

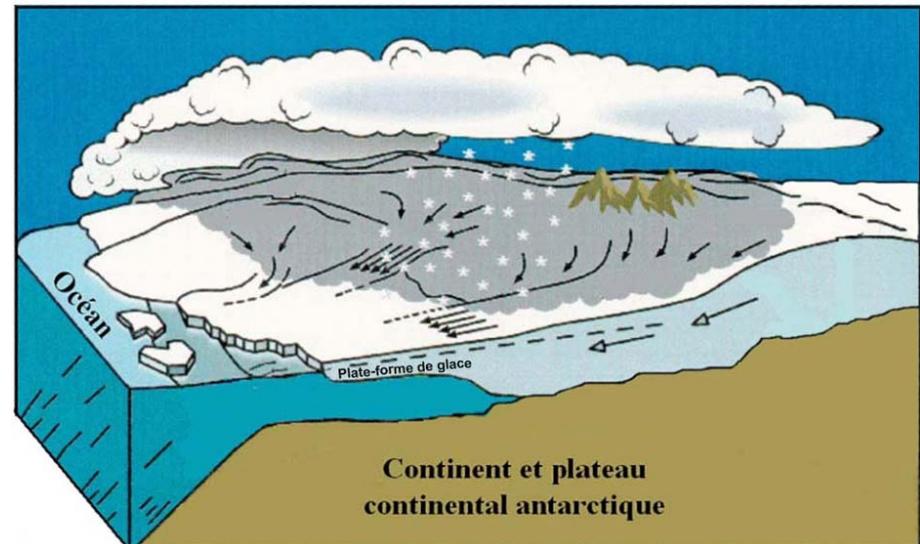
# Modéliser la structure verticale des chutes de neige en Antarctique dans le Modèle de Climat Global LMD/IPSL à l'aide de données radar

Flo Lemonnier, J.B. Madeleine, C. Claud, C. Palmerme, C. Genthon, G. Krinner, A. Berne, C. Duran-Alarcon  
Laboratoire de Météorologie Dynamique / IPSL, CNRS – Paris, France



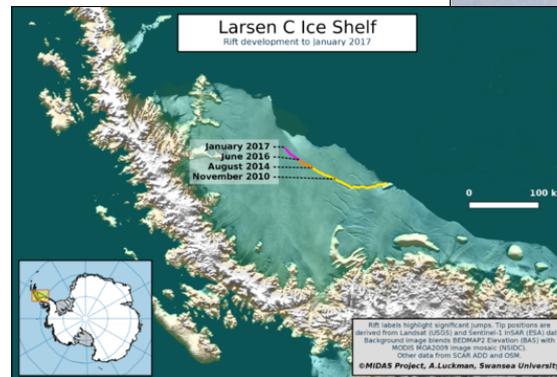
# Introduction : L'Antarctique

- Ressources :
  - 75 % de l'eau douce terrestre.
- Météorologie :
  - Accumulation de neige sur la calotte.
  - Vêlage d'icebergs, peu de ruissellement, peu d'évaporation.
  - Érosion éolienne.



# Introduction : le réchauffement climatique

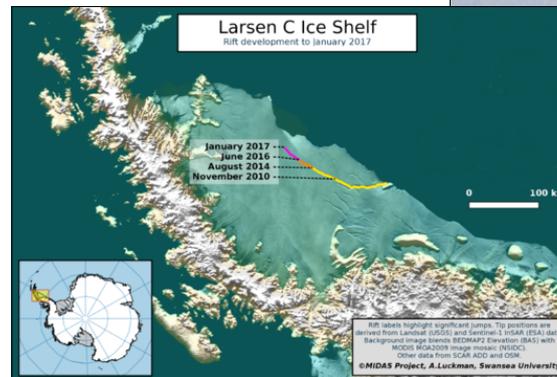
- Conséquences :
  - Modification de l'accumulation de neige.
  - Déstabilisation de la calotte.



# Introduction : le réchauffement climatique

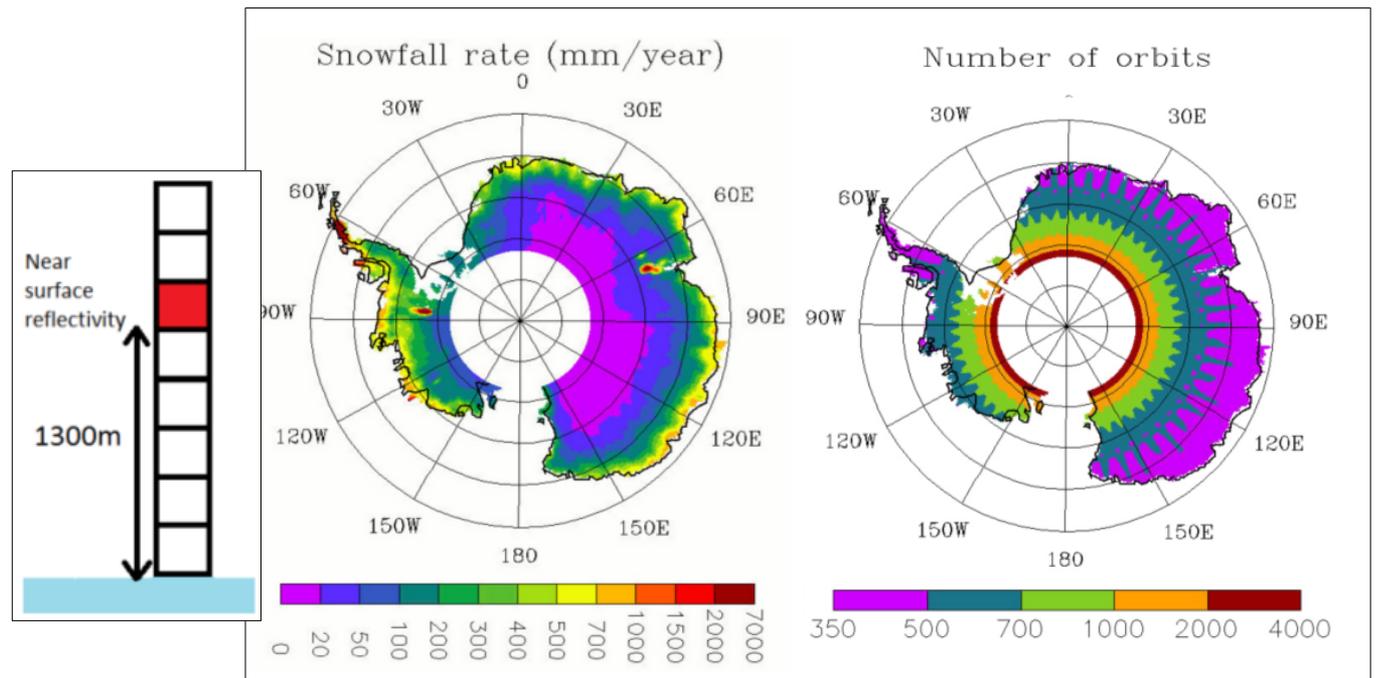
- Conséquences :
  - Modification de l'accumulation de neige.
  - Déstabilisation de la calotte.
  
- Évolution de la calotte :
  - Contraindre la contribution de la précipitation.

