

La couche limite stable au Dome C sur le plateau Antarctique.

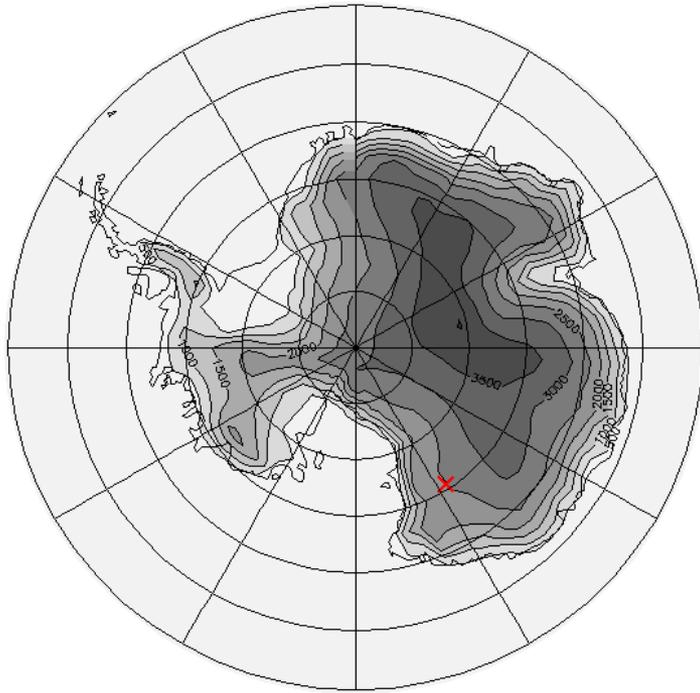
Comparaison observations et sorties de modèles.

Hélène Barral
Christophe Genthon,
Hubert Gallée,
Delphine Six,
Christophe Brun.

Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement
Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels

AMA , 23 janvier 2012





Dome C

(75°06 S, 123°21 E, 3233 m asl)

- A l'intérieur du continent, éloigné des perturbations côtières.
- Zone plate et homogène : pente < 1‰
atmosphère pure et sèche.
Conditions idéales pour les astrophysiciens.
- Épaisse calotte glaciaire. Forage EPICA

Dôme C est un des 119 sites spéciaux (cf-sites) CMIP5.
Sorties au pas 1/2h.

Station permanente Concordia,
France-Italie (IPEV, PNRA)
1er hivernage en 2005



- **Les jeux de données à comparer**
 - Le Dome C et la tour instrumentée
 - Les années 2009 et 2010
 - Modèle de l'IPSL pour CMIP5
 - Analyses ECMWF
- **La température**
 - Températures mensuelles, ordres de grandeurs.
 - Inversions
 - Cycles diurnes
- **Les évènements chauds.**

Les observations in-situ

Tour instrumentée de 45 m pour l'observation de la couche limite.



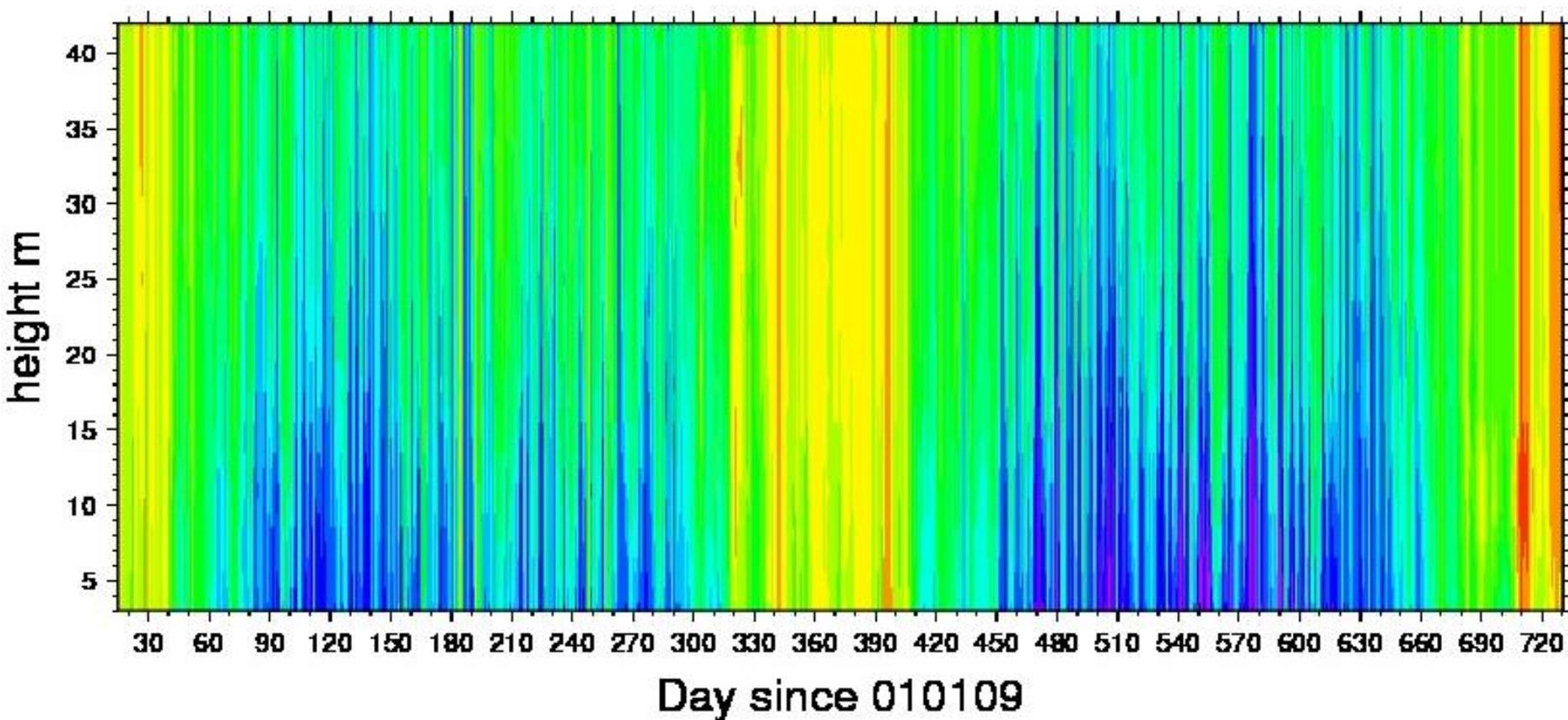
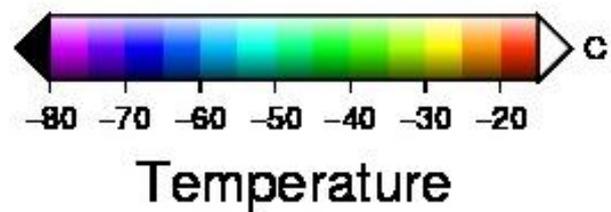
6 niveaux de

- Sondes de température : PT100 abritées et ventilées.
- Thermohygromètres : Vasaila HMP155 abrités.
- Moniteurs de vent : Young 05106 mesure de la vitesse et de la direction du vent.
- Anémomètres soniques : SAT-C avec chauffage et dégivrage.

Installations des instruments en janvier 2008

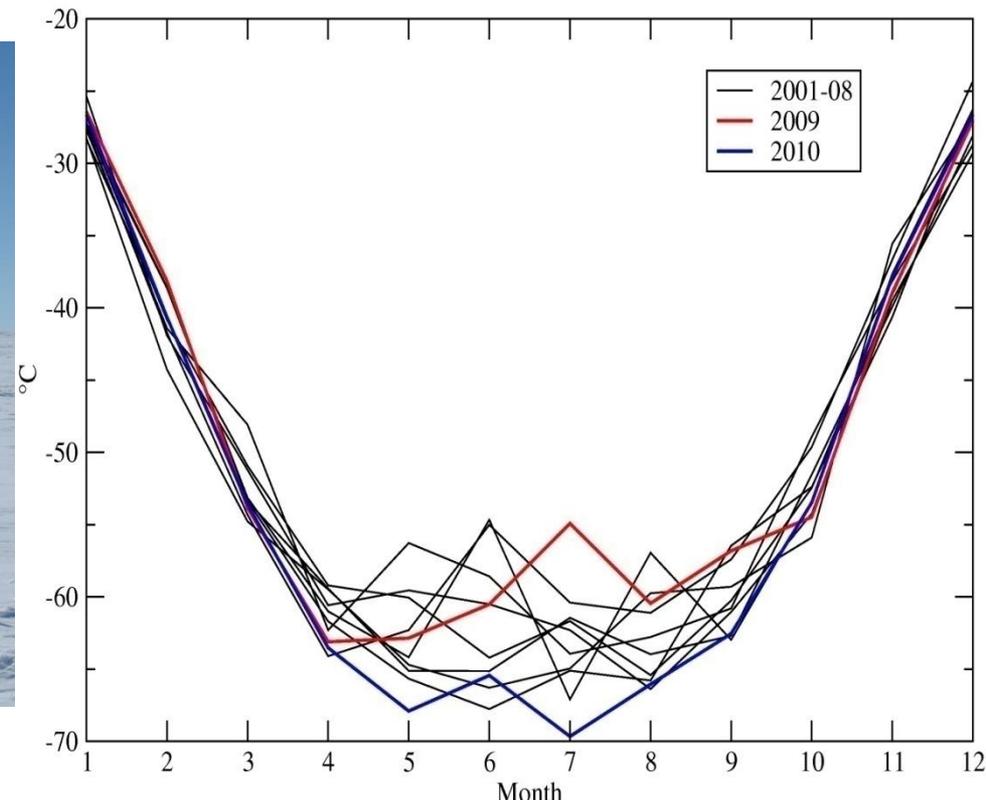
Premières mesures puis premiers problèmes à l'arrivée de l'hiver.

Depuis 2009, on dispose de séries quasi continues.



