

La sursaturation à Dôme C en Antarctique: résultats de la campagne d'observation de l'été 2015-2016

J.-B. Madeleine¹

C. Genthon², H. Gallée², G. Krinner², E. Vignon²,
C. Claud¹, A. Berne³, J. Grazioli³, M. Del Guasta⁴,
B. Boudevillain⁵, G. Delrieu⁵

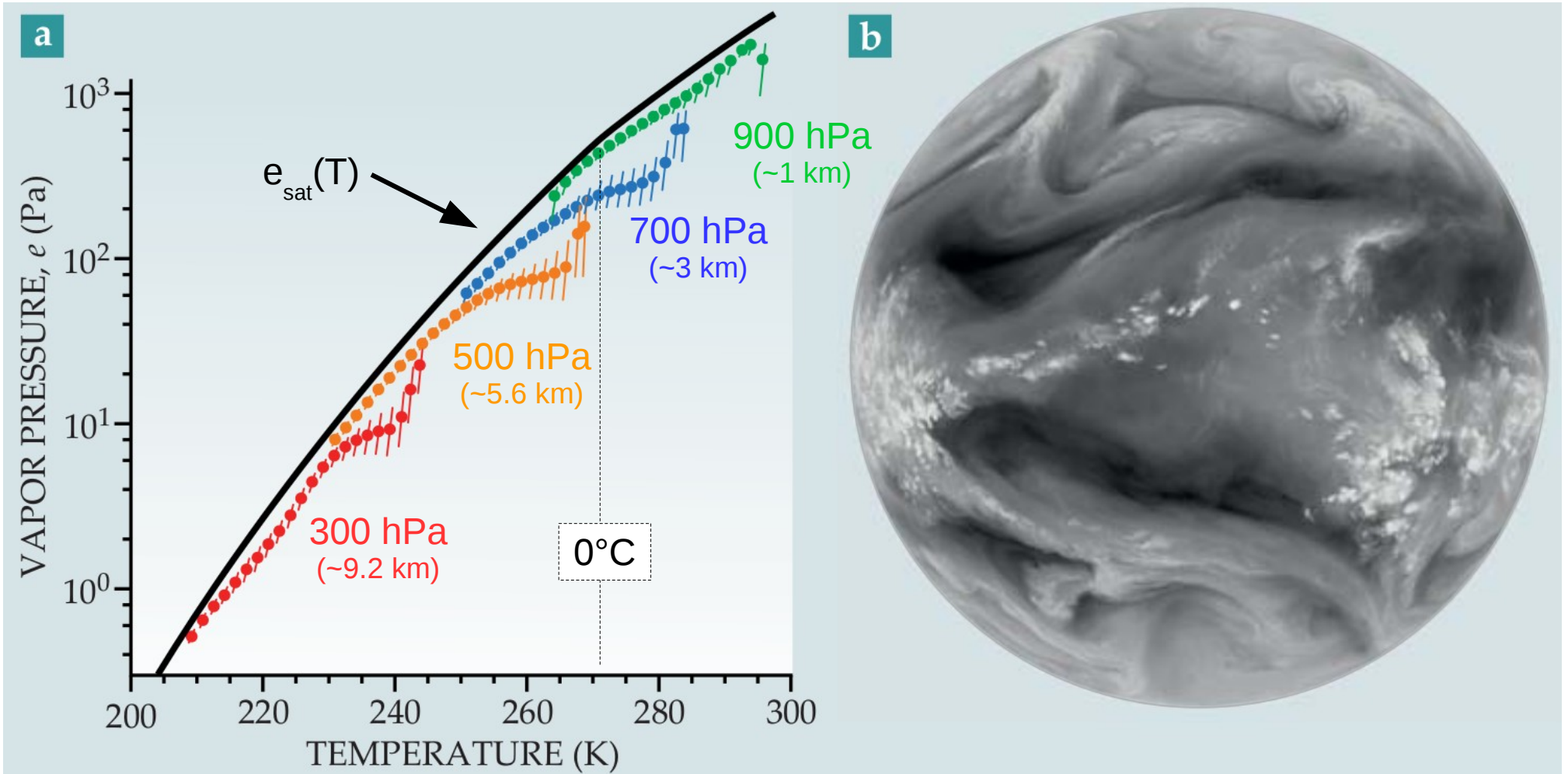
¹ LMD, ² LGGE (Grenoble), ³ LTE/EPFL (Suisse), ⁴ INO-CNR (Italie), ⁵ LTHE (Grenoble)

Projets **CALVA*** (IPEV) et **APRES3**** (ANR)

* **CAL**ibration and **VAL**idation of climate models and satellite retrievals

** **ANT**arctic **P**recipitation, **RE**mote **S**ensing from **S**urface and **S**pace

Introduction

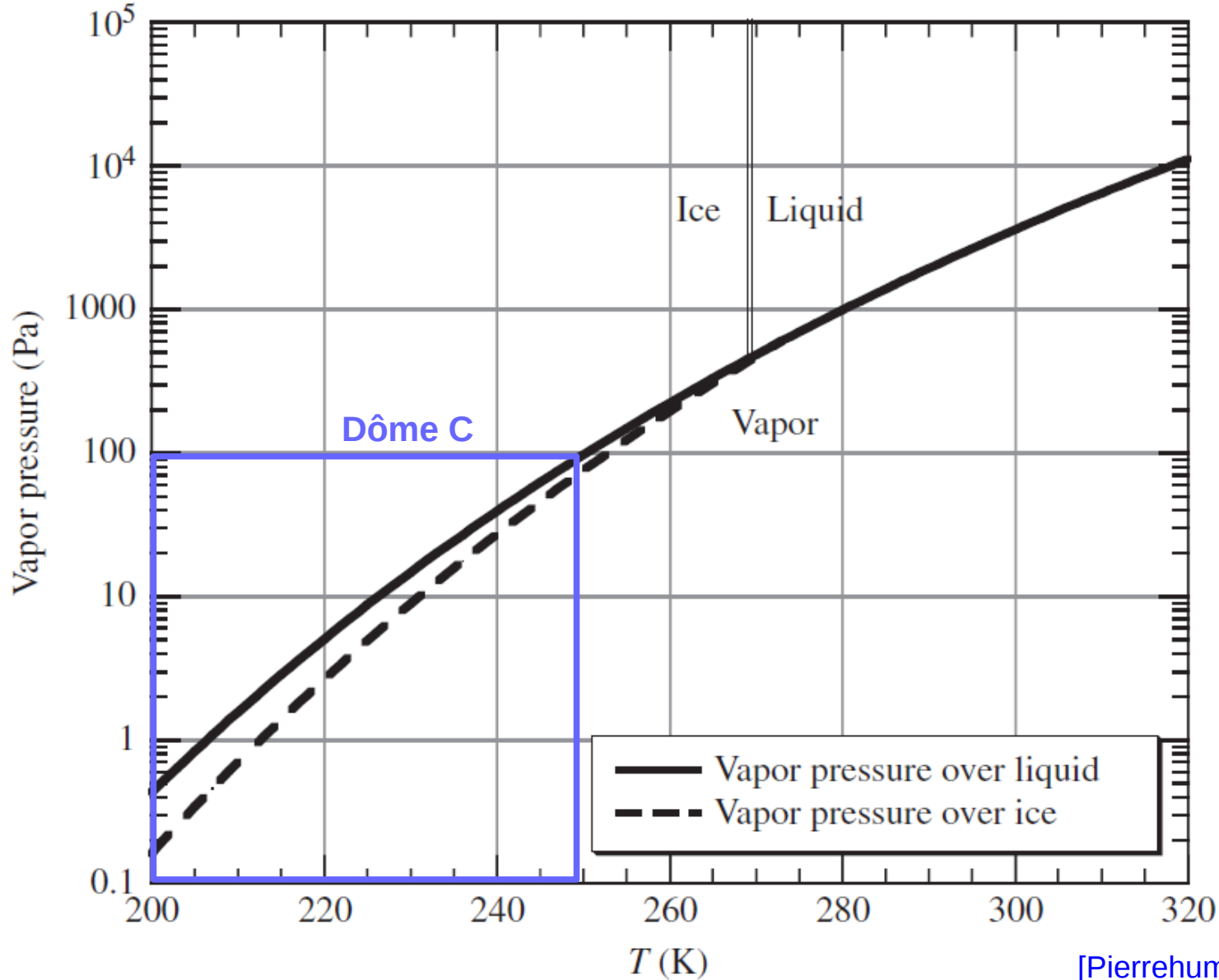


[Stevens & Bony, 2013]

Rayonnement à $6.2 \mu\text{m}$, reflétant l'humidité relative

Composition des nuages

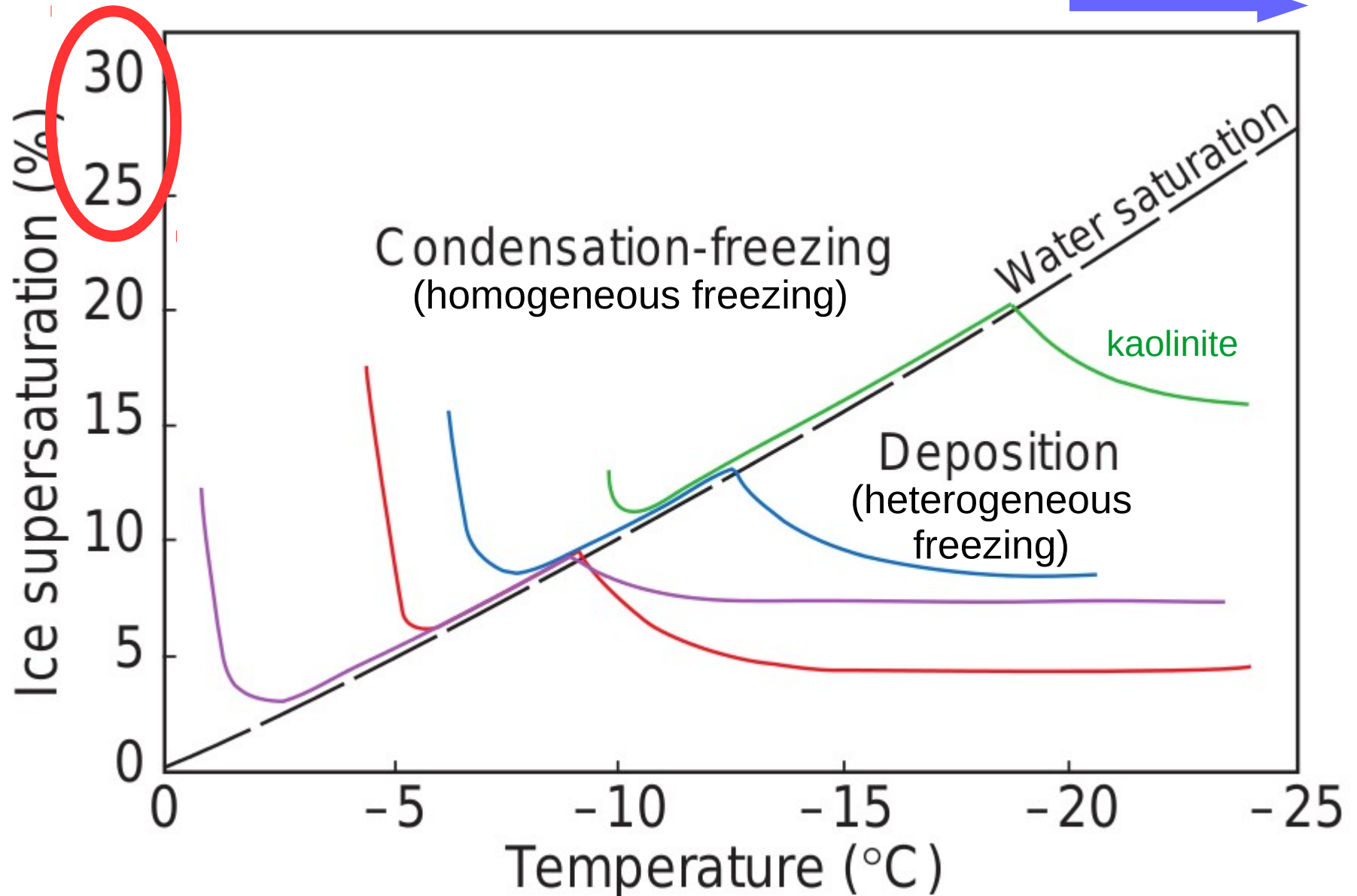
Saturation vapor pressure for water



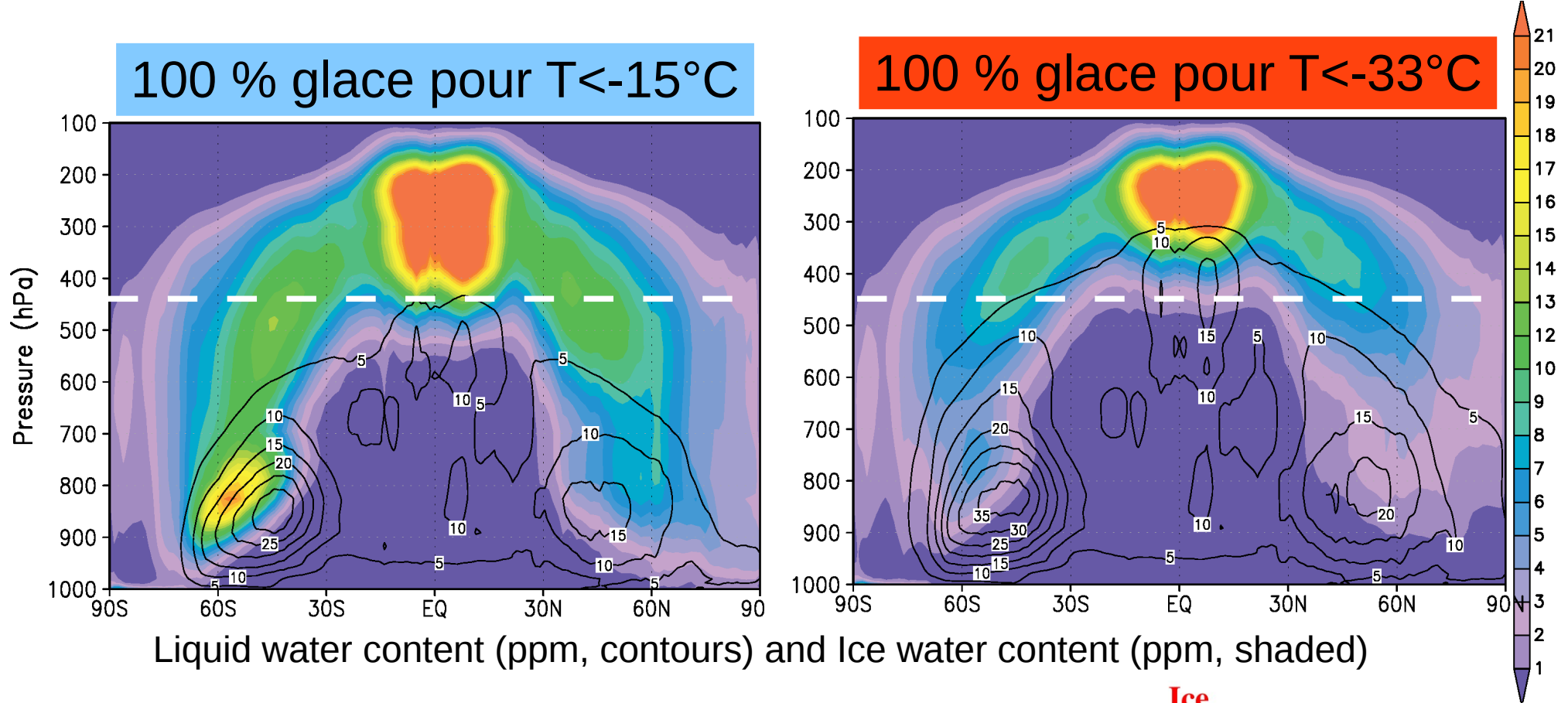
[Pierrehumbert, 2012]

