

Mise en évidence et amélioration des interactions entre atmosphère et glace de mer Arctique dans LMDZ

Nicolas MICHALEZYK, Guillaume GASTINEAU, Martin VANCOPPENOLLE
& Clément ROUSSET

1. La banquise, importante ?

- Aide au refroidissement régions polaires
 - Albédo élevé
 - Isolant naturel
- Sensible à la t° et aux rétroactions
- Liée à la circulation océanique



❖ Décroit de 4.7 % / 10 ans



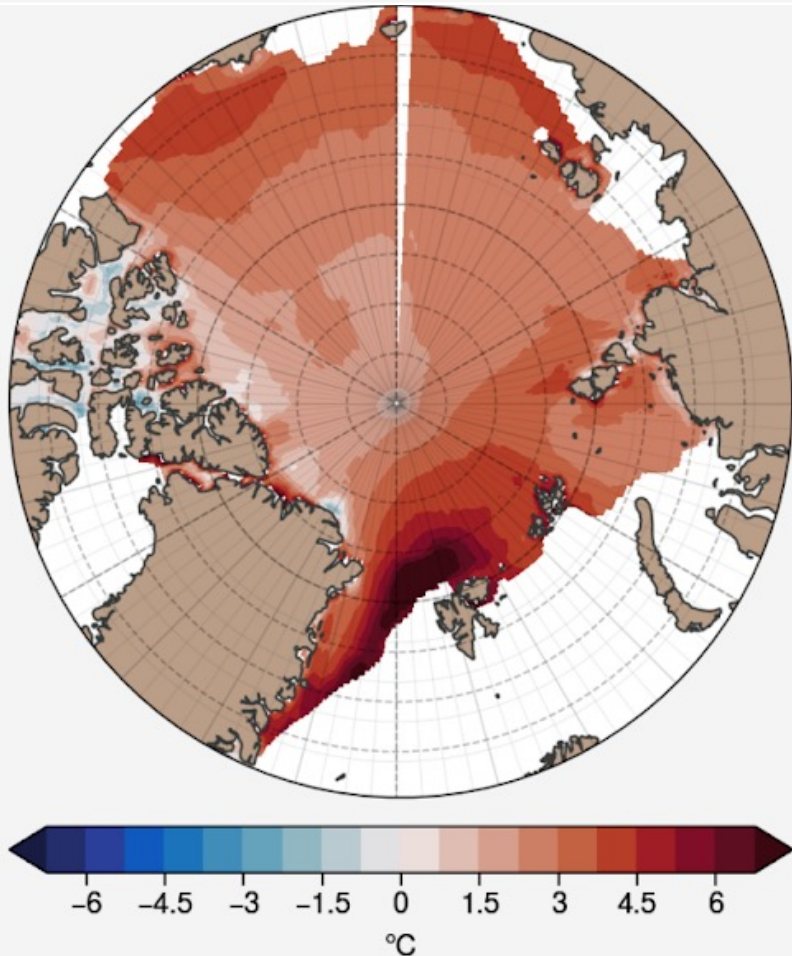
❖ rôle clé dans l'amplification polaire

2. La banquise dans LMDZ et en couplé

- LMDZ : modèle très simpliste,
 - Epaisseur et conductivité thermique constantes,
 - Albédo dépend seulement de la couverture neigeuse et de l'âge de la glace,
 - Pas de températures à l'intérieure de la glace.
- Couplé : réaliste (LIM3),
 - Plusieurs catégories de glace possibles avec concentrations variables par maille de grille,
 - Fonction de distribution d'épaisseur $g(x,y,h,t)$,
 - Processus dynamiques,
 - Redistribution mécanique via le rafting et le ridging,
 - Processus thermodynamiques comme croissance / fonte de la glace,
 - Albédo fonction de la t° de surface de la glace, de l'épaisseur de la glace + neige et de la nébulosité.

3. Biais de température de surface dans LMDZ en hiver

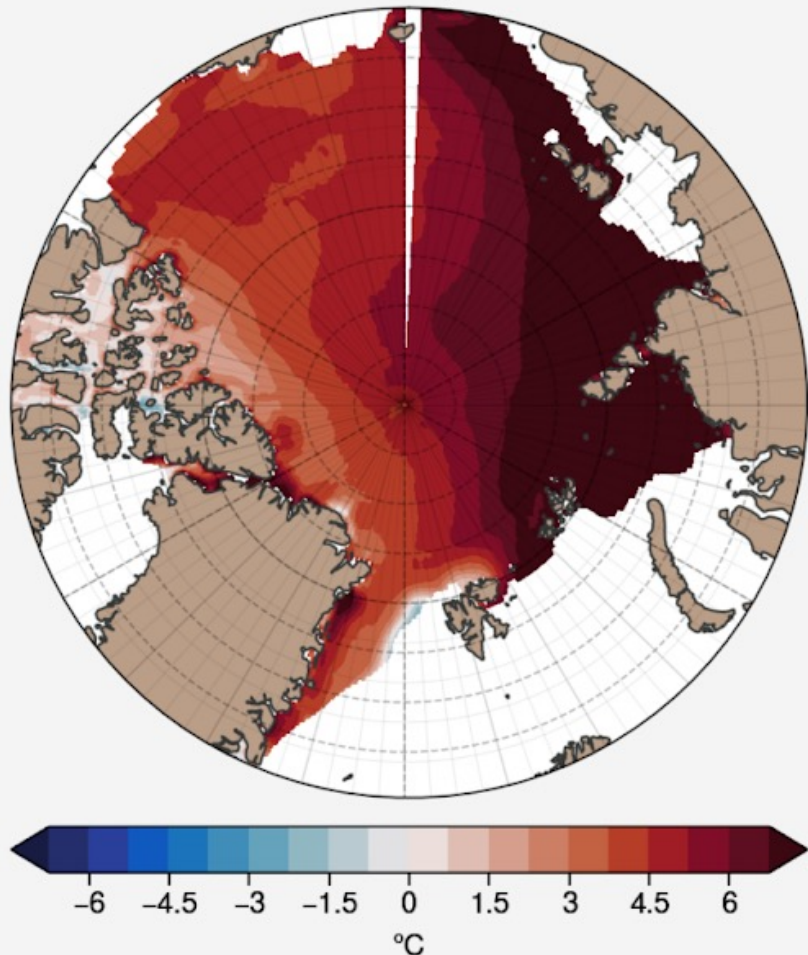
Différence de t2m LMDZ - ERA5 ajustée sur glace en DJF 1980 - 2015