→  $SMB = Precipitation - Sublimation - Erosion - Runoff$



# Introduction – CloudSat

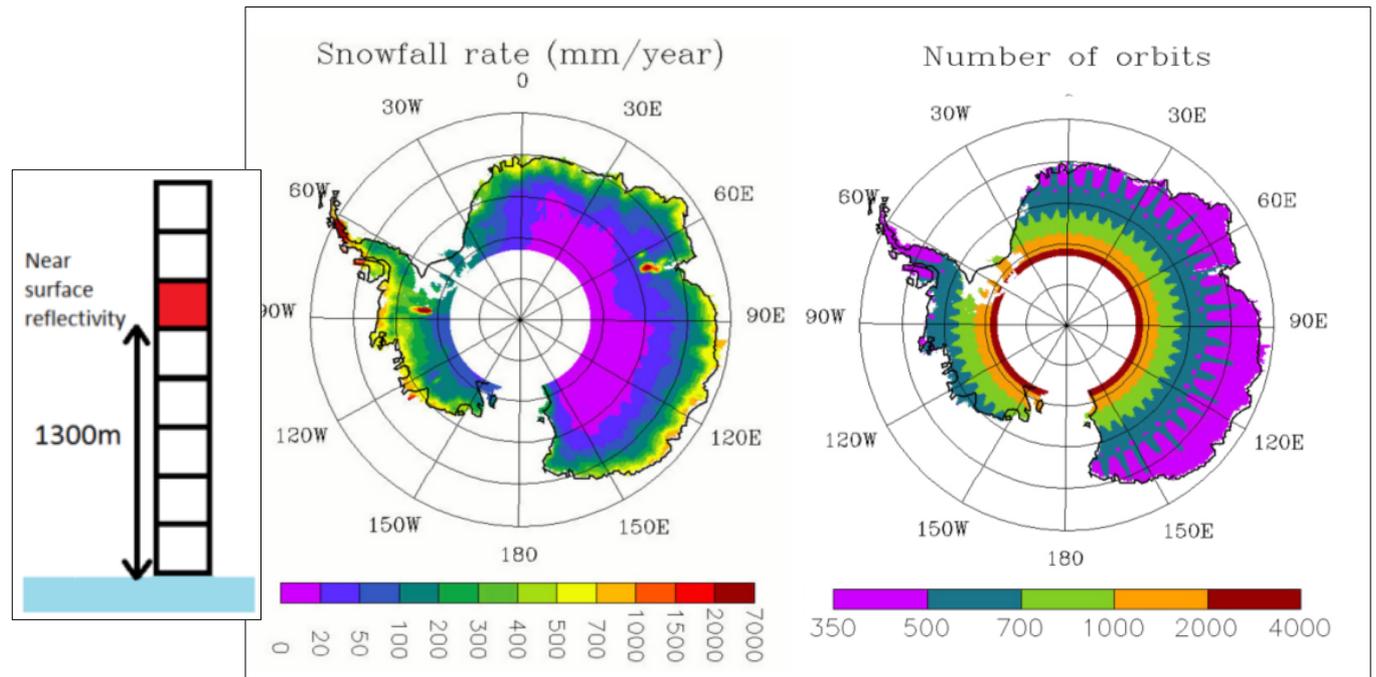
- Radar météorologique :
  - Observations des nuages et de la précipitation.
  - Altitude limite d'observation : ~ 1,2km.



*Palerme et al., 2014*

# Introduction – CloudSat

- Radar météorologique :
  - Observations des nuages et de la précipitation.
  - Altitude limite d'observation : ~ 1,2km.
  - Incertitudes sur la précipitation : **200%**



*Palermo et al., 2014*

# Introduction : le projet APRES3

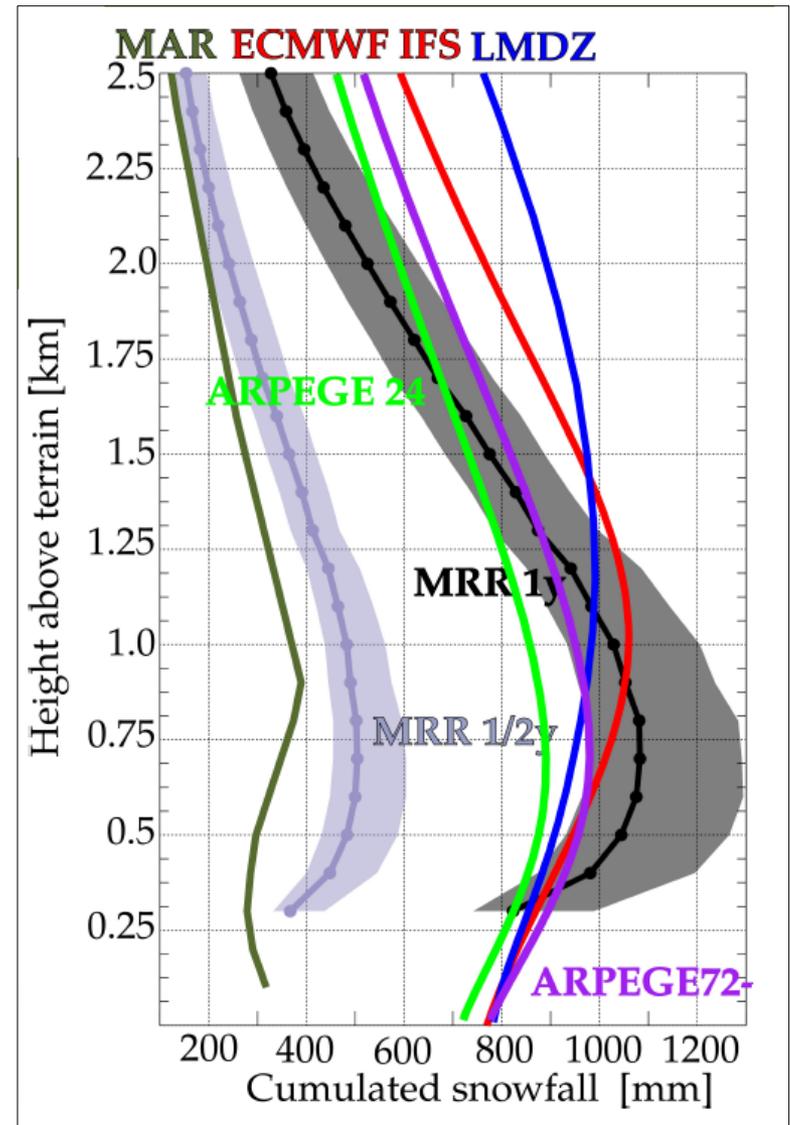
- **Projet Antarctic Precipitation, Remote Sensing from Surface and Space** de l'Agence Nationale de la Recherche
- Collaboration France-Suisse.
- **Projet météorologique.**