Les années 2009 et 2010

Station météorologique automatique de l'AMRC* installée depuis 1995



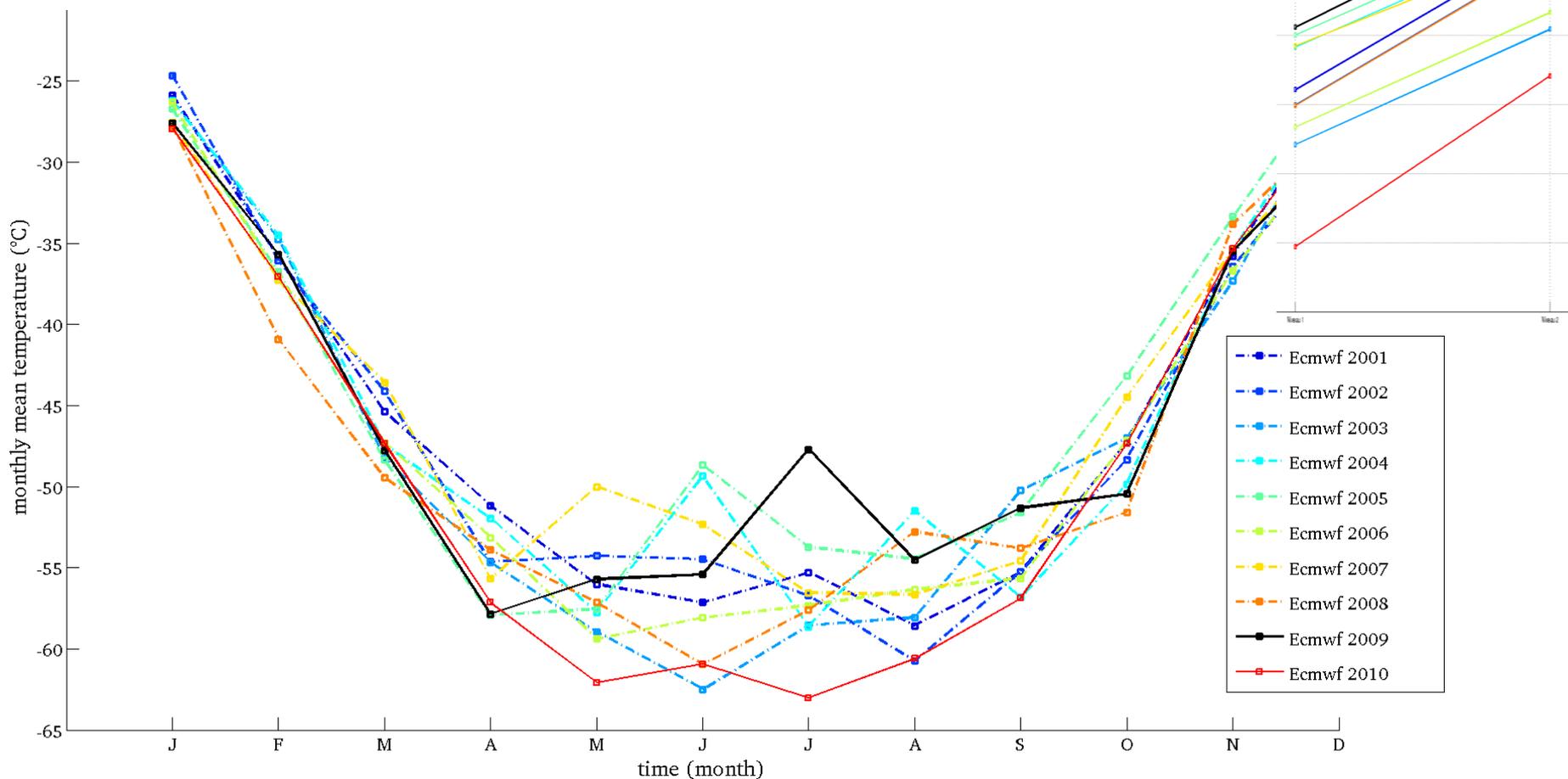
* Antarctic Meteorological Research Center

Les années 2009 et 2010 ...

10 ans d'analyses intérim de l'ECWF

Moyenne mensuelle à 8m :

Calcul de la moyenne de T sur tout l'hiver (Avril à Septembre.)



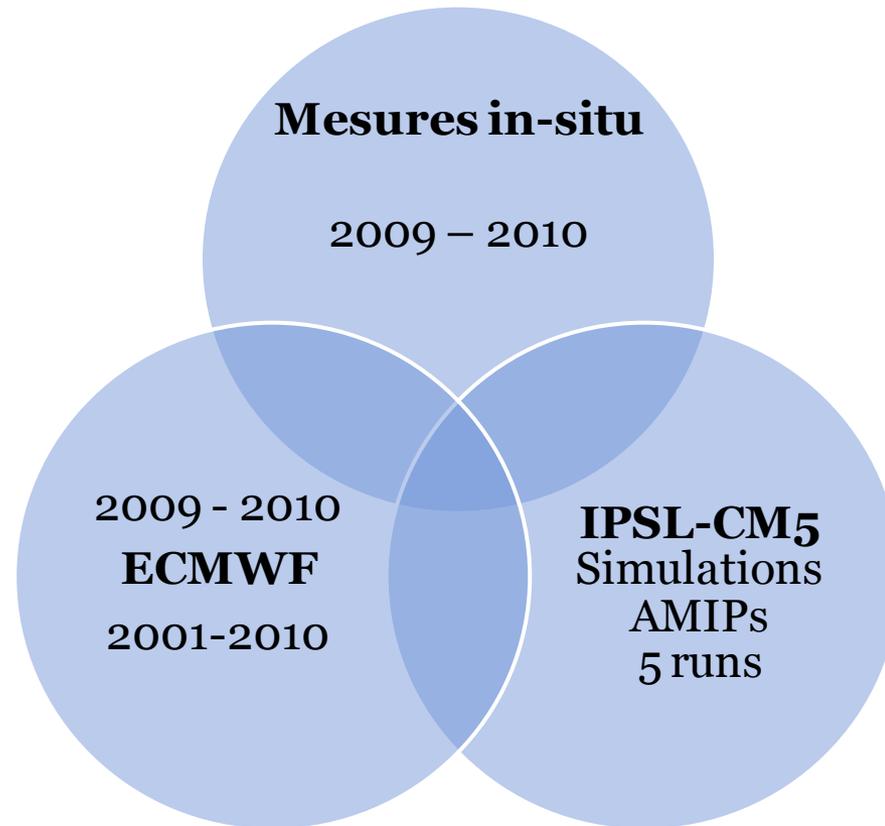
D'après

- les mesures de l'AWS et
- les analyses de l'ECMWF

Les hivers 2009 et 2010 sont respectivement **le plus chaud** et **le plus froid** sur la décennie (2001-2010).

⇒ Hypothèse :
les deux séries de mesures prises ensemble **contiennent assez de variabilités** pour comparaison avec simulations sans contrôles chronologiques

Comparaison des mesures in-situ et des sorties de modèles.



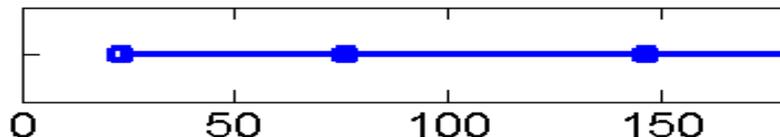
Le travail est amené à se poursuivre avec

- d'autres modèles participants à CMIP5, dont CNRM-CM5
- simulations décennales

Modèle de l'IPSL

IPSL-CM5A-LR

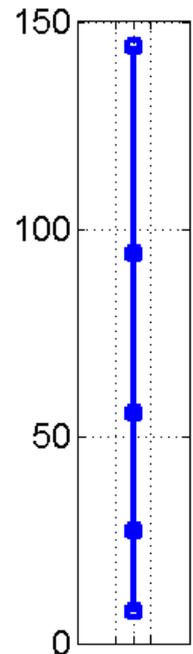
- **Choix de la simulation :** AMIP
Atmosphère seul - LMDz
prescription températures de surface des océans SST + distribution en glace de mer.
- **Choix des années :** Année 2009, 5 runs.
- **Choix du point de grille :**
74.8°S -123.8°E (j=9,i=34) mailles de $\sim 210^*130$ km²
La maille couvre une région plate et homogène.
- **Résolution verticale :** 39 niveaux pronostiques (~ 25 m \rightarrow 70 km)
+ valeurs de surface diagnostiques (2m T et Hus , 10m vents).



Analyses de l'ECMWF*

Analyses interim

- Contrôle chronologique
- Résolution horizontale équivalente $\sim 80\text{km}$
- **Résolution verticale :**
60 niveaux verticaux ($\sim 8\text{ m} \rightarrow 65\text{ km}$)



* European Center for Medium Range weather forecasts

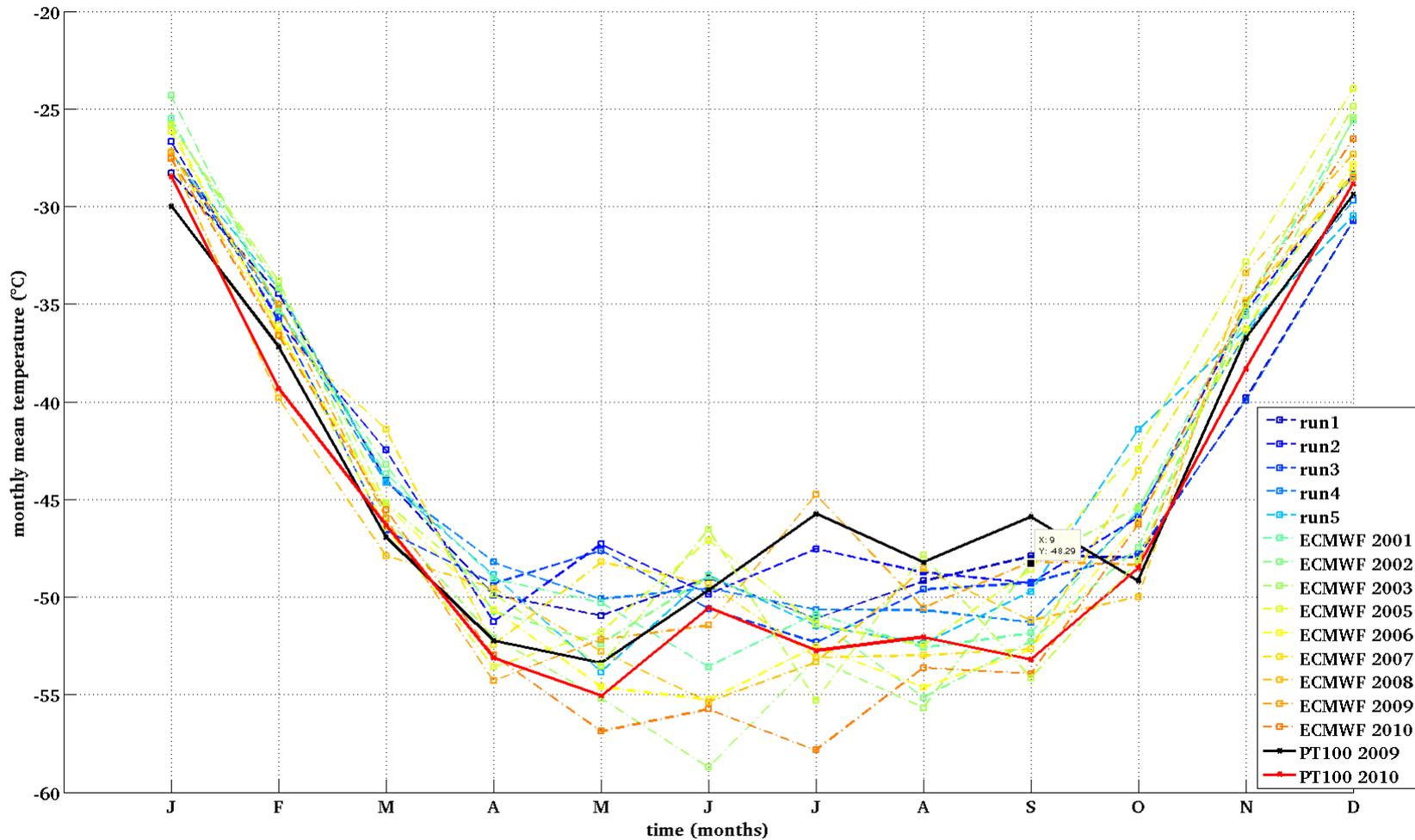
La couche limite au Dôme C, en bref

- **Températures** : d'environ -20°C (été) à -80°C (hiver)
Moyenne annuelle : $\sim -50^{\circ}\text{C}$
- **Vents** : Pas de pente apparente – pas de vents catabatiques.
Vent moyen : Vent du nord 5m/s .
Max de vent : 17m/s
- **Humidité** : air très sec mais proche de la saturation.
hus $\sim 13\text{mg/kg}$
- **Couche limite** : Couche stable caractérisée par une **très forte inversion** (... en hiver)
Cycle diurne et convection en été.
- **Couche limite, hauteur** : 20 (hiver) à 300 m (été, journée) .
(mesurée avec l'HAMSRAD, P Ricaud et al 2011)