- Epaisseur et conductivité non réalistes
- Albédo trop simpliste
- Circulation atmosphérique
- Neige

4. Biais de température de surface en couplé en hiver

Différence de t2m couplé - ERA5 ajustée sur glace en DJF 1980 - 2015



CMIP6 - IPSL

- Pas assez de glace dans le modèle, surtout à Barents
- Rétroactions (vapeur d'eau...)
- Trop d'intrusions d'air chaud par rivières atmosphériques
- Transport océanique

29/09/2023

5. Amélioration de la banquise dans LMDZ

Modèle actuel:

- Albédo:

$$\alpha_{sn} = 0.55 + 0.3e^{-t/5}$$
$$\alpha_{si} = 0.60$$
$$\alpha = (1 - f)\alpha_{si} + f\alpha_{sn}$$

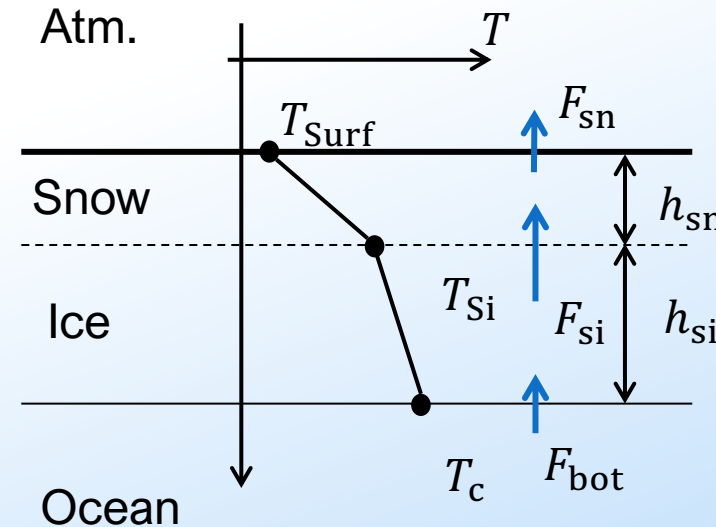
- Flux de conductivité calculé par

- le modèle "soil.F90" avec dernière couche sol à T_c .
- rappel de la température de surface au point congélation eau de mer avec une constante de temps (τ_{gl}).

$$F_c = \frac{T_{surf} - T_c}{\tau}$$

Modèle modifié:

- Albedo : calcul de LIM3
- Flux de conductivité calculé à l'aide des épaisseurs de neige et de glace de mer:



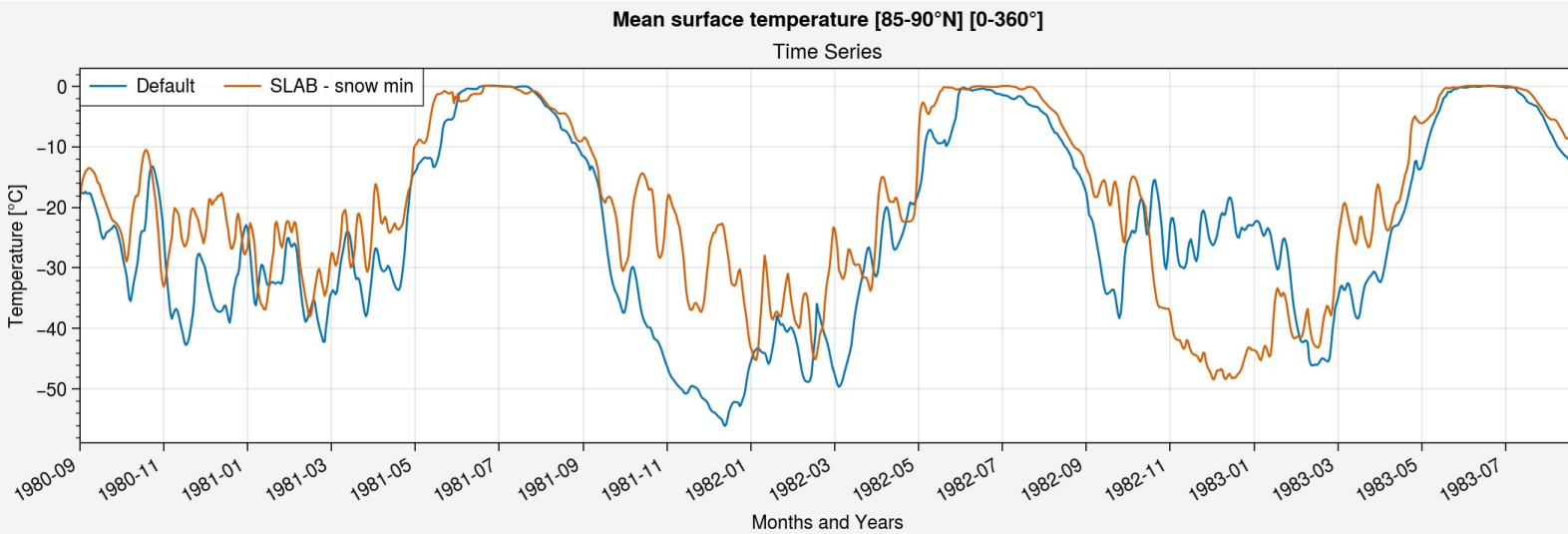
$$F_{sn} = k_{sn} \frac{T_{Surf} - T_{si}}{h_{sn}}$$

