

Réunion Pédalon Neige, 12/04/2021

Unfreezing the INterface between Lmdz and SISvat

Étienne Vignon, Cécile Agosta, Hajar El Habchi El Fenniri

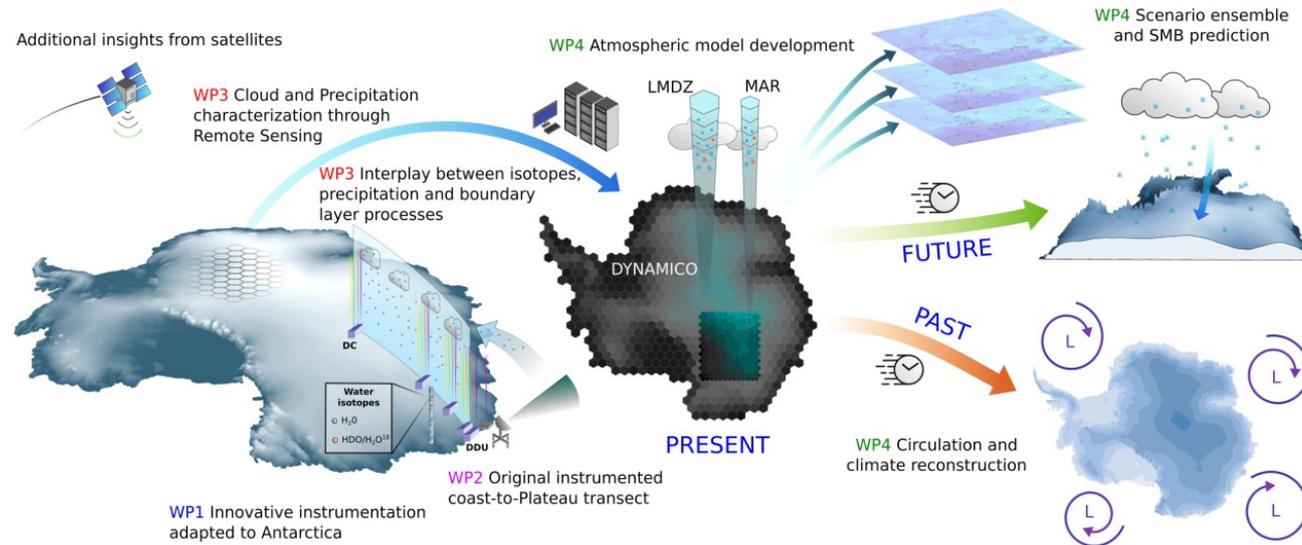
avec l'aide précieuse de
Ghislain Picard, Laurent Arnaud
et de l'équipe MAR

Martin Ménégoz, Charles Amory, Christoph Kittel, Hubert Gallée, Xavier Fettweis

sur une idée (et un travail) originale de
H.J Punge, H. Gallée, G. Krinner et M. Kagayema, M. Ménégoz

Motivations

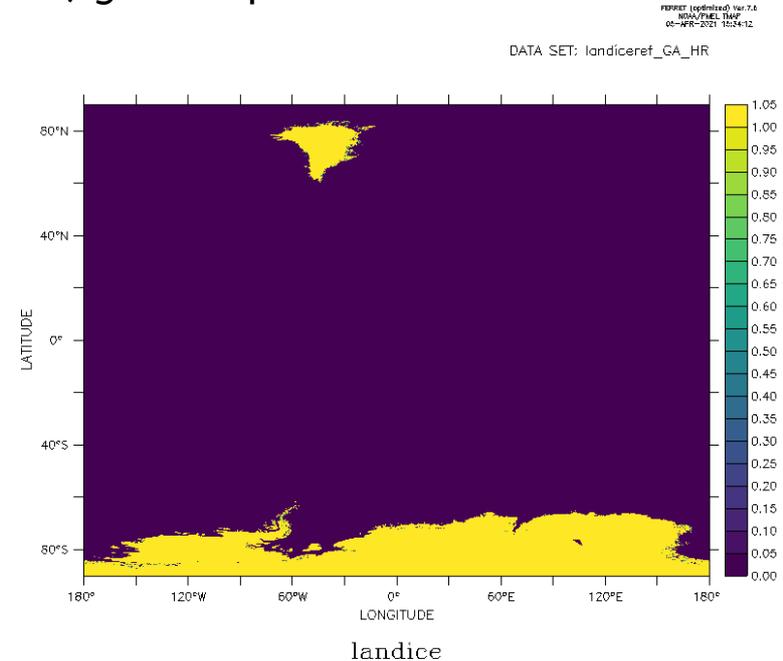
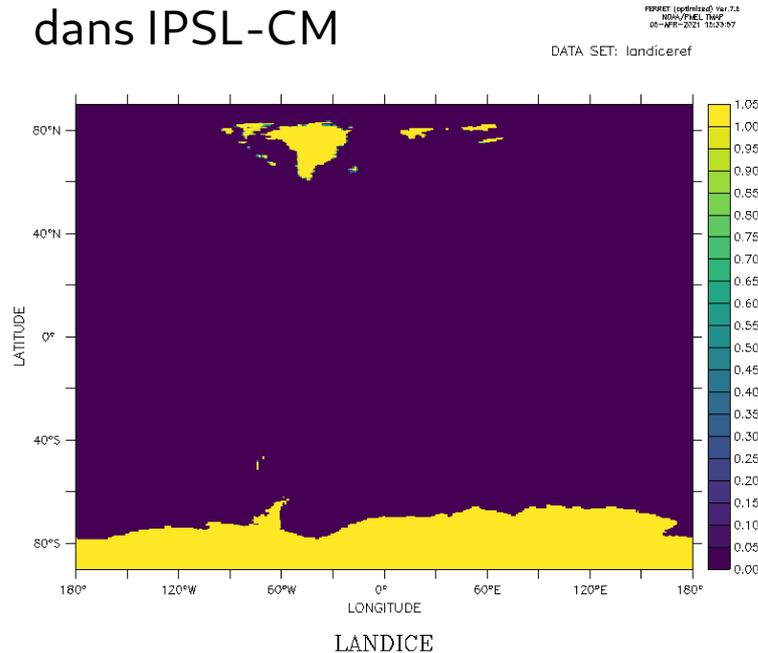
- ERC AWACA (Atmospheric Water Cycle over Antarctica: Past, Present and Future), début septembre 2021



- Modélisation climatique avec Dynamico-LMDZ (scénarios, reconstruction)
- Besoin de paramétrisations fiables pour les processus clés du cycle de l'eau en Antarctique : nuages, précipitations et manteau neigeux
- Stages M2 EUR IPSL, cycle de l'eau, interaction compartiments en Antarctique

De quelle manteau neigeux parle t'on ?