Sursaturation par rapport à la glace

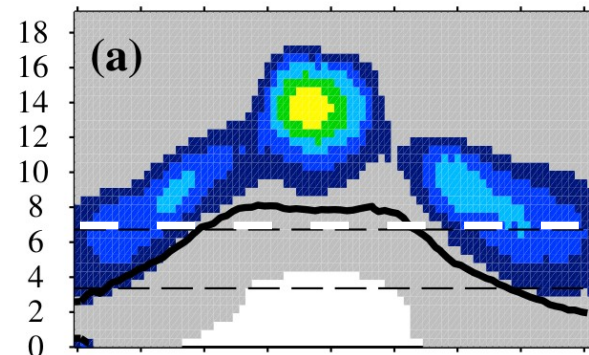
Dôme C →



Distribution des nuages de glace



CALIPSO-GOCCP
[Cesana & Chepfer, 2013]



Dôme C : Pourquoi y aller ?

Pour mieux comprendre :

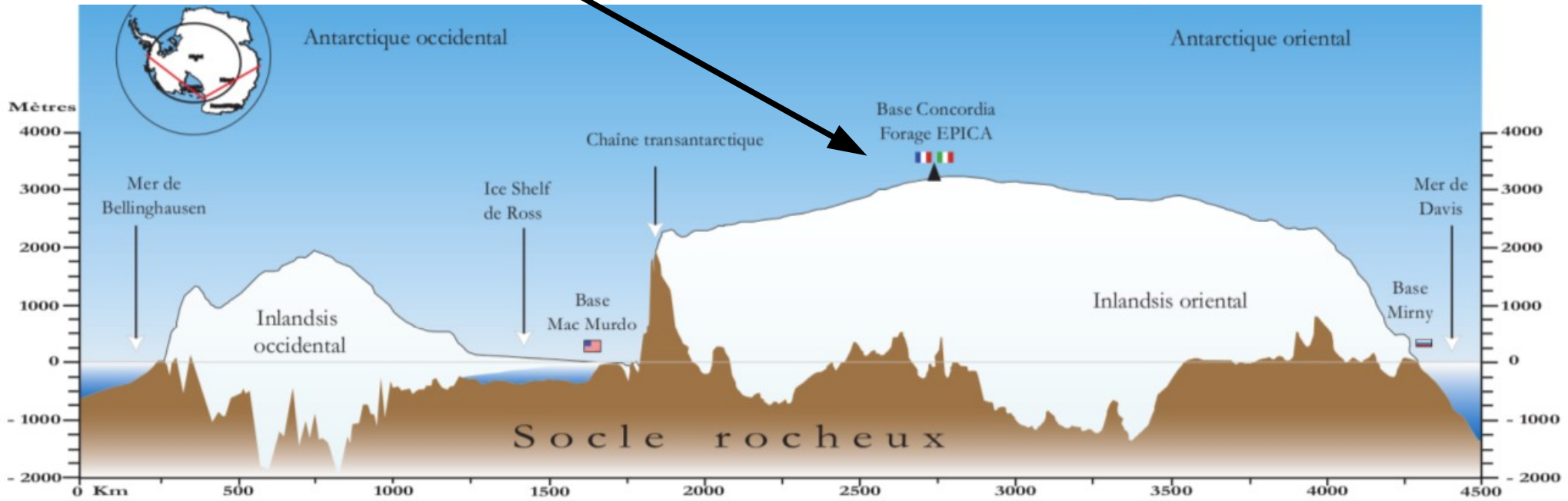
- La **microphysique froide** !
- La **couche limite** (extrême stabilité, fort cisaillement, thèse E. Vignon)
- La **dynamique** (dépressions côtières, vents catabatiques, ressauts hydr.)
- Le **rayonnement** (en ciel clair et nuageux, avec et sans flux solaire)
- Les **paléoclimats** (carottages, par ex. EPICA)

Mais aussi parce que :

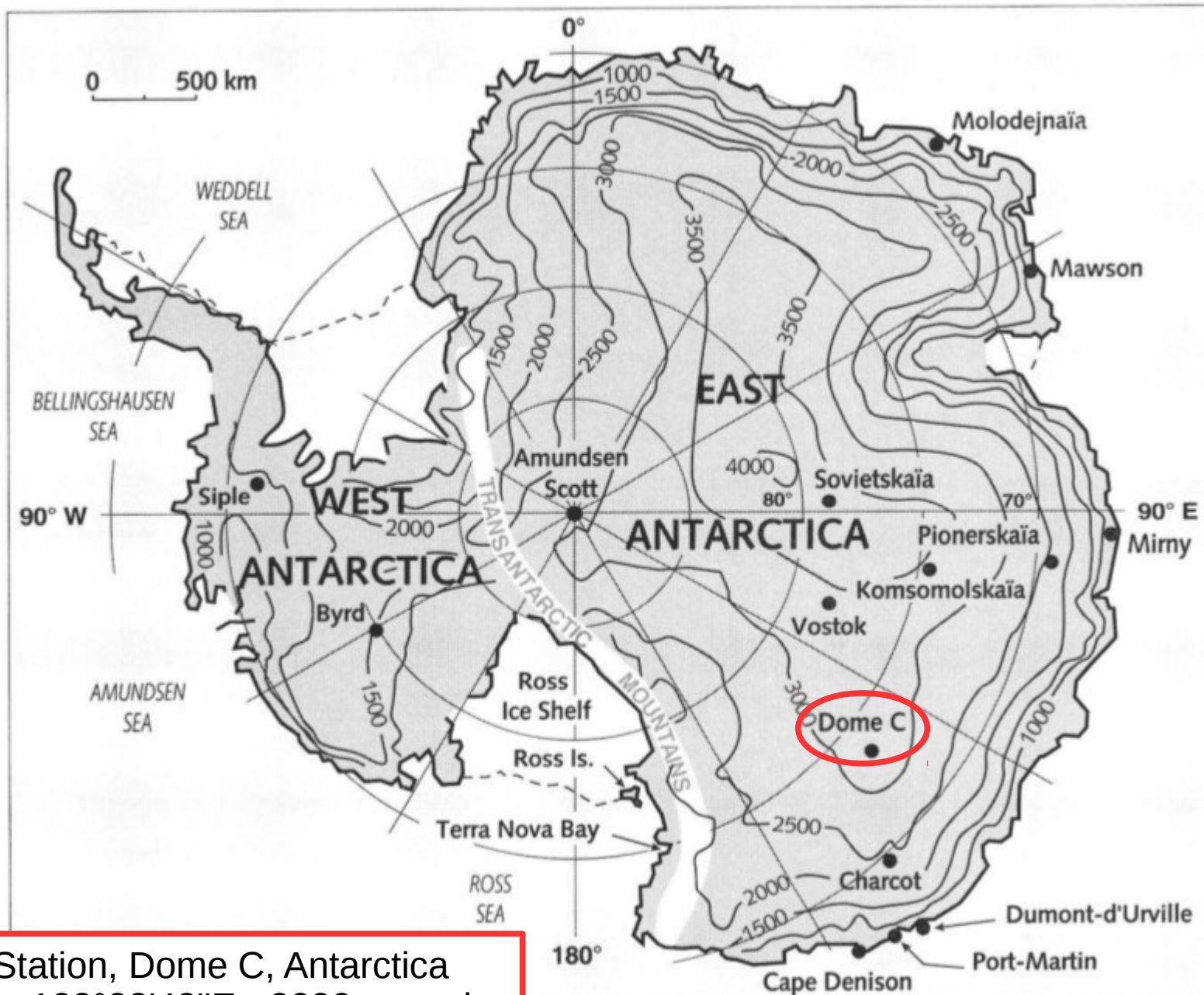
- L'Antarctique est le plus grand réservoir d'eau douce de la planète
- Il faut prévoir son impact sur l'élévation du niveau des mers...
- ...donc surveiller son bilan de masse (et la précipitation)