$$F_{si} = k_{si} \frac{T_{si} - T_c}{h_{si}}$$

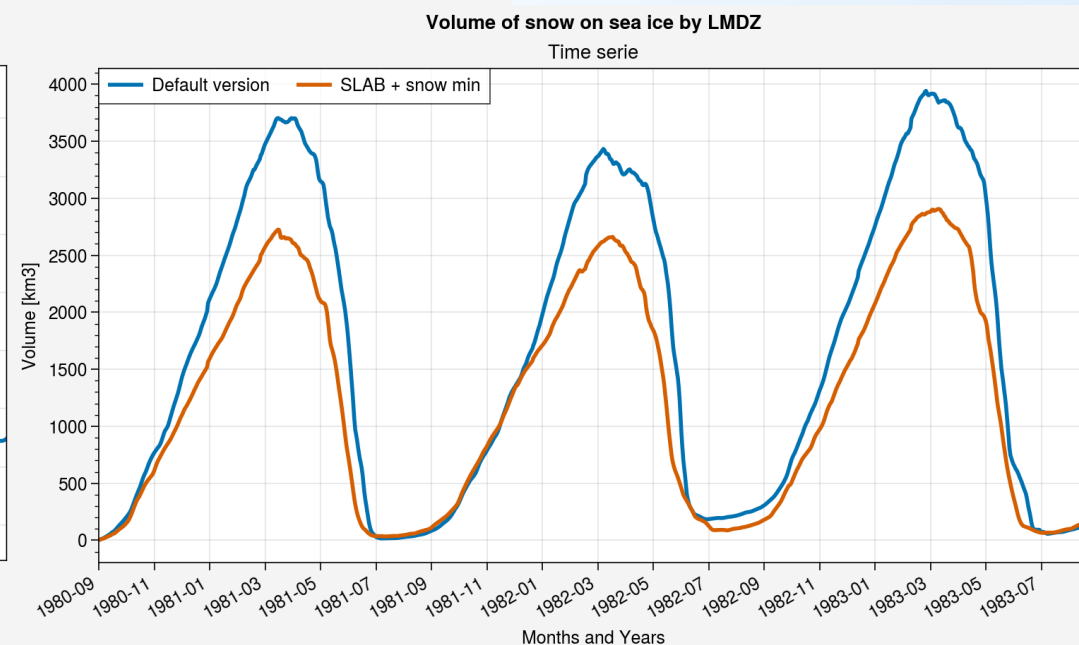
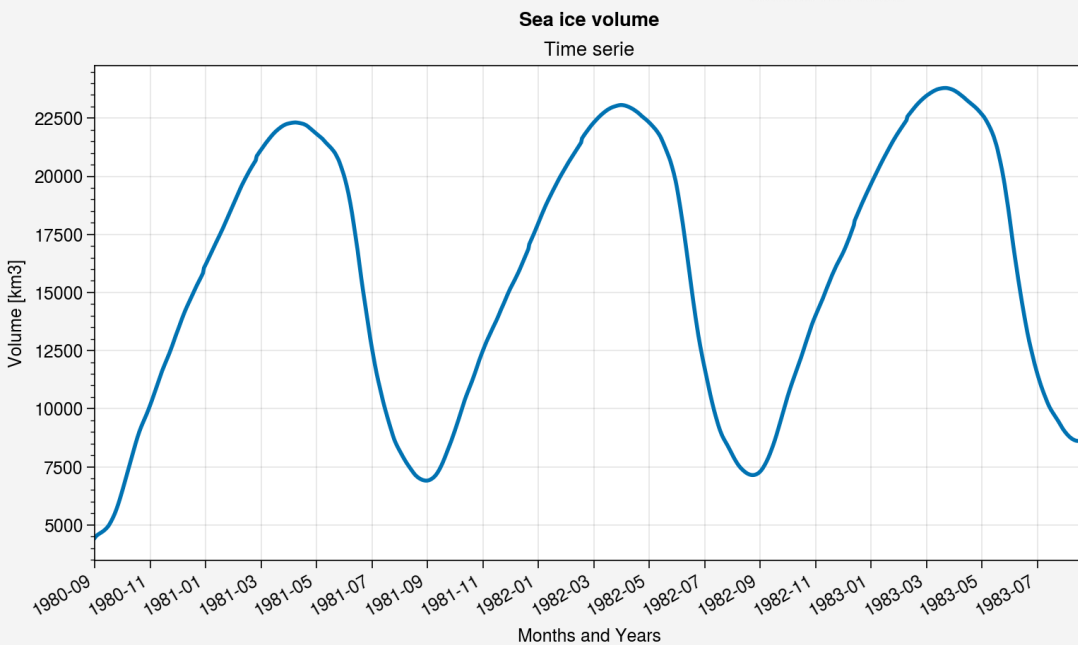
$$F_{bot} = 2 \text{ ou } 4 \text{ W m}^{-2}$$

- On calcule T_{Surf} à l'aide du bilan radiatif au sol
- Avec T_{Surf} et T_{si} : on calcule dh_{sn} et on met à jour h_{sn}
- Avec F_{si} et F_{bot} : on calcule dh_{si} et on met à jour h_{si}

6. Premier test en LMDZ VLR (11° lon x 5° lat)



- Simu sur 3 ans
- Introduction seuil minime de neige < au précédent
- Pas de dérive des précips neigeuses



7. MOSAIC : une campagne utile

Problème en Arctique : manque d'observations

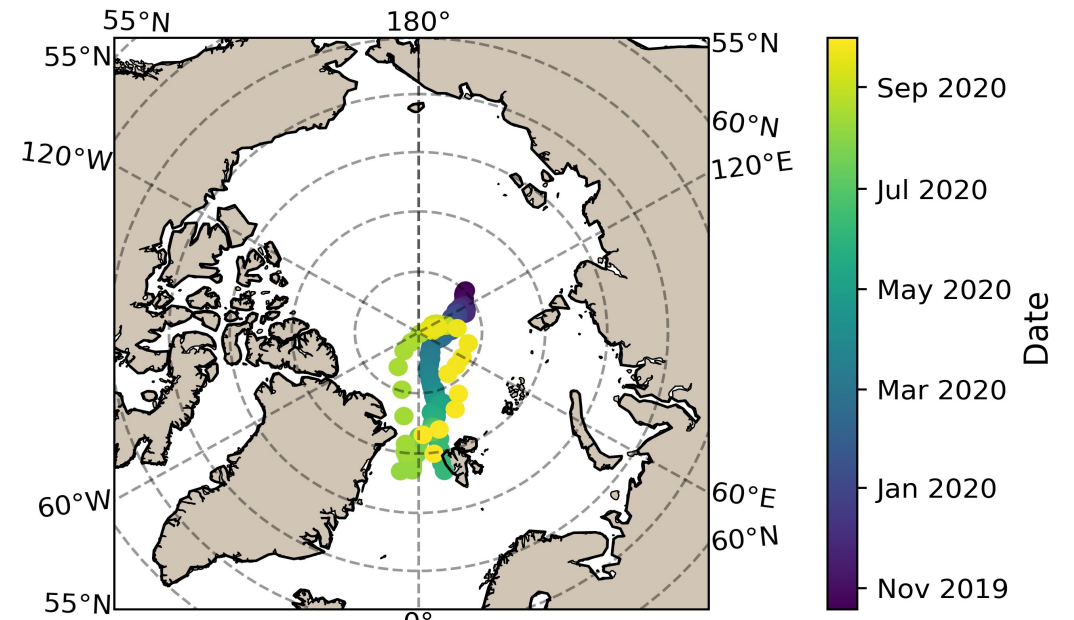
- Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate

- Cycle annuel complet
- Nombreuses variables (rad, météo, liq)
- Incertitudes faibles
- Récent
- Bien documenté, au cœur de projets