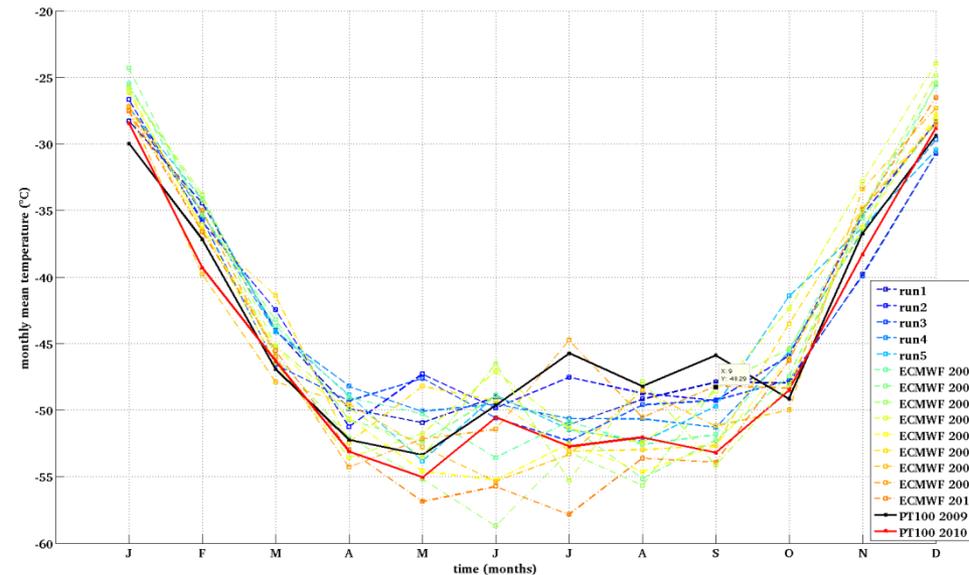
A comparer ?

- **Ordre de grandeurs :**
T, v, u, hus, hur
valeurs moyennes et extrêmes.
- **Phénomènes :**
Inversions
Cycles diurnes
Evènements chauds : occurrences et
corrélations entre grandeurs.

La température



Evolutions de la température mensuelle moyenne au cours de l'année



- 2 saisons : 1 été court – 1 hiver long

- Quand on regarde T_{moy} à 26m L'hiver est plus rigoureux dans les analyses que dans les observations.

(Ce n'est plus vrai quand on regarde T_{moy} à 8m).

- Forte variabilité au sein de l'hiver

ECMWF, saut de température de juin à juillet ou de juillet à aout,

$$3/10 : \Delta T > 5.5^{\circ}\text{C}$$

$$6/10 : \Delta T > 3^{\circ}\text{C}$$

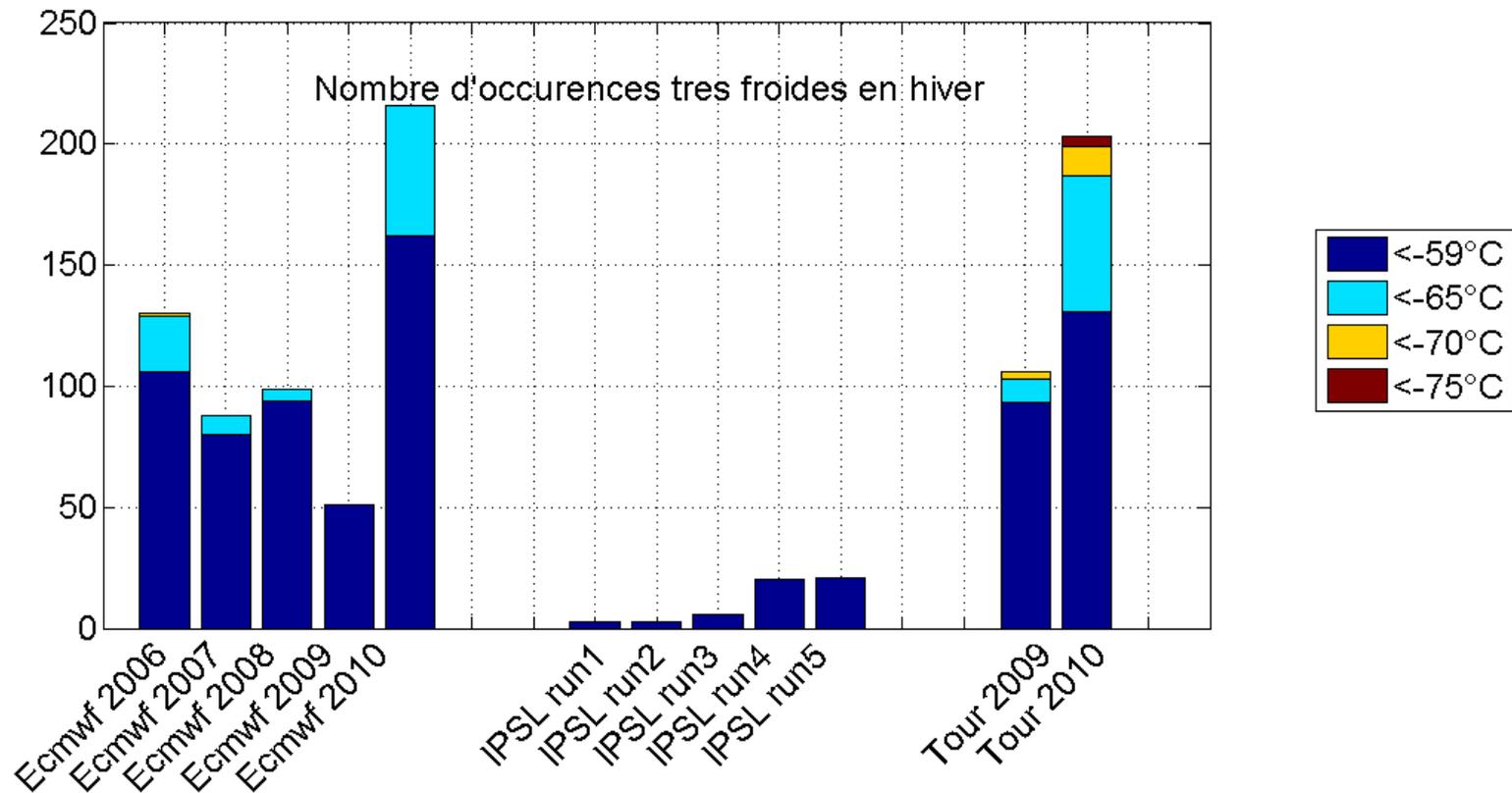
$$\max_{\text{années}} \Delta T = 8.7^{\circ}\text{C}$$

IPSL run 2 : $\Delta T \sim 2.7^{\circ}\text{C}$

run 5 : $\Delta T \sim 5^{\circ}\text{C}$ (mai -> juin)

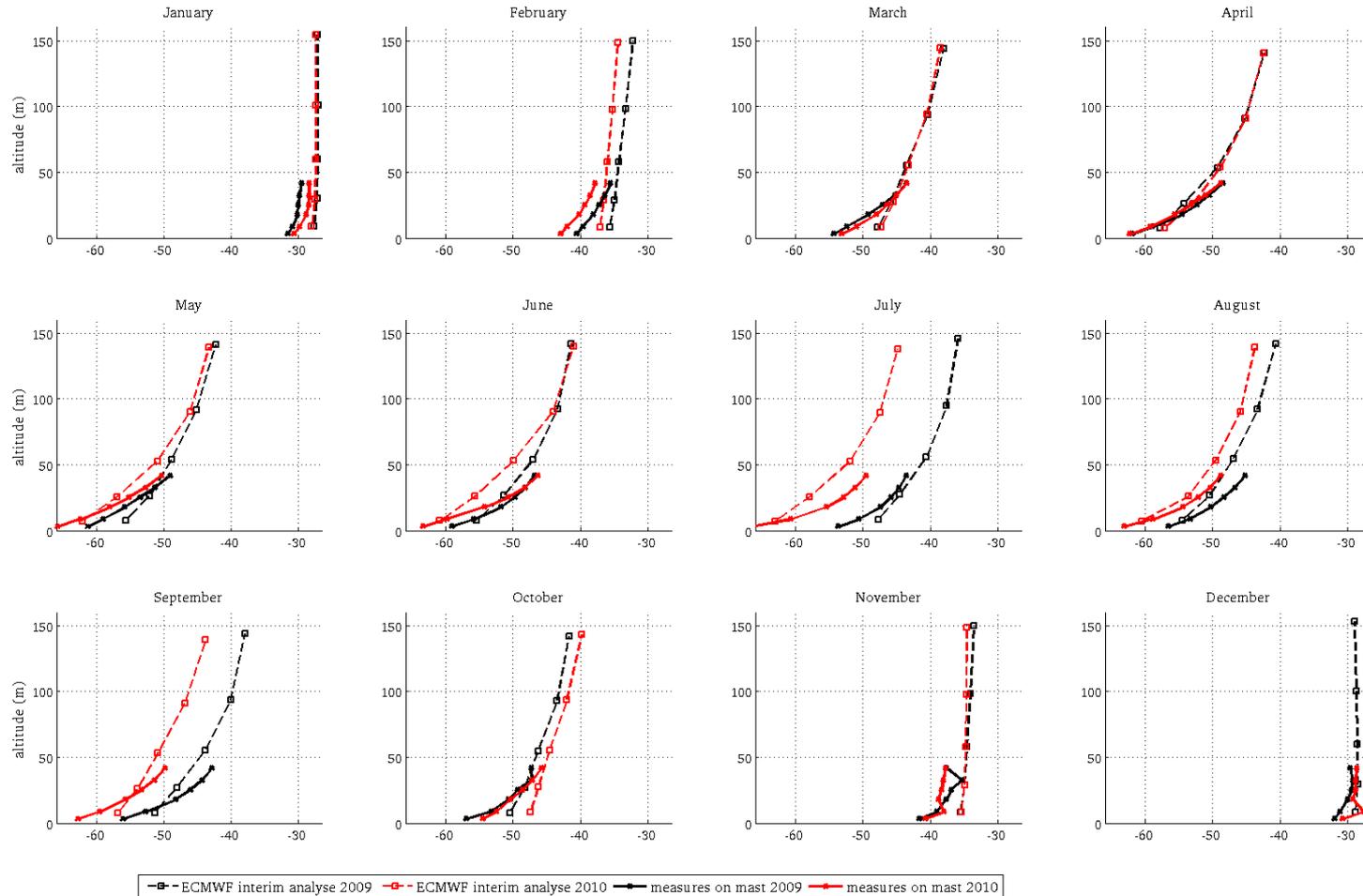
Température moyenne de l'hiver (Avril à Septembre)(°C)	Moyenne de l'hiver le plus chaud	Moyenne de l'hiver le plus froid	Moyenne sur tous les hivers
5 runs IPSL	-49	-50,9	-49,9
10 années ECMWF	-53,8	-60,1	-55,8
2 années Tour	-49,2	-52,8	-50,9

Nombre d'occurrences froides ($< -59^{\circ}\text{C}$) dans les jeux de données interpolés à 26 m échantillonnés à 6hr.