Contexte

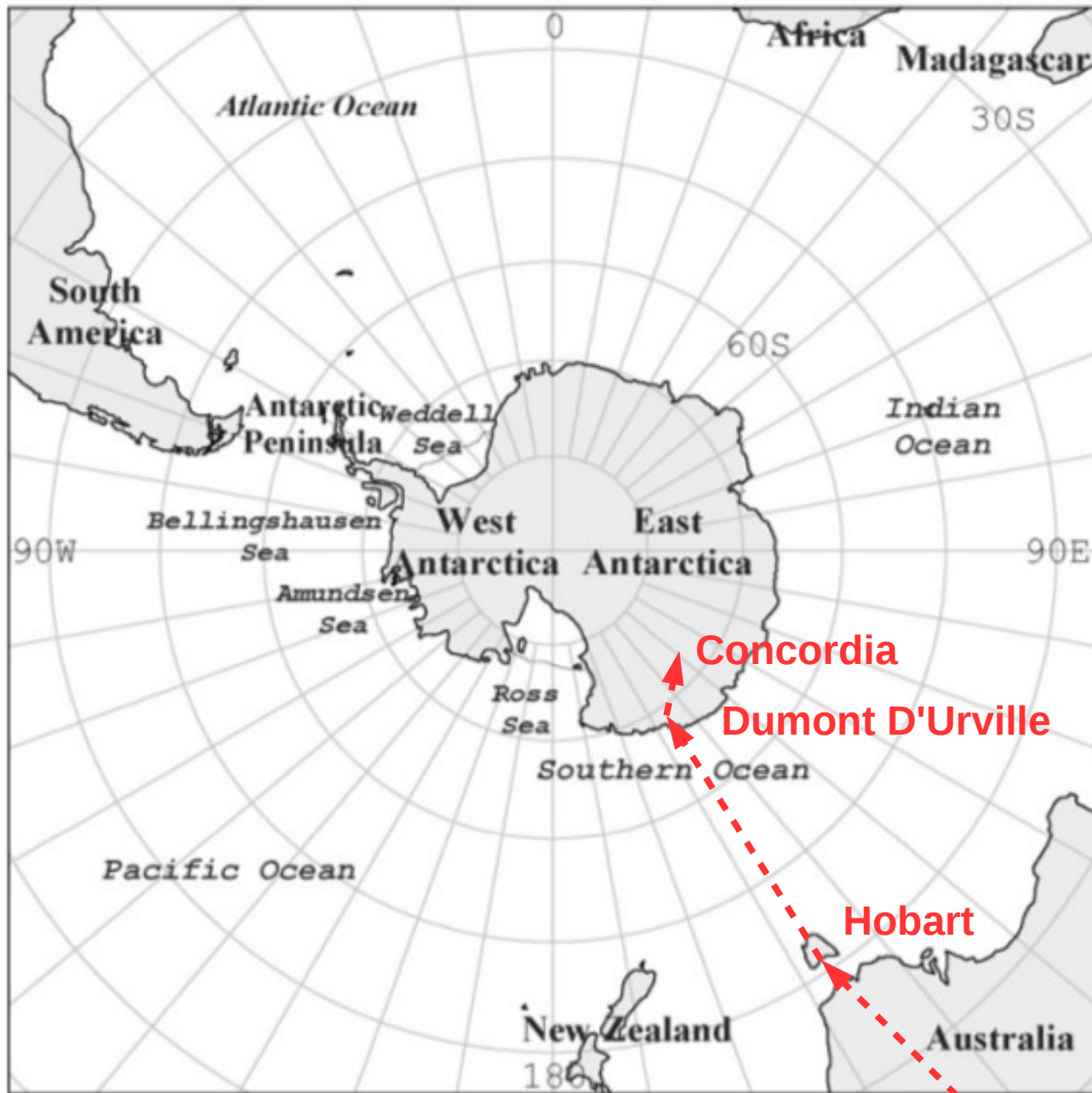


Contexte



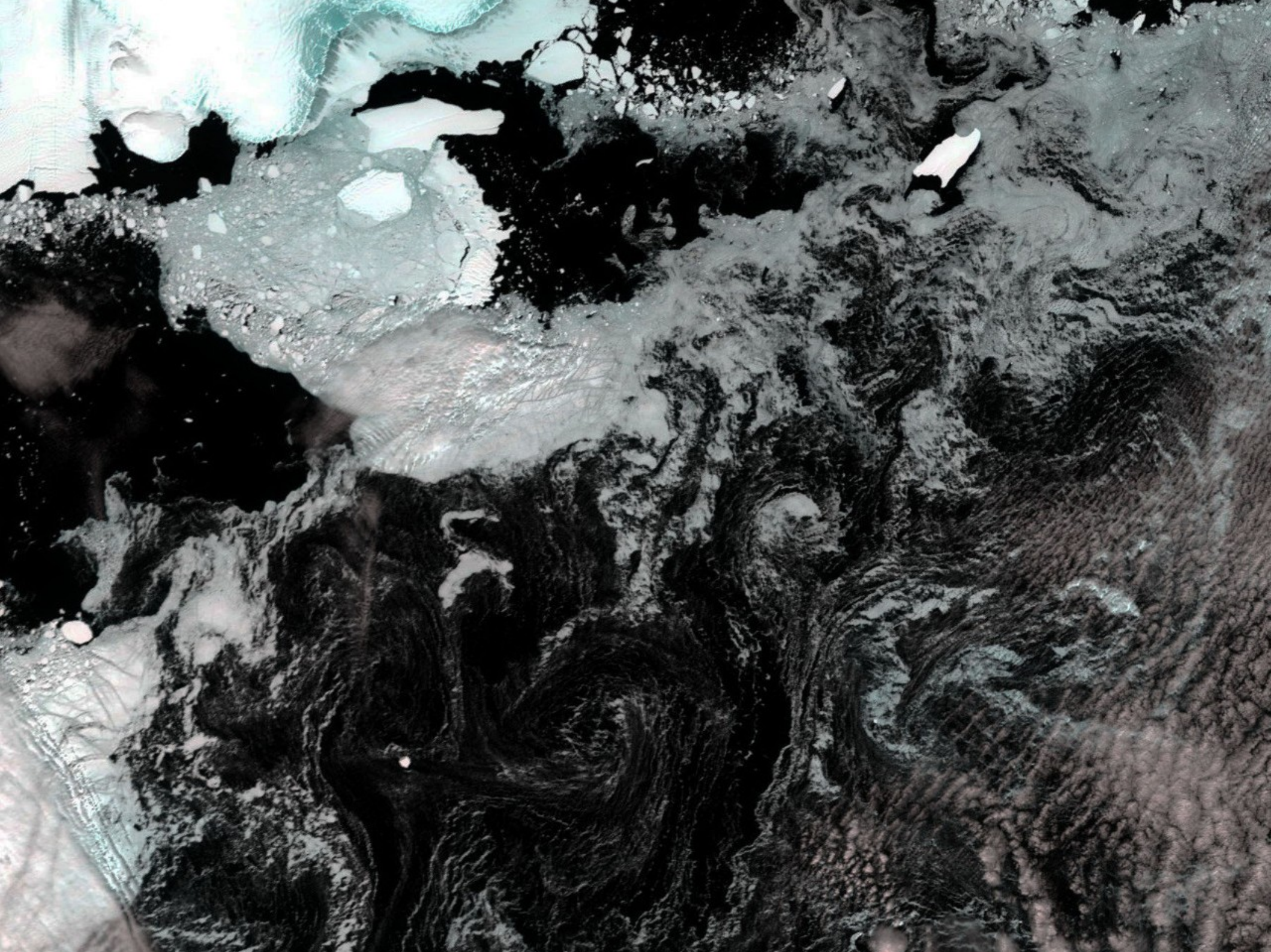
Concordia Station, Dome C, Antarctica
75°06'06"S - 123°23'43"E - 3233 m a.s.l

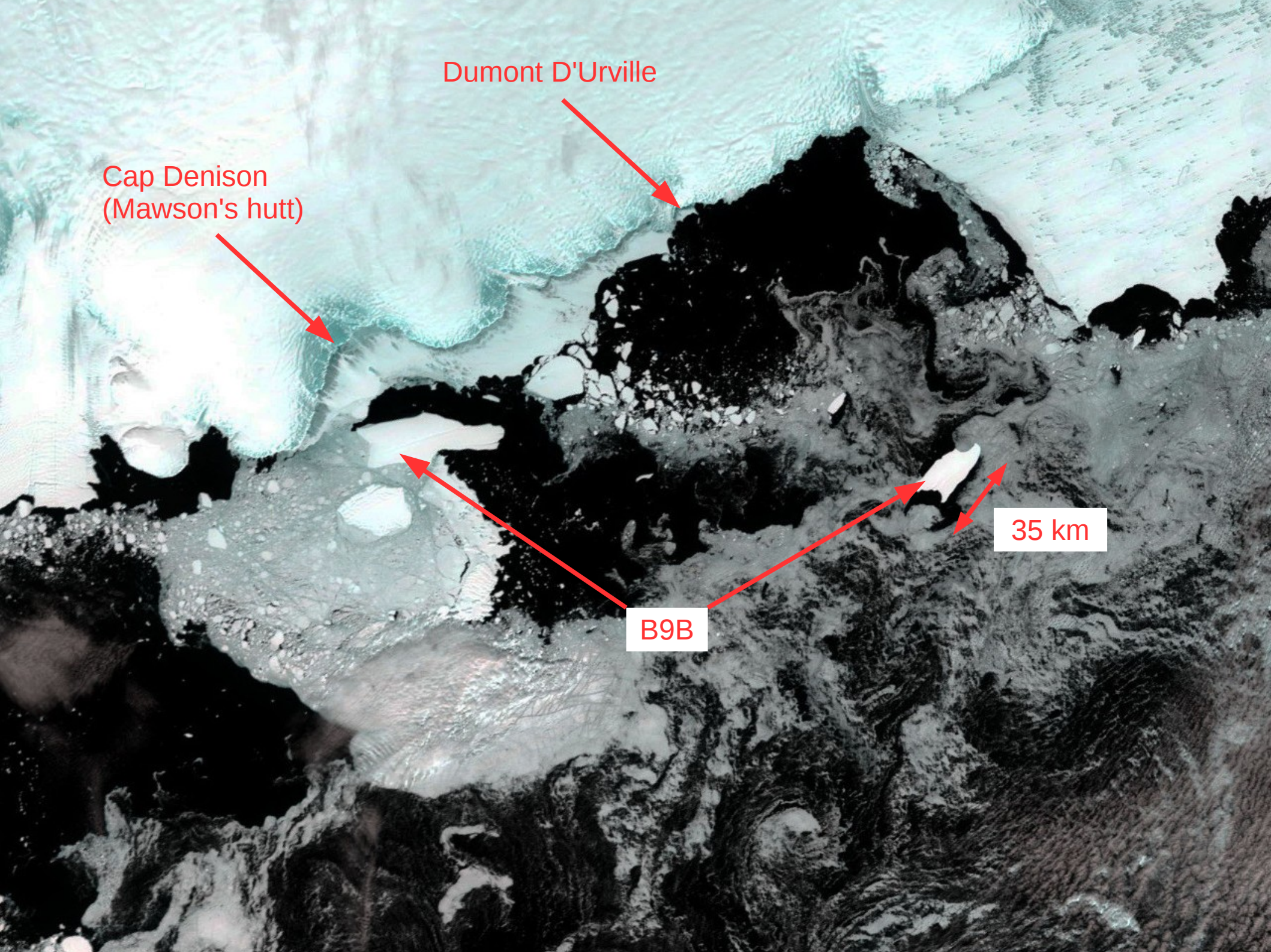
Atteindre Dôme C



Melbourne ← ... ← Paris







Dumont D'Urville

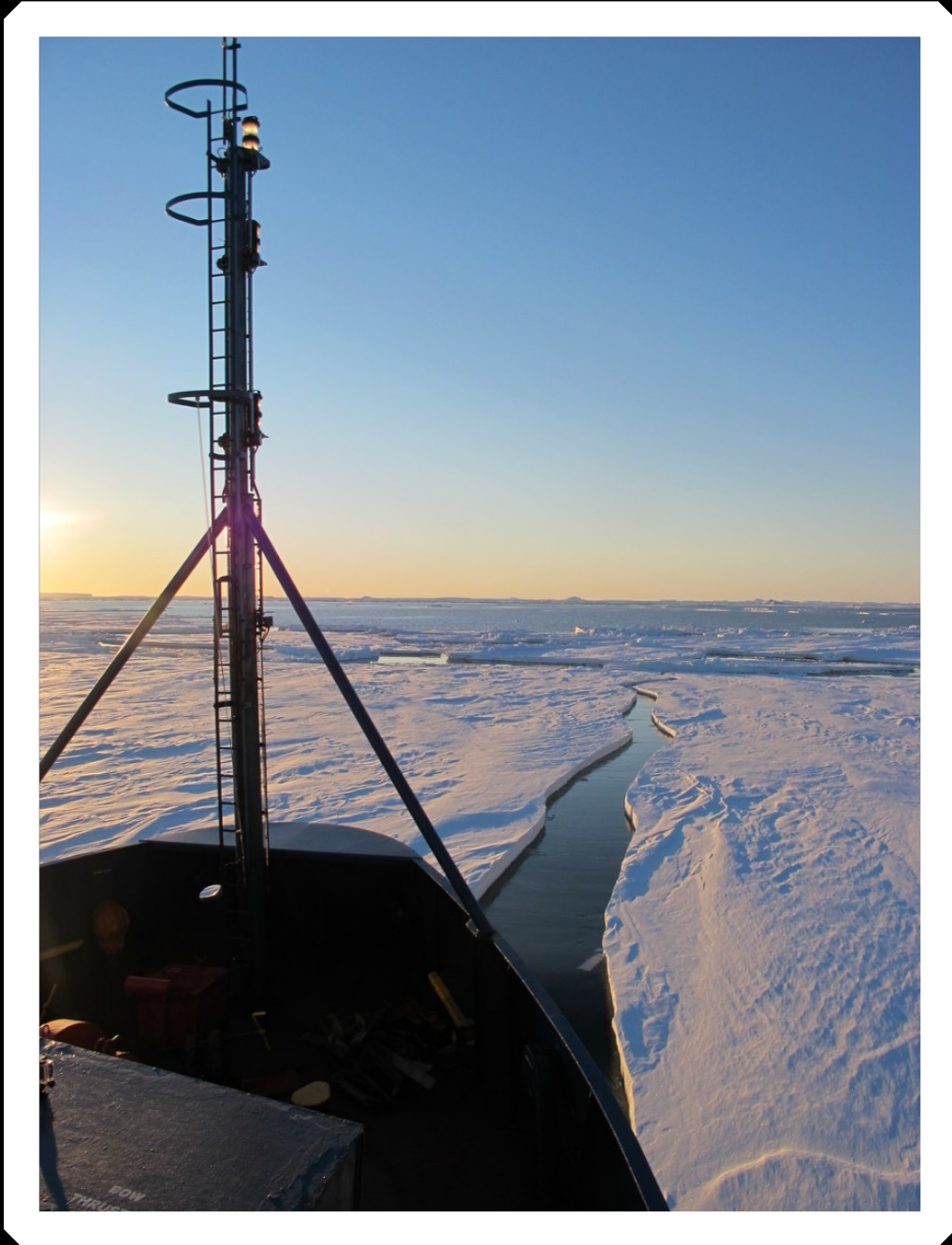
Cap Denison
(Mawson's hut)