- Limites :

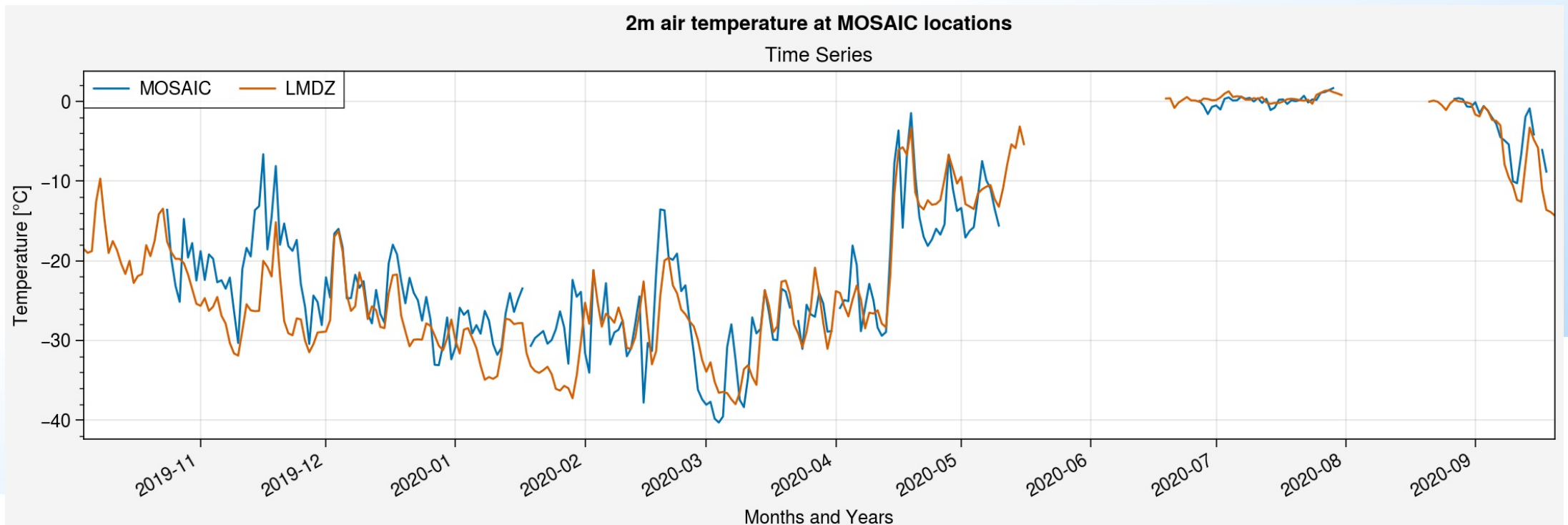
- Une seule année
- Interruption de données
- Extrapolation spatiale ?

MOSAIC campaign - Radiosounding location - 2019/2020



7. MOSAIC : une campagne utile

- LMDZOR (2.5° lon x 1.5° lat) nudgé vents 700 hPa pour contraindre la dynamique atmosphérique → la surface évolue librement thermodynamiquement et on élimine l'effet de la dynamique pour l'étude des biais.
- Changement de signe du biais : maintenant trop froid
- Projet intercomparaison Pithan



Conclusions

1. Différences significatives entre biais atmosphère et biais couplé,
2. Des améliorations sont nécessaires pour + de cohérence entre atmosphère seule et modèle couplé,
3. La physique de la glace et des processus associés ont un fort impact sur les variables de surface,
4. Le nouveau modèle introduit est plus réaliste mais résultats à tester

Perspectives

1. Axe I)

- A. Evaluer la nouvelle glace et ses impacts,
- B. Comparer à l'ancienne glace,

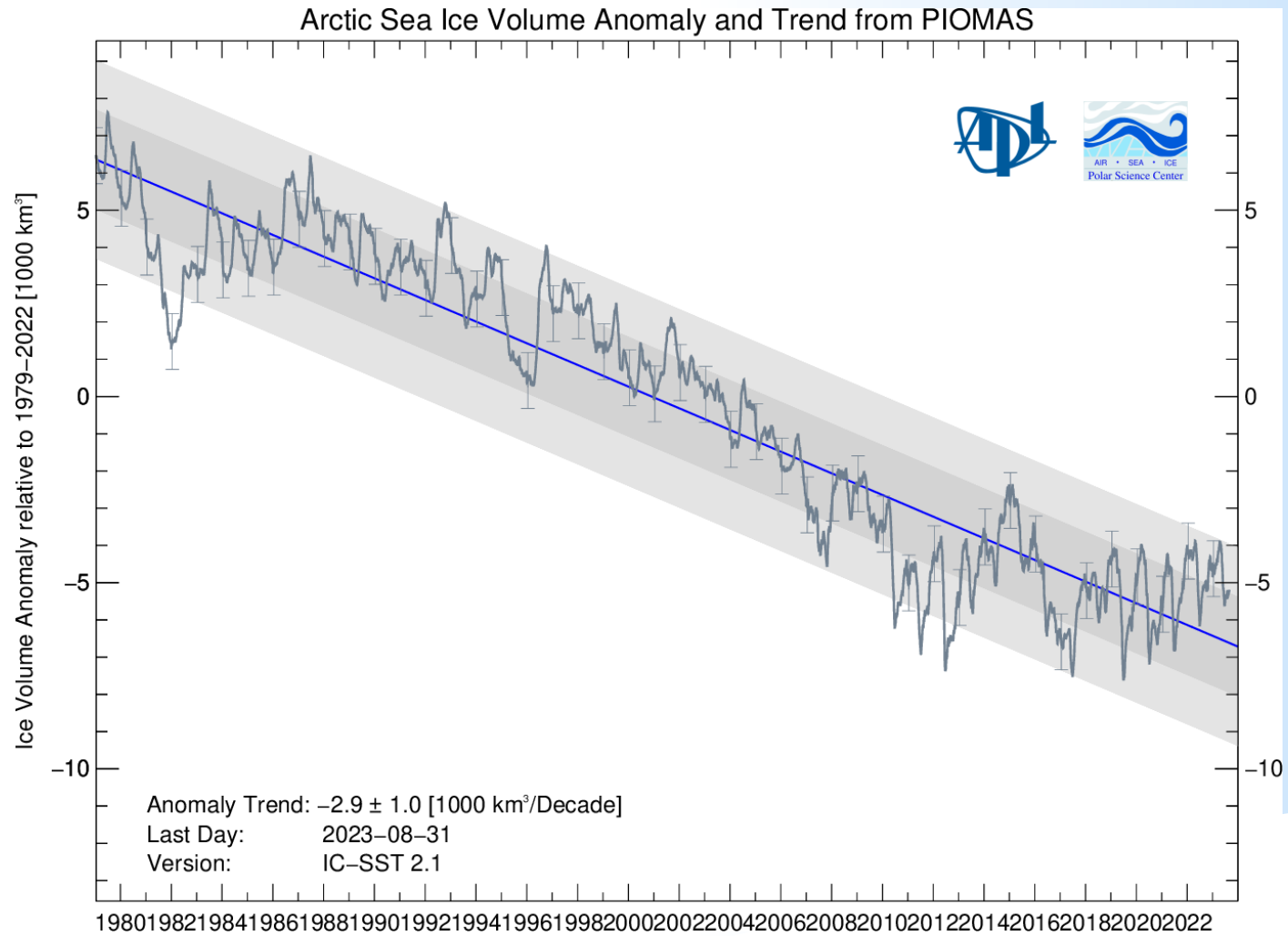
2. Axe II)