**APRES3**

# Profil de précipitation à Dumont d'Urville

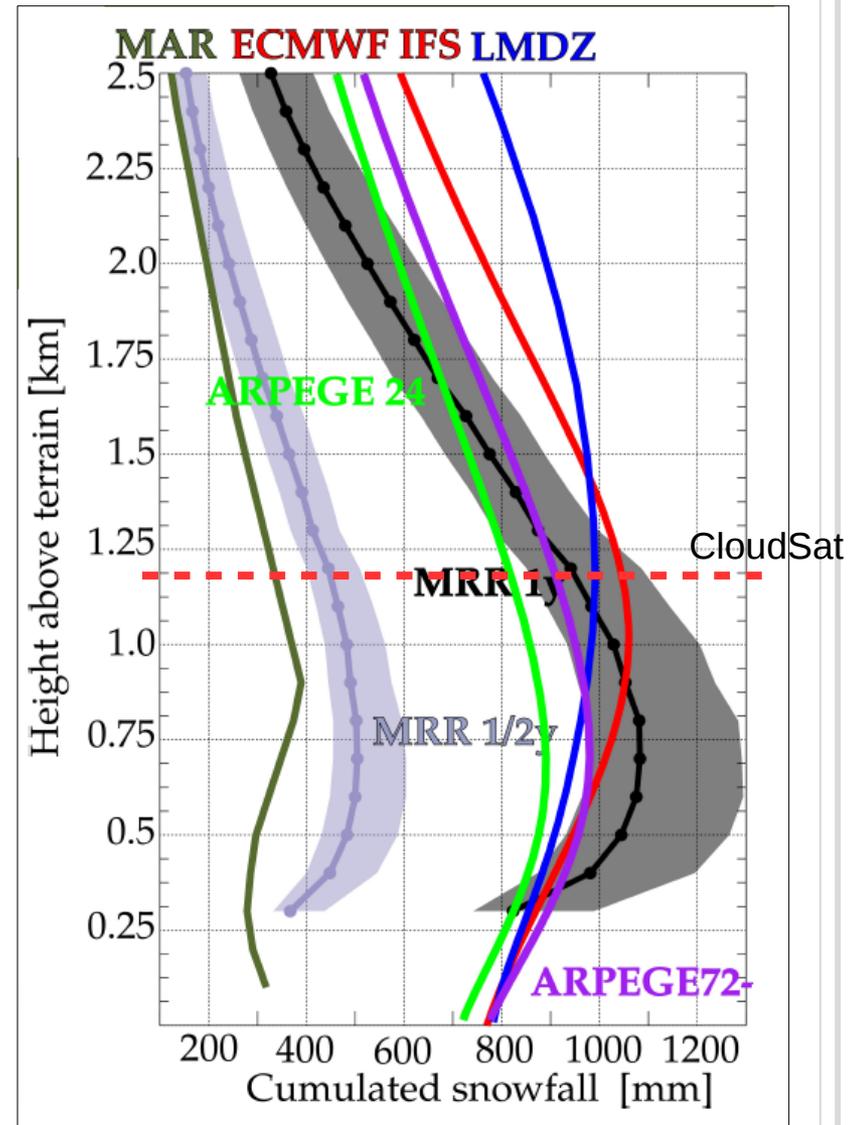
- Enregistrement continu depuis 2015.
- Comparaisons avec des modèles pour la prédiction du taux de précipitation en surface.



*Grazioli et al., 2017b*

# Profil de précipitation à Dumont d'Urville

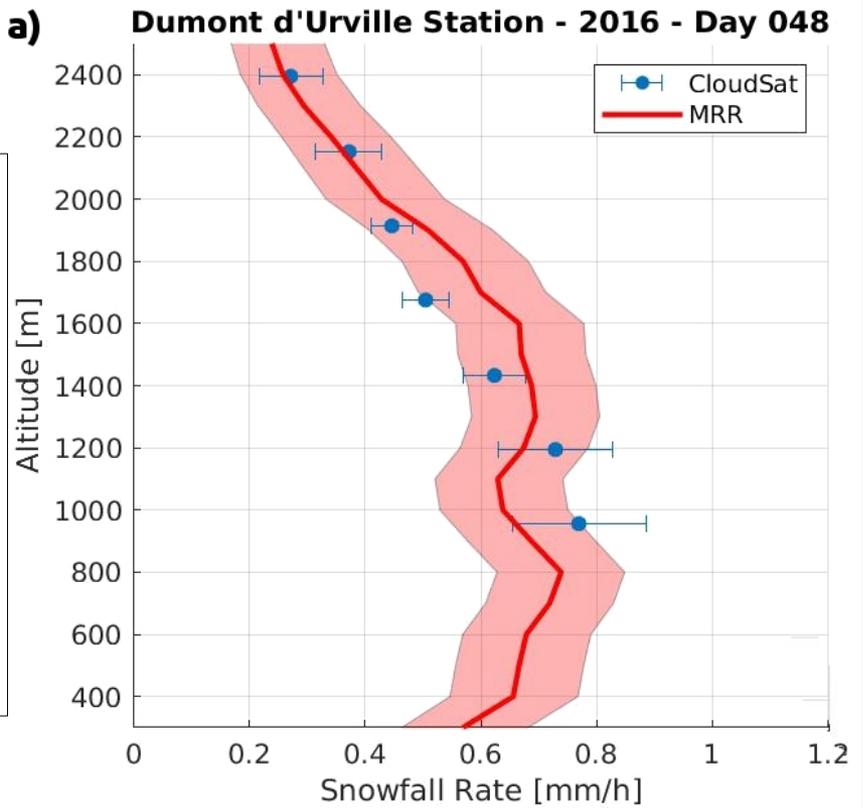
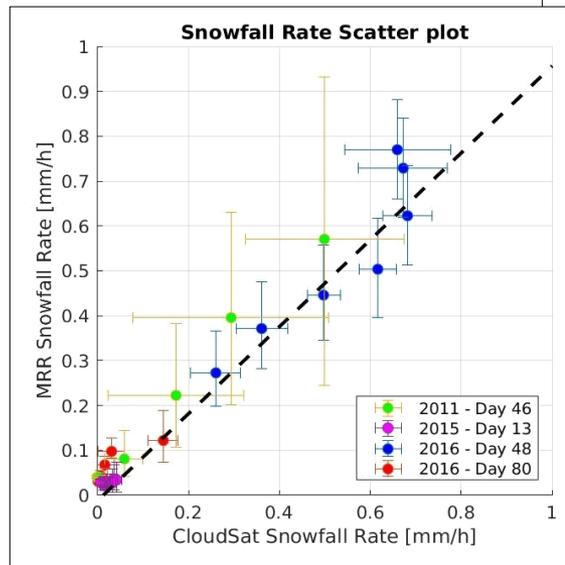
- Enregistrement continu depuis 2015.
- Comparaisons avec des modèles pour la prédiction du taux de précipitation en surface.
- Divergence des structures verticales observée et simulée de la précipitation.



*Grazioli et al., 2017b*

# Ré-estimation des incertitudes de CloudSat

- Comparaison des profiles de précipitation de CloudSat et de radars au sol.
- Nouvelles incertitudes de -24,+21 %



*Lemonnier et al., 2018a*

# Vers une nouvelle climatologie tridimensionnelle...

- Nouvelles incertitudes du produit de CloudSat basée sur une comparaison directe avec des radars au sol (*Lemonnier et al., 2018a*)
  - Une étude statistique spatio-temporelle sur 3 sites avec des biais inférieurs à 15% (*Souwerijns et al., 2018*)
- Création d'une base de données tridimensionnelle de la précipitation en Antarctique, couvrant la période 2007-2010 (*Lemonnier et al., 2018b in preparation*)