B9B

35 km

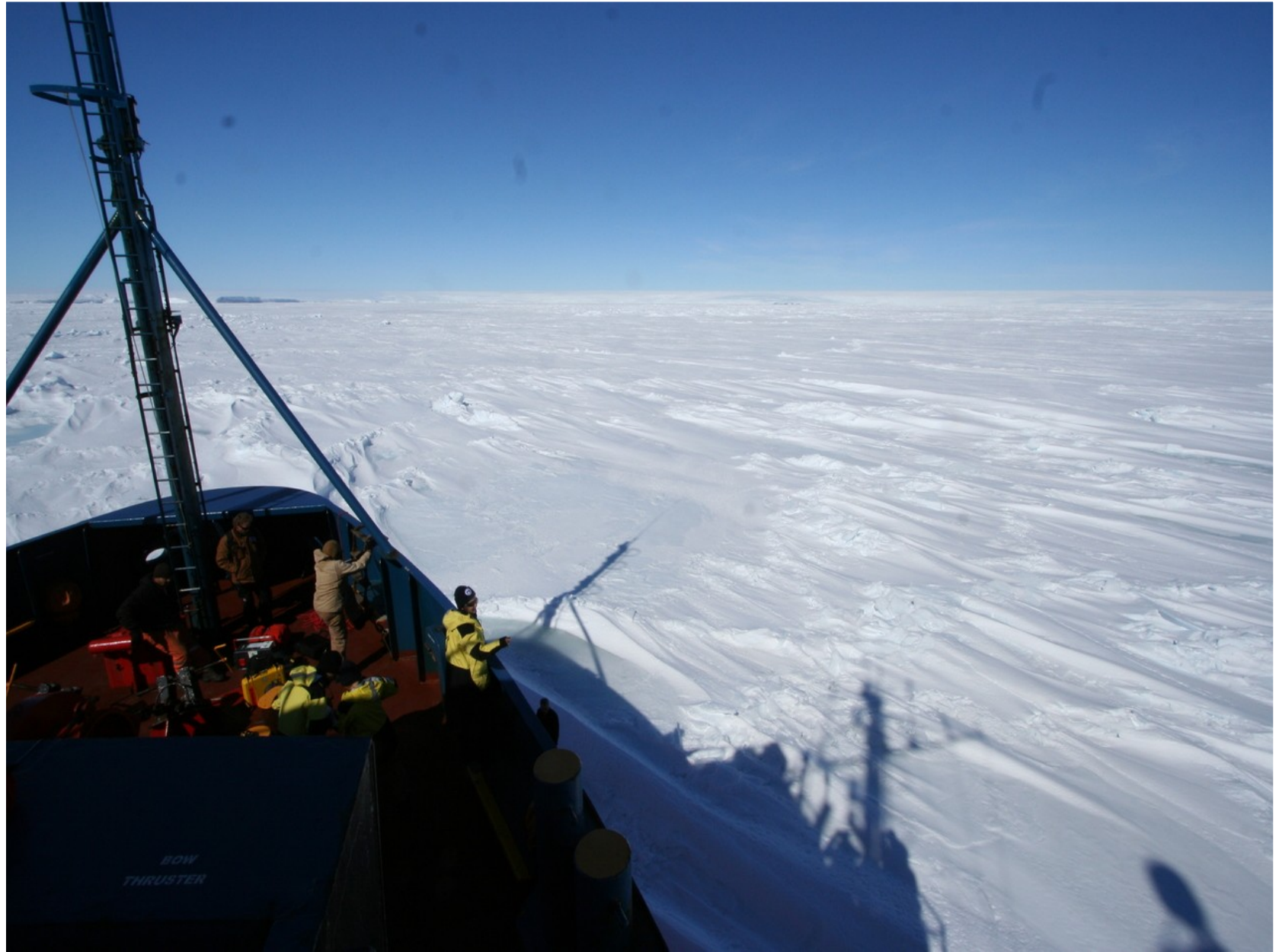




















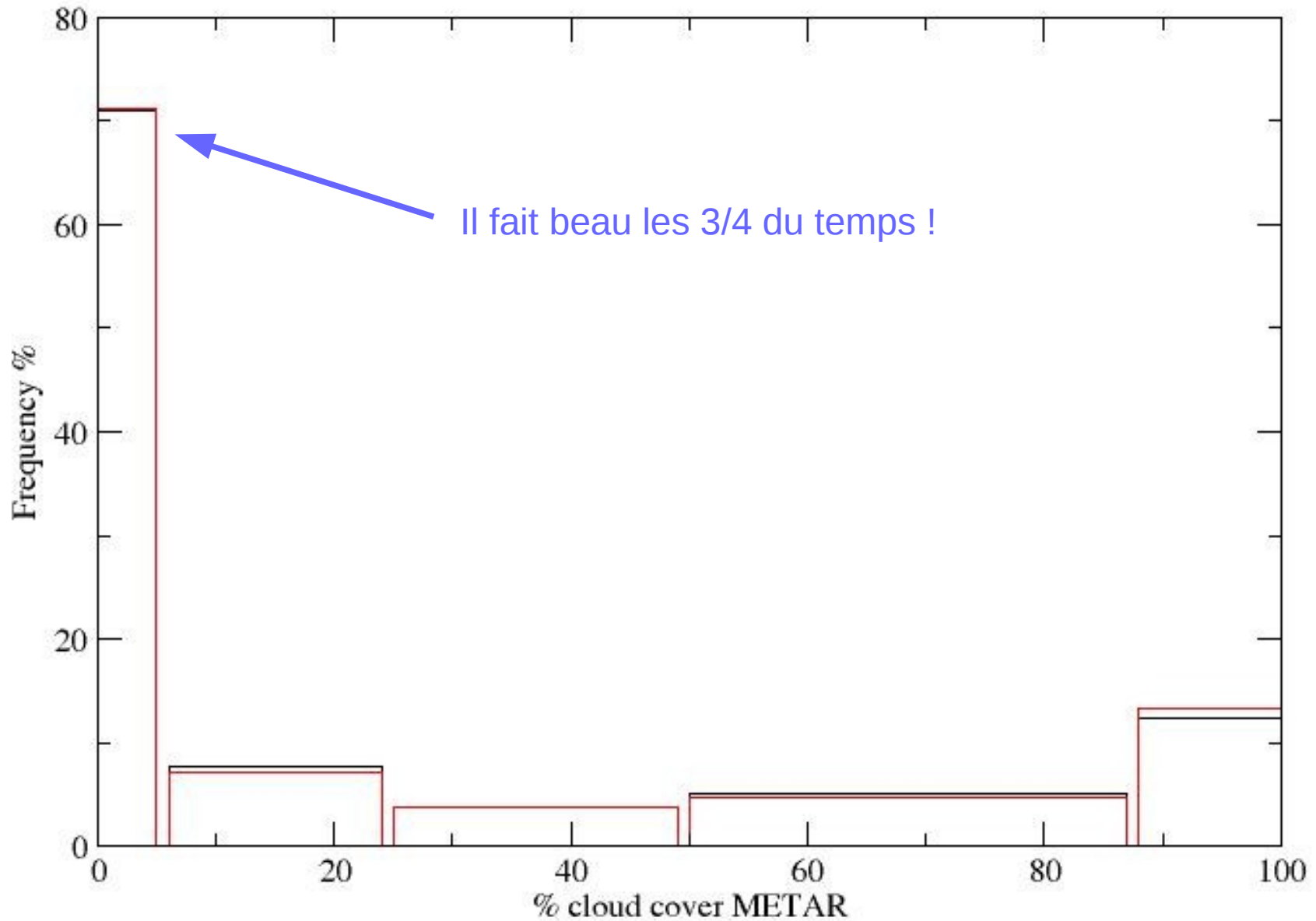


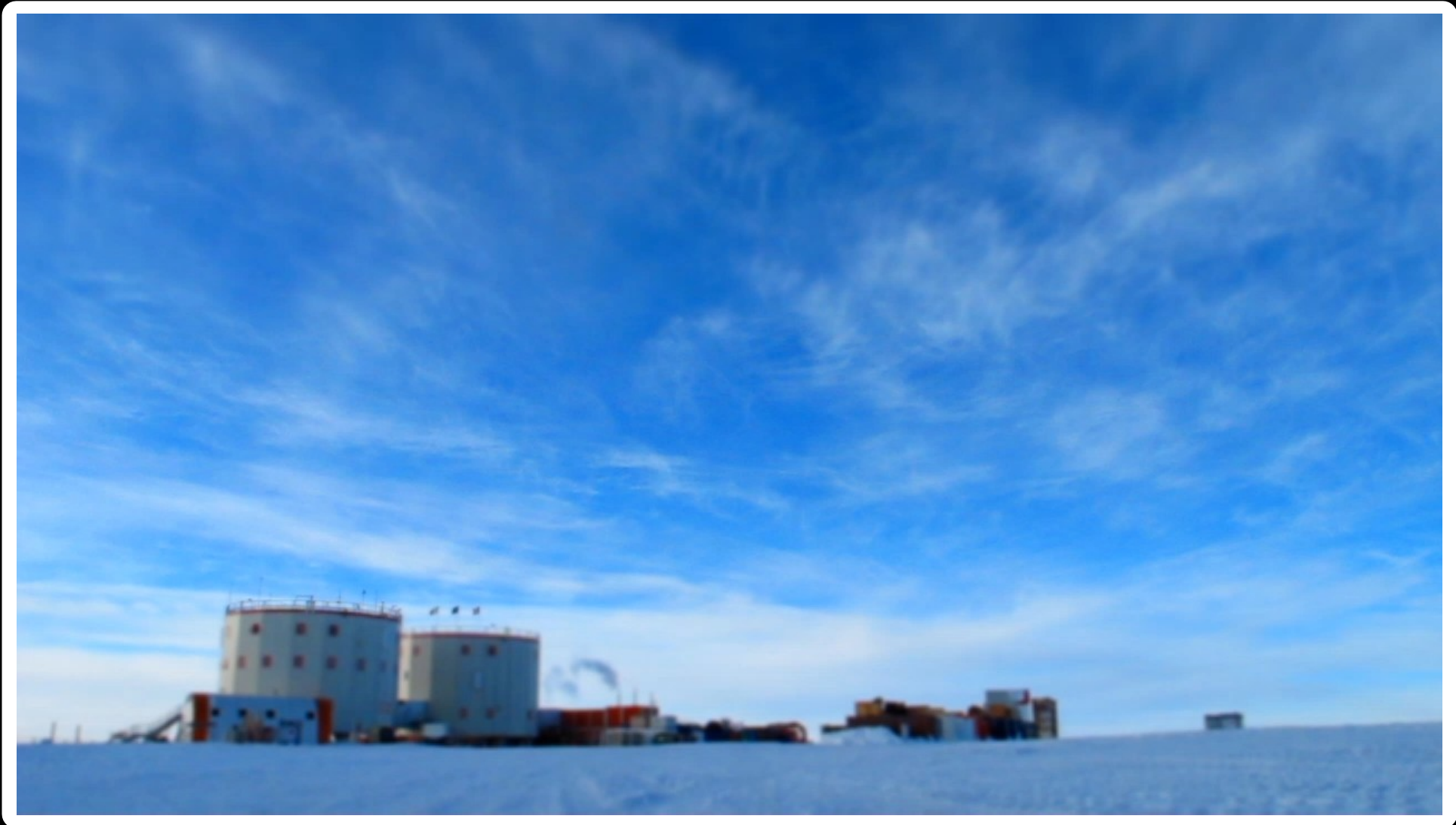




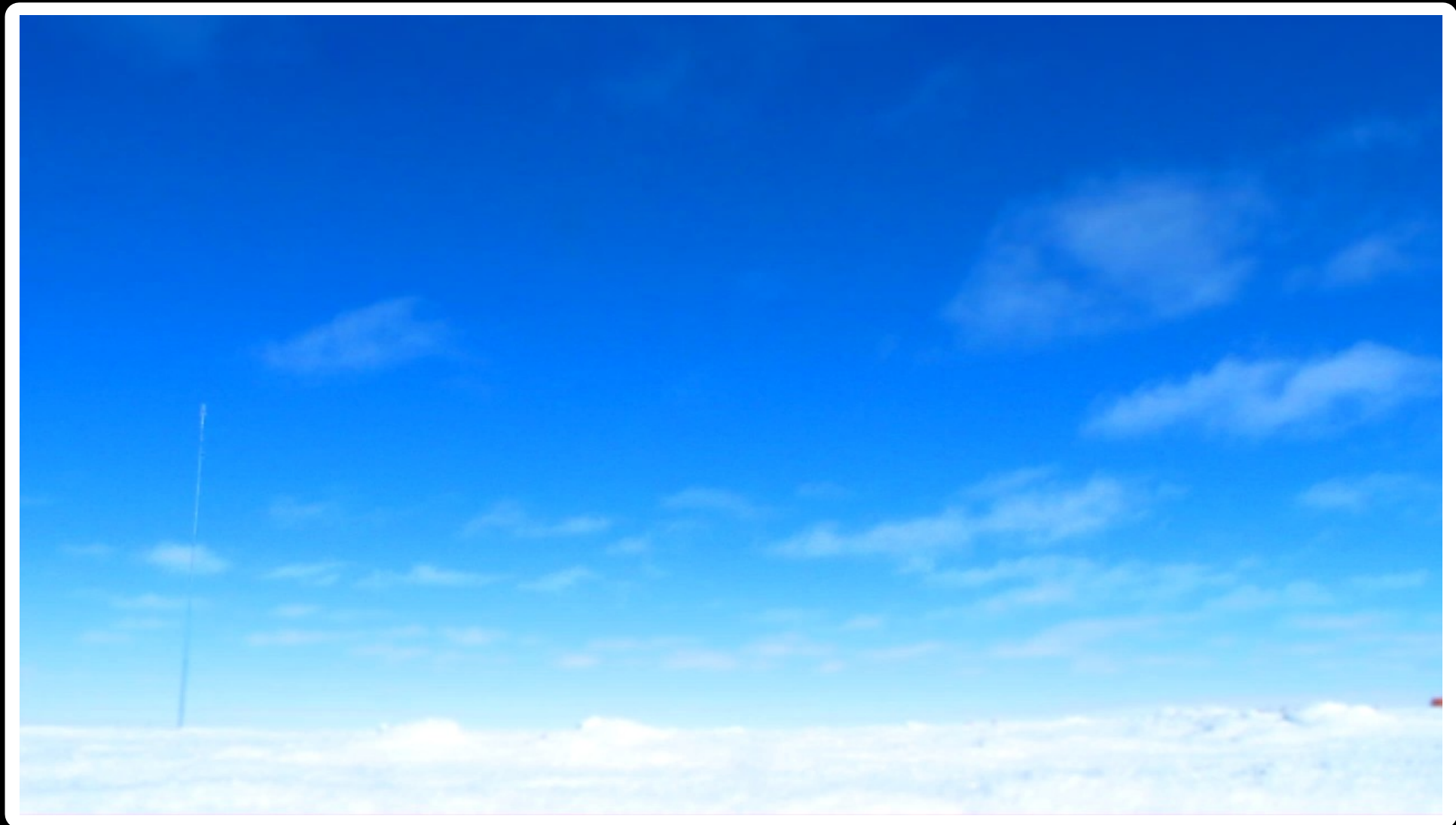


Comment est le ciel l'été à Concordia ?