- A. Faire plus de comparaisons entre obs, réanalyses et modèle
- B. Faire un bilan énergétique de l'Arctique pour déterminer les causes potentielles des biais,

3. Axe III)

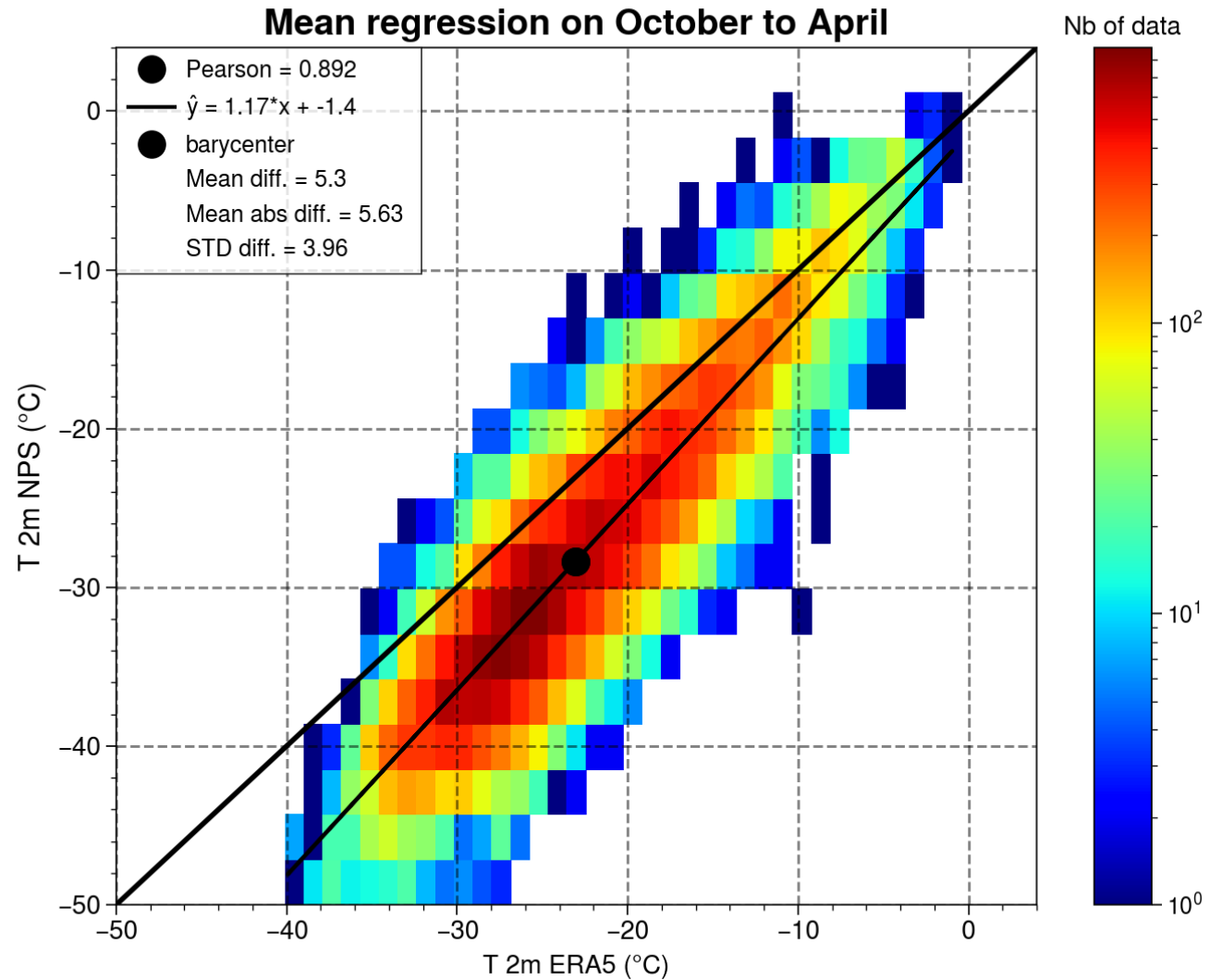
- A. Tuner et raffiner la nouvelle glace dans le cadre de MOSAIC,
- B. Expériences de sensibilité pour évaluer l'amplification polaire.