- Manteau neigeux sur les calottes (« landice ») gérées par LMDZ et non Orchidée dans IPSL-CM



masque « landice » actuel $1^\circ \times 0.5^\circ$

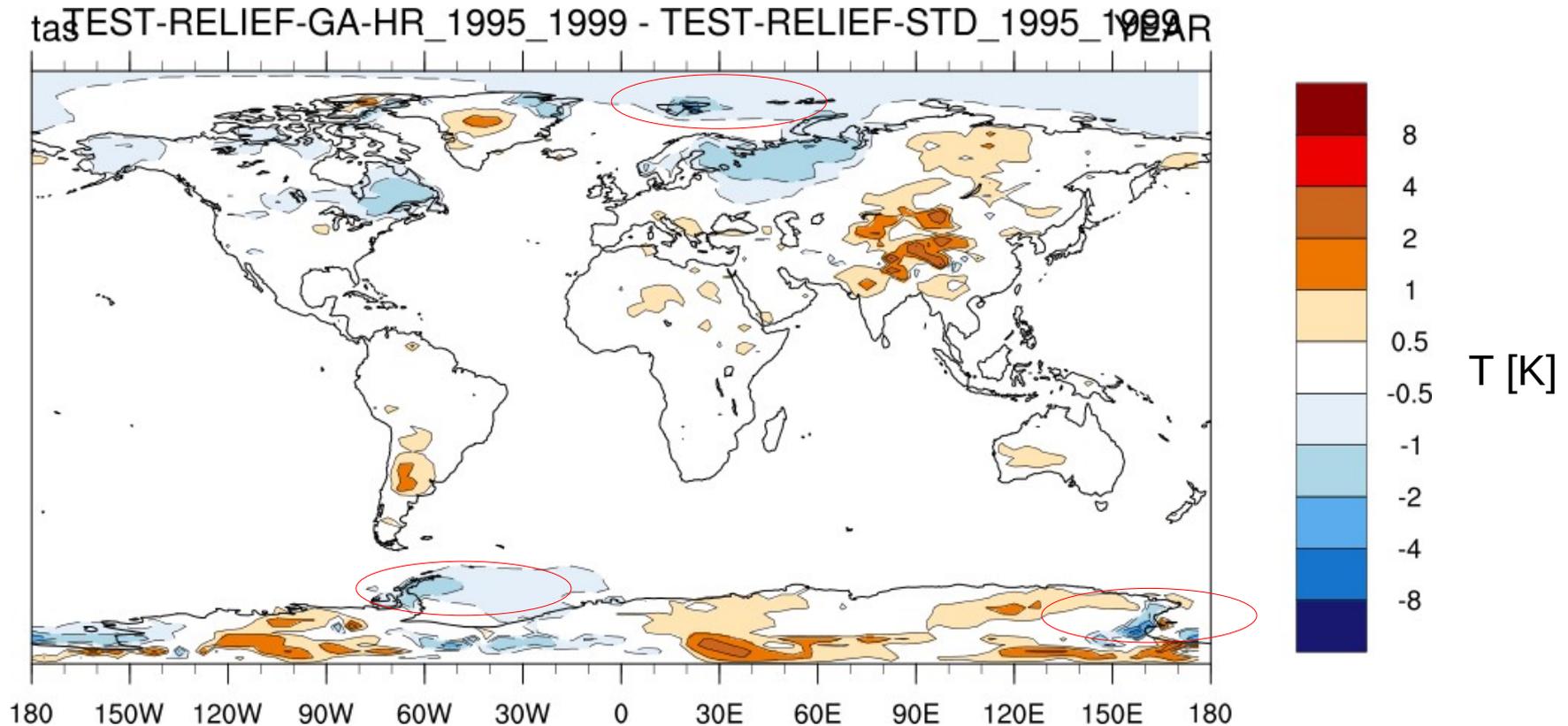


nouveau masque « landice » 0.0625°
à partir de Rtopo, 11 % des terres émergées

- Les îles « boréales » sont désormais gérées par Orchidée. In fine, il faudrait que toutes les landice soient traitées par Orchidée (cohérence hydrologie)
- Nouveau relief pour LMDZ ($0.17^\circ \rightarrow 0.0625^\circ$ + corrections Antarctique, Groenland)

De quelle manteau neigeux parle t'on ?

- Effet nouveau relief + nouveau masque landice

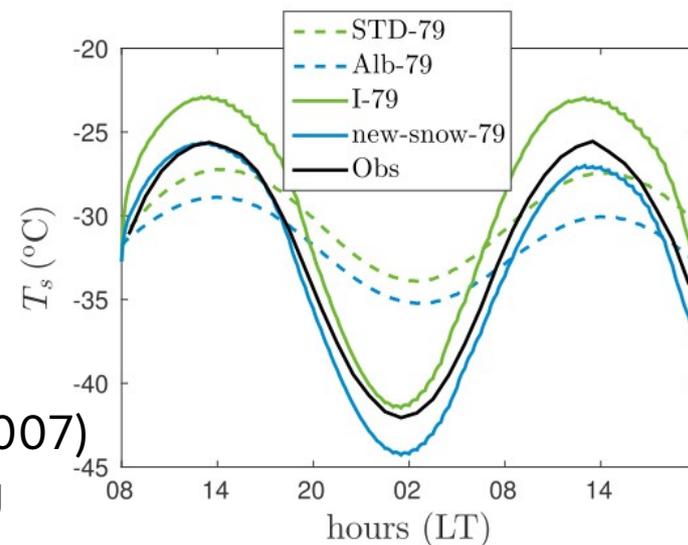


Paramétrisation actuelle de la neige sur les Landice dans LMDZ (*surf_landice_mod*)

- Rugosité constante, $z_{0m}=z_{0h}=1\text{mm}$
- Albédos constants $alb_1=0.96$ (vis), $alb_2=0.68$ (nir)
- Transfert thermique sur 11 niveaux dans une neige d'inertie thermique (densité, conductivité, capacité) constante
- Vélage si $masse_neige > 3000 \text{ kg/m}^2$ ($\sim 10\text{m}$)
- Fonte « bulk » quand $T_{sol} > 0^\circ\text{C}$ (pas de regel)

Pourquoi ce n'est pas si mal ...