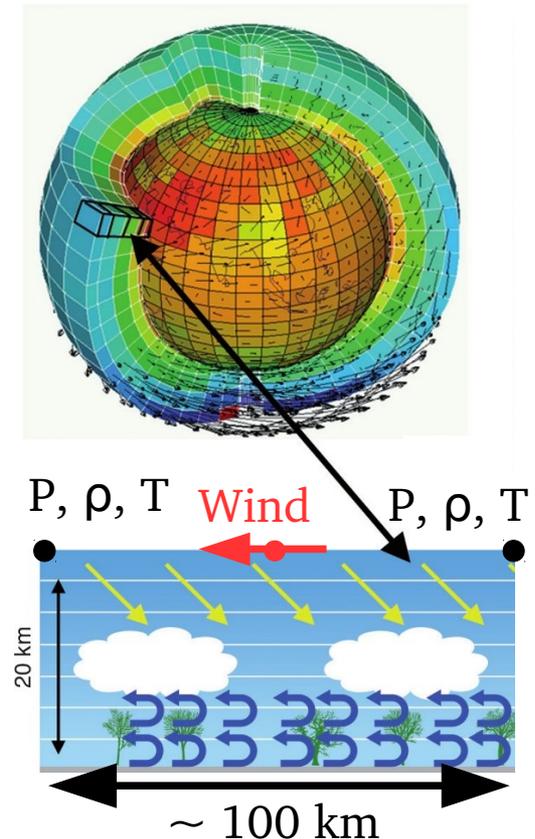
# Étude des précipitations par modélisation

- Simulations guidées – Forçage par les réanalyses ERA-I selon un temps caractéristique  $\tau$ .
  - U,V ( $\tau=3h$ ), T,Q ( $\tau=12h$ ).  
→ Physique du modèle contrainte.
- Résolution 64x64 dans une configuration locale.
- Résolution 96x71 dans une configuration continentale.
- 79 niveaux verticaux.

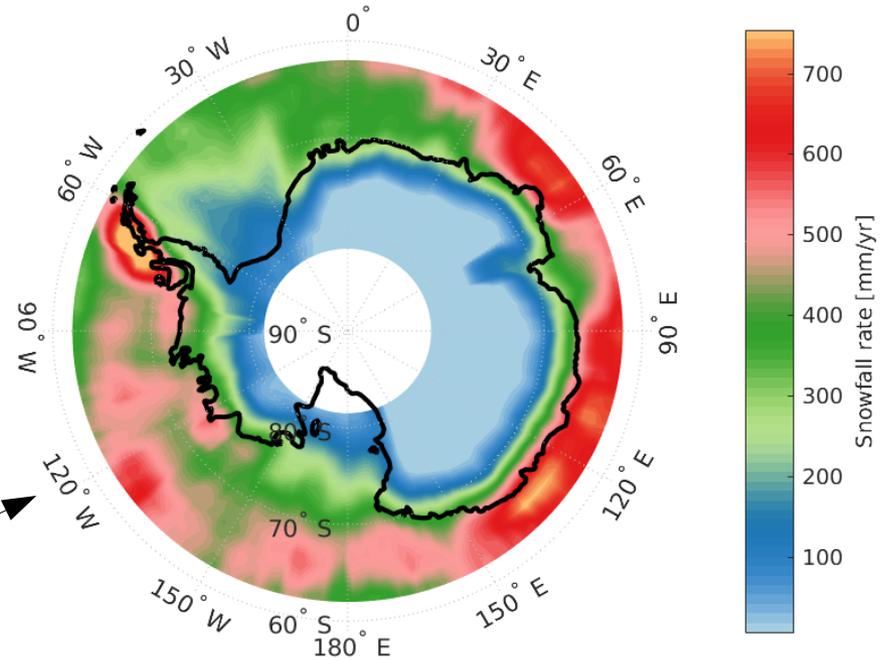
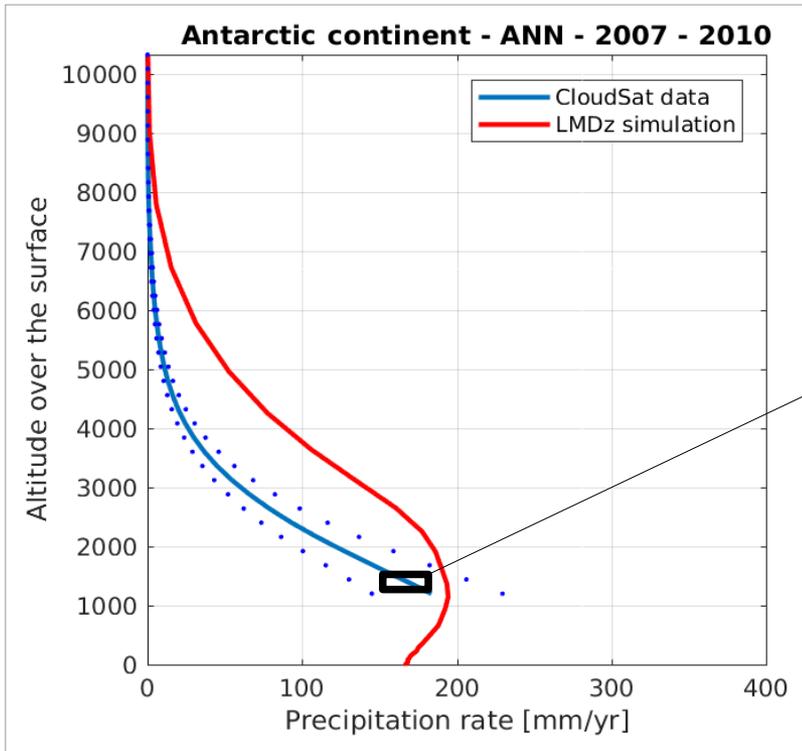
$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial u}{\partial t}_{GCM} + \frac{u_{analysis} - u}{\tau}$$
$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial v}{\partial t}_{GCM} + \frac{v_{analysis} - v}{\tau}$$