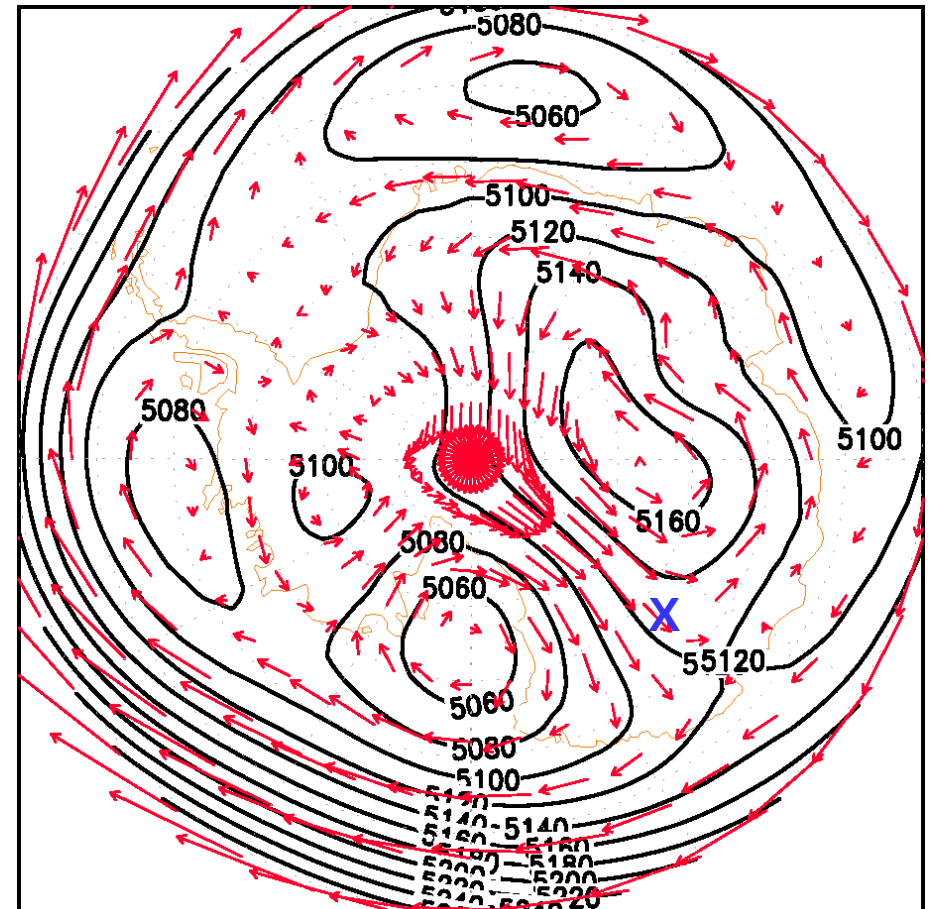
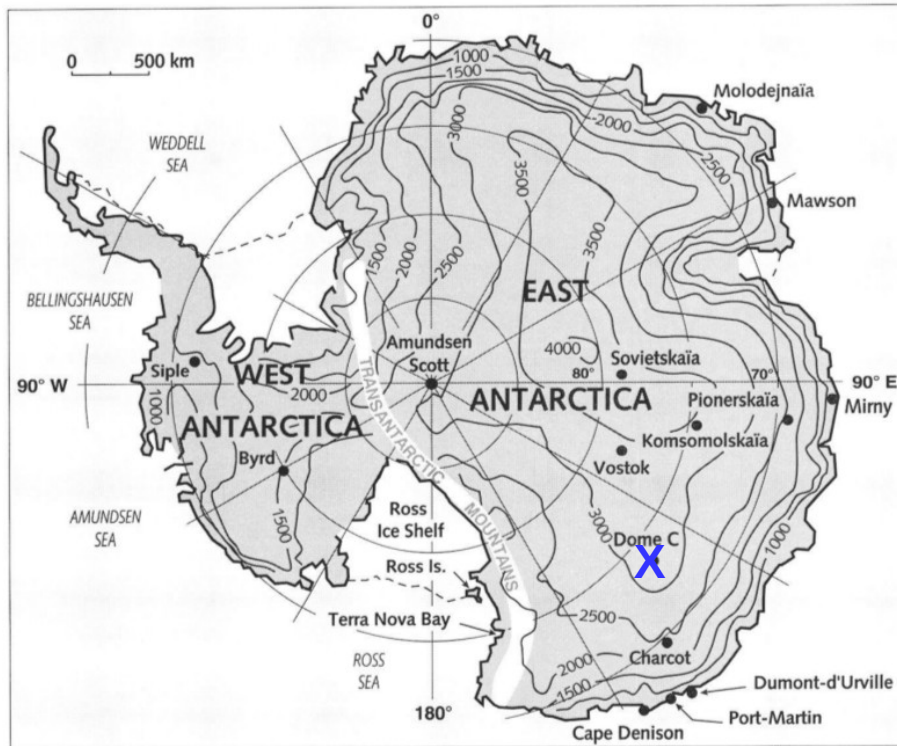


Cirrus à ~ 3 km d'altitude dans un flux de Nord / Nord-Est, le 13 décembre 2015, 21h.



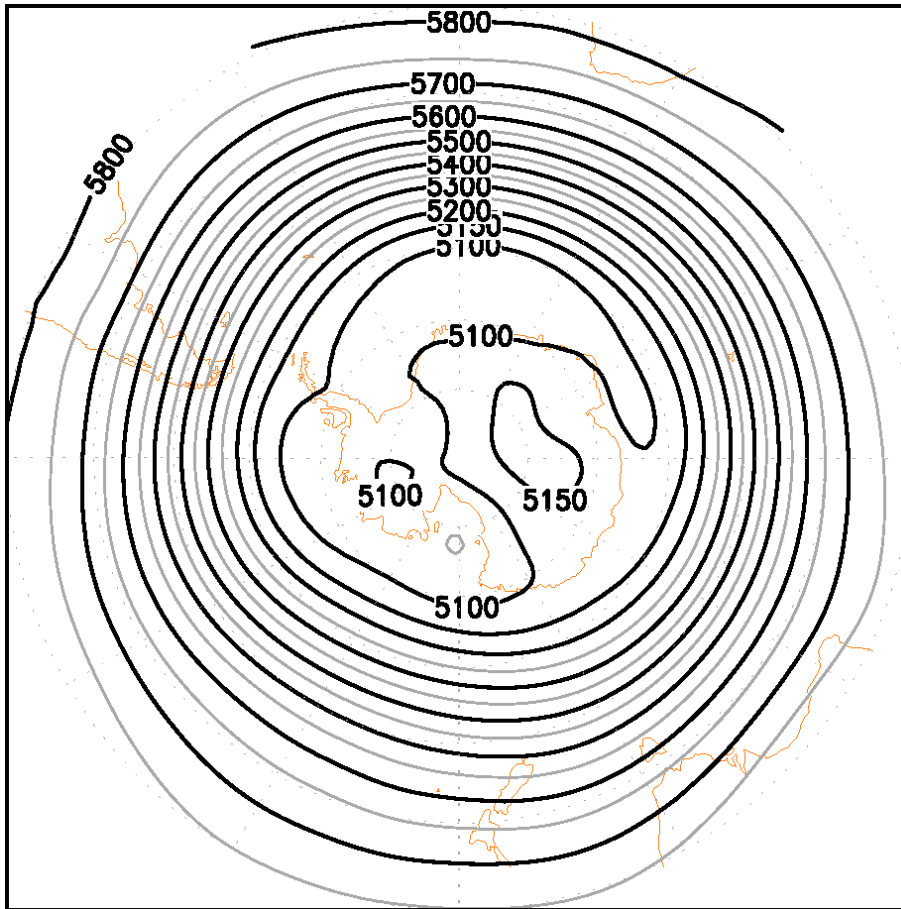
Cumulus par vent d'est, vus ici vers 11h30 le 10 janvier 2016.

Simulations 3D version NPv5.17h

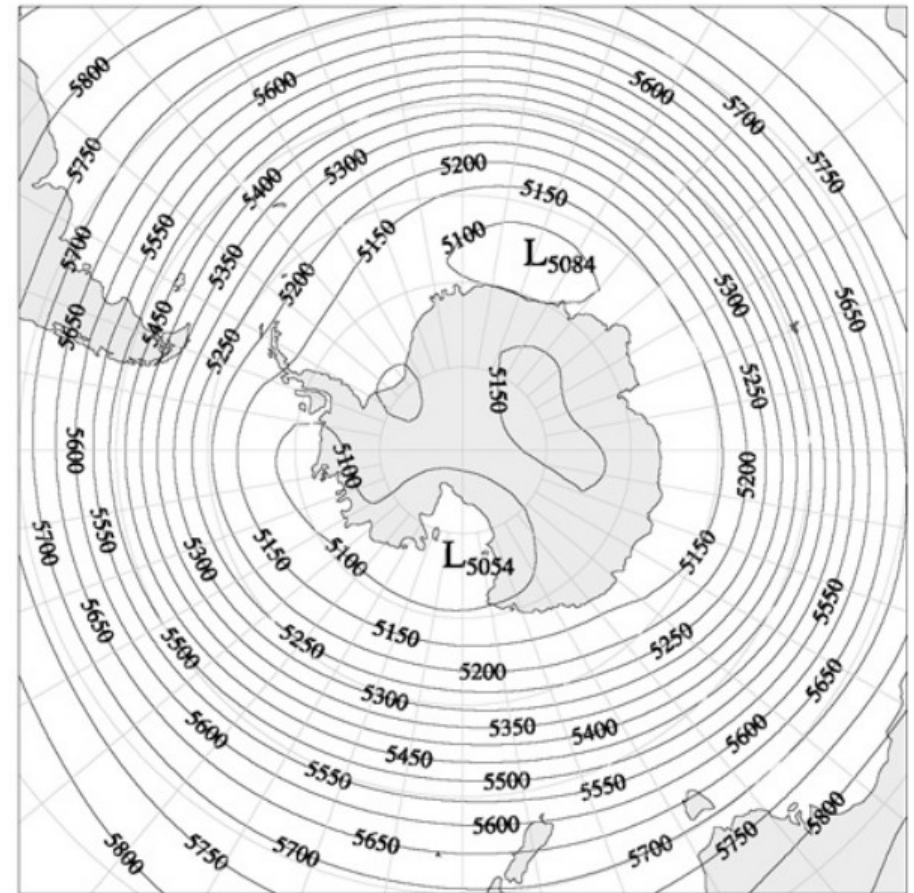


LMDz AMIP NPv5.17h DJF
(z, u;v à 500 hPa) \vec{z}

Simulations 3D version NPv5.17h



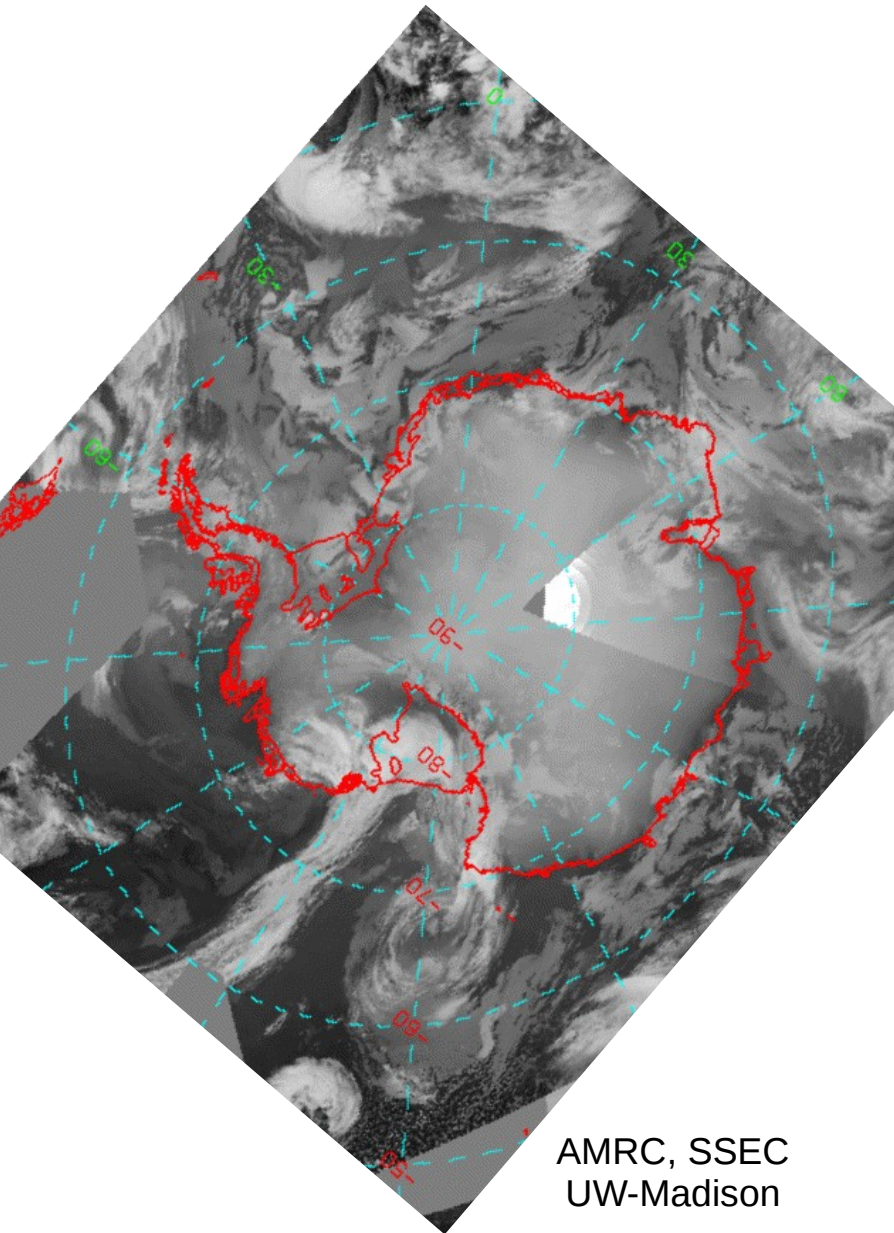
LMDz AMIP NPv5.17h DJF



ECMWF [Bromwich et al. 2008]

z500 : minimum centré sur la mer de Ross ; centre secondaire vers 20°E (activité cyclonique plus forte en été dans cette région)

Situation synoptique le 10 janvier

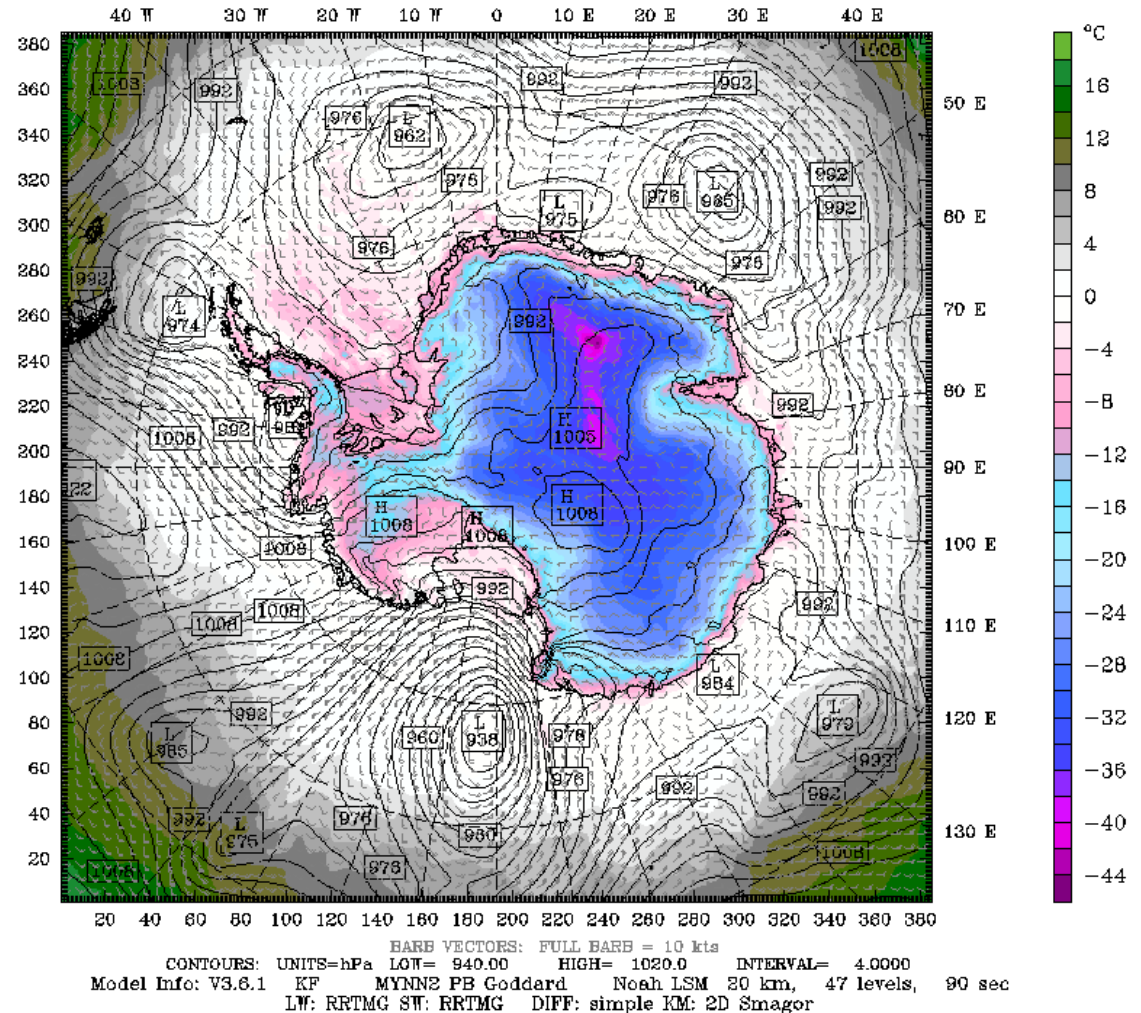


AMRC, SSEC
UW-Madison

Antarctic NWP
Fest: 0.00 h
Surface air temperature
Sea-level pressure
Horizontal wind vectors