Annexes



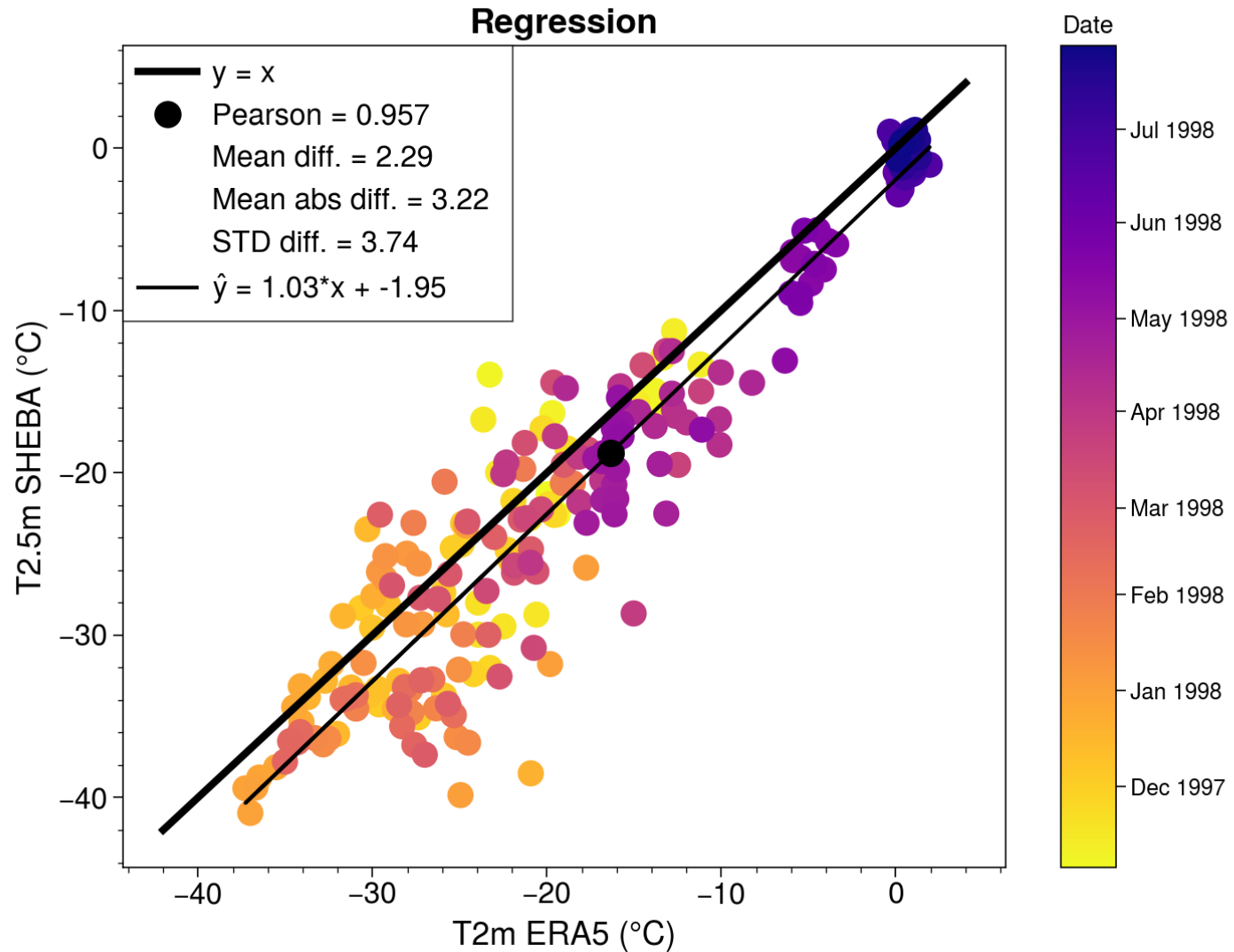
Annexes

Severny Polius observations vs ERA5, t2m 1979 - 1991



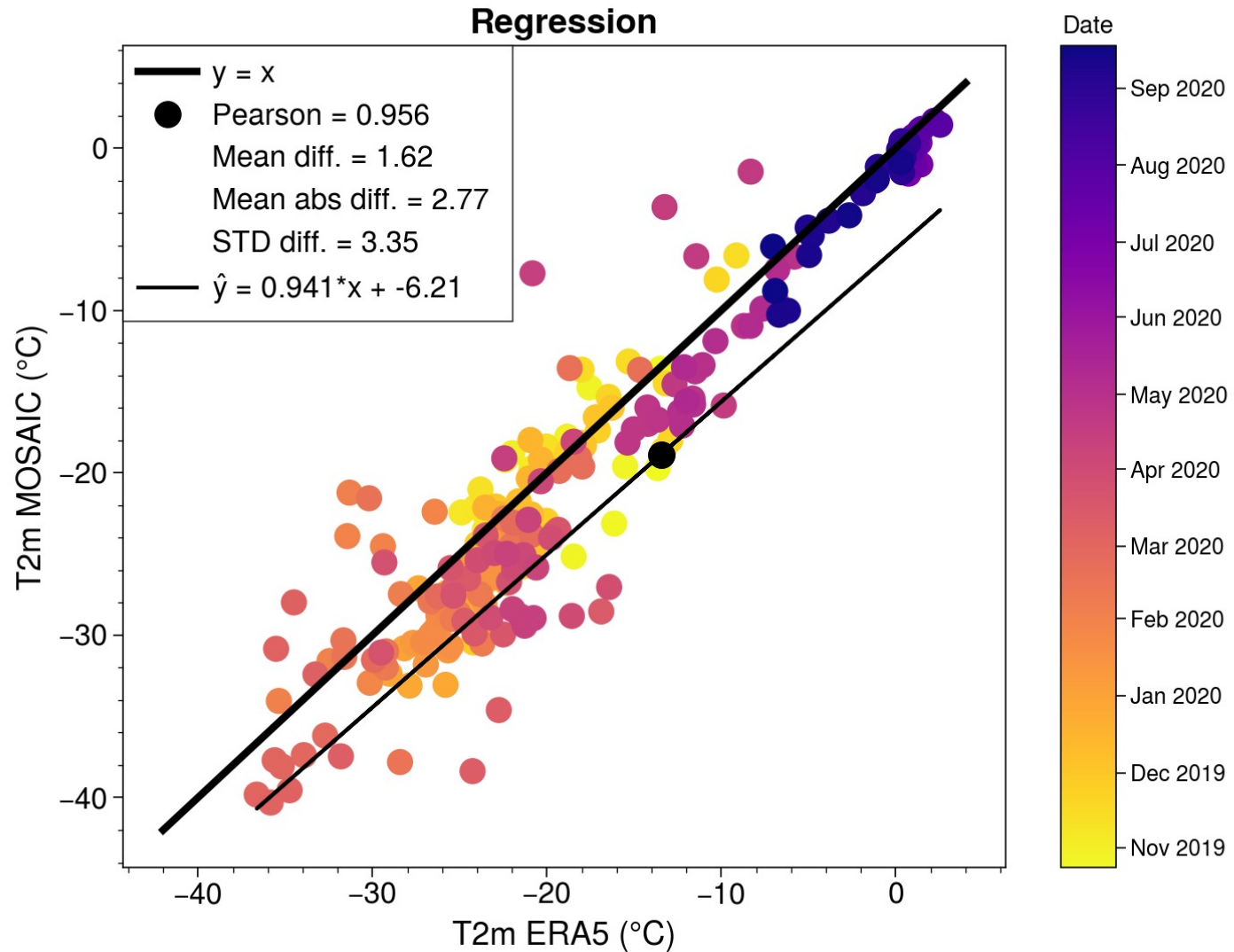
Annexes

T2m SHEBA observations vs ERA5, 10/1997 to 09/1998

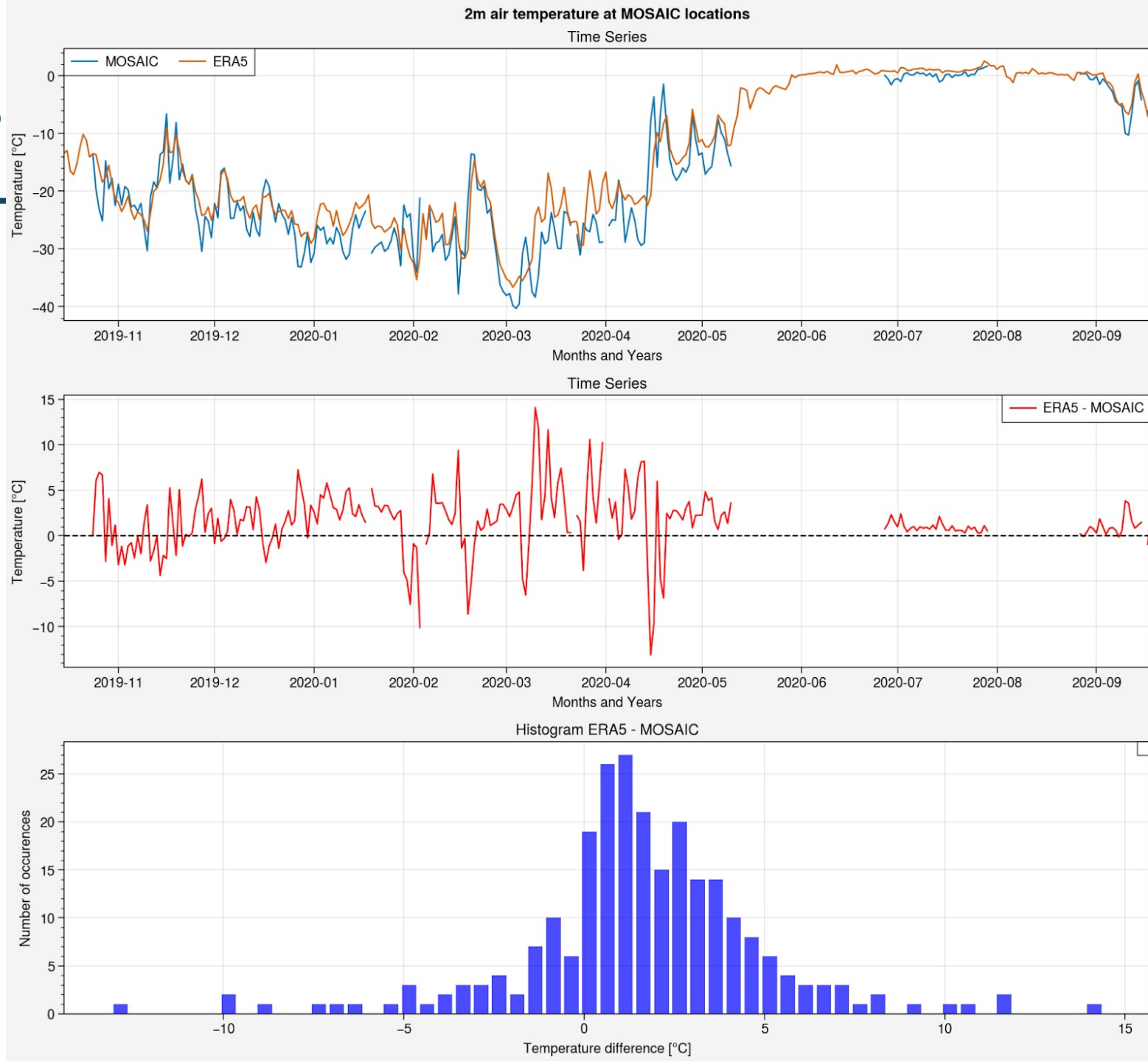


Annexes

T2m MOSAIC observations vs ERA5, 10/2019 to 09/2020

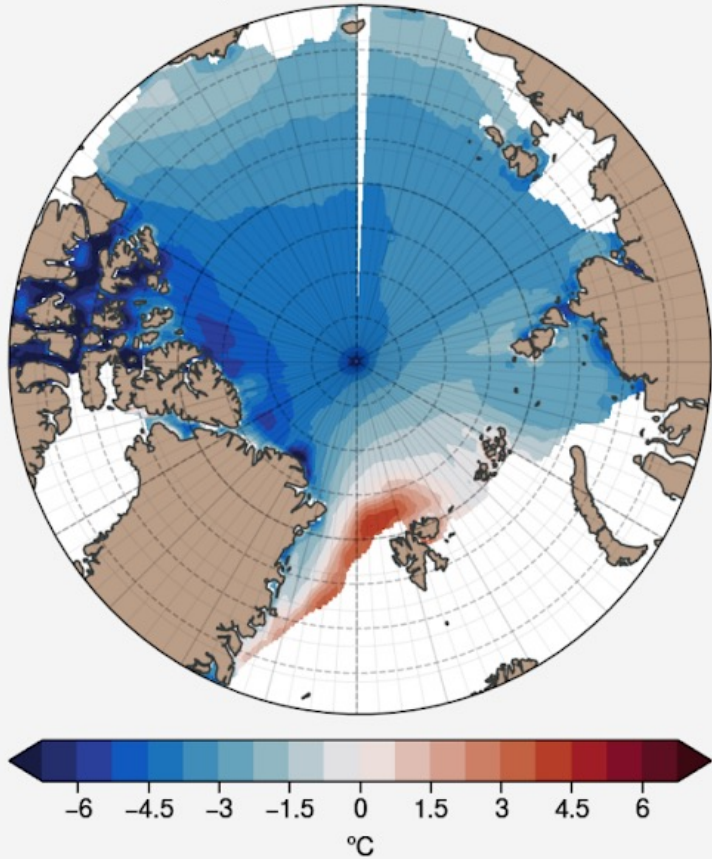


Annexes

