

Changement climatique dans les Alpes: siècle passé, projections futures et focus sur l'enneigement

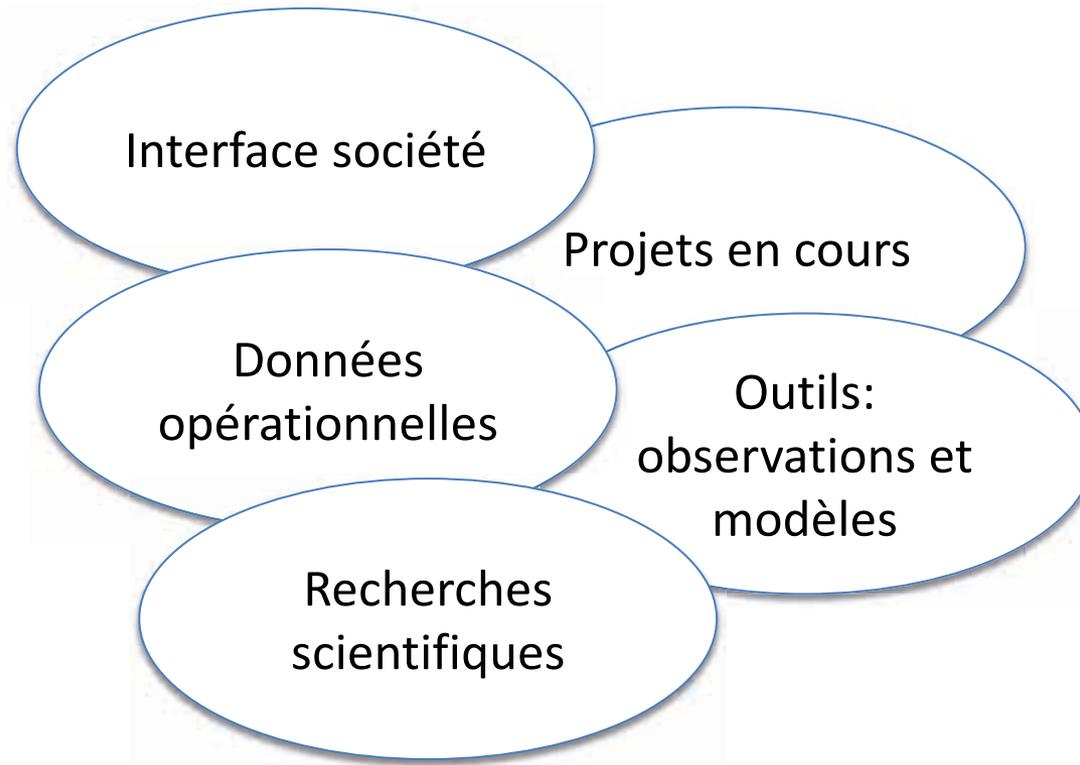
Martin Ménégoz, Julien Beaumet, Hubert Gallée, Xavier Fettweis, Nicolas Jourdain, Juliette Blanchet, Samuel Morin, Bruno Wilhelm, Sandrine Anquetin, Delphine Six, Christian Vincent et al.



Atelier neige
20/04/2023

Photo: NASA

Hello, Martin, tu pourrais-tu faire une presentation sur le climat et la neige dans les Alpes le jeudi 20 Avril, stp?



Hello, Martin, tu pourrais-tu faire une presentation sur le climat et la neige dans les Alpes le jeudi 20 Avril, stp?



TRAJECTORIES (UGE, terminé en 2021)
PRIMEQUAL (ADEME, en cours)
ADAMONT (Météo-France)
CLIMAIR (ANR 2023-2026)

Interface société

Projets en cours

Données disponibles
mais pas
nécessairement
« opérationnelles »

Données
opérationnelles

Outils:
observations et
modèles

Recherches
scientifiques

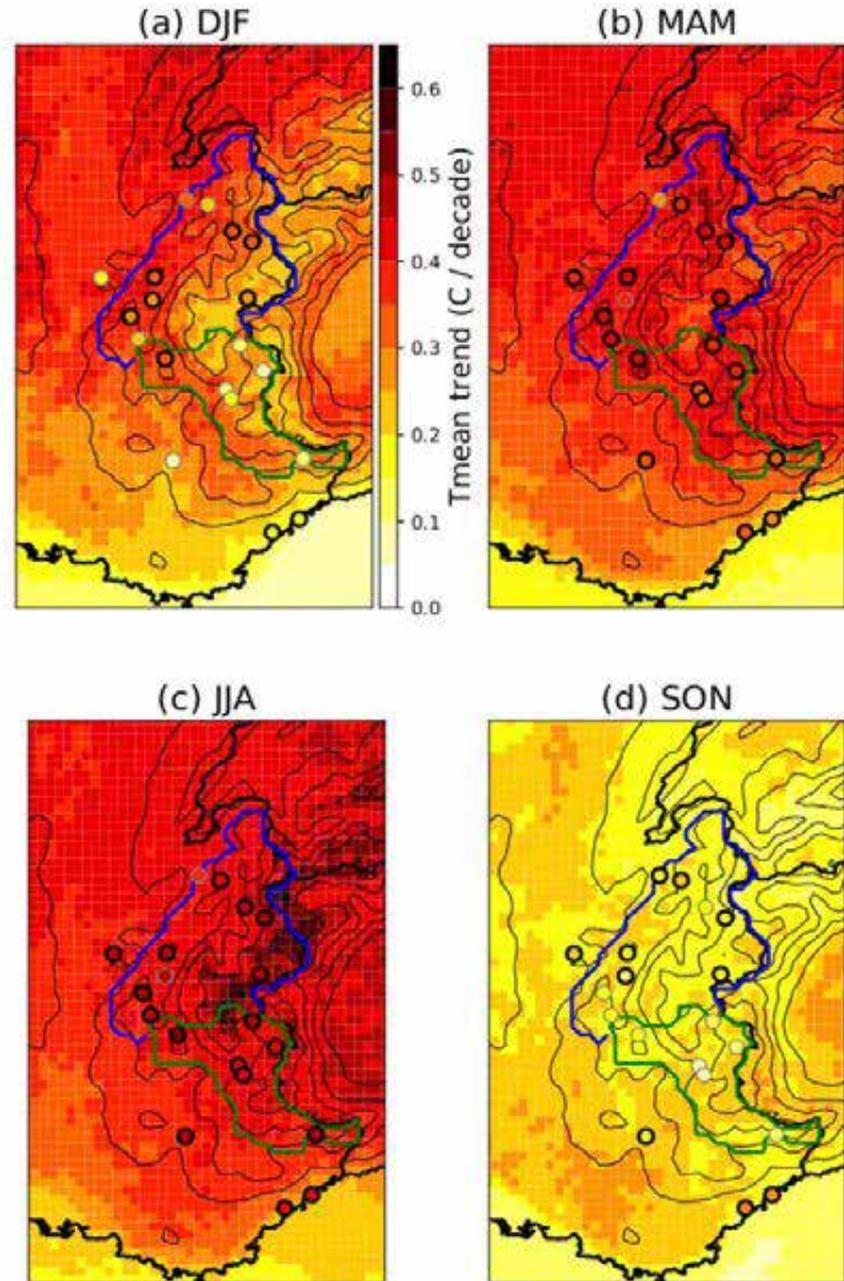
Observations GLACIOCLIM
Modèle Atmosphérique Régional MAR
ADAMONT (Météo-France)