$\tau$  Time constant for the relaxation of the model wind toward analyses

*Coindreau, 2007*



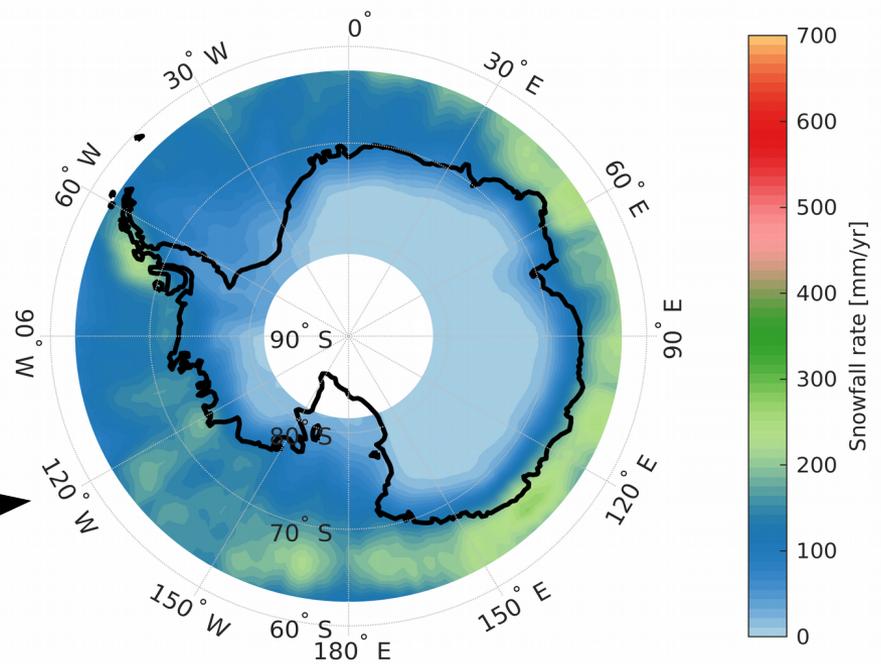
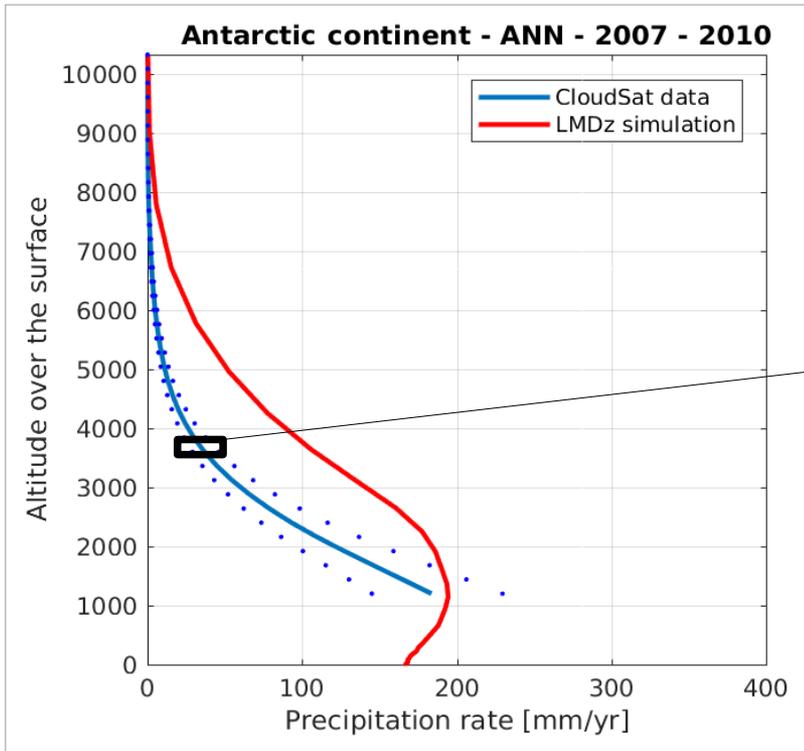
# Études à l'échelle continentale



Précipitations à 1200 mètres au  
dessus de la surface

*Lemonnier et al., 2018b*

# Études à l'échelle continentale

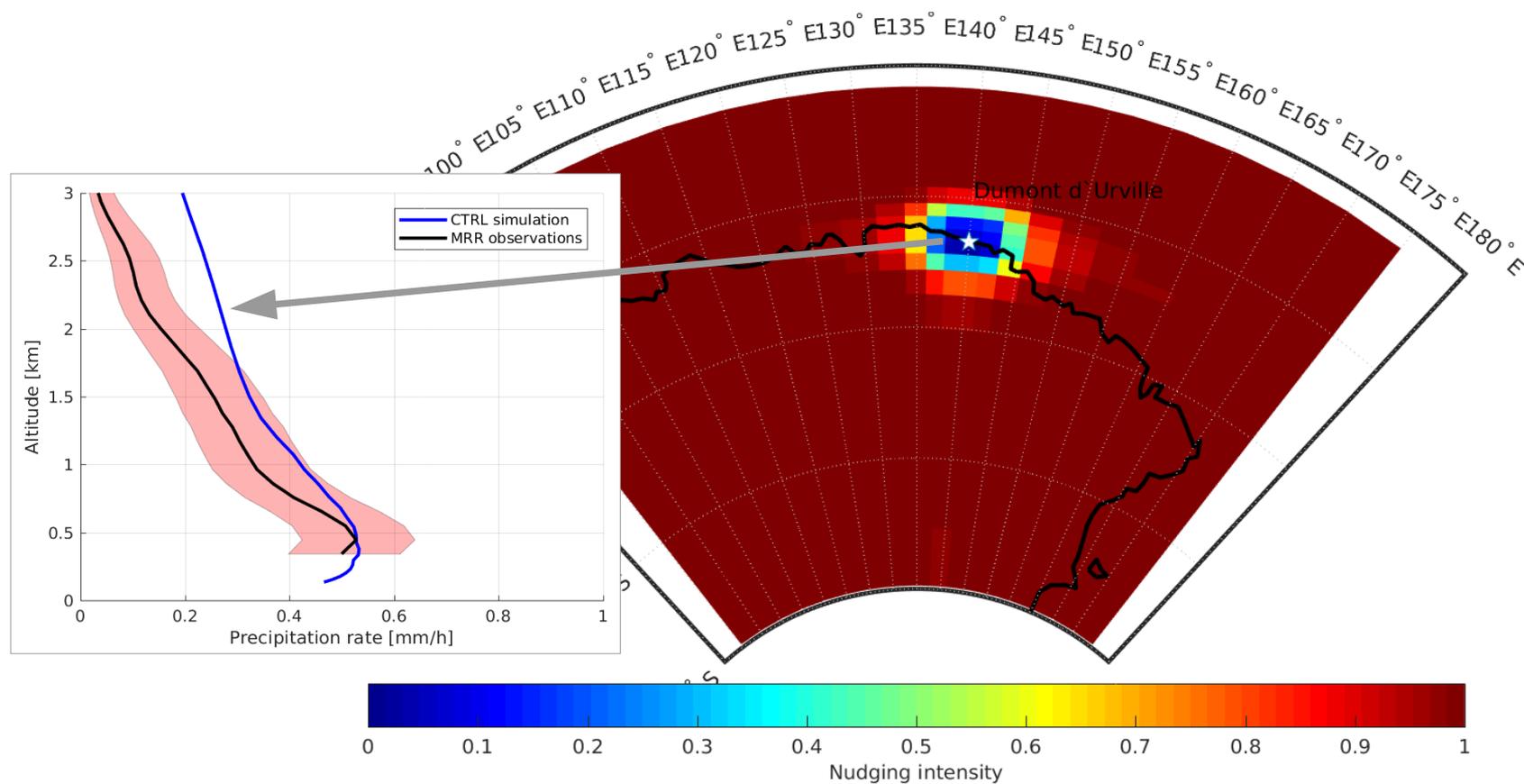


Précipitations à 3600 mètres au  
dessus de la surface

*Lemonnier et al., 2018b*

# Étude à l'échelle locale : Colonne 1D à DDU

- Grille zoomée à résolution 30 km.
- Simulation libre dans le zoom.