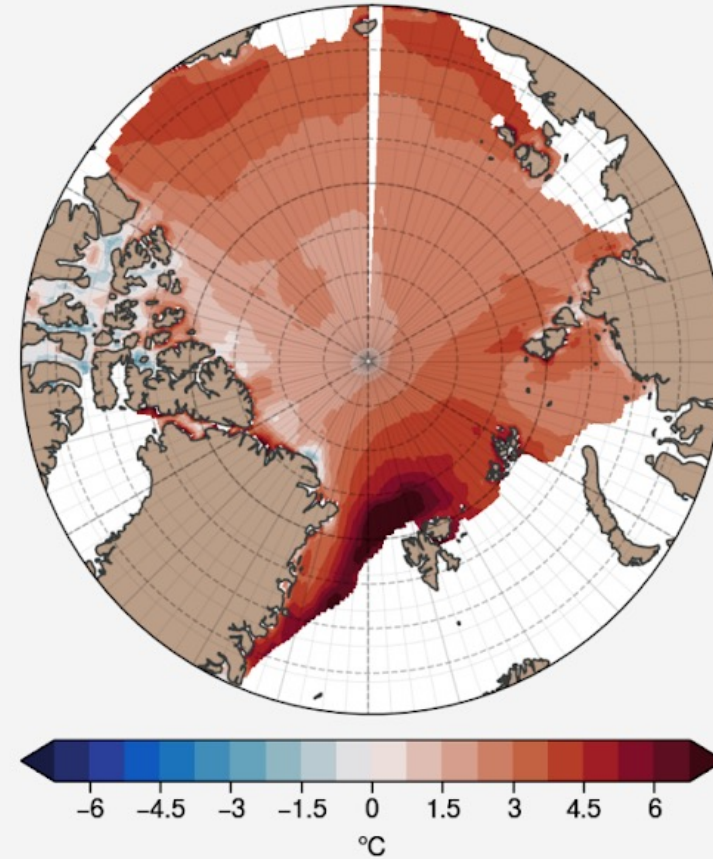


Annexes

T2M IPSL_CM6A_LR AMIP - ERA5 on PIZ, 0.25° lon × 0.25° DJF mean 1980 - 2015
Difference of air temperature at 2m - NO ERA5 CORRECTION

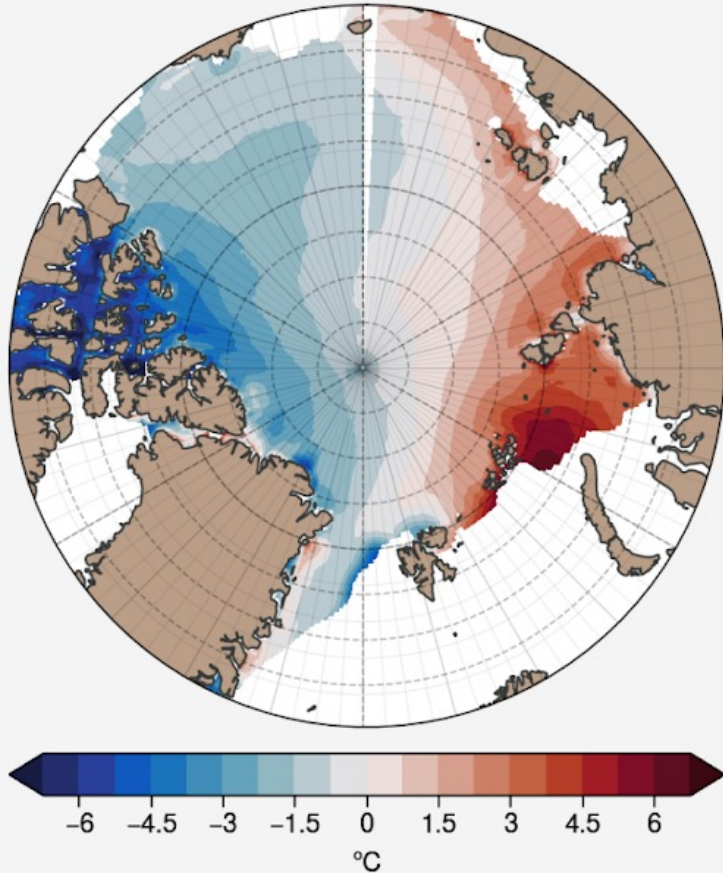


T2M IPSL_CM6A_LR AMIP - adjusted ERA5 on PIZ, 0.25° lon × 0.25° DJF mean 1980 - 2015
Difference of air temperature at 2m