Changements de température,
précipitation et neige dans les Alpes,
siècle passé et projections futures

Première partie:
Simulations du climat Alpin avec le modèle
regional MAR: tendances au siècle passé

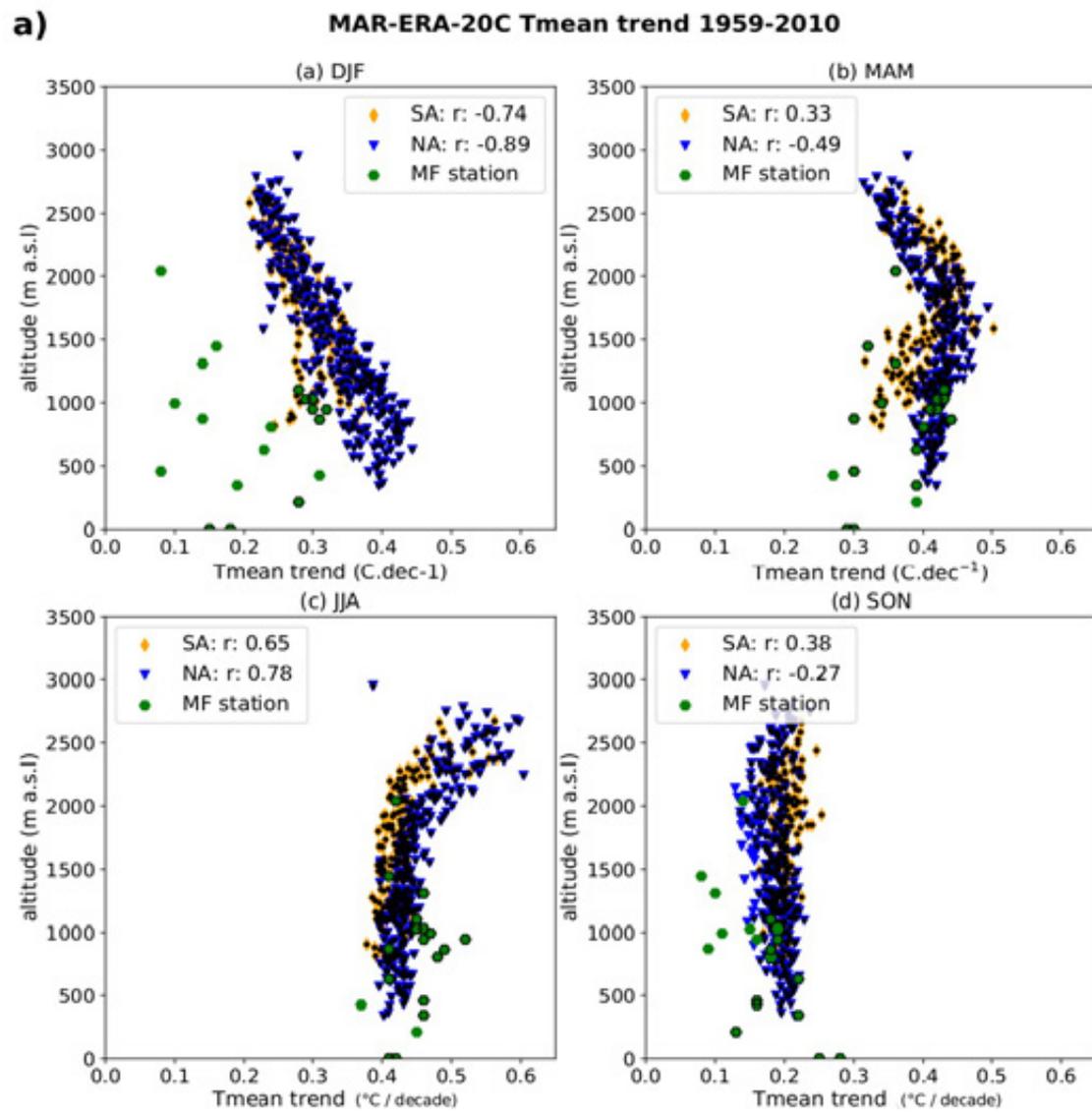
Simulations du climat Alpin avec le modèle regional MAR

Tendance de temperature simulée avec MAR forcé avec ERA-20C (fond de carte) et observée aux stations Météo-France sur la période 1959-2010.