- Bilan de masse et fonte raisonnables (Krinner et al. 2007)
- Climat correct sur le plateau antarctique après tuning

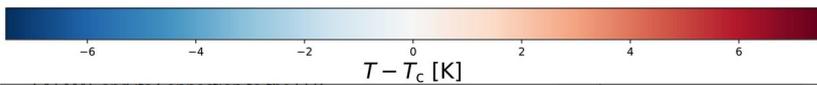
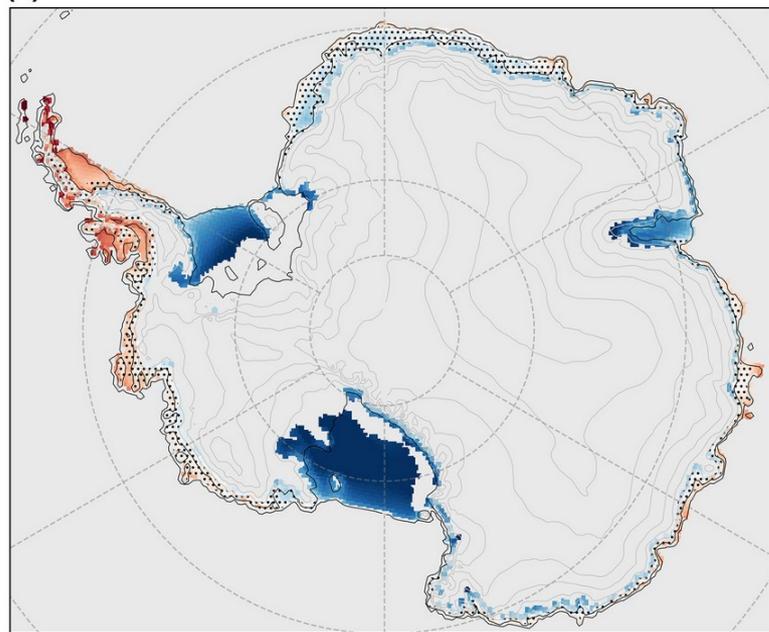


Cycle diurne estival de T_s au Dôme C

Mais pourquoi ça pourrait (devrait) être mieux ...

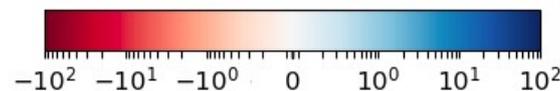
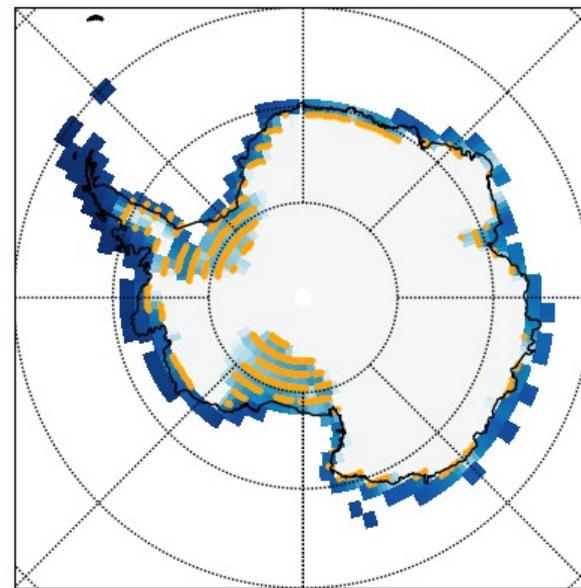
- Hypothèses grossières (albédo constant, densité constante ...) → voir après
- Processus (de plus en plus) importants absents : neige soufflée, snowmelt-albedo feedback, regel de l'eau de fonte et de la pluie, hydrologie glaciaire

(a)



Jakobs et al. 2021

Annual number of days with rain and positive Celsius temperature



Vignon,
Roussel et al. 2021

INterfacing Lmdz AND SISvat (INLANDSIS) project

- SISVAT : schéma de sol du modèle MAR
- Module de neige élaboré, basé sur une version de CROCUS, utilisé/développé/calibré/reconnu pour l'Antarctique et le Groenland.
- Couplage avec LMDZ en 2010
- Résultats prometteurs mais instabilités numériques
- En 2021 : le couplage compile mais plantage à l'exécution

Clim. Past, 8, 1801–1819, 2012
www.clim-past.net/8/1801/2012/
doi:10.5194/cp-8-1801-2012
© Author(s) 2012. CC Attribution 3.0 License.



Modelling snow accumulation on Greenland in Eemian, glacial inception, and modern climates in a GCM

H. J. Punge^{1,*}, H. Gallée², M. Kageyama¹, and G. Krinner²

Références SISVAT :