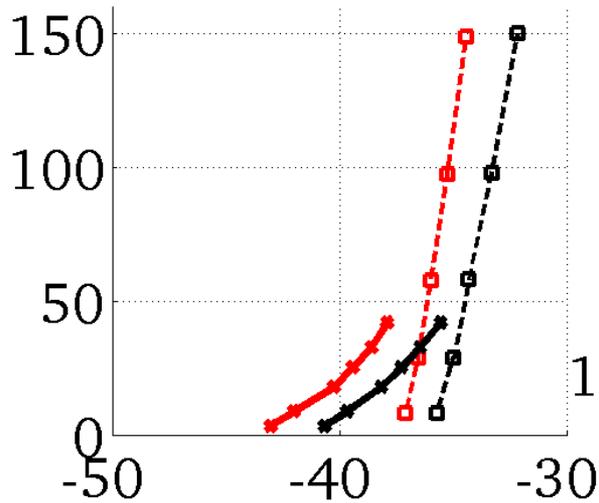


Profils moyens mensuels

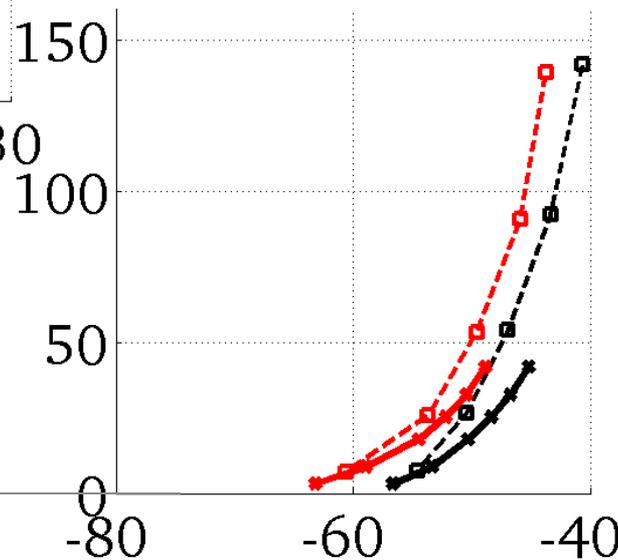
ECMWF vs Tour



February



August



Point communs :

Inversion de février à novembre, qui s'intensifie en hiver.

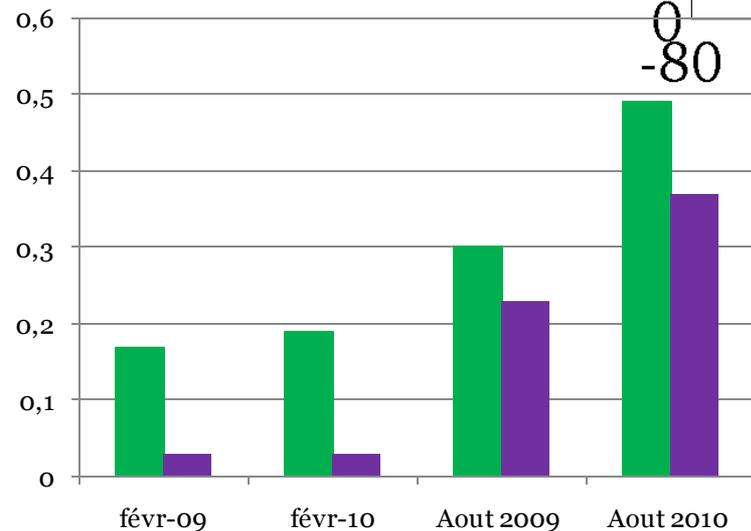
Ecart comparable entre les deux années quelque soit le mois.

Différences :

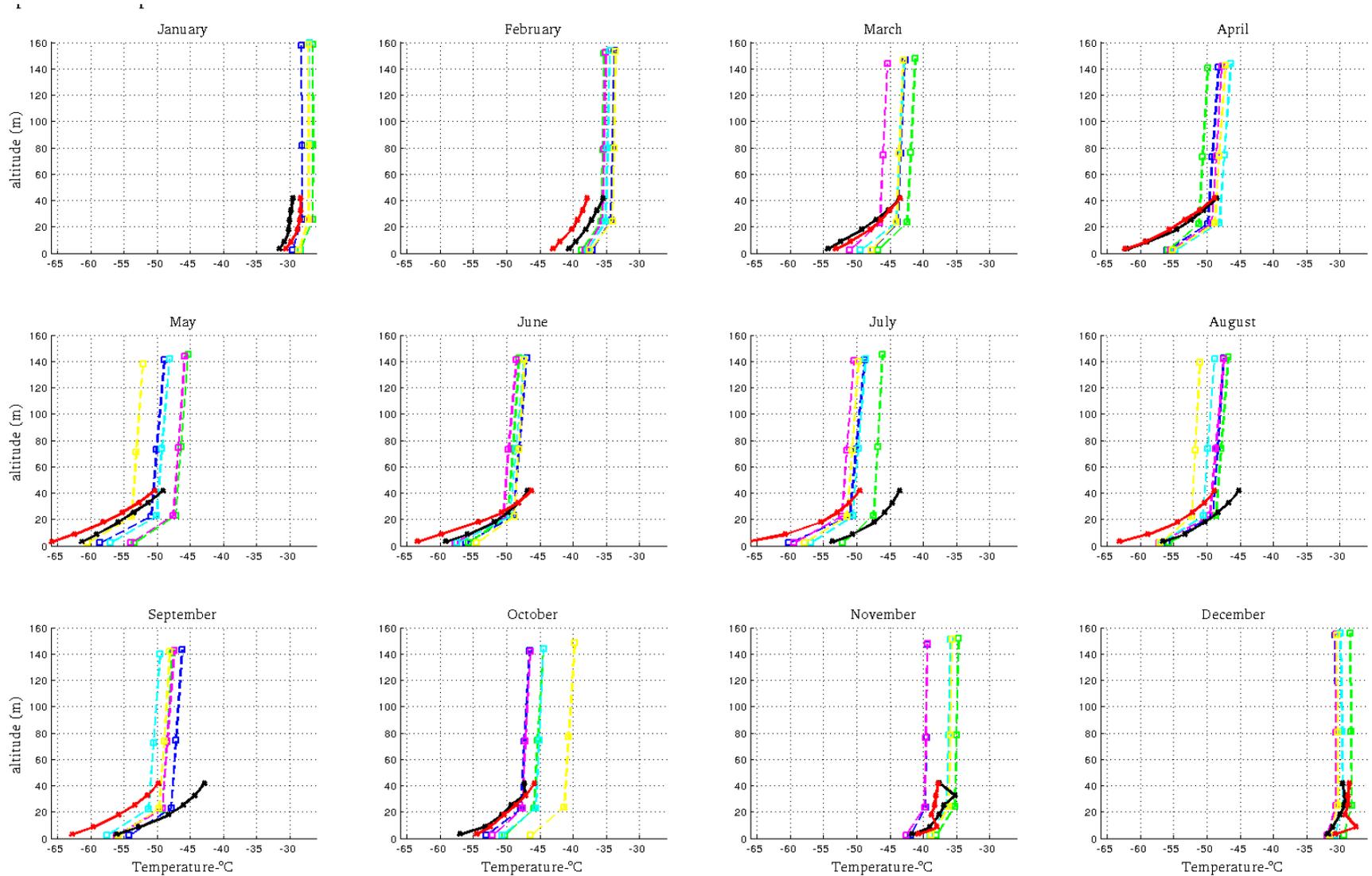
Biais chaud en été et intersaison :

jusqu'à $+5^\circ$ en février (à 8m)

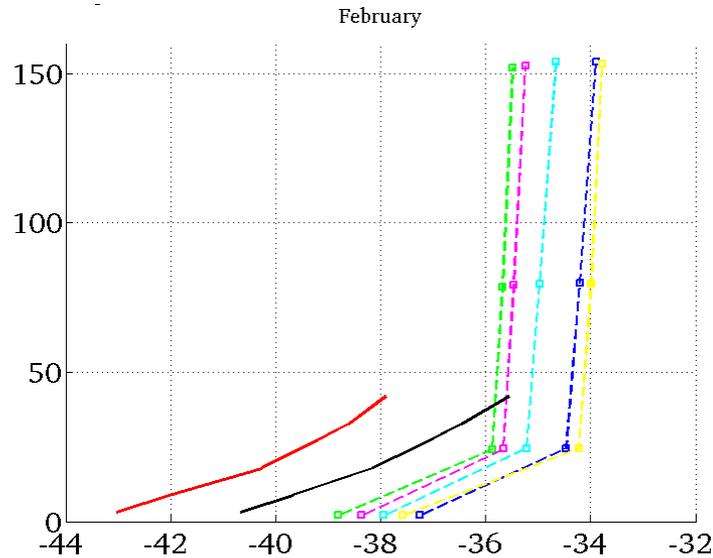
Le biais s'atténue puis s'inverse en hiver (jusqu'à -3° en juillet à 8m).



Températures mensuelles moyennes, IPSL vs Tour



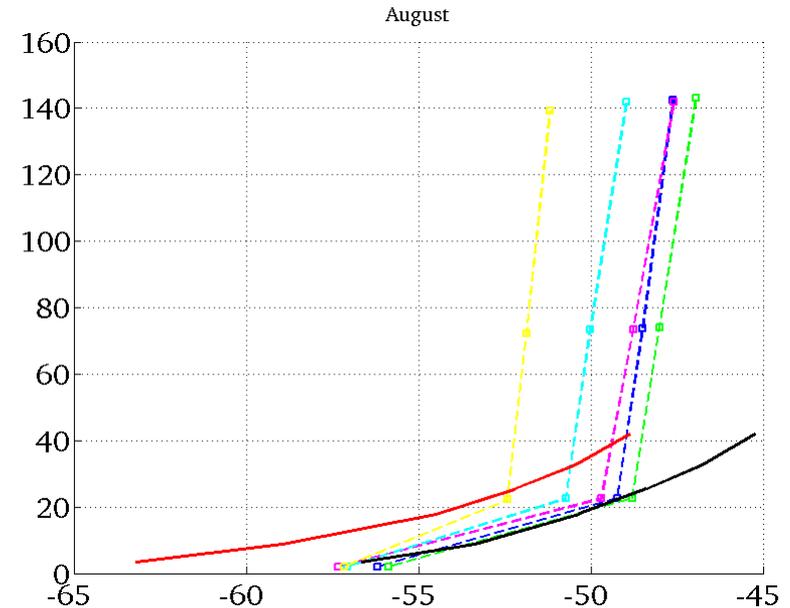
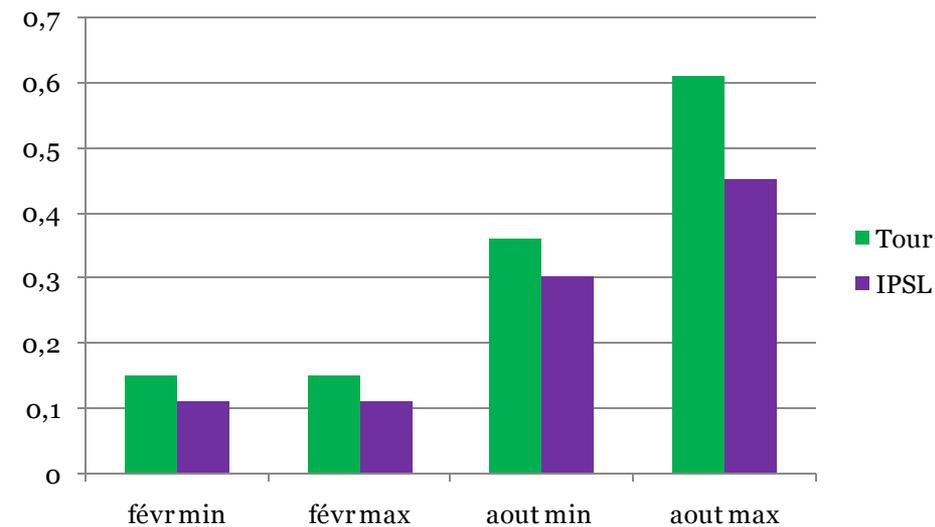
Zoom février et aout.