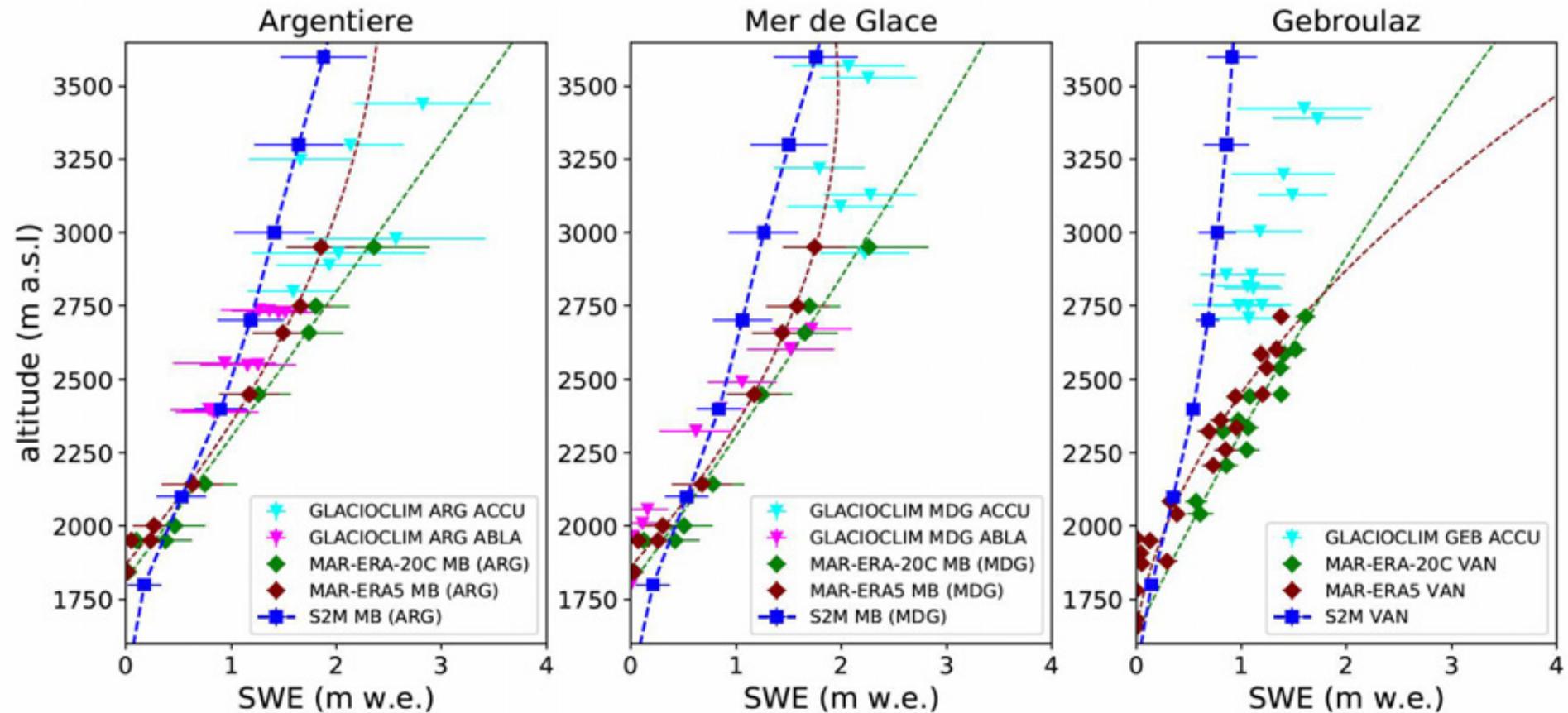
Simulations du climat Alpin avec le modèle regional MAR

Tendance de temperature simulée avec MAR dans les Alpes du Sud (Orange), les Alpes du Nord (bleu) et observée aux stations Météo-France (vert) sur la période 1959-2010.



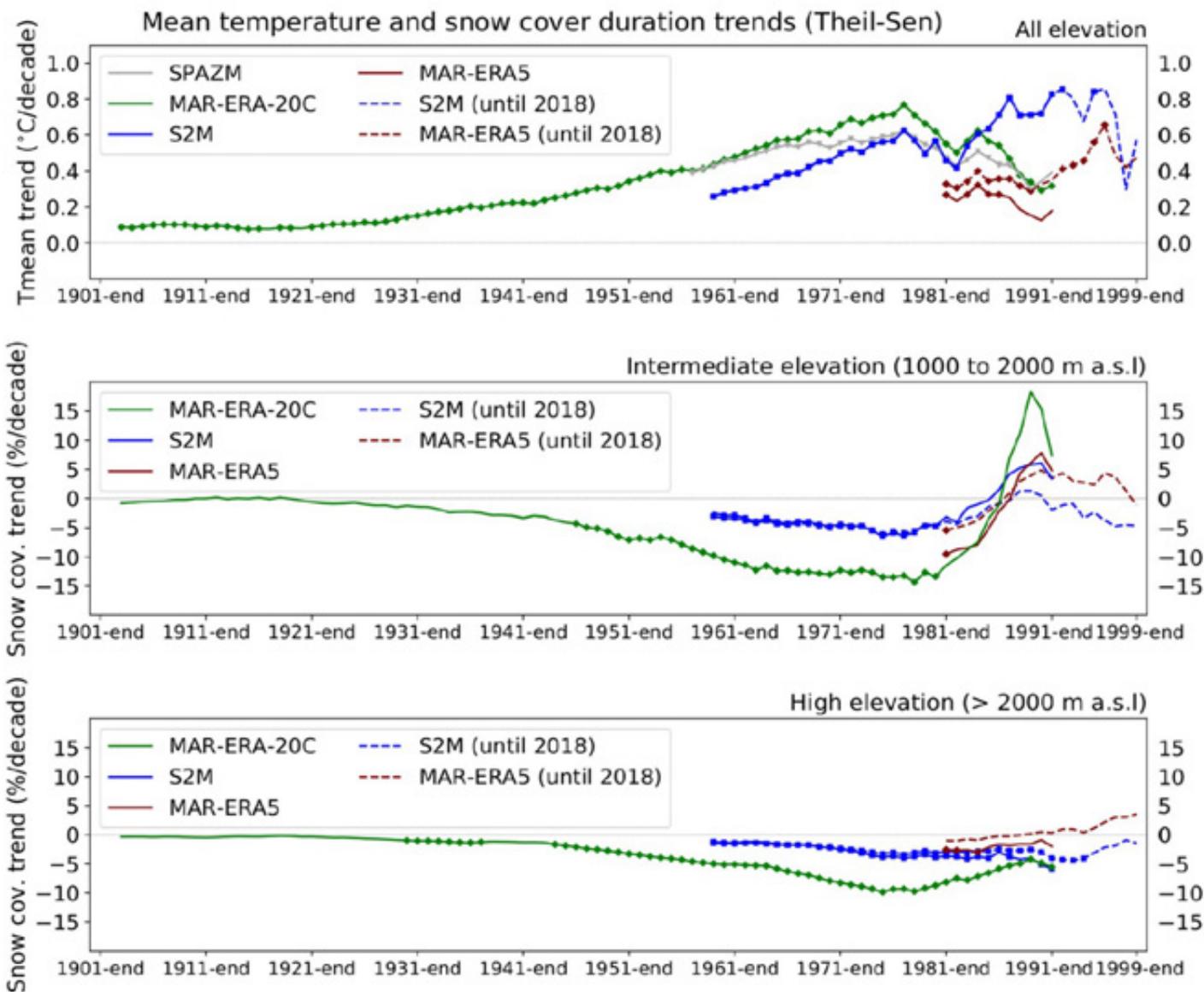
Simulations du climat Alpin avec le modèle regional MAR