# Étude à l'échelle locale : Colonne 1D à DDU

- Auto-conversion de la précipitation :

$$\frac{dq_{iw}}{dt} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} (\rho w_{iw} q_{iw}),$$

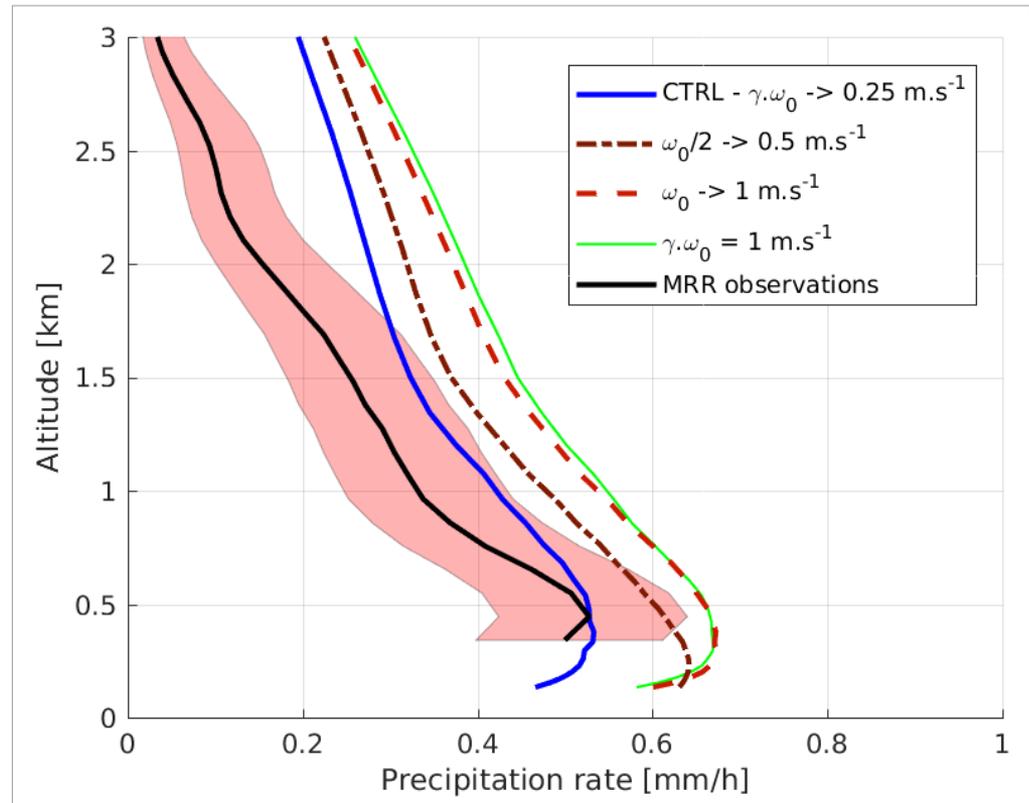
- Sensible à  $w_{iw} = \gamma_{iw} w_0$

► Puit d'eau nuageuse

- Impact sur la forme générale du profil de précipitation.

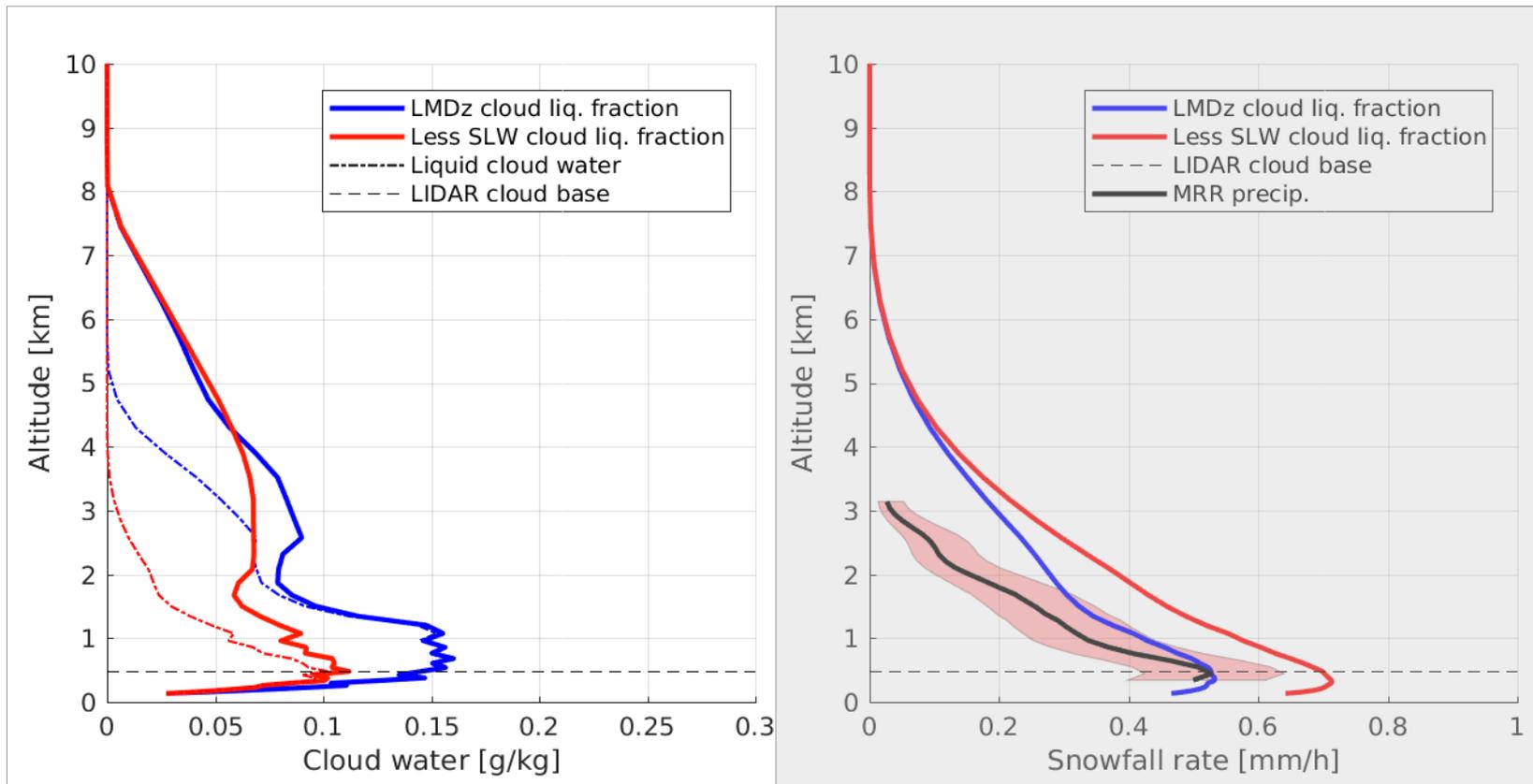
- N'affecte pas la pente du profil.

- Étude réalisée pour le coefficient d'évaporation  $\beta$ .  
→ Même résultat.