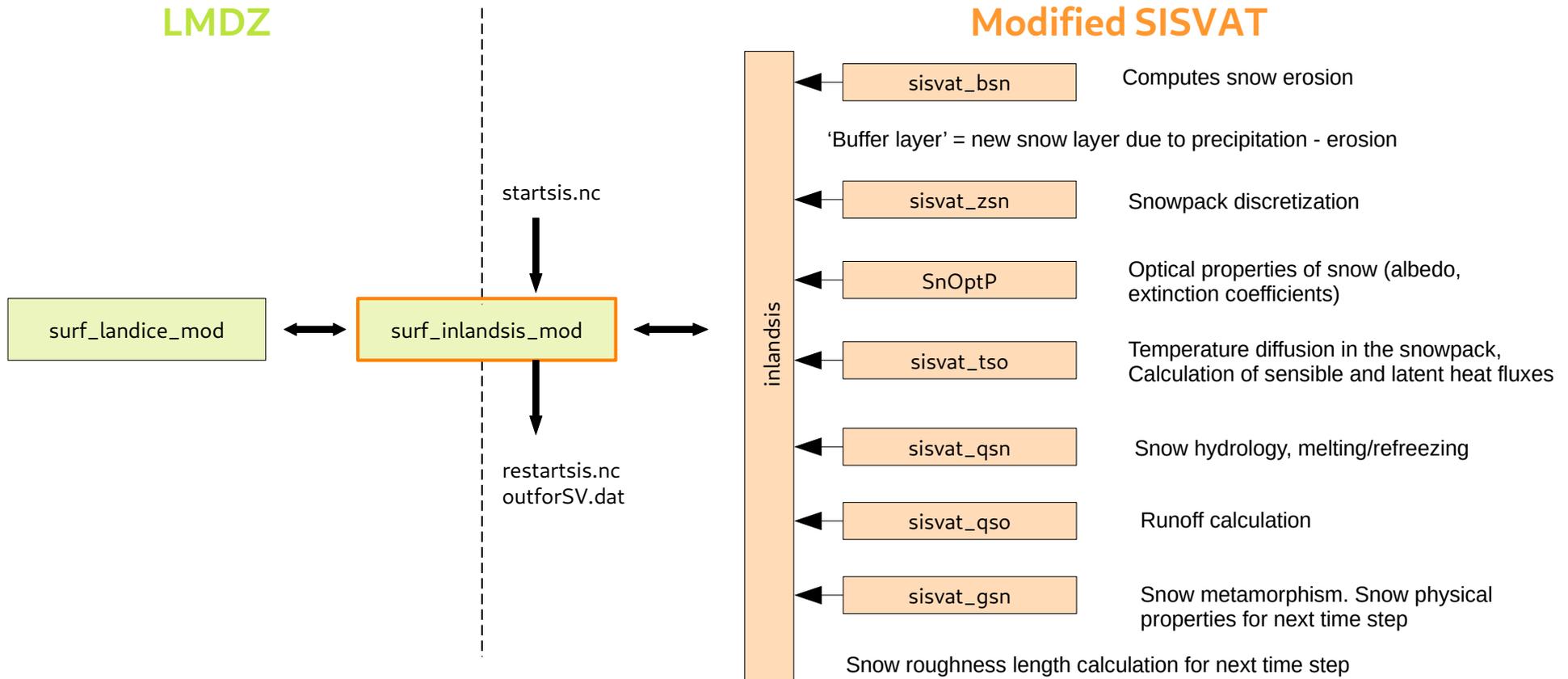
Gallée et al. 1997, 2001
De Ridder and Gallée, 1998
Fettweis et al. 2017
Agosta et al. 2018
Amory et al. 2021

...

INterfacing Lmdz AND SISvat (INLANDSIS) project

- Dégel du projet en Novembre 2020
- Remplacement de toutes les routines par une version 2020 de SISVAT
- Travail de simplification : on ne garde que ce qui concerne la neige
- Restructuration du couplage, LMDZ fournit désormais les coefficients de drag à SISVAT
 - cohérence flux de surface/T2m, U10m (fonction de stabilité)
 - cohérence avec couplage LMDZ-Orchidée
 - pas d'effet de la neige soufflée sur le drag
- Débugage

INterfacing Lmdz AND SISvat (INLANDSIS) project (sans neige soufflée, 30 couches de neige, 11 couches de glace)



En pratique

- une clé de compilation

```
./makelmdz_fcm -arch local -j 8 -mem -parallel mpi_omp -inlandsis true -rrtm true -d 32x32x39 -v orchidee2.0 -cpp ORCHIDEE_NOZ0H gcm
```

- une nouvelle section dans physiq.def

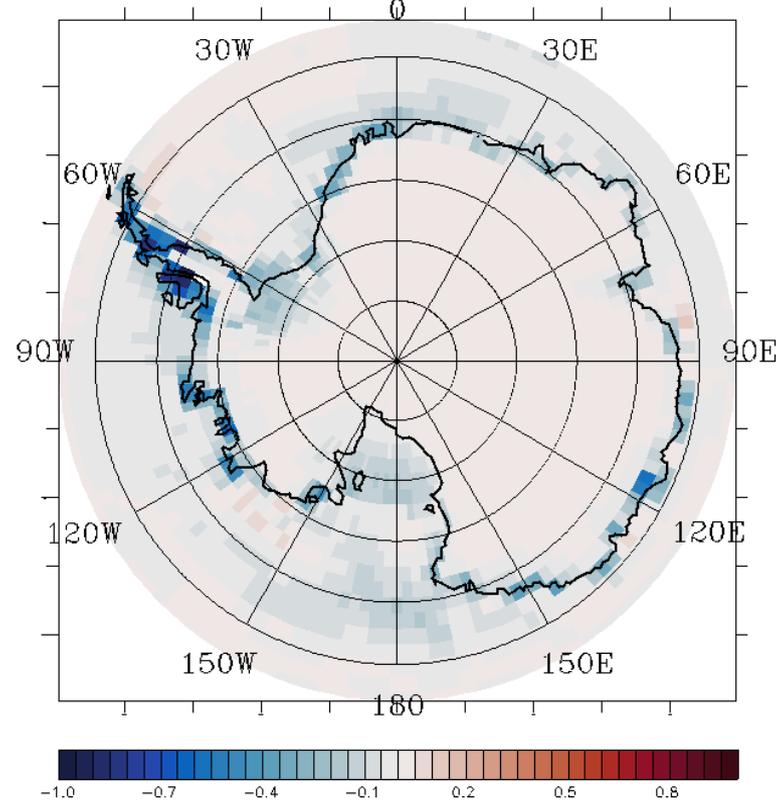
```
#####  
# Iced surfaces  
#####  
#-----WITHOUT INLANDSIS-----  
# Albedo et inertie des calottes  
alb_vis_sno_lic=0.96  
alb_nir_sno_lic=0.68  
# Controle de l'inertie des glaciers et banquises  
# inertie_sno : pour la neige (y compris sur les points "ter"  
# quand orchidee n'est pas actif utilisé)  
# inertie_lic/sic : pour les "land ice" et "sea ice"  
inertie_sno=350  
# iflag_sic=1 pour forcer à garder l'inertie des "sea ice"  
# a inertie_sic meme si la surface est couverte de neige  
# iflag_sic=1 pour forcer à garder l'inertie des "sea ice"  
# a inertie_sic meme si la surface est couverte de neige  
iflag_sic=1  
  
inertie_lic=2000  
inertie_sic=2000  
  
#-----WITH INLANDSIS-----  
# To activate inlandsis, landice_opt=2 (D=0)  
landice_opt=2  
  
# number of subimesteps (D=1)  
n_dtis=1  
  
# activation of the snow module (D=y)  
SnoMod=y  
  
# activation of blowing snow (D=n)  
BloMod=n  
  
# Output ascii file (D=n)  
ok_outfor=n  
  
# surface temperature calculation option (D=1)  
iflag_tsurf_inlandsis=1  
  
# snow/soil temperature calculation option (D=0)  
iflag_temp_inlandsis=0
```