Init: 0000 UTC Sun 10 Jan 16
Valid: 0000 UTC Sun 10 Jan 16 (1900 EST Sat 09 Jan 16)

at height = 0.010 km

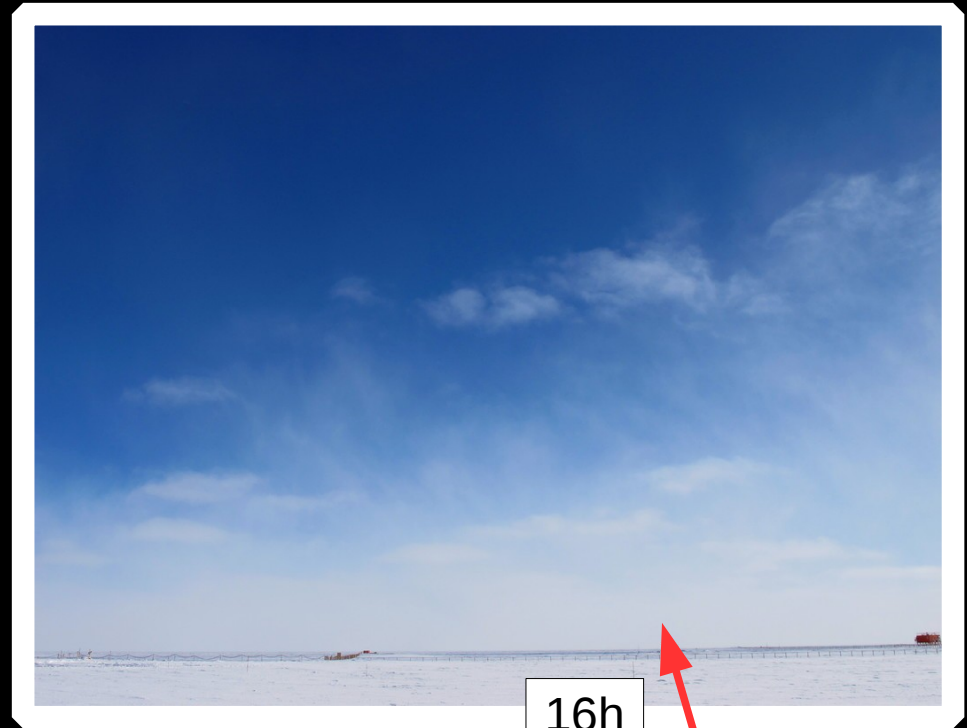


Modèle AMPS (WRF)

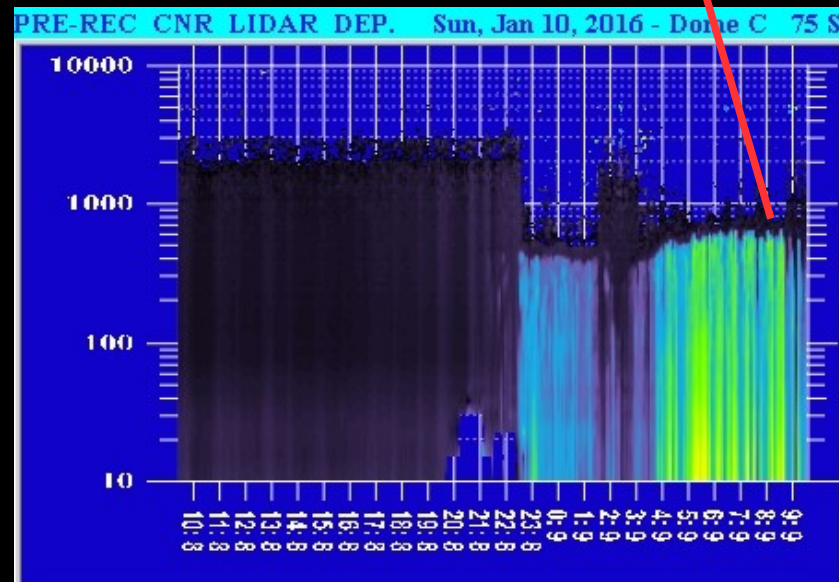
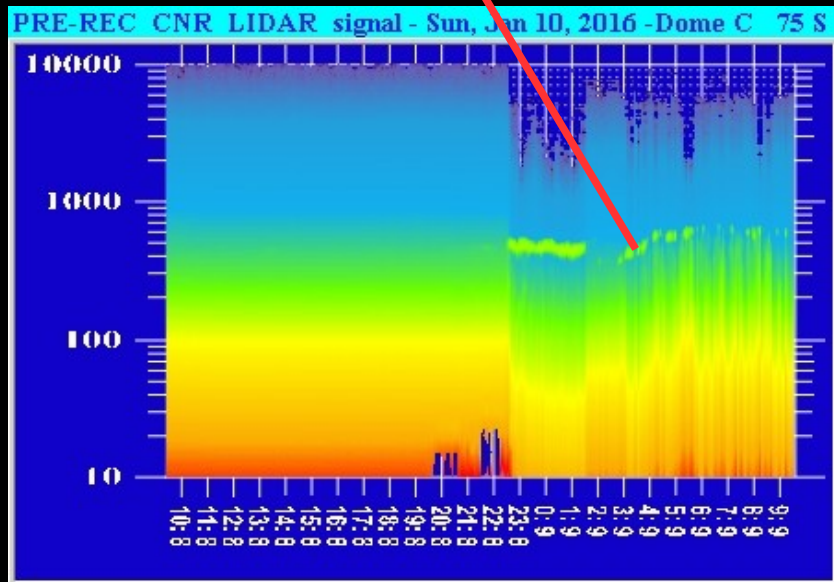
NCAR / Byrd Polar Research Center (Ohio State University)



11h



16h



Polarimetric LIDAR data (courtesy of M. Del Guasta)

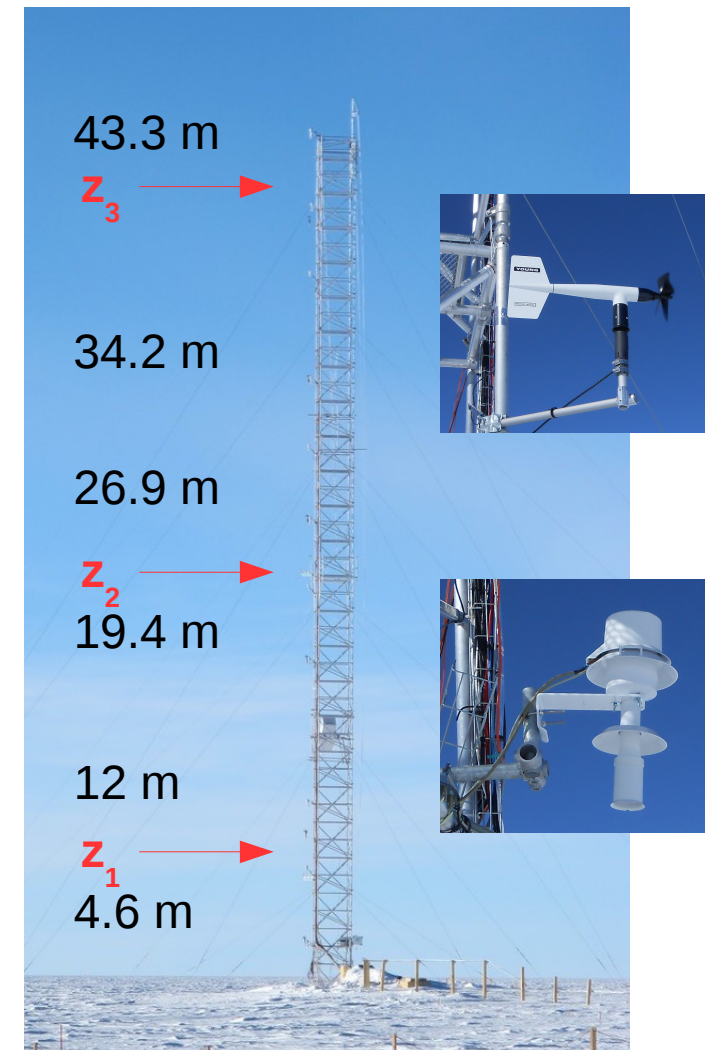
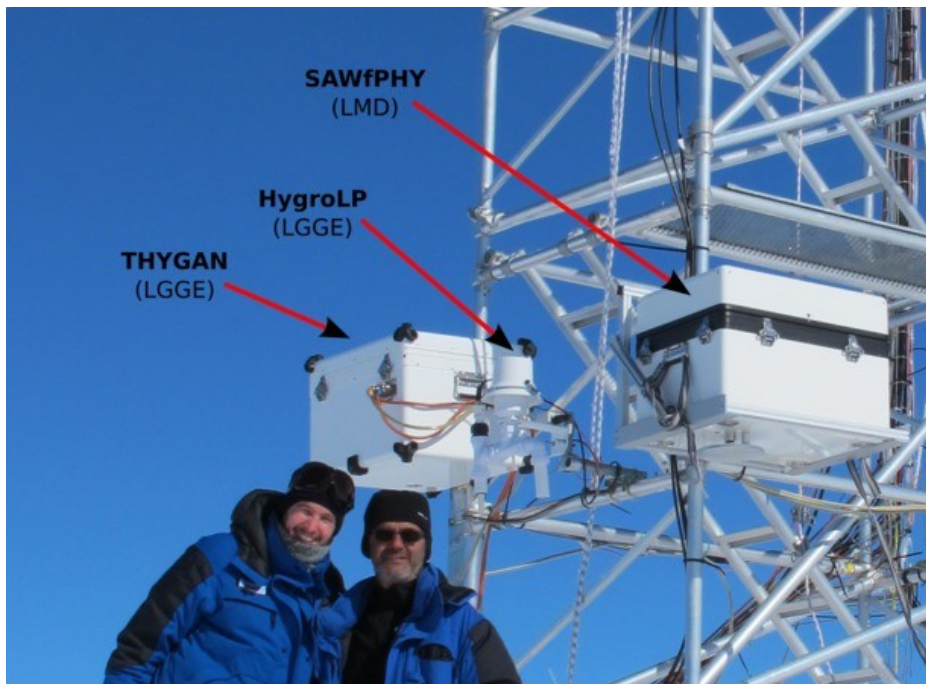
Instruments tour de 45 m

Mesurés sur 6 niveaux :