Late Spring SWE (1993-2010)



Accumulation de neige au printemps sur les glaciers Français sur la période 1993-2010
Glacioclim, S2M (Météo-France) et MAR

Simulations du climat Alpin avec le modèle regional MAR

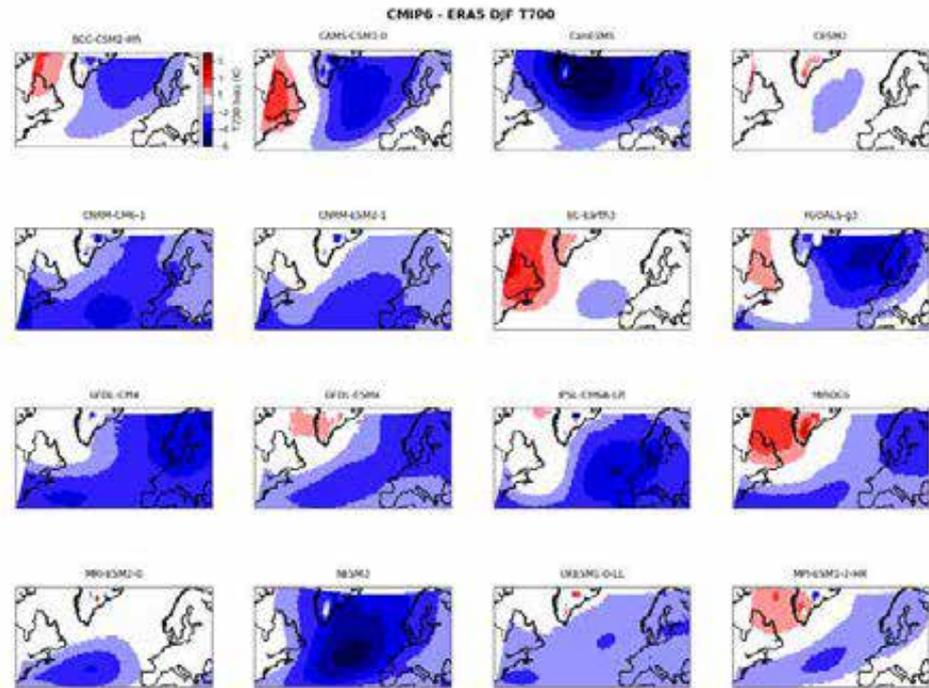


Tendances Theil-Sen de temperature (°C) et du couvert neigeux dans S2M (Météo-France) et MAR calculée d'une année X jusqu'en 2010. Les tendances significatives apparaissent avec un symbole

Deuxième partie:
Simulations du climat Alpin avec le modèle
regional MAR: Projections futures

Simulations du climat Alpin avec le modèle regional MAR: trois projections futures

- ▶ Evaluated variables : 500 hPa Geopotential Height (Z500), 700 hPa Temperature (T700), Surface oceanic temperature (tas0)
- ▶ Final RMSE = weighted mean of the RMSE for each variables, season