Quelques résultats

5 ans « clim », 144x142x79 (impact numérique négligeable)

Run-off, LMDZSISVAT - LMDZ

[t m⁻² y⁻¹]

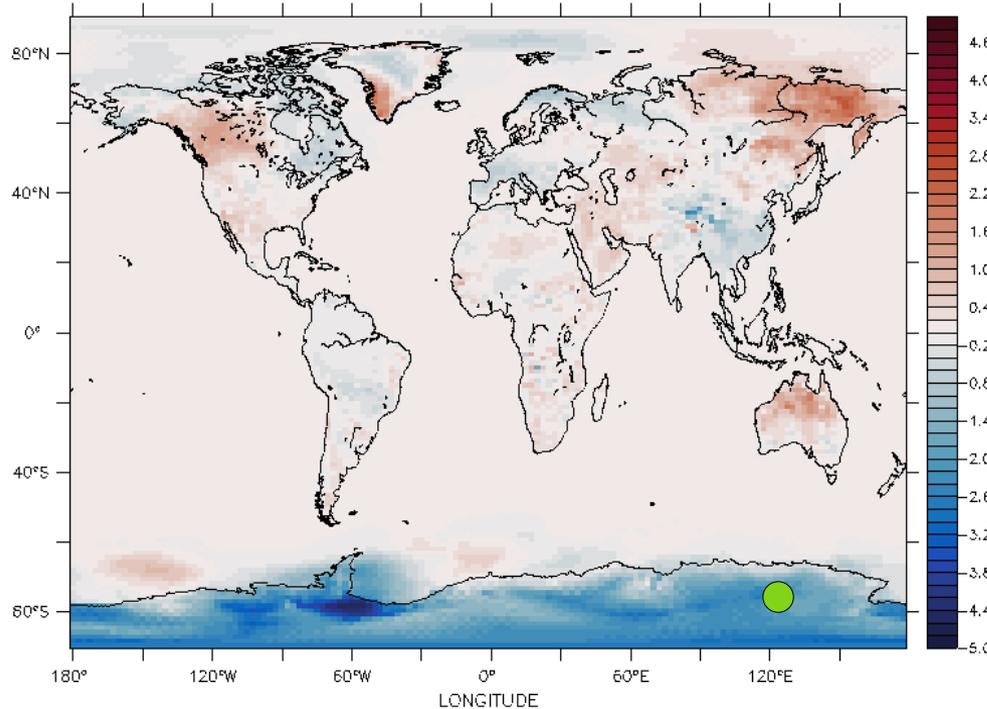


Probable effet du regel,
à confirmer

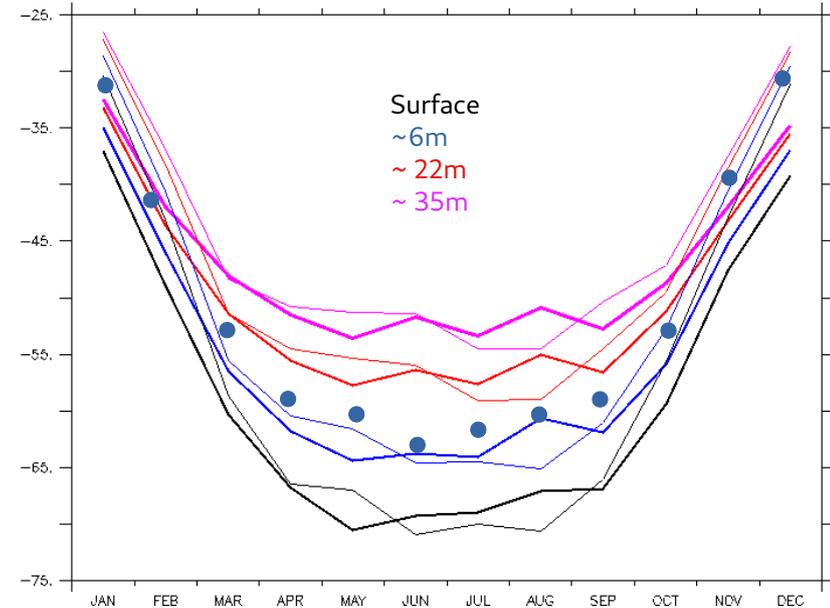
Quelques résultats

5 ans « clim », 144x142x79 (impact numérique négligeable)

Diff T_{sol} [K] (avec sisvat – sans sisvat)