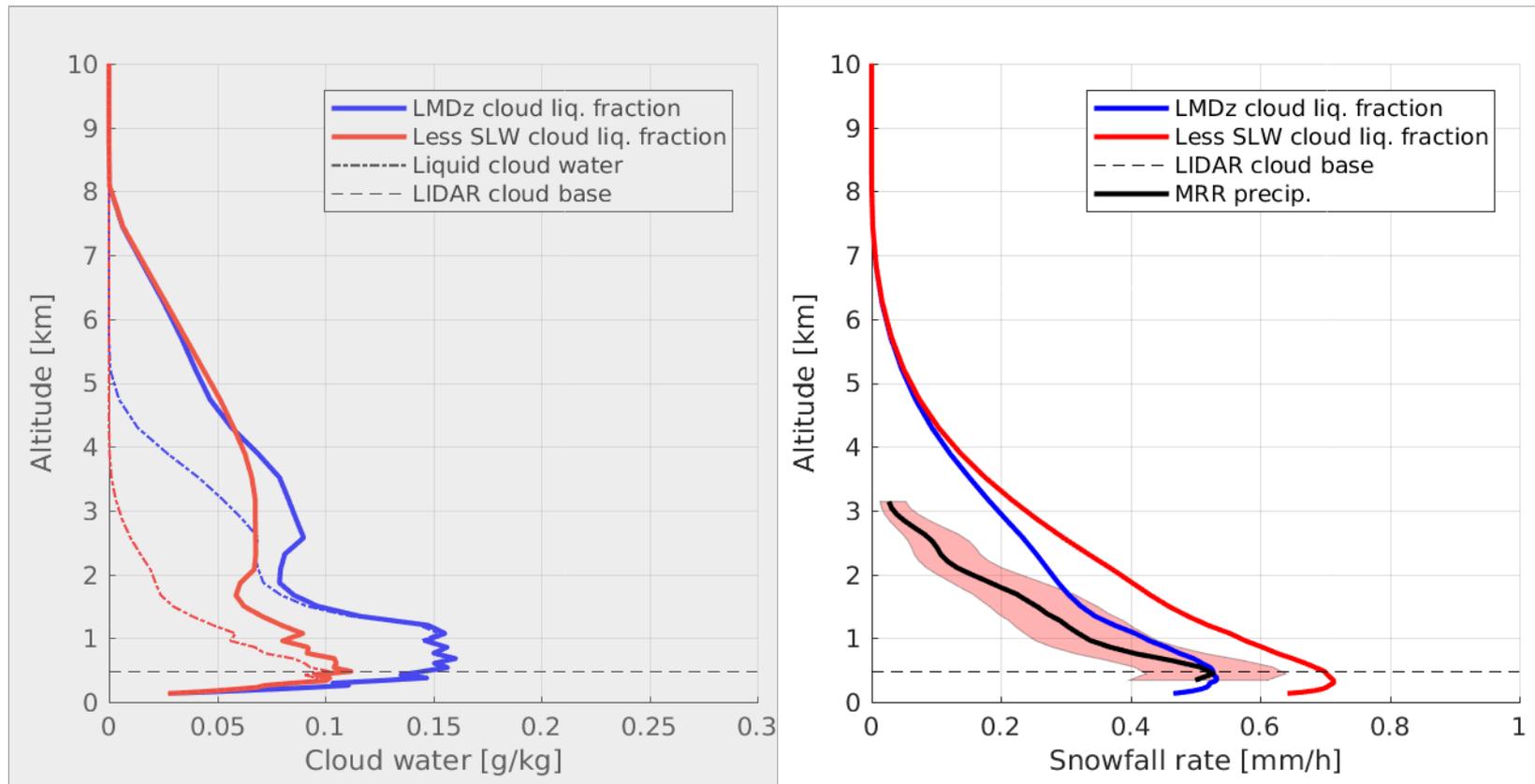
# Étude à l'échelle locale : Colonne 1D à DDU

- Modification de la fraction d'eau liquide nuageuse :  $clf = \left( \frac{T - T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \right)^n$



# Étude à l'échelle locale : Colonne 1D à DDU

- Impact sur la forme du profil de précipitation.



# Conclusion et Take-Away messages

- Création d'un nouvel outil pour l'étude des précipitations en Antarctique.
- Auto-conversion de la précipitation à trop haute altitude...
- ... Mais bon accord en surface entre données et modèle.
- Les paramétrisations actuelles du modèle LMDz/IPSL n'affectent pas la forme du profil de précipitation.



Merci !