- Température
- Humidité (sans sursaturation)
- Vitesse et direction du vent

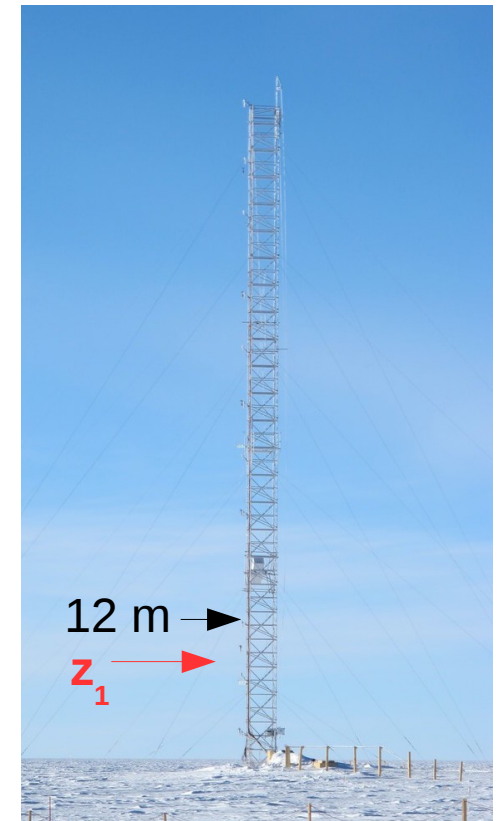
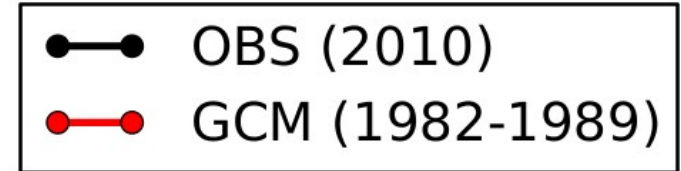
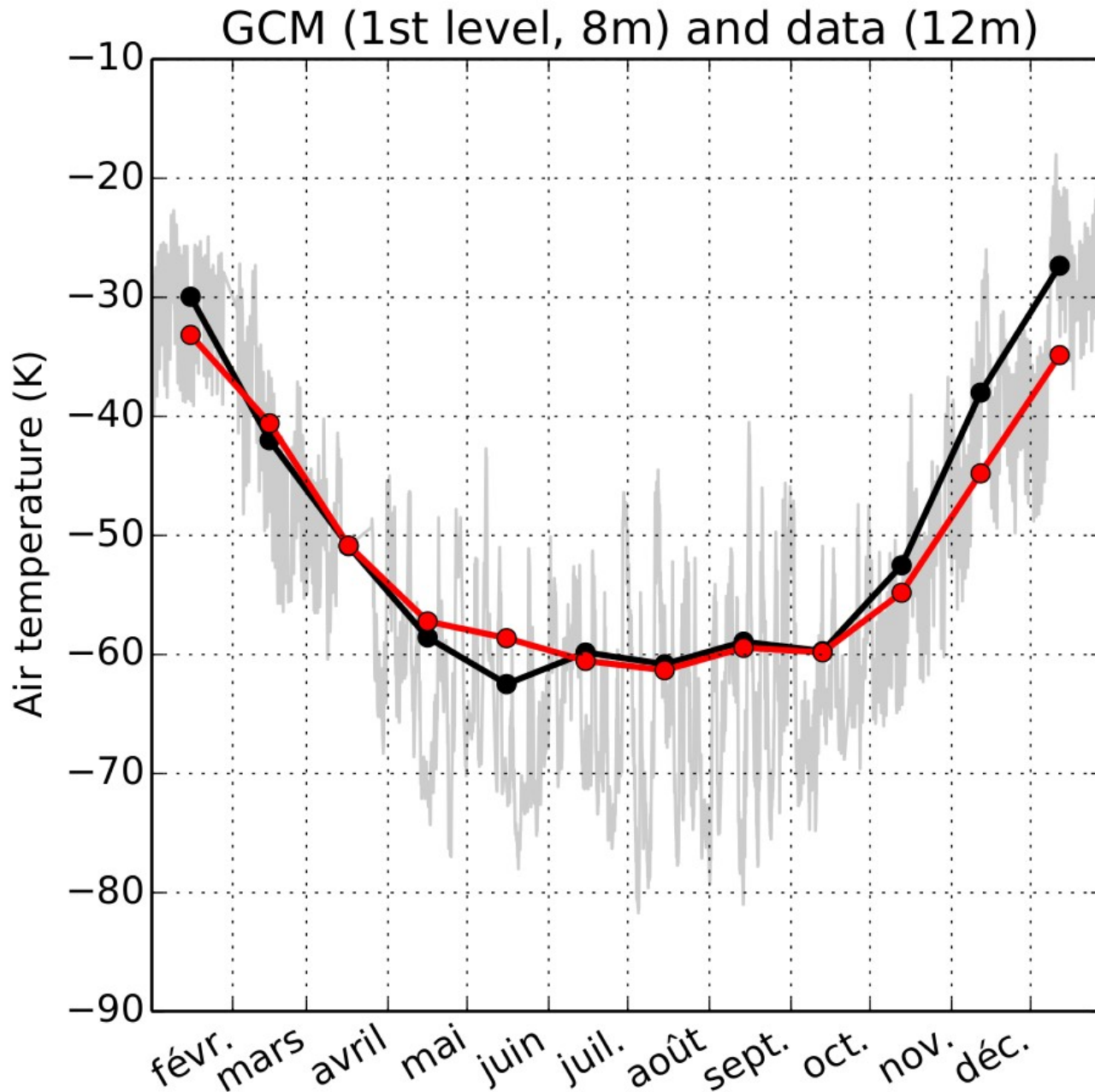
Mesuré au 1^{er} niveau :

- Humidité (y compris sursaturation) avec THYGAN, SAWfPHY et HygroLP



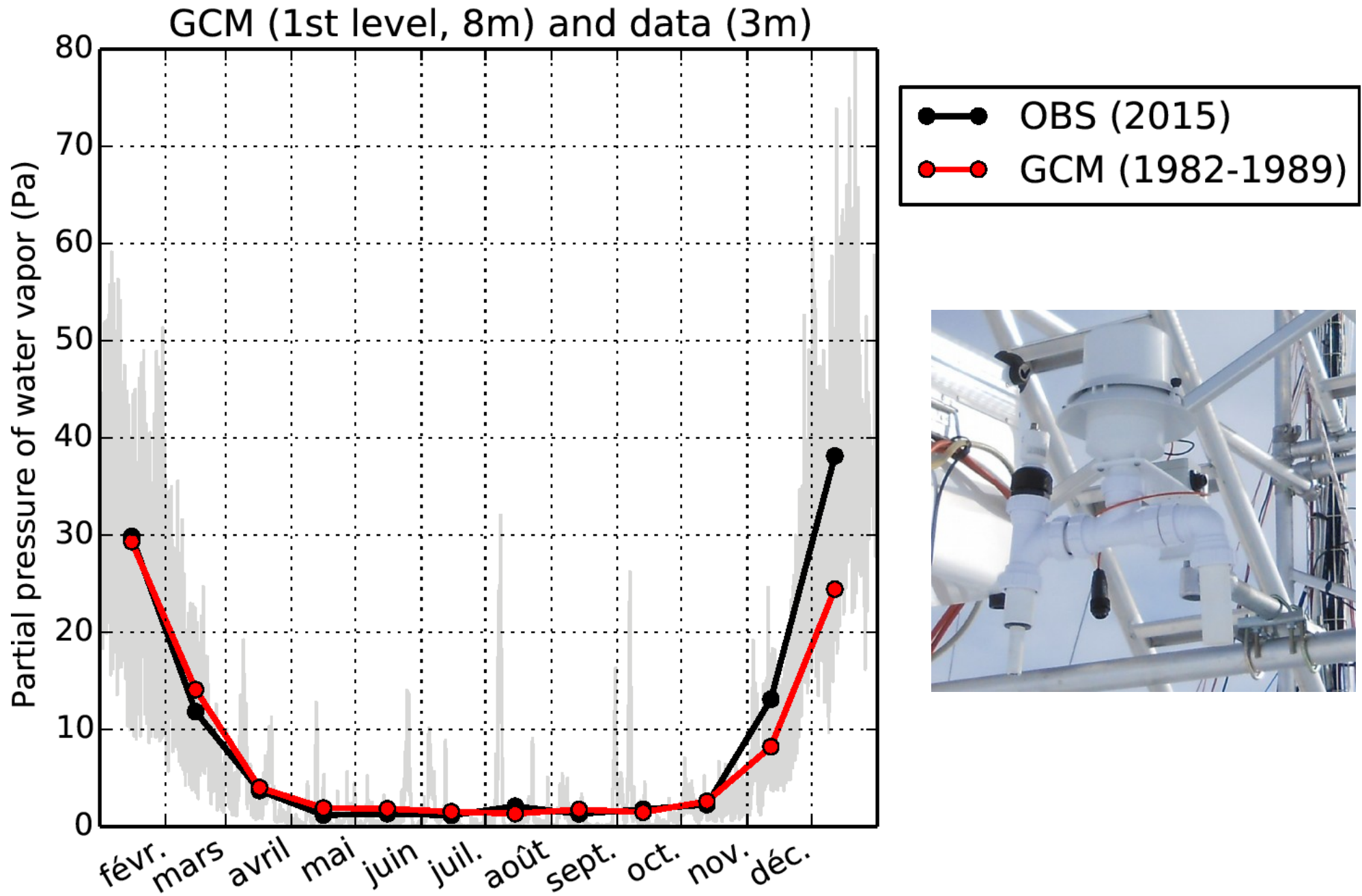
Niveaux de mesure et
niveaux LMDz 6 (8, 22, 39m)

Températures mât

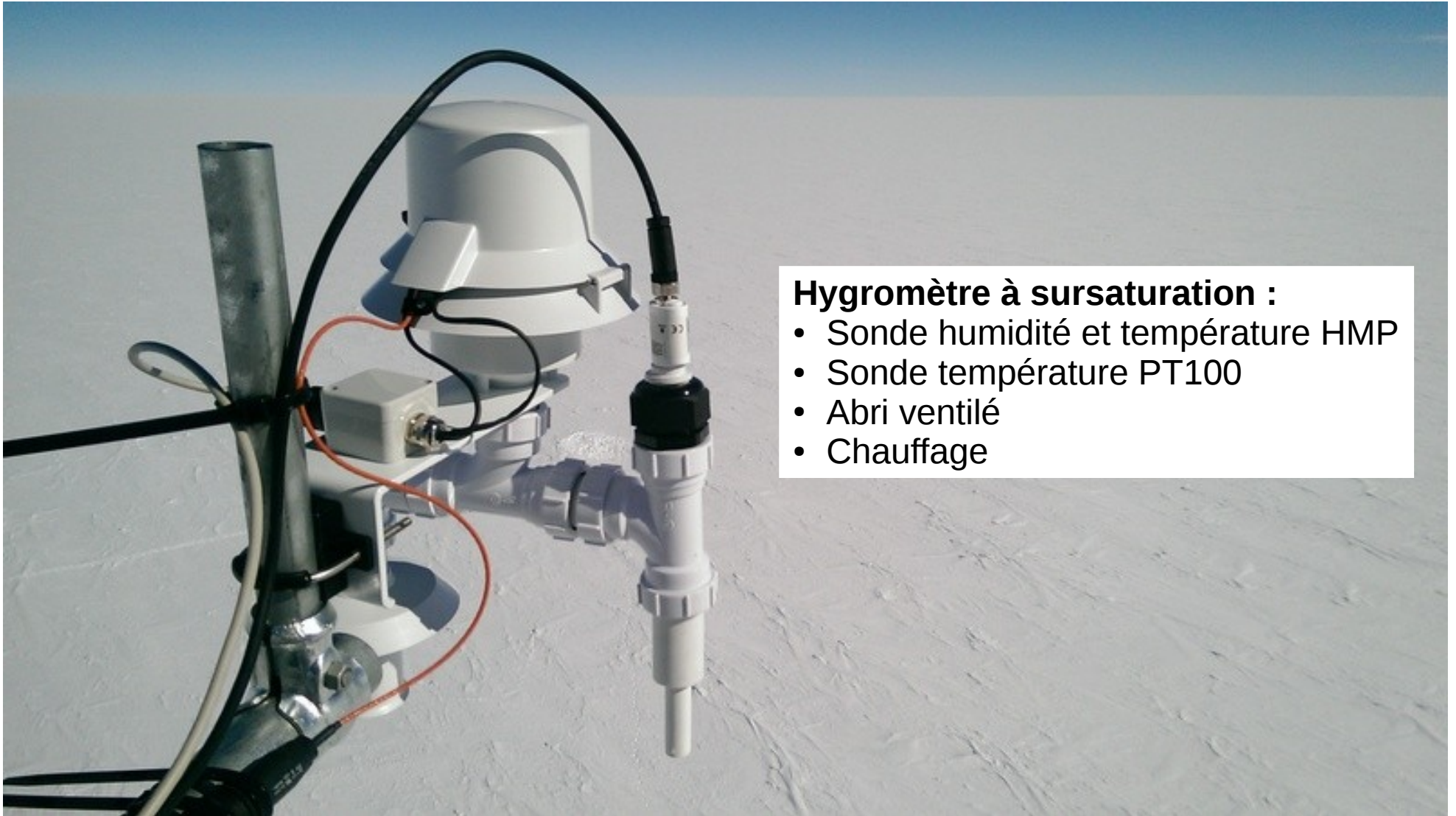


Niveaux de mesure et
niveaux LMDz 6 (8, 22, 39m)

Pression partielle Dôme C



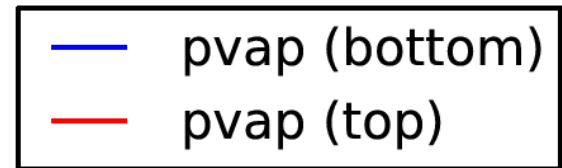
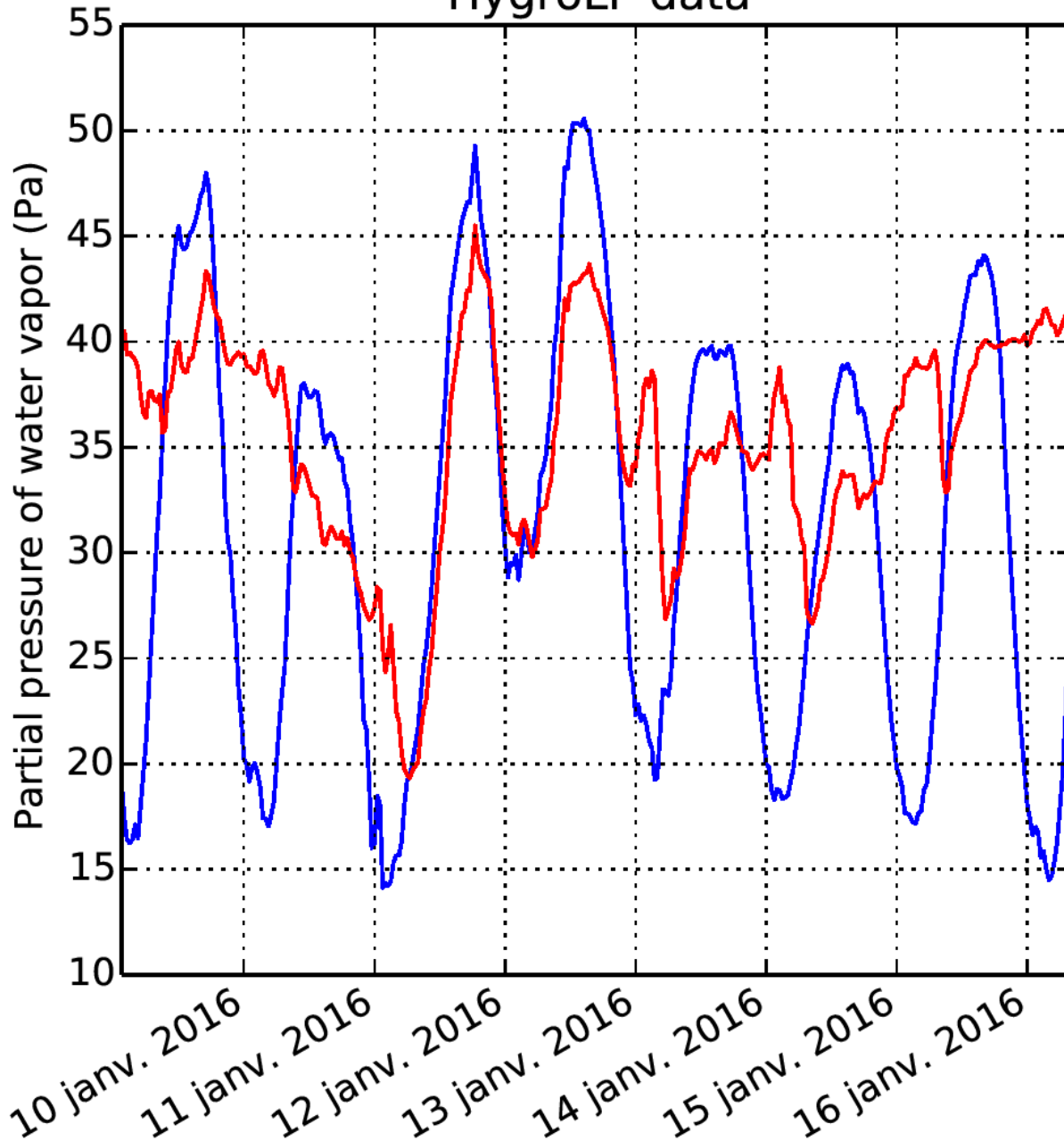
Ajoût HygroLP (LP pour Luc Piard, LGGE)