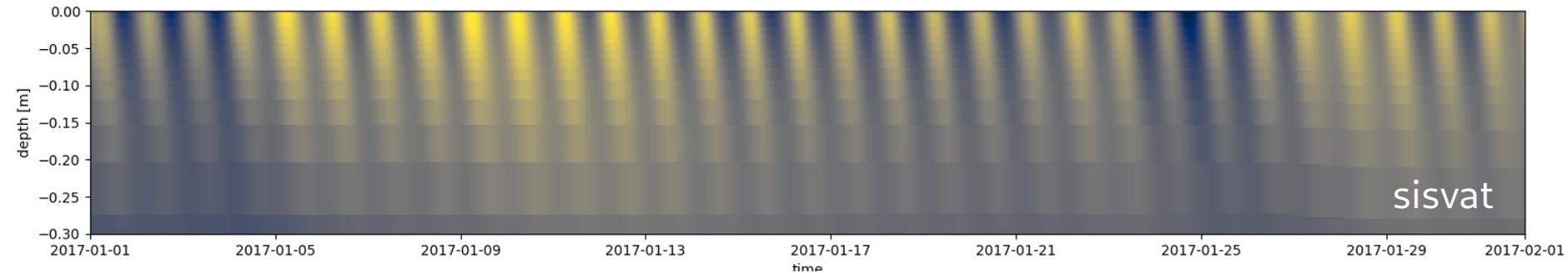
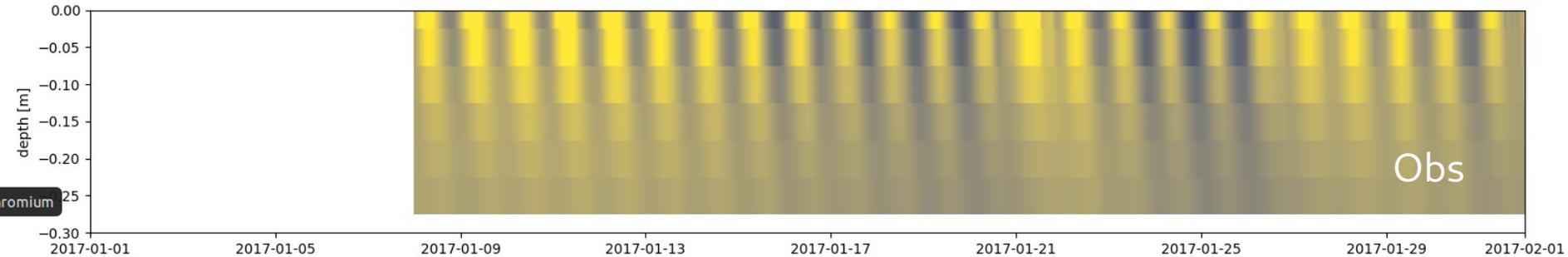
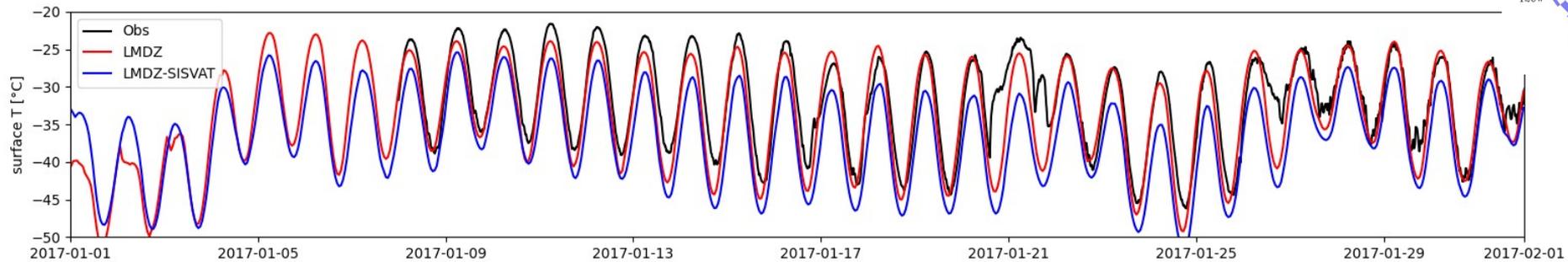
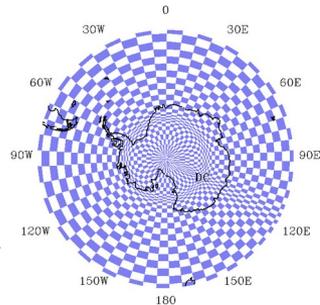


A Dôme C
Lignes fines : sans SISVAT
Épaisse : avec SISVAT
Cercles : obs à 6m



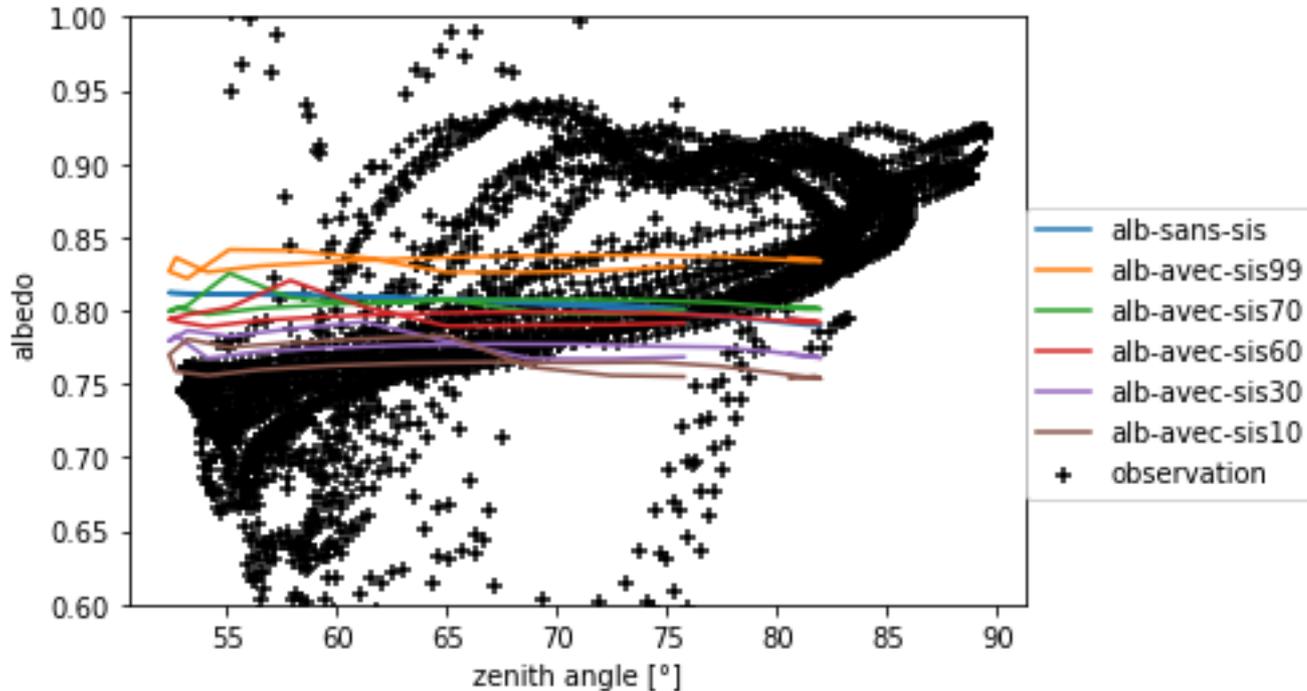
Résultats encourageants (modèle non-calibré) mais biais froid sur le plateau en été