+ Pente entre 2m et 25 m bien représentée quelque soit la saison.

équation diagnostique qui donne tas ?

- La couche d'inversion est « plus haute » dans les observations ou bien la pente est mal représentée par les équations pronostiques.

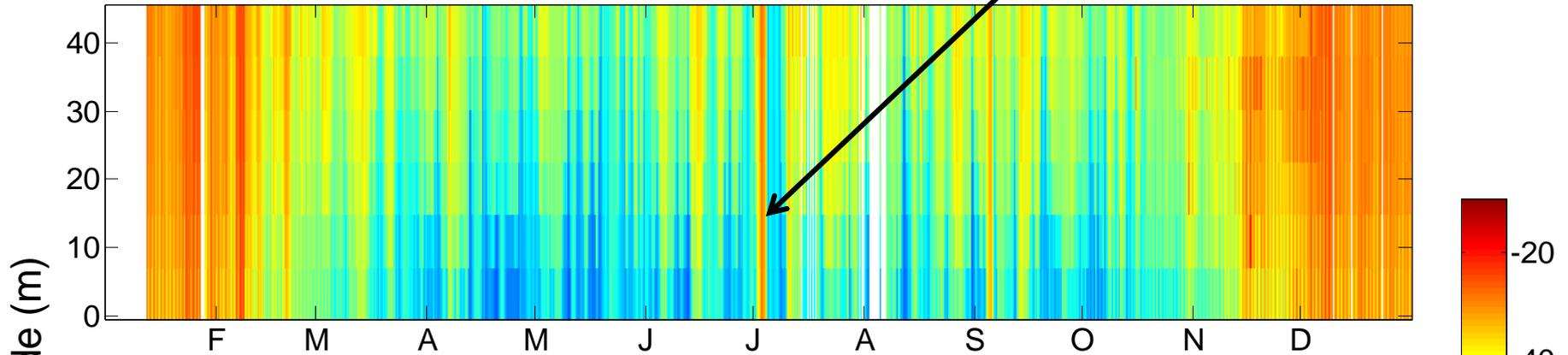


Les évènements chauds :

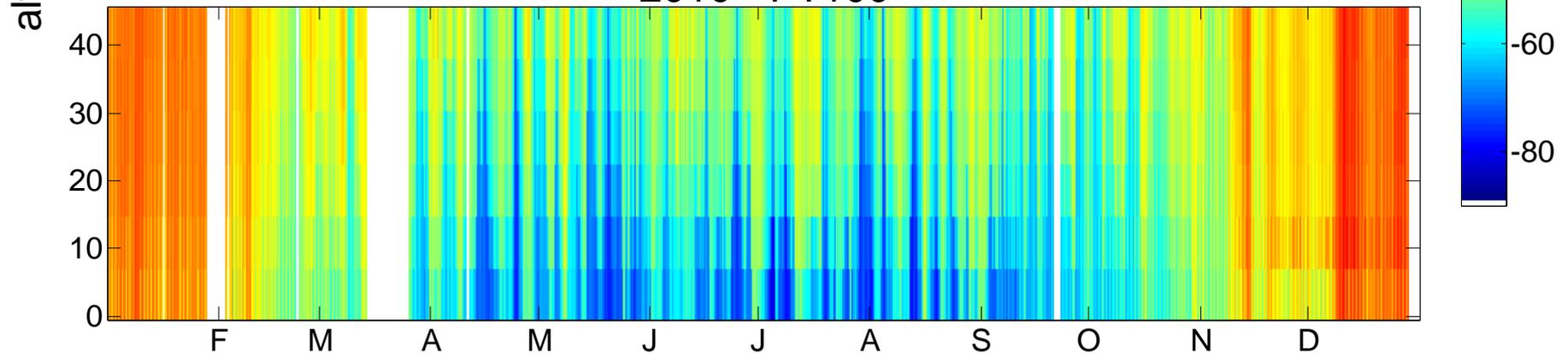
2-3 juillet 2009

-30°C mesuré tout le long de la tour.

2009 - PT100



2010 - PT100

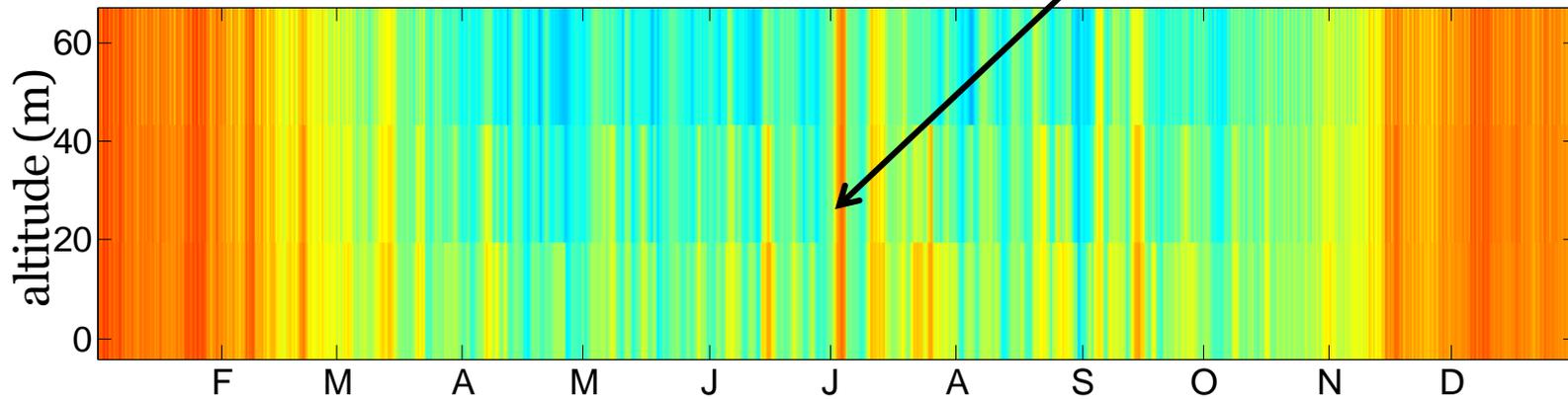


Les évènements chauds :