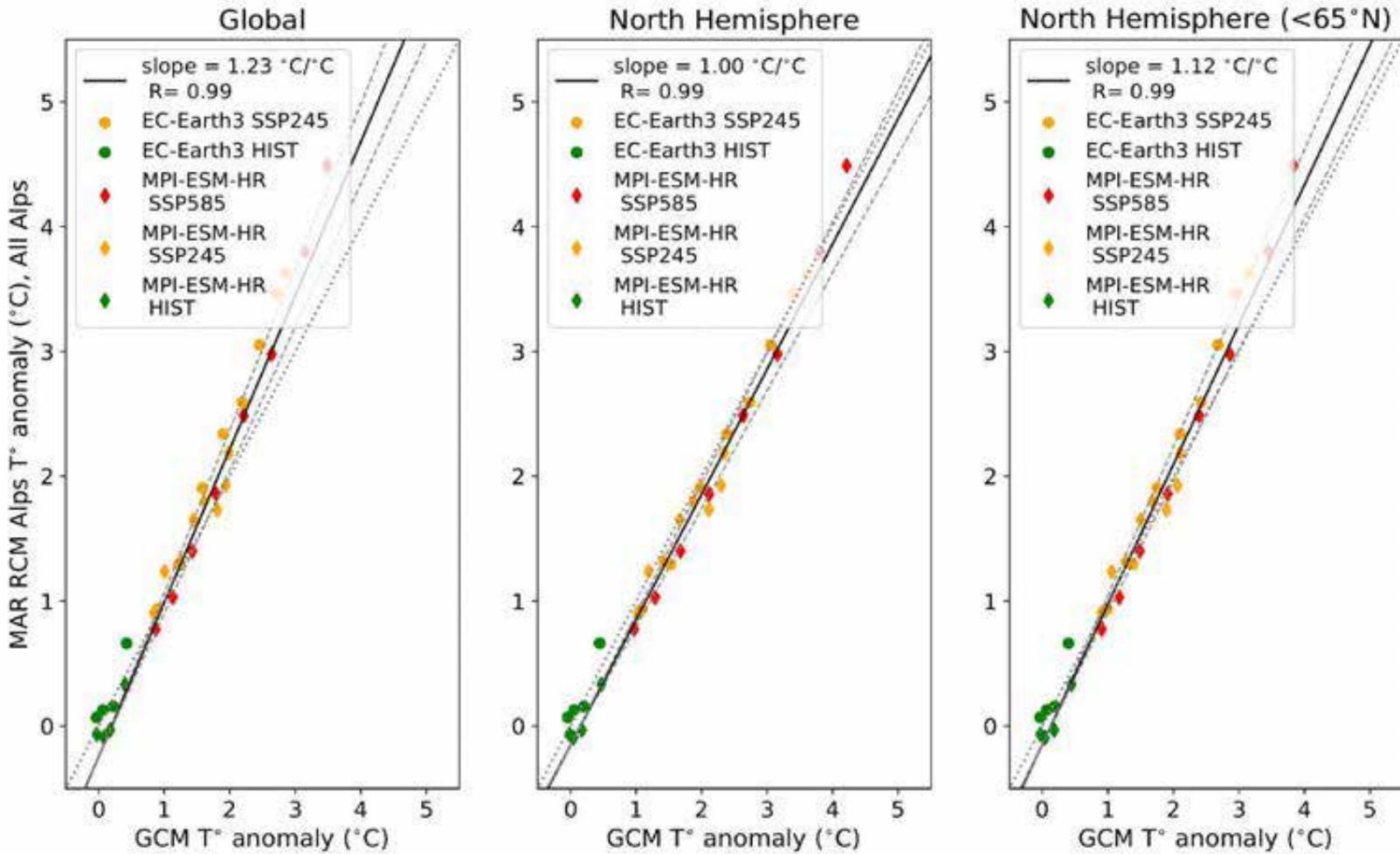


MAR v3.9

- ▶ Three historical simulation and future projections: 1960-2100
- ▶ MPI-ESM2-HR-1 SSP245, r1i1p1f1
- ▶ MPI-ESM2-HR-1 SSP585, r1i1p1f1
- ▶ EC-Earth3 SSP245, r25i1p1f1

Simulations du climat Alpin avec le modèle regional MAR: trois projections futures

MAR All Alps vs driving GCM global warming

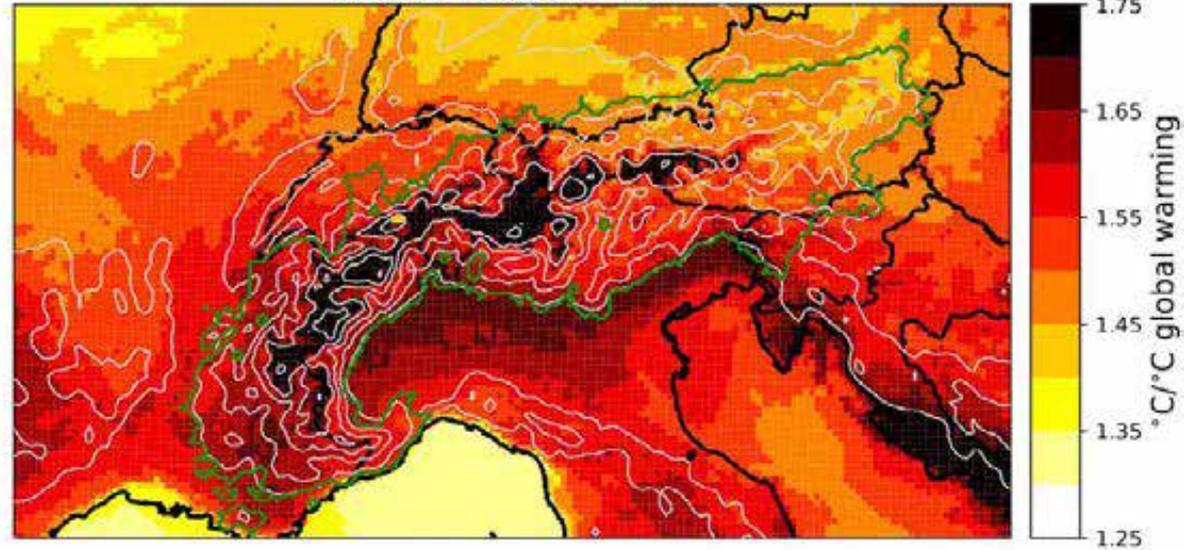
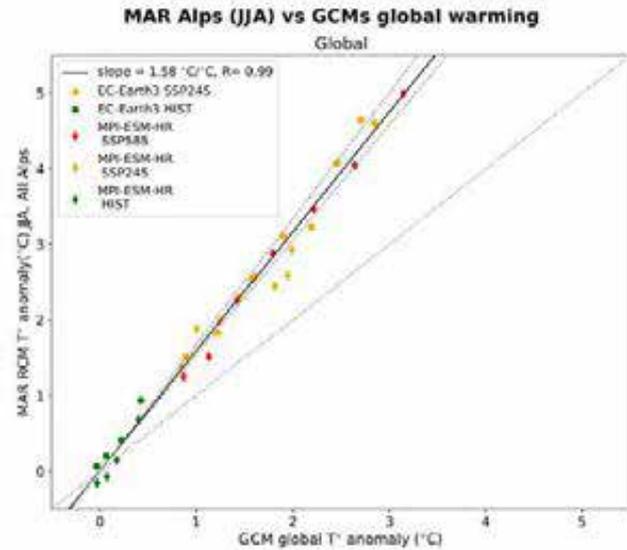


Dans ces experiences, les Alpes se réchauffent 23% plus vite que l'atmosphere à l'échelle globale, et 12% plus vite que l'hemisphere Nord en excluant les regions Arctiques

Simulations du climat Alpin avec le modèle regional MAR: trois projections futures

