

Utilisation combinée des observations radar et des simulations AROME pour une meilleure estimation de la lame d'eau en montagne

Tony Le Bastard

Thèse encadrée par :

- Fatima KARBOU (CNRM/CEN – Grenoble)
- Olivier Caumont (CNRM/GMME – Toulouse)
- Nicolas Gaussiat (DSO/CMR – Toulouse)

Plan de la présentation

I. Introduction

II. Une nouvelle approche

III. Application au radar du Moucherotte

IV. Conclusion et perspectives

I. Introduction

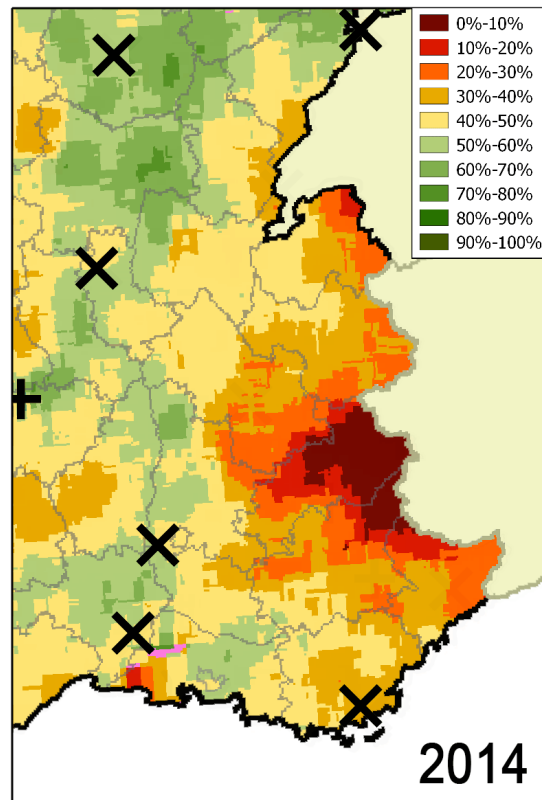
II. Une nouvelle approche

III. Application au radar du Moucherotte