« Zoom » sur le biais froid en été



Stage M2 Hajar El Habchi El Fenniri

- Evaluation/amélioration/calibration de LMDZ-SISVAT à Dôme C
- Simulations 1D (cas GABLS4) et zoomées-guidées
- Travail sur la densité et conductivité de la neige (inertie thermique) et sur l'albédo (diamètre optique et dépendance à l'angle zénithal)



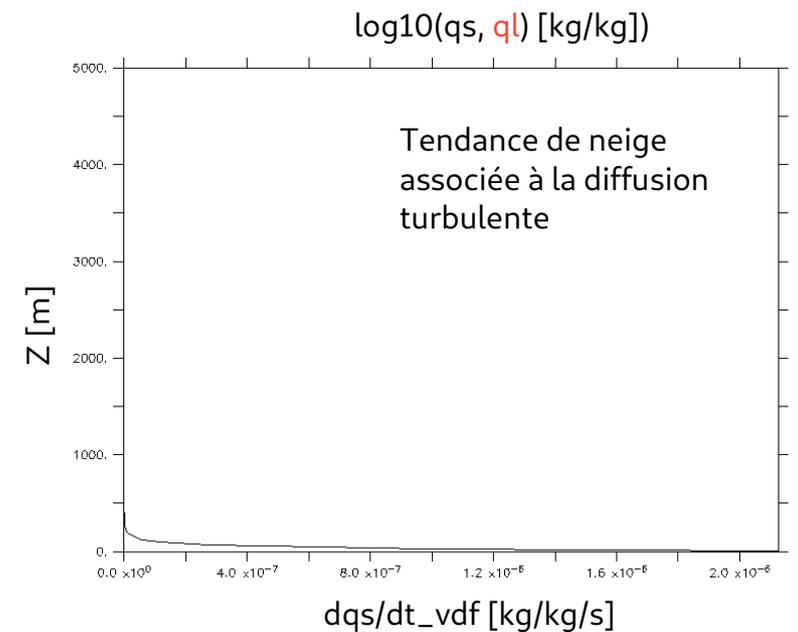
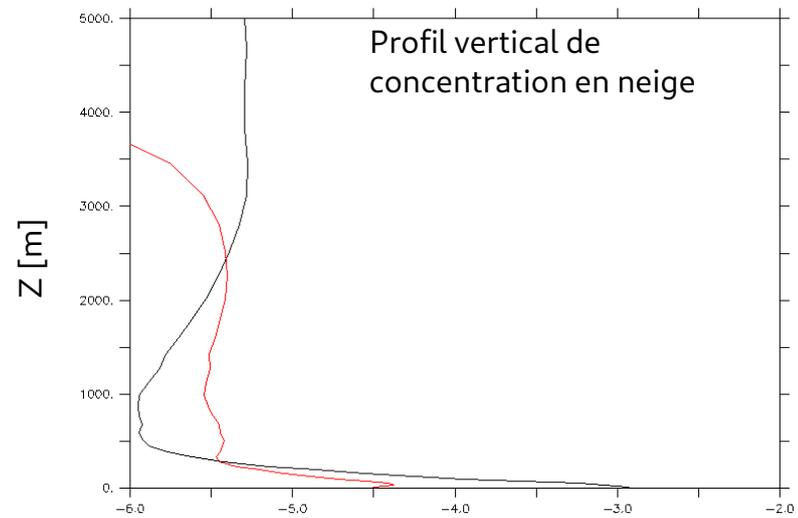
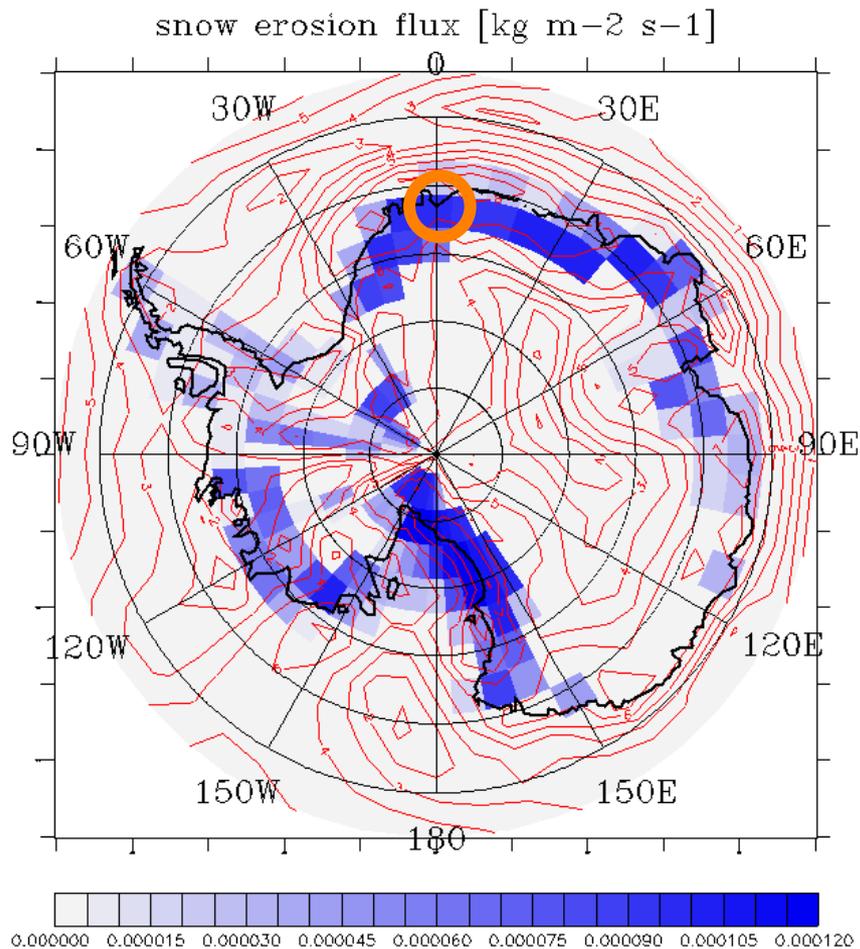
Conclusion, perspectives et questions

Court terme

- Bascule avec le nouveau masque landice ?
- Travail d'évaluation/amélioration/calibration de LMDZ-SISVAT sur Dôme C (stage d'Hajar)
- Sorties des variables SISVAT (via XIOS). Urgent Help ?
- Commiter la version mise à jour
Suppression de l'ancien répertoire sisvat ?