MAR RCM Alps (JJA) vs GCMs global warming

Mean All Alps: 1.58 °C/°C

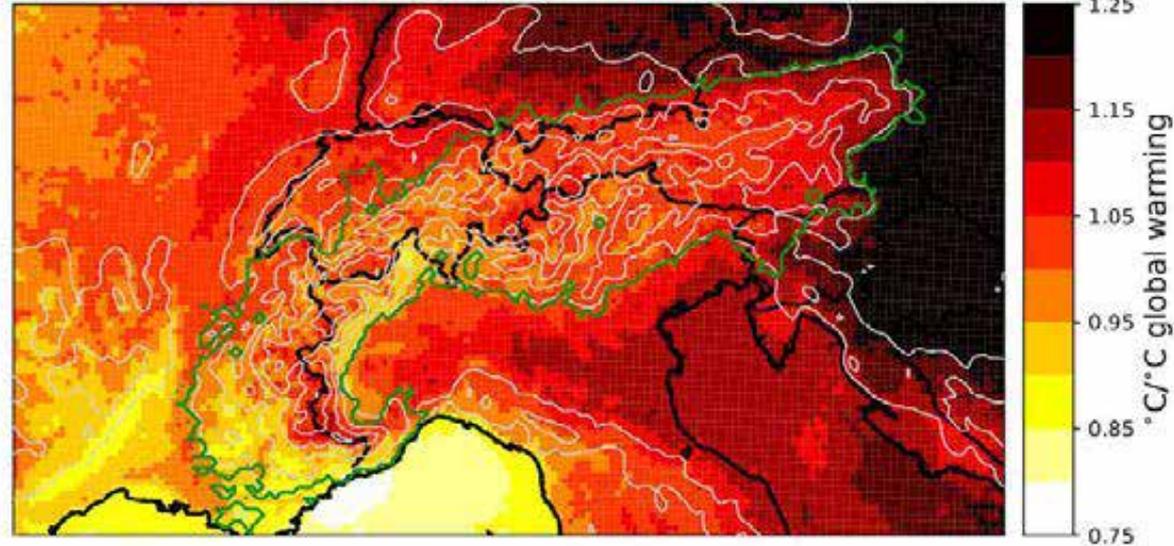
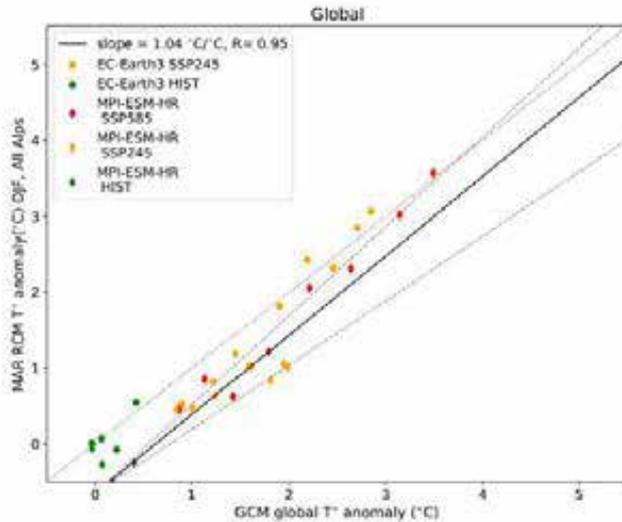


Contrastes saisonniers: en été, les Alpes se réchauffent plus vite que la moyenne globale.
Gradient Nord-Sud et amplification avec l'altitude.

Simulations du climat Alpin avec le modèle regional MAR: trois projections futures

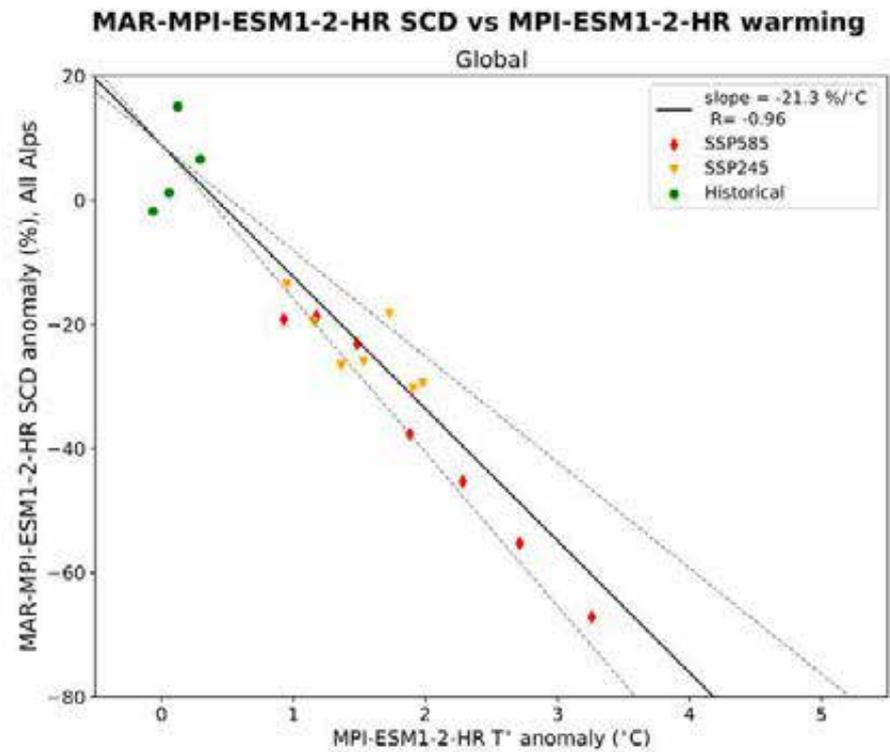
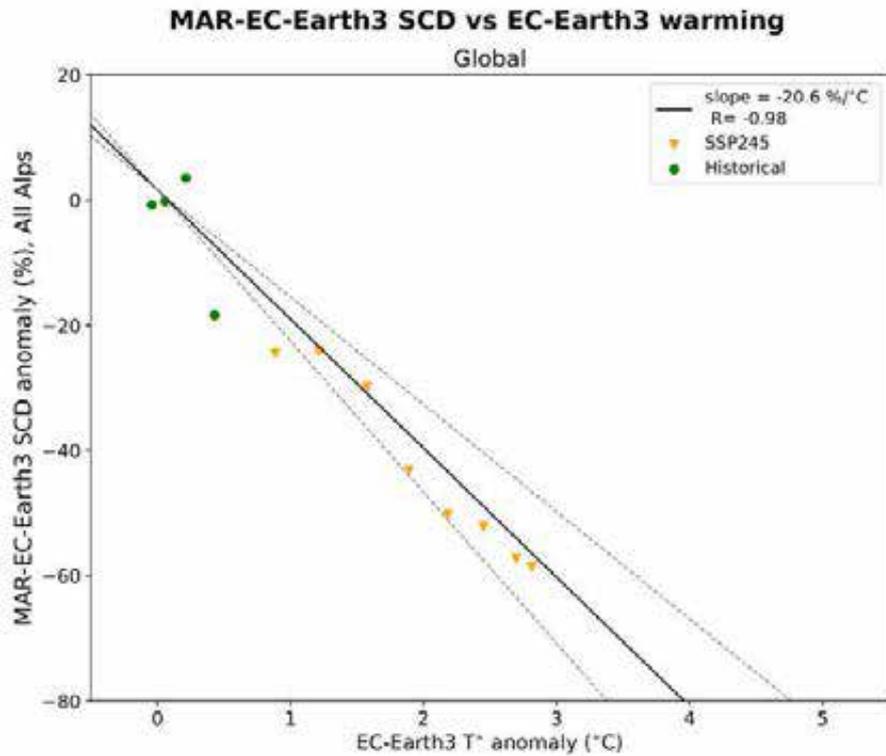
MAR RCM Alps (DJF) vs GCMs global warming