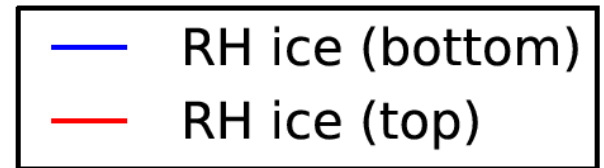
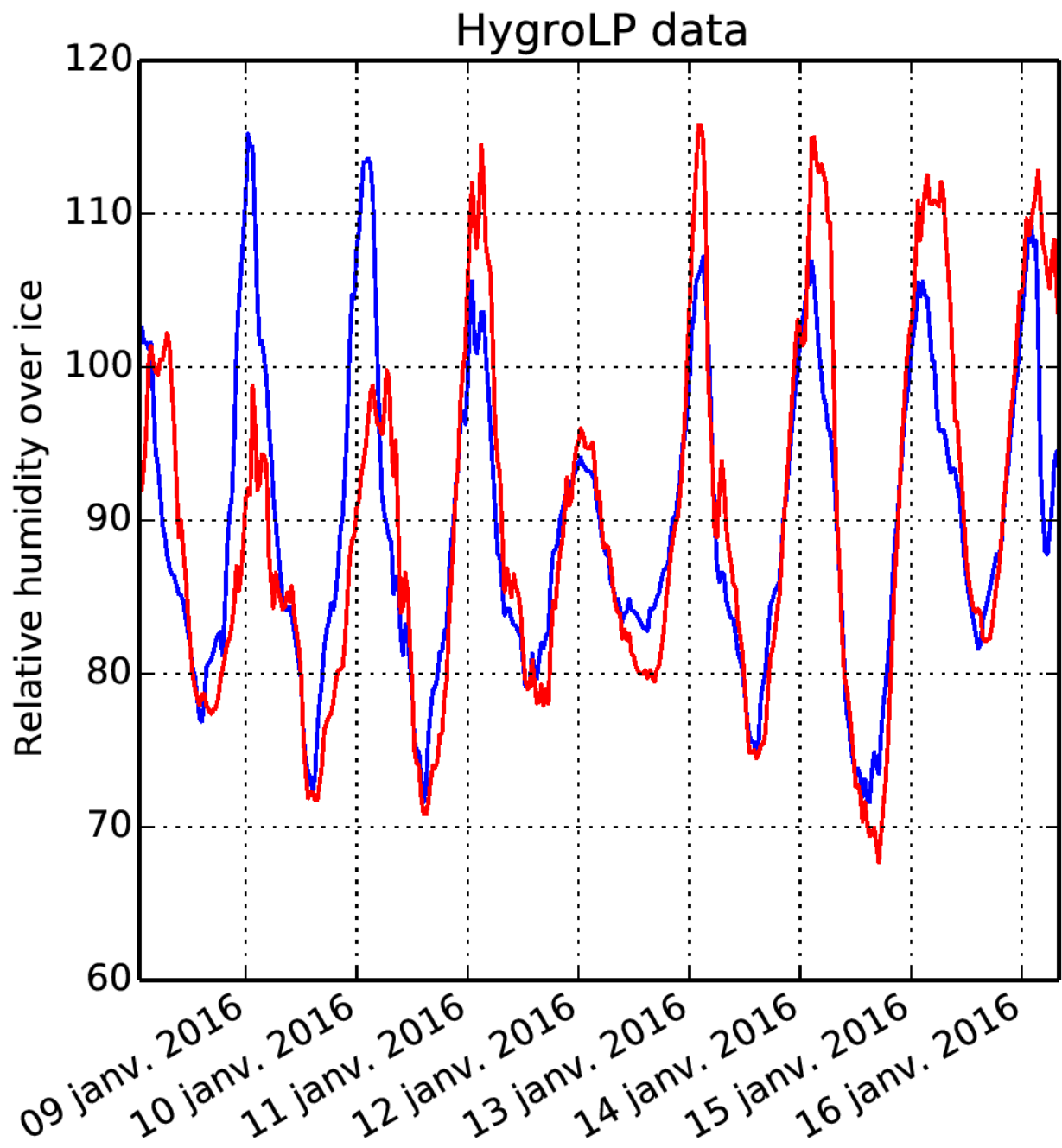


Hygromètre à sursaturation :

- Sonde humidité et température HMP
- Sonde température PT100
- Abri ventilé
- Chauffage

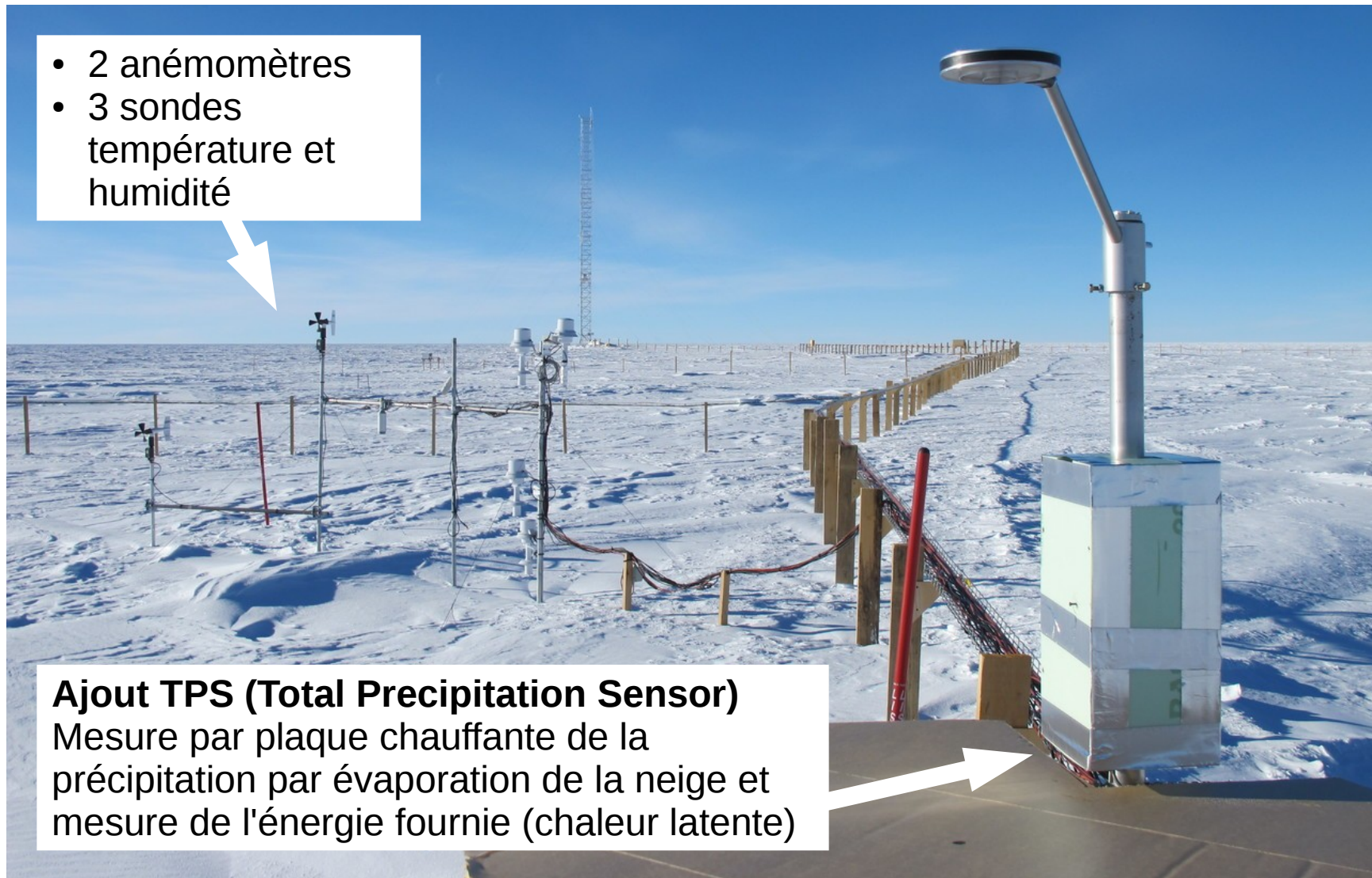
HygroLP data





Instruments proche surface

- 2 anémomètres
- 3 sondes température et humidité

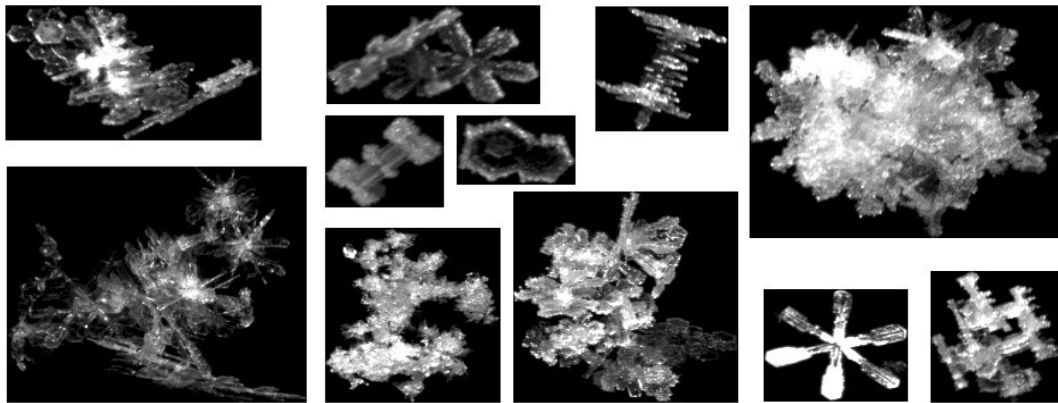
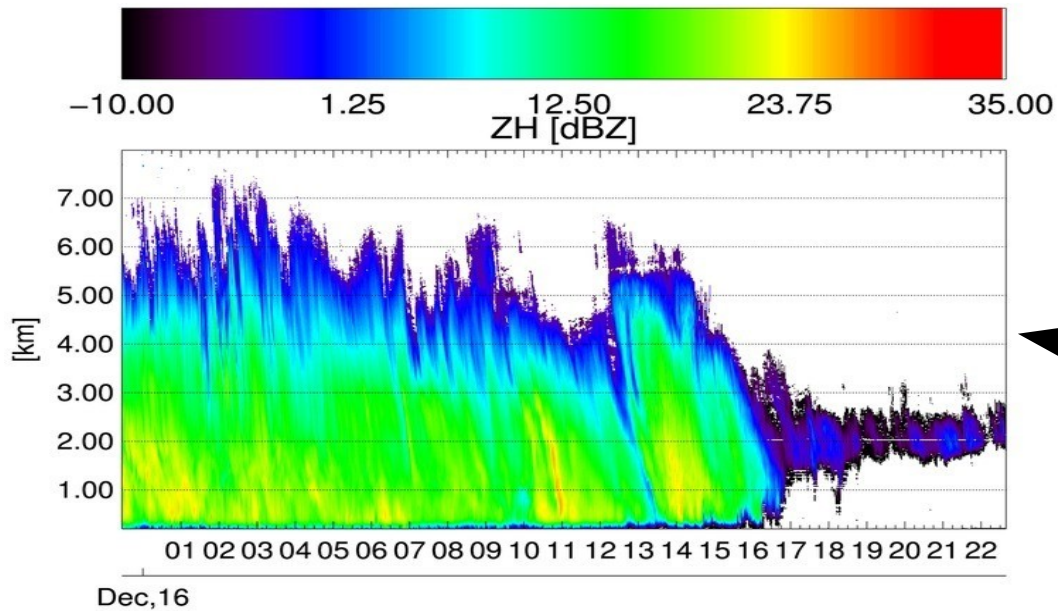


Ajout TPS (Total Precipitation Sensor)
Mesure par plaque chauffante de la
précipitation par évaporation de la neige et
mesure de l'énergie fournie (chaleur latente)

Conclusions

- Nombreuses mesures permettant une comparaison précise avec le modèle et la prise en compte de la **sursaturation**
- **Gradient de vapeur d'eau** dans la couche limite = donnée précieuse pour contraindre le modèle
- Prochaine étape : meilleure observation des **nuages** et de la **précipitation** (transport de la vapeur d'eau dans la couche limite, apports grande-échelle et microphysique)

APRES3, c'est aussi...



Exemples de mesures réalisés dans le cadre du projet ANR APRES3 à Dumont D'Urville (gauche : profil RADAR d'un épisode de précipitation, droite : hydrométéores associés)



[Courtesy of A. Berne and J. Grazioli]

