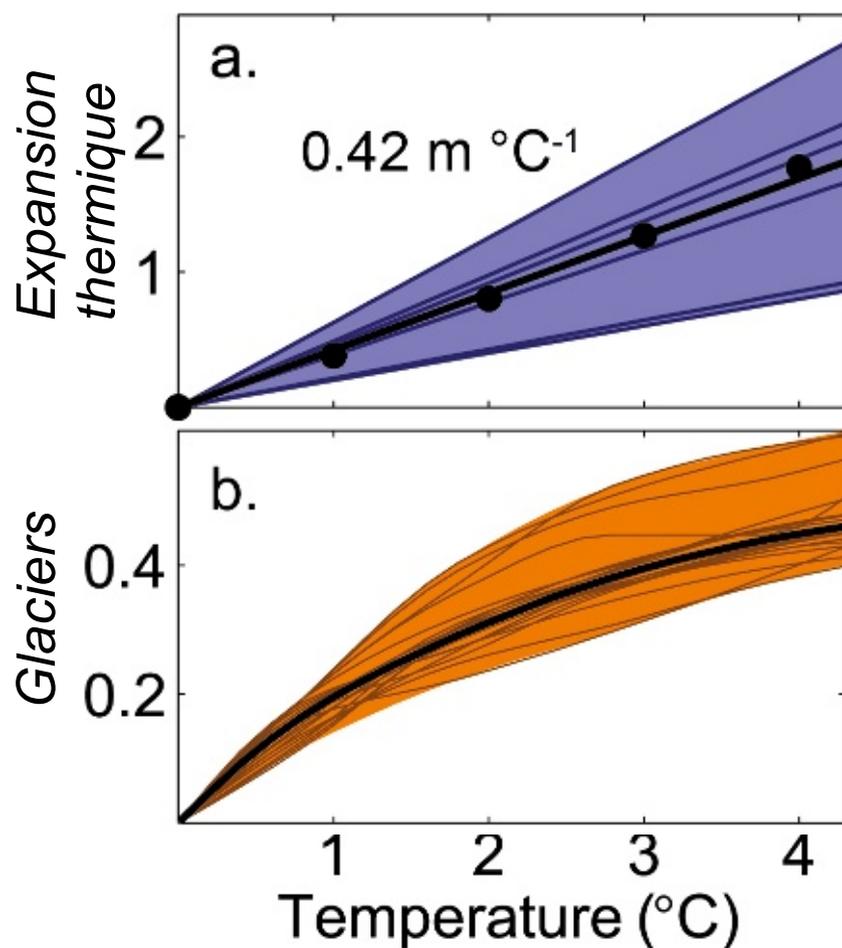


© IPCC 2013 (AR5, WG1, Fig 13.24)

5. Projections futures

Niveau marin (en m) après une anomalie de température de X°C pendant 1000 ans

➔ Possible irréversibilité au Groenland si $T > 1-3^{\circ}\text{C}$



6. Conclusions

Groenland

- Changements dominés par la fonte.
- Possible irréversibilité si le réchauffement se prolonge.
=> niveau des mers : + 6 m

Antarctique

- Changements du BMS devraient retarder la hausse du niveau marin dans un premier temps.
- Par contre, quid des plateformes glaciaires ?