Mean All Alps: 1.04 °C/°C



Contrastes saisonniers: en hiver, les Alpes ne se réchauffent pas plus vite que la moyenne globale. Gradient Est-Ouest et pas d'amplification avec l'altitude.

Simulations du climat Alpin avec le modèle regional MAR: trois projections futures

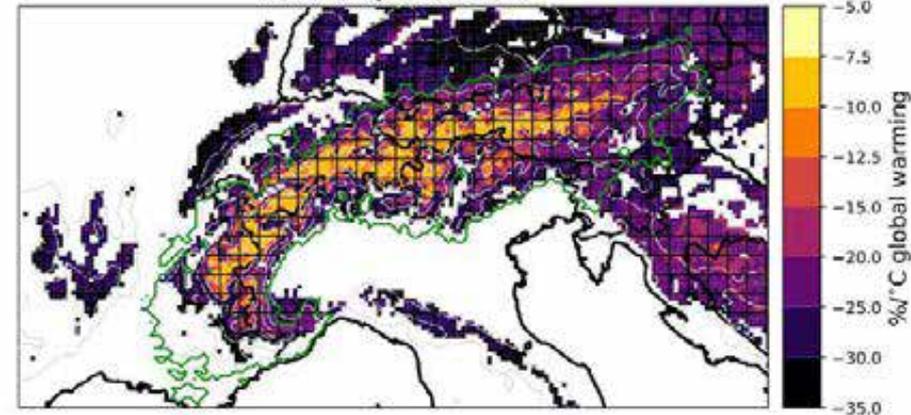


La surface enneigée dans les Alpes décroît de manière quasi linéaire avec le réchauffement global d'environ -20% par degré de réchauffement global.

Simulations du climat Alpin avec le modèle regional MAR: trois projections futures

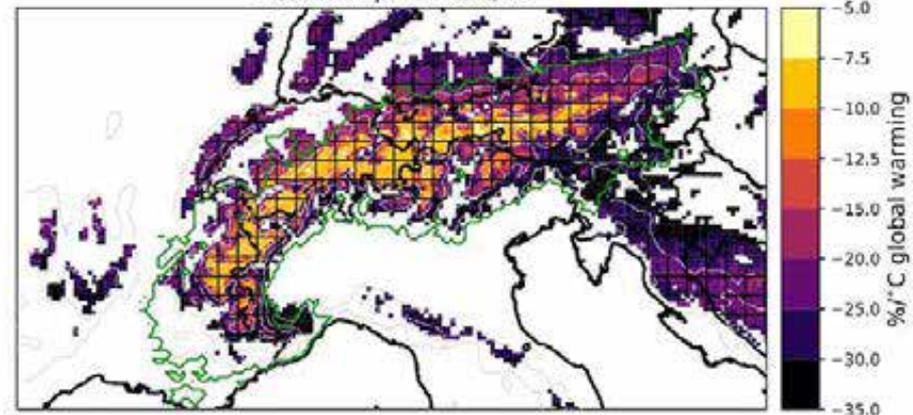
MAR-EC-Earth3 SCD vs EC-Earth3 global warming

Mean All Alps: -20.6 %/°C



MAR-MPI-ESM SCD vs MPI-ESM1-2-HR global warming

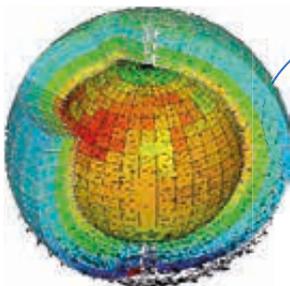
Mean All Alps: -21.3 %/°C



La surface enneigée dans les Alpes décroît de -5% à -10% à haute altitude et jusqu'à -30% par degré de réchauffement à basse altitude.

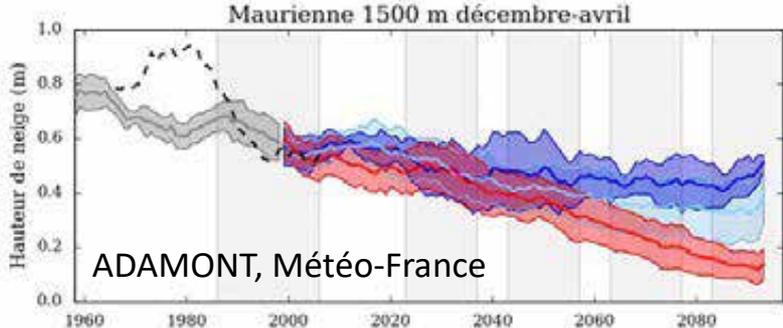
Troisième partie:
Limites et atouts des méthodes pour produire des
projections futures