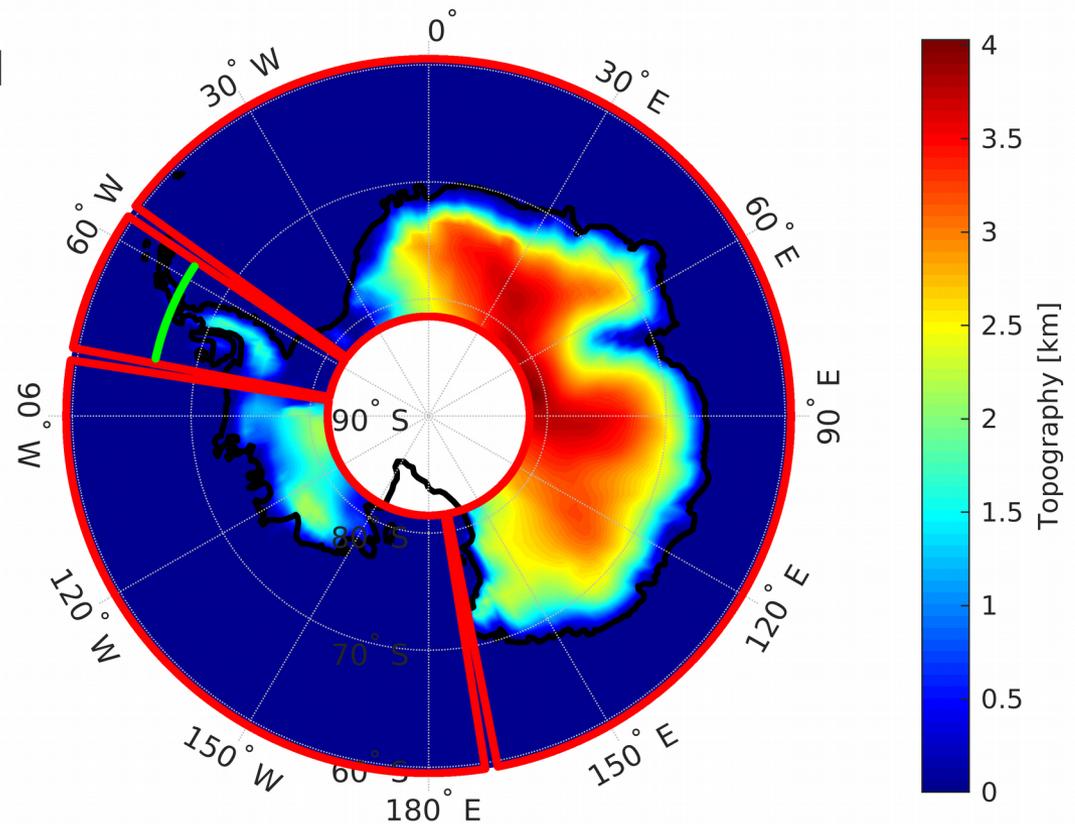


*More at:*  
<http://apres3.osug.fr>

# APPENDIX

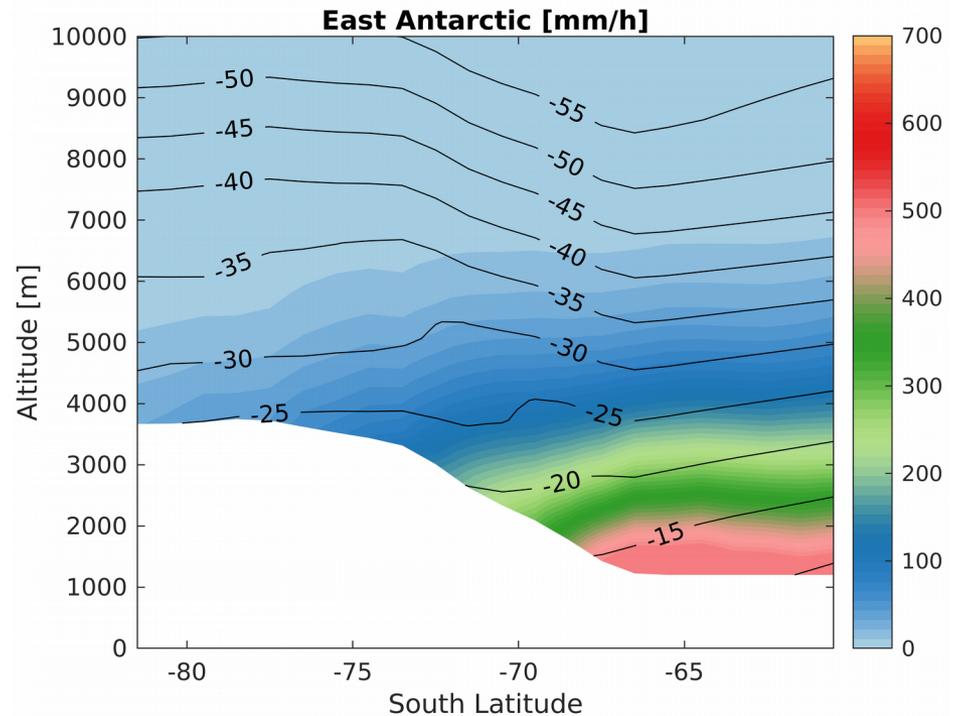
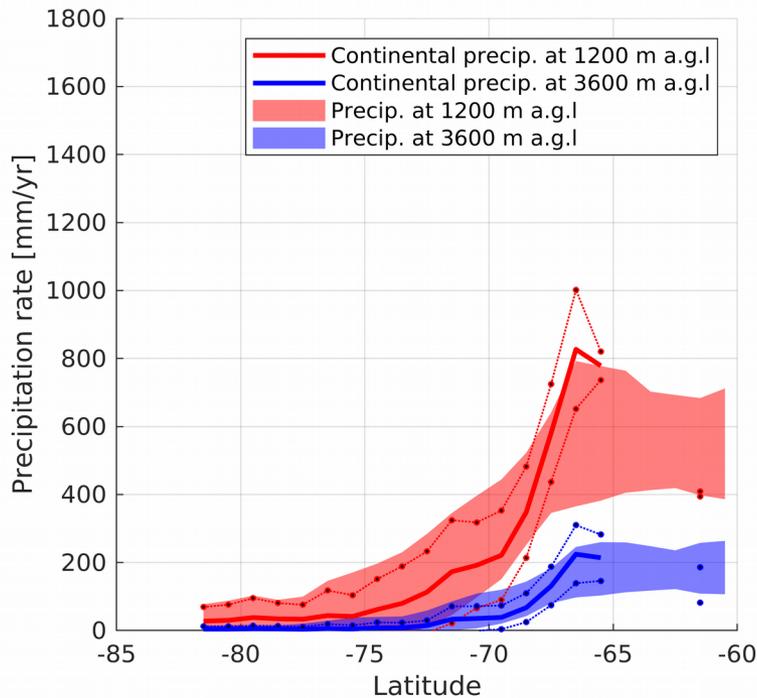
# 3 distinct climatologies

- East Antarctica
  - West Antarctica
  - Peninsula (with a longitudinal cut)
- Additional ERA-I averaged temperatures.



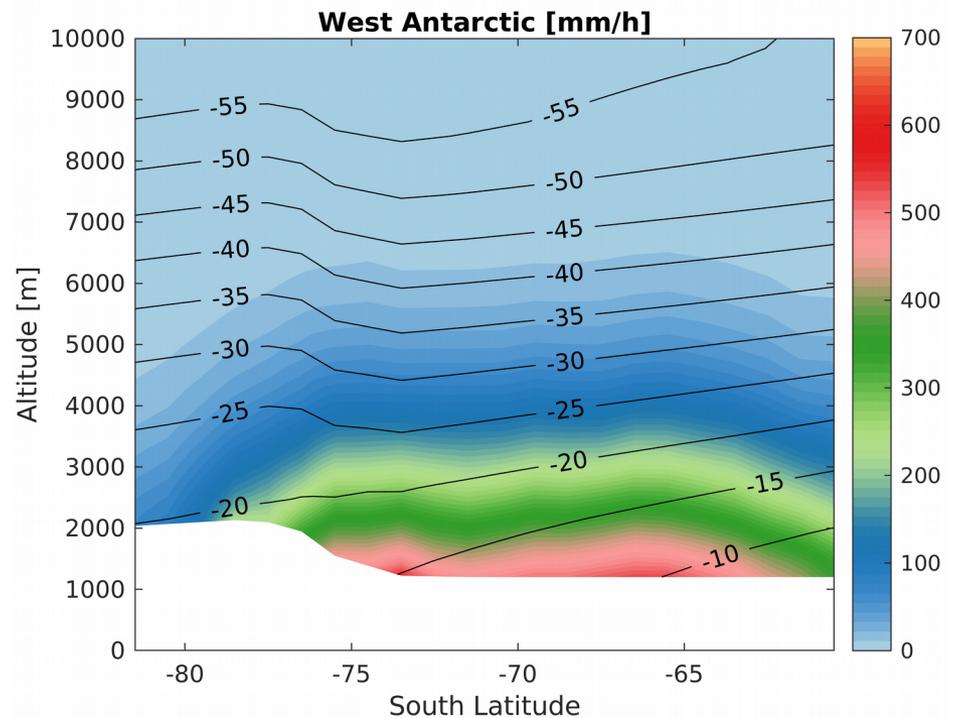
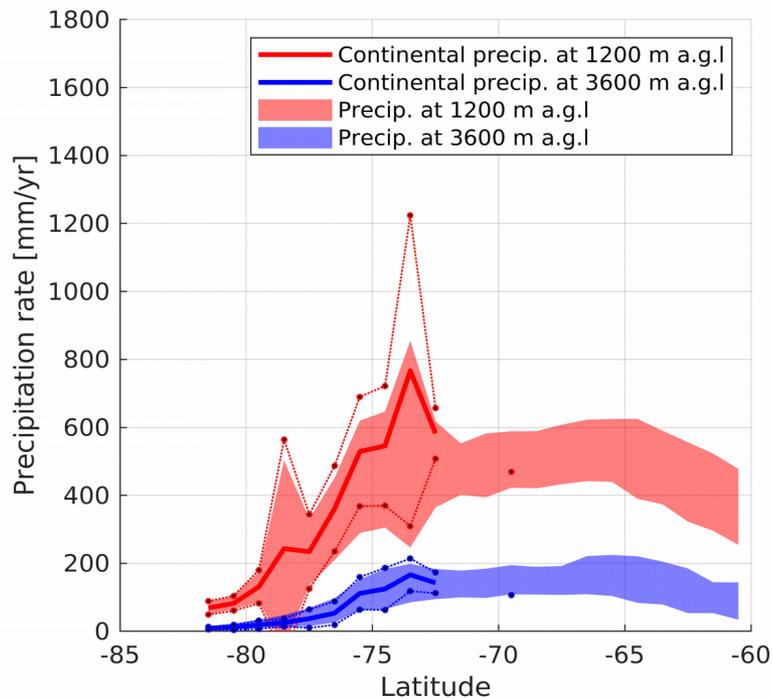
# East Antarctica

- Most of the precipitation over the coasts.
- Weak precipitation variability.



# West Antarctica

- Most of the precipitation over the coasts and the ocean.
- Higher precipitation variability than East Antarctica.



# Peninsula

- Orographic impact on the climate.
- Foehn wind.
- Large variability of the precipitation.