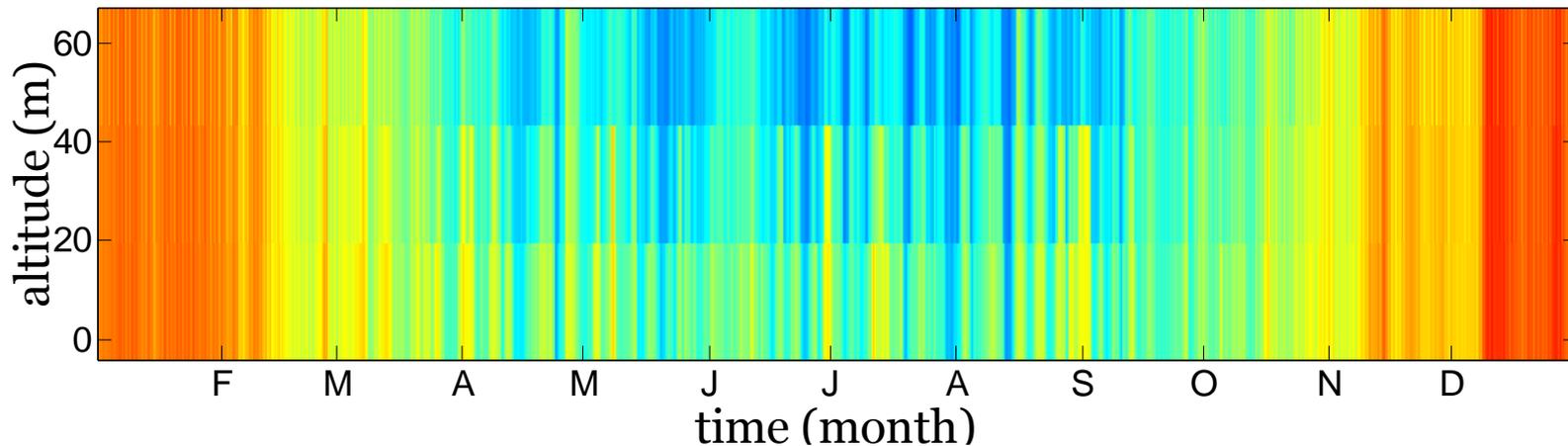
2-3 juillet 2009

-30°C

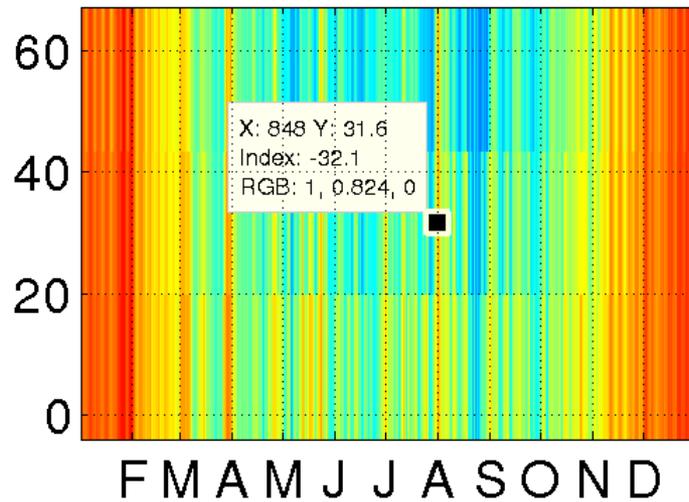
2009 - ECMWF



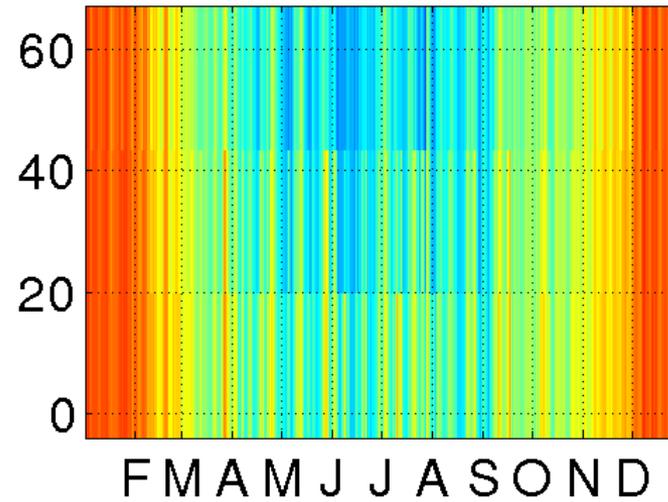
2010 - ECMWF



2001 - ECMWF

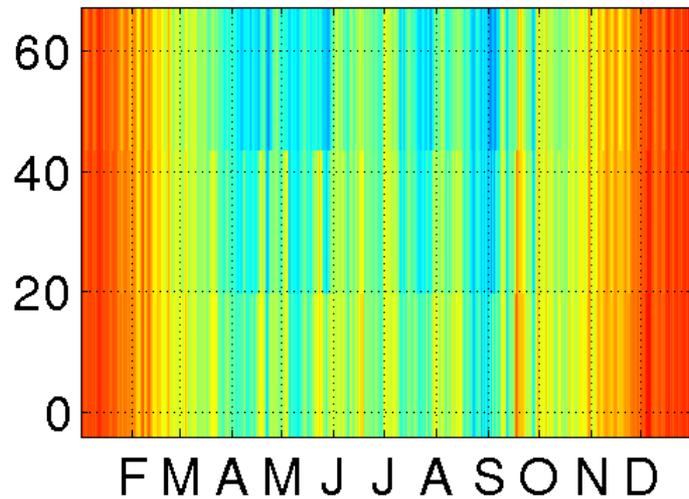


2003 - ECMWF

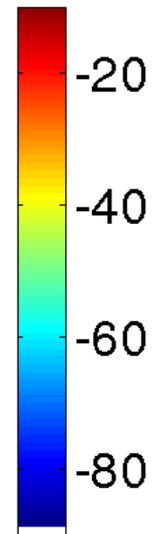
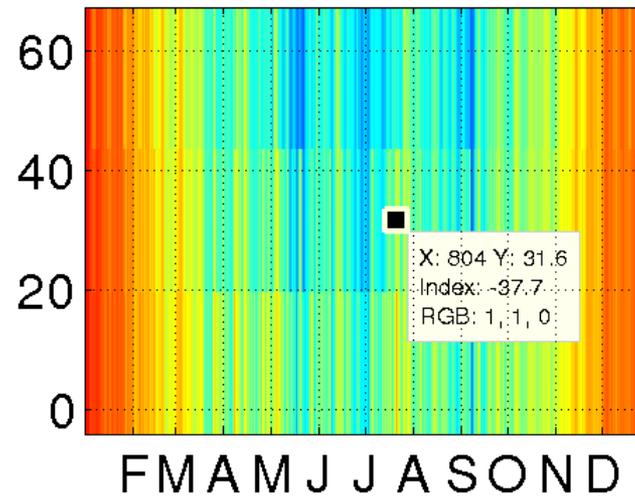


2005 - ECMWF

altitude (m)

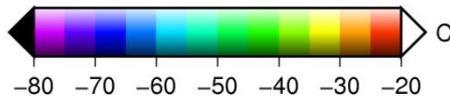


2006 - ECMWF

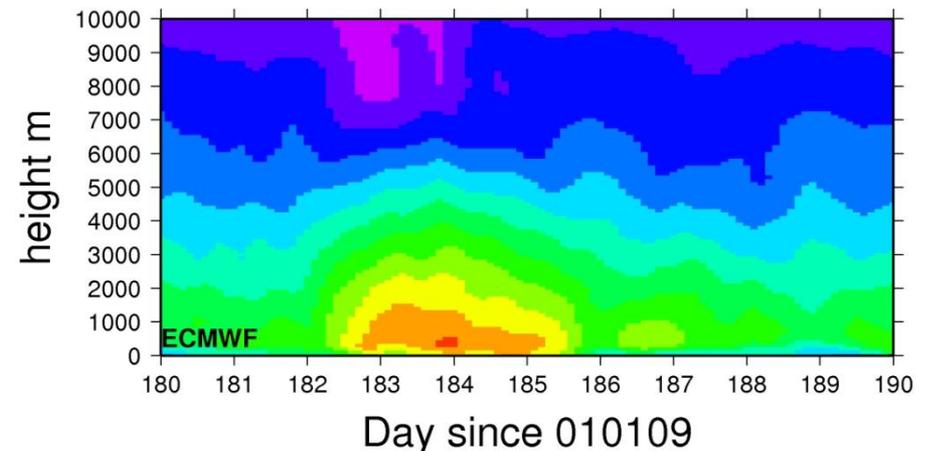
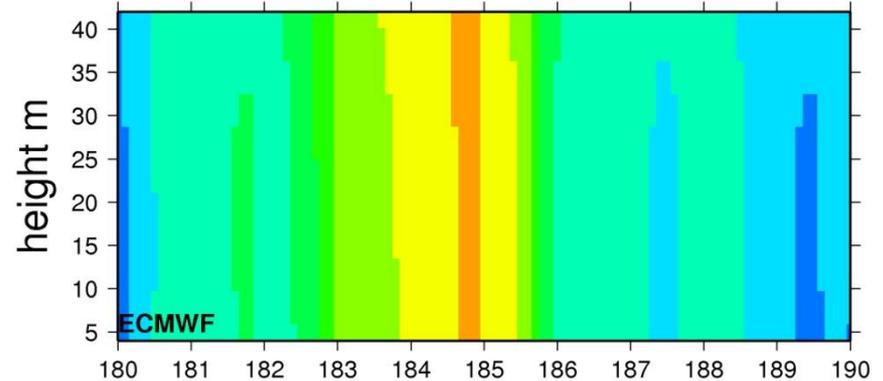
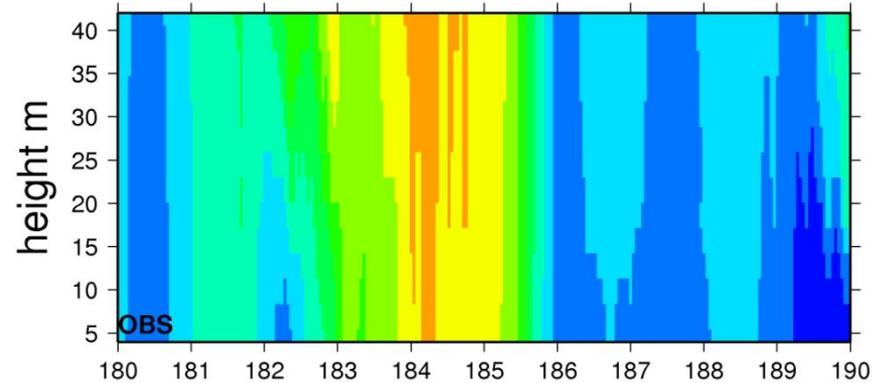


time (month)

time (month)

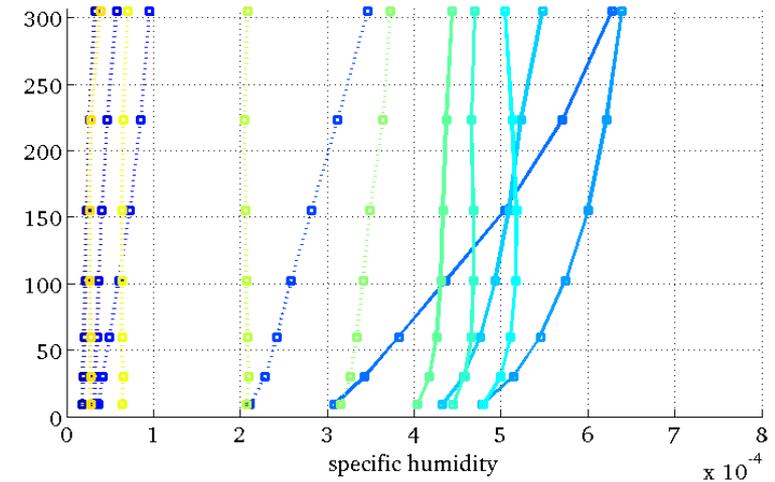
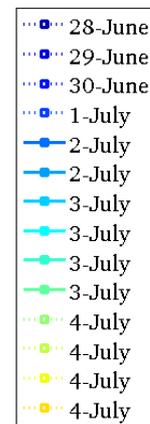
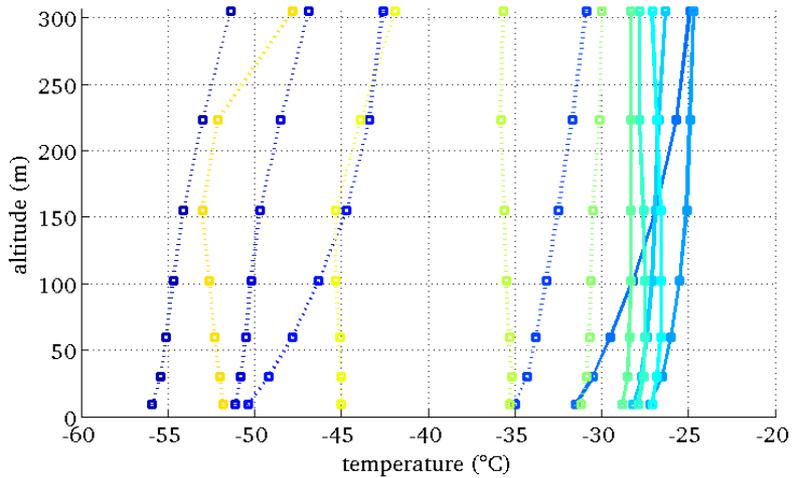
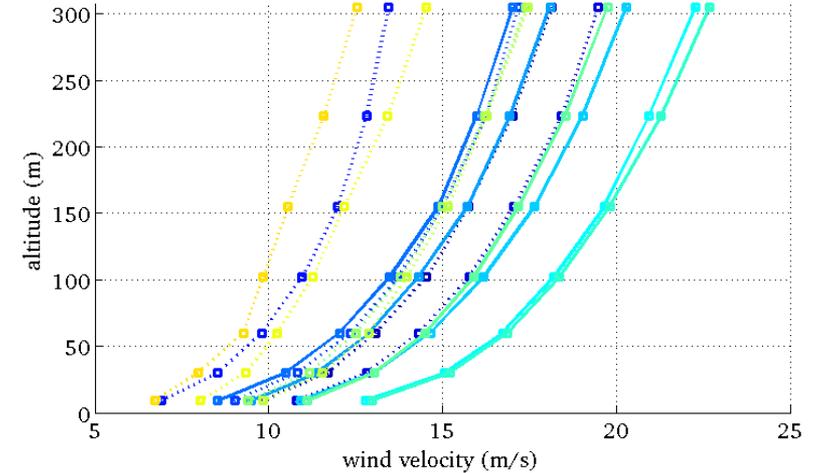
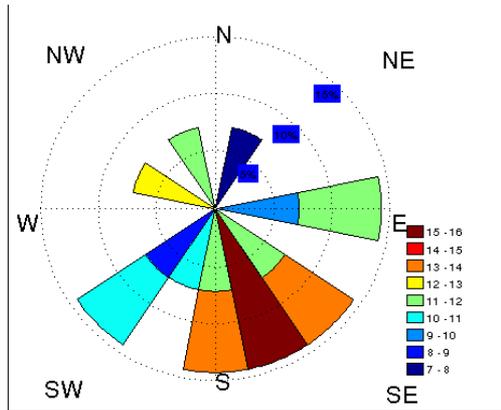


- La température passe de -60°C à -35°C en 24h
- La période de chaleur dure 3 jours environ.
- Phénomène qui dépasse la couche limite.