Limitation des différentes approches pour produire des projections futures

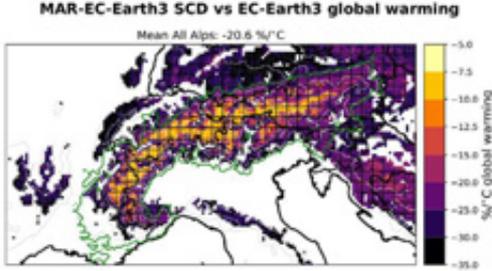


Modèles globaux

Modèle régional

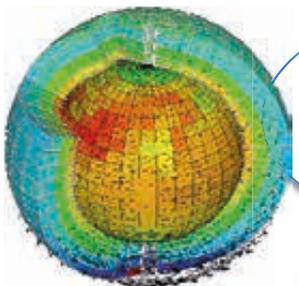


Ajustement statistique



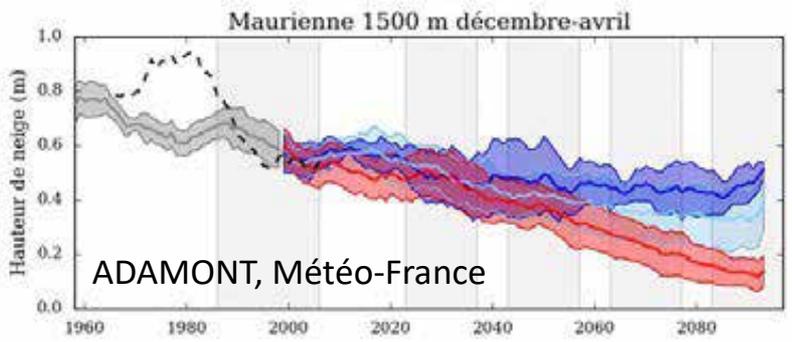
Limitation des différentes approches pour produire des projections futures

- Variabilité grande echelle
- Représentation des forçages externes
- Résolution grossière et physique simplifiée



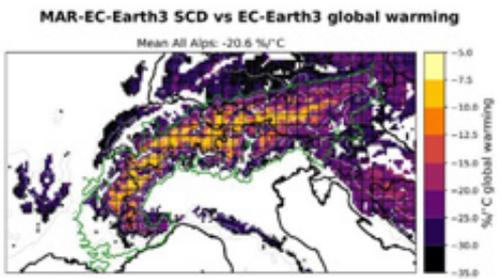
Modèles globaux

Modèle régional



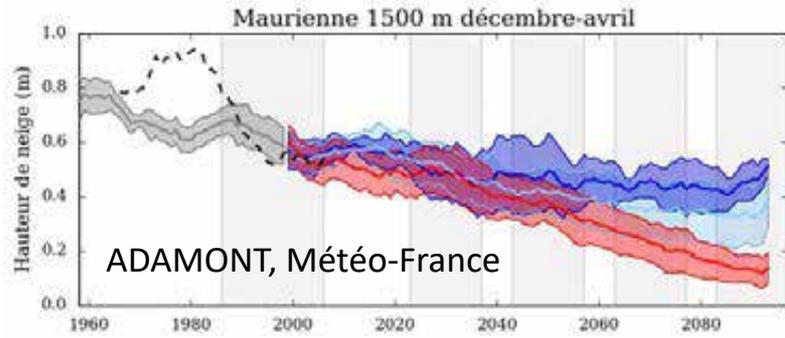
Ajustement statistique

- Application + opérationnelle
- Feedbacks locaux négligés

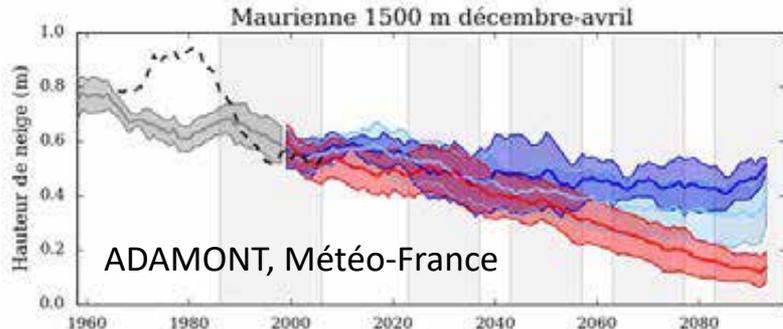


- Résolution fine mais encore trop grossière
- Représentation des forçages limitée (aérosols) et dépendante des GCMs
- Haute-resolution => simulations trop courtes pour analyses climatiques

Cohérence entre projections futures et scénarios d'émissions?

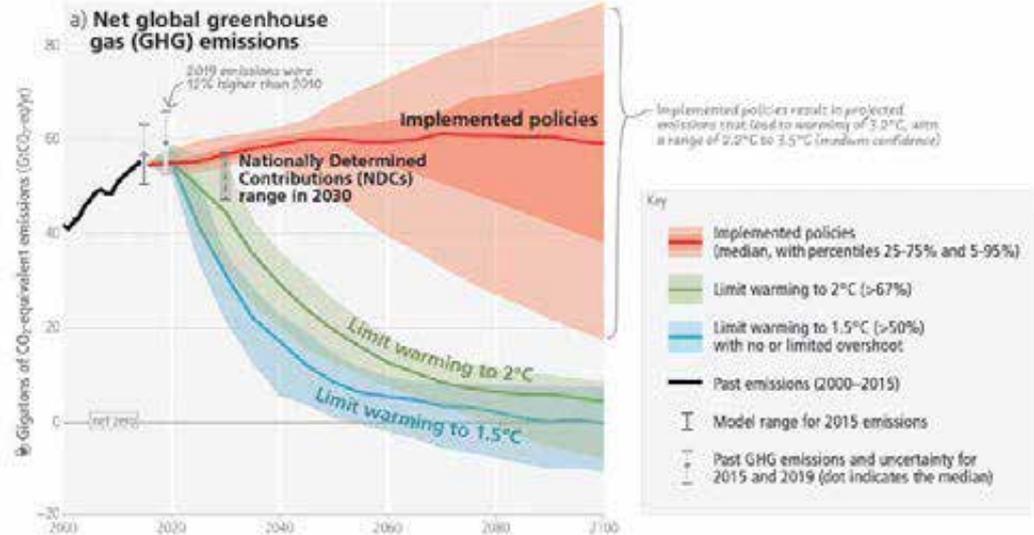


Cohérence entre projections futures et scénarios d'émissions?



Limiting warming to 1.5°C and 2°C involves rapid, deep and in most cases immediate greenhouse gas emission reductions

Net zero CO₂ and net zero GHG emissions can be achieved through strong reductions across all sectors



IPCC, synthesis report 2023

b) Heat-humidity risks to human health