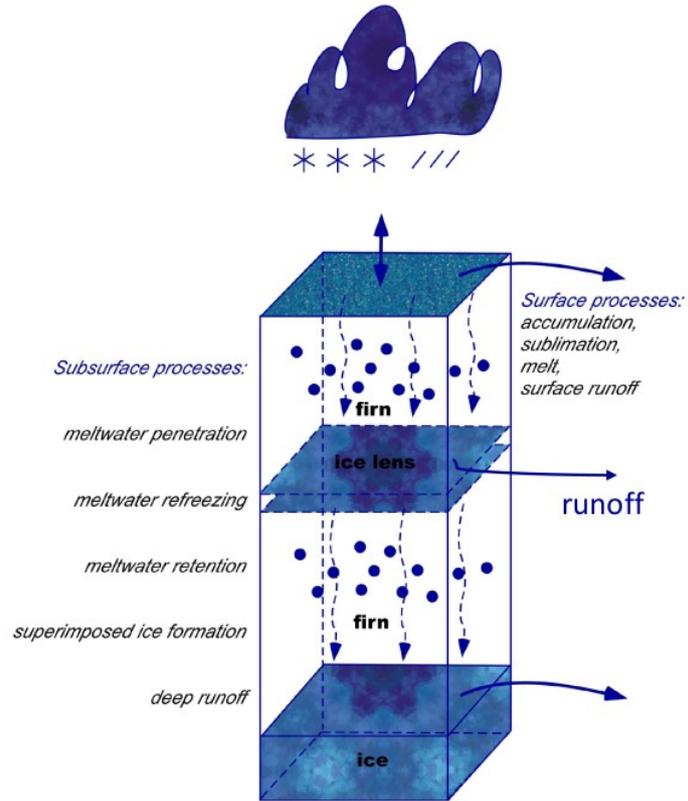
Plus long terme

- Quelle application pour LMDZ-SISVAT (en dehors de l'ERC AWACA)?
- Évaluation des processus en région de fonte (fonte, snowmelt-albedo FB)
- Neige soufflée

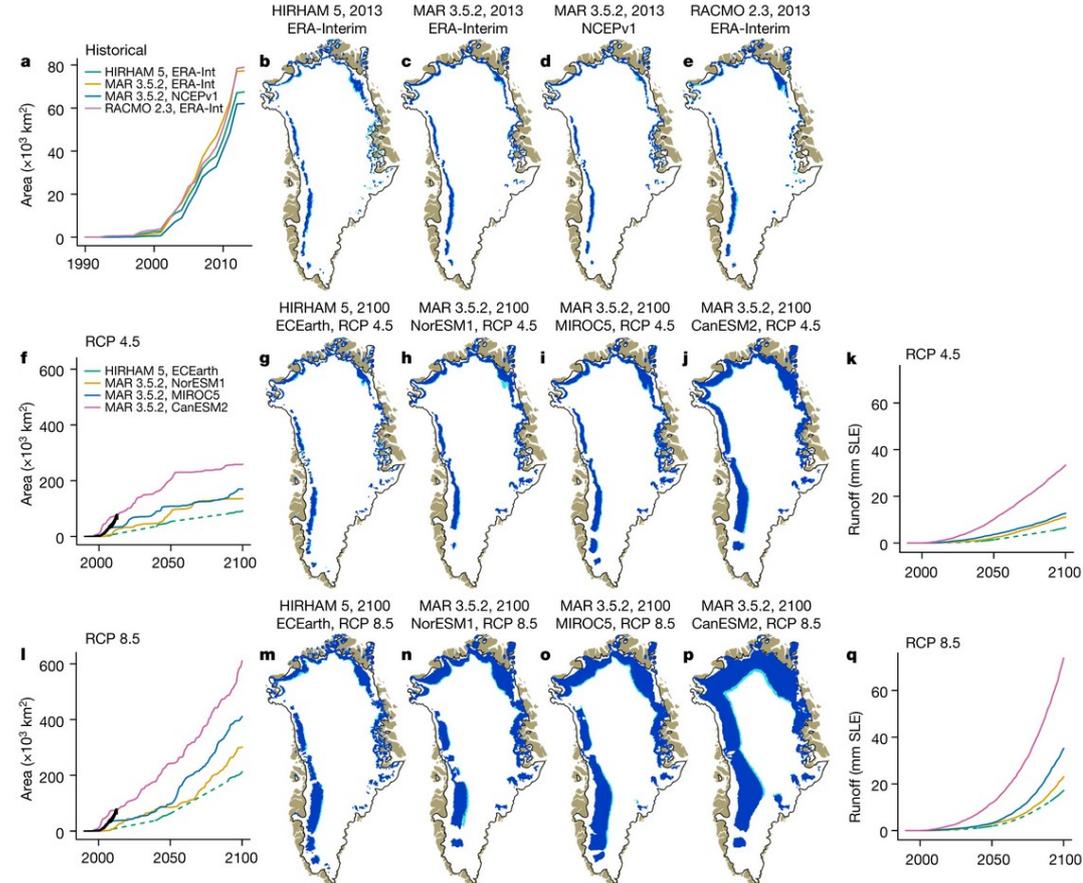


Mais pourquoi ça pourrait (devrait) être mieux ...

Ice slabs et hydrologie de surface au Groenland



Ettema et al. 2010, courtesy of N. Jullien



McFerrin et al. 2020