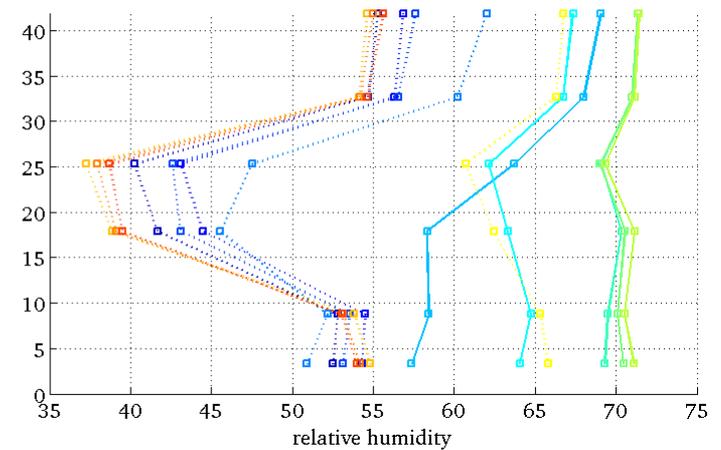
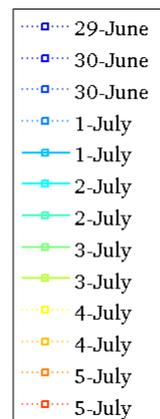
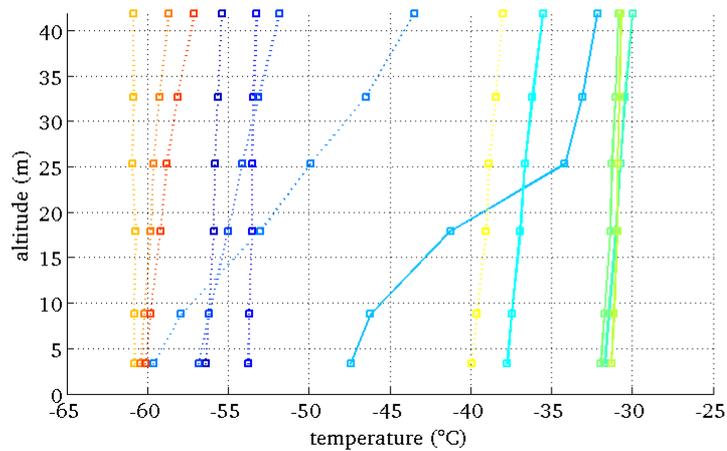
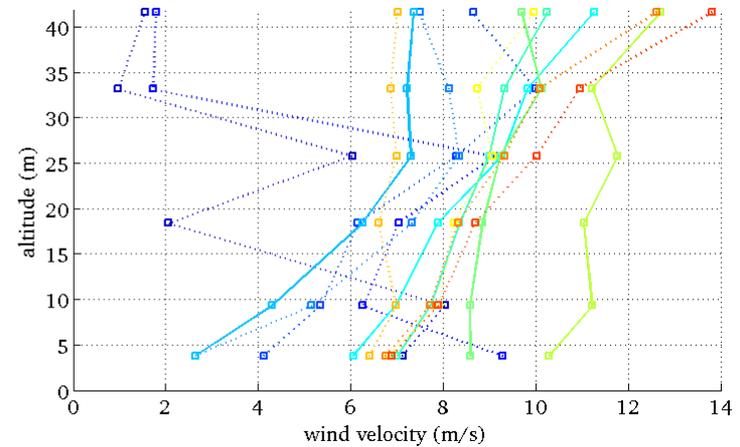
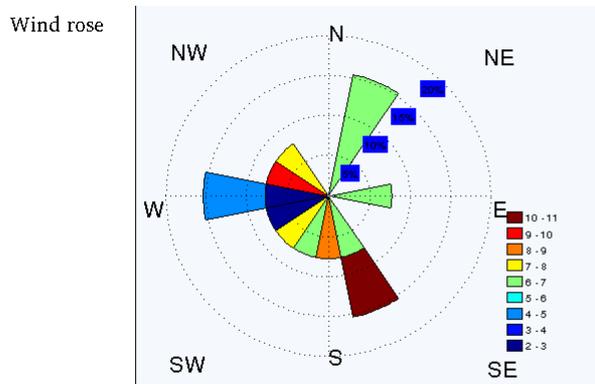


Evènement chaud 2-3 juillet 2009, d'après ECMWF

Wind rose

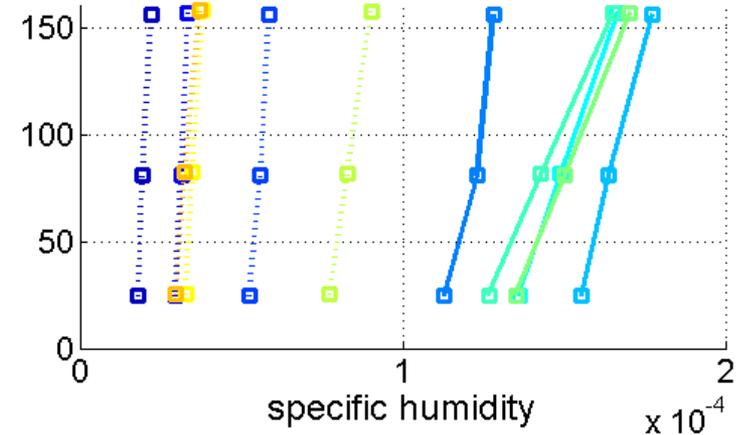
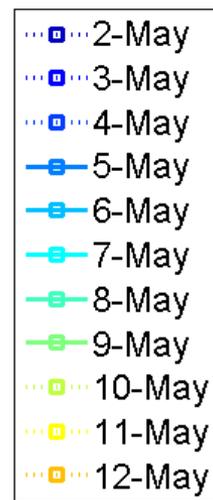
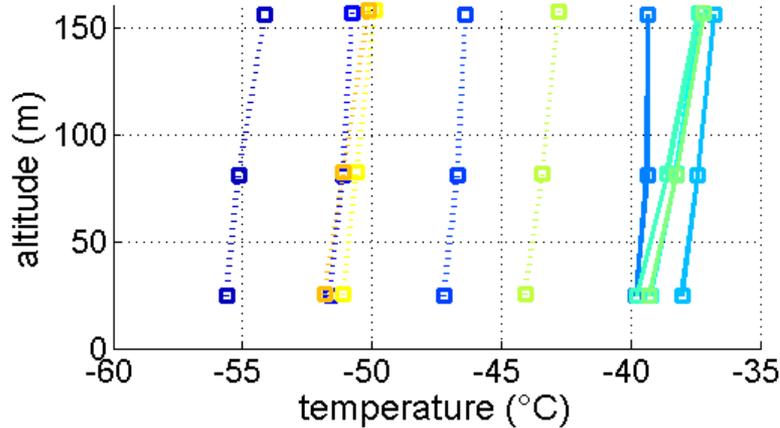
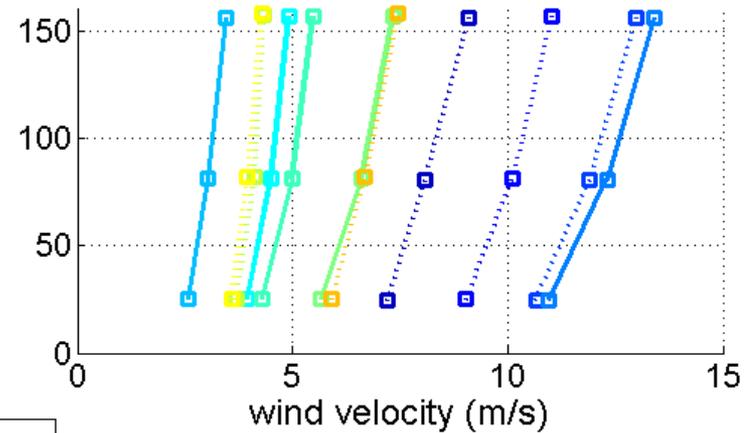
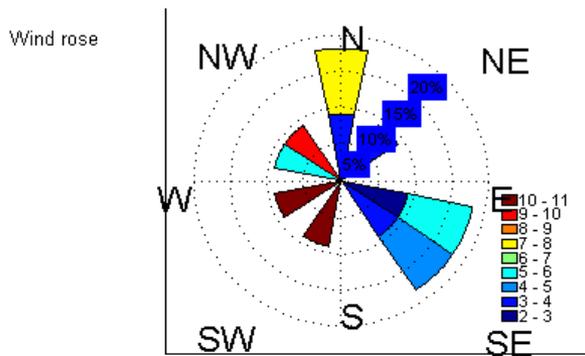


Evènement chaud 2-3 juillet 2009, vu de la tour



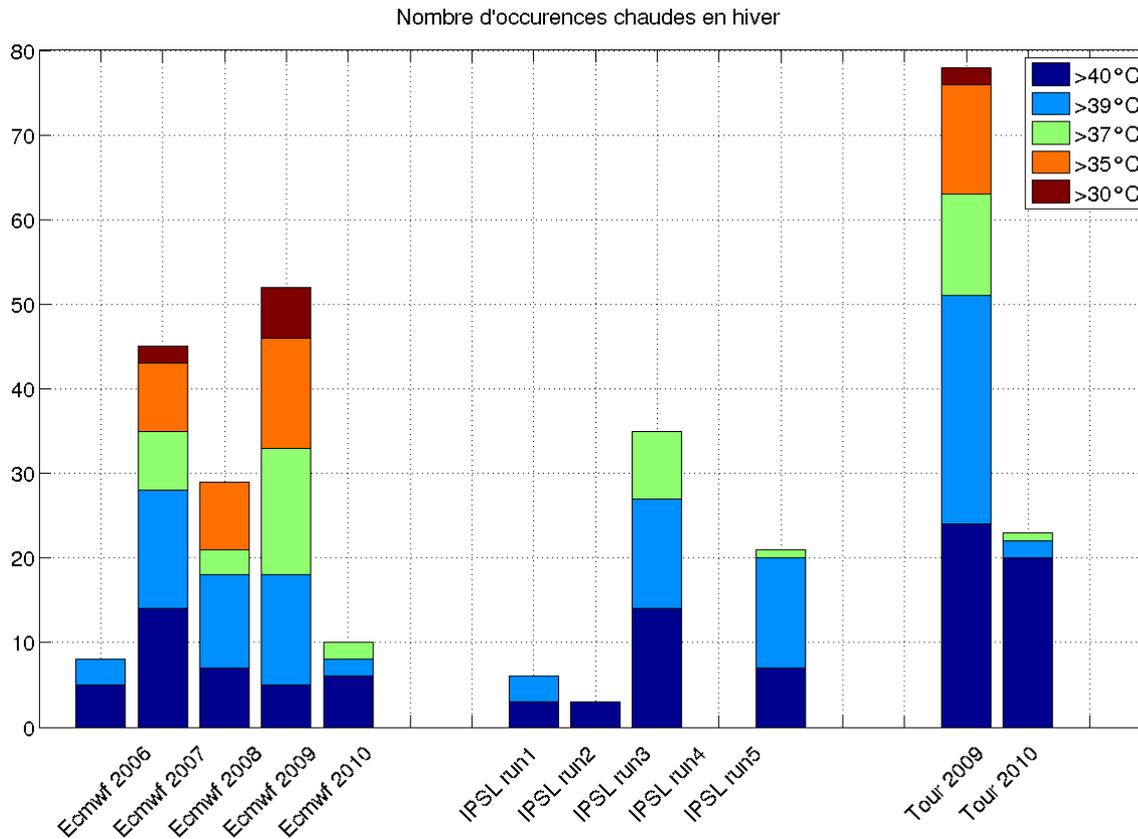
IPSL

Evènement chaud 5-8 mai (run 3)



- Augmentation de l'humidité.
 - Changement de direction du vent.
- ⇒ Il s'agit de l'arrivée de masse d'air chaud et humide provenant de la côte.
Evt chaud à Dôme C précédé d'évènement chaud à Dumont-Durville.