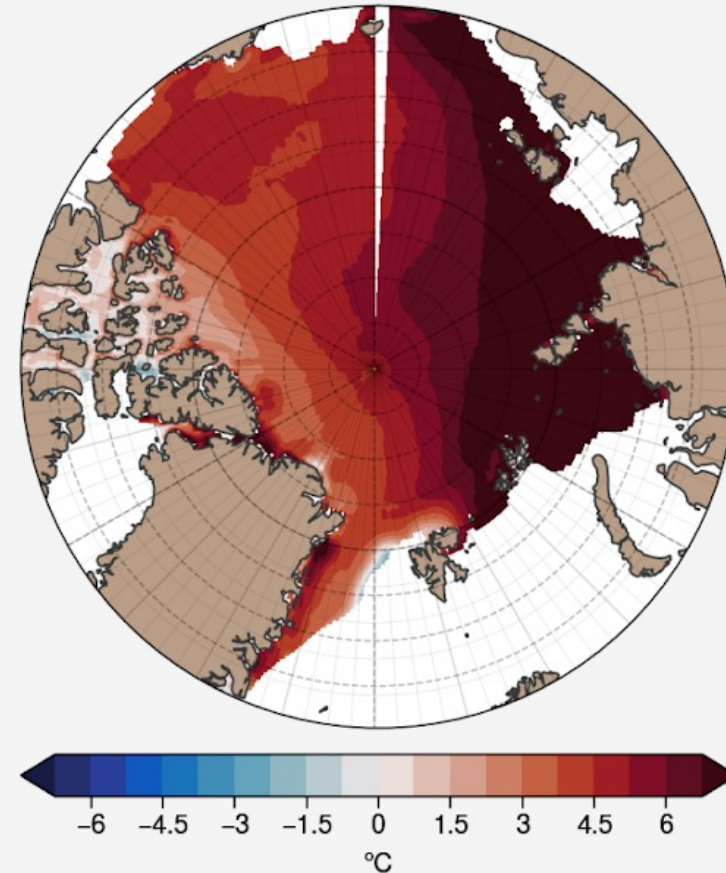


Annexes

T2M IPSL Historical EXT - ERA5 on PIZ, 0.25° lon × 0.25° DJF mean 1980 - 2015
Difference of air temperature at 2m - NO ERA5 CORRECTION



T2M IPSL Historical EXT - adjusted ERA5 on PIZ, 0.25° lon × 0.25° DJF mean 1980 - 2015
Difference of air temperature at 2m



Annexes

Monthly vertical profiles of temperature - ERA5 - AMIP - PIZ region