Nombre d'occurrences chaudes ($> -30^{\circ}\text{C}$) dans les jeux de données interpolés à 26 m échantillonnés à 6hr.



Conclusions

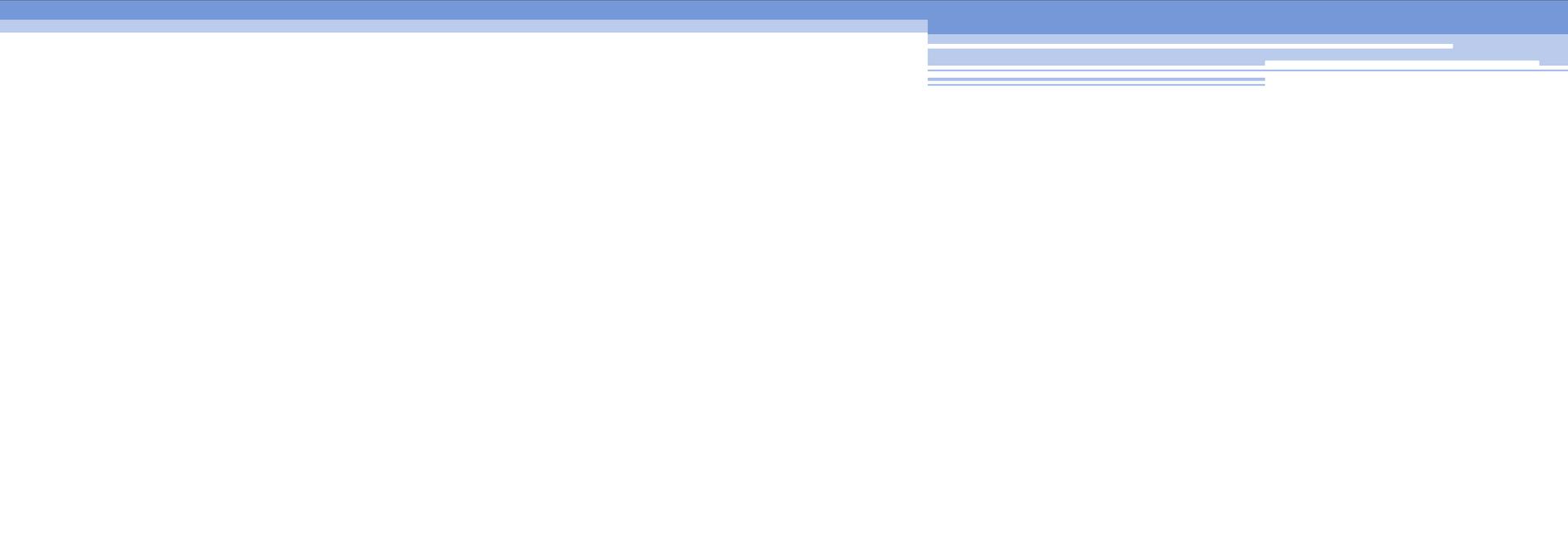
Résultats :

- On retrouve bien dans les modèles, les traits caractéristiques de la couche limite sur le plateau antarctique :
 - Stabilité
 - Cycle diurne en été
 - Evènements chauds
- Néanmoins, d'un point de vue quantitatif, on arrive souvent à mettre en défaut les modèles.
force de l'inversion, températures extrêmes en dessous de -70°C, fréquences et amplitudes des évènements chauds
- Par conséquent, on peut encore se questionner sur la capacité des modèles à quantifier le réchauffement du continent Antarctique et ses conséquences.

Perspectives :

- Travailler avec les simulations décennales, et avec d'autres modèles de l'archive CMIP-5 dont CNRM-CM5.
- Simulations LMDz guidé-zoomé et Meso-nh
- Se pencher sur les paramétrisations de la couche limite pour comprendre d'où peuvent venir les décalages entre observations et simulations.

Merci pour votre attention.

The bottom of the slide features a decorative graphic consisting of several horizontal lines. On the left, there is a solid blue bar. To its right, there are several thin, overlapping lines in shades of blue and white, creating a layered, modern look.

Cycle diurne :

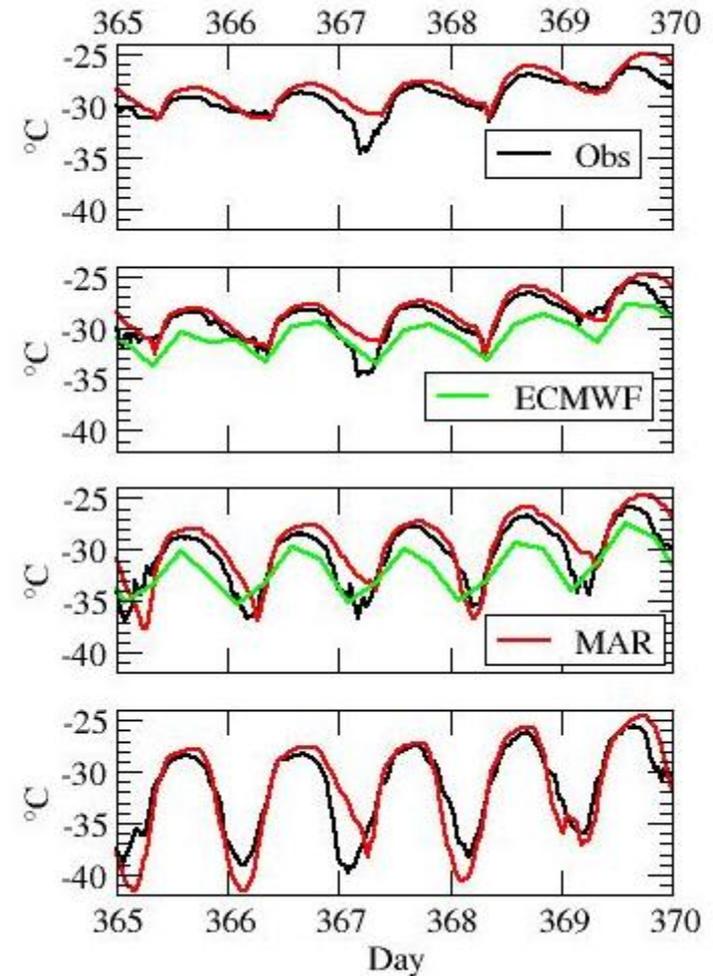
Evolution de la température sur quelques jours en été.

Altitudes : 41.9m

25.3m

8.8m

3.3m

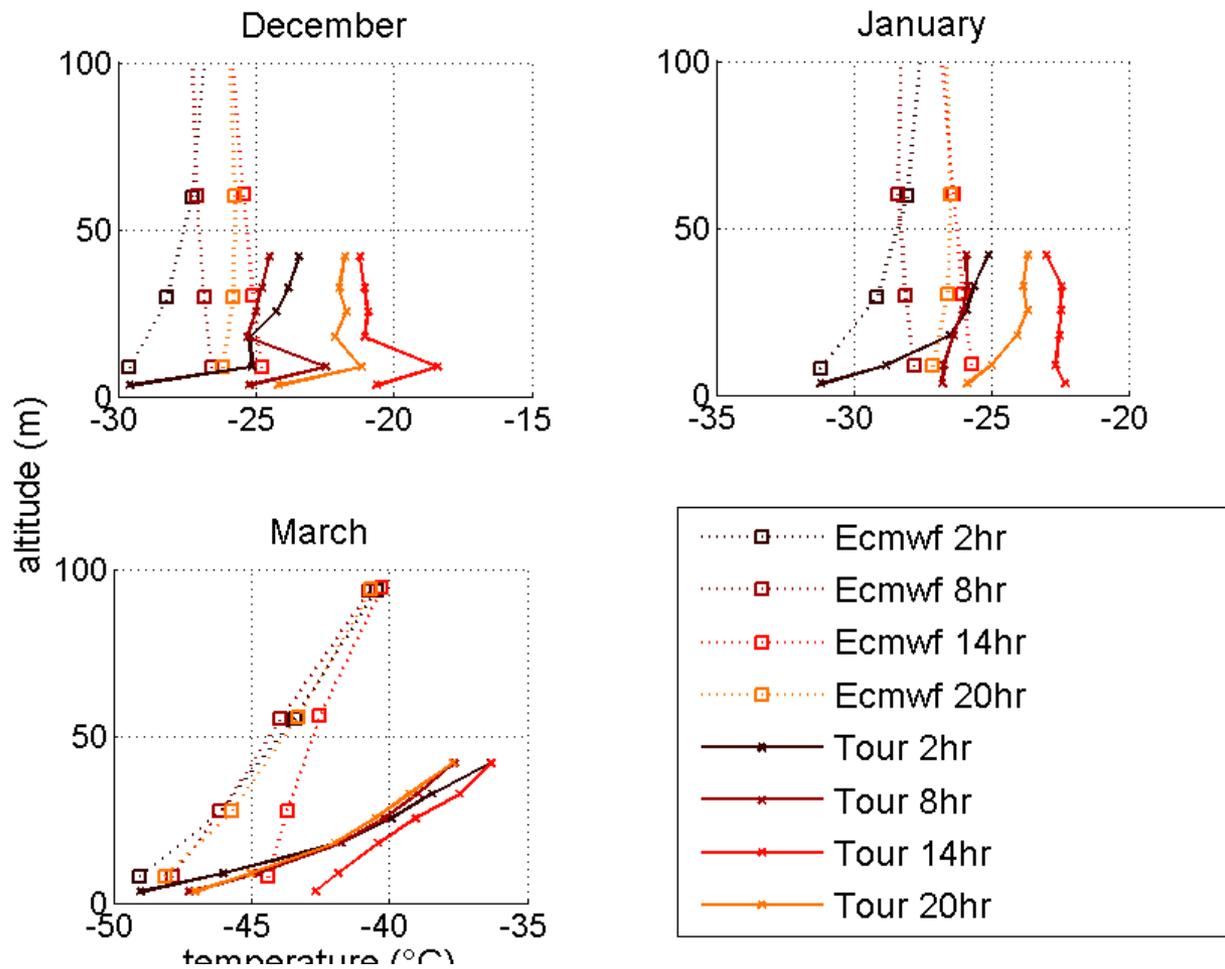


On observe un été cycle diurne marqué en surface qui s'atténue jusqu'à quasiment disparaître en haut de la tour.

ECMWF vs Tour

Cycle diurne observé de mi septembre à mars.

Variations de T au cours de la journée plus importante dans les données de la tour.



<- Année 2010

Températures de la tour décalées pour alignement avec le modèle à 2h.

Cycle diurne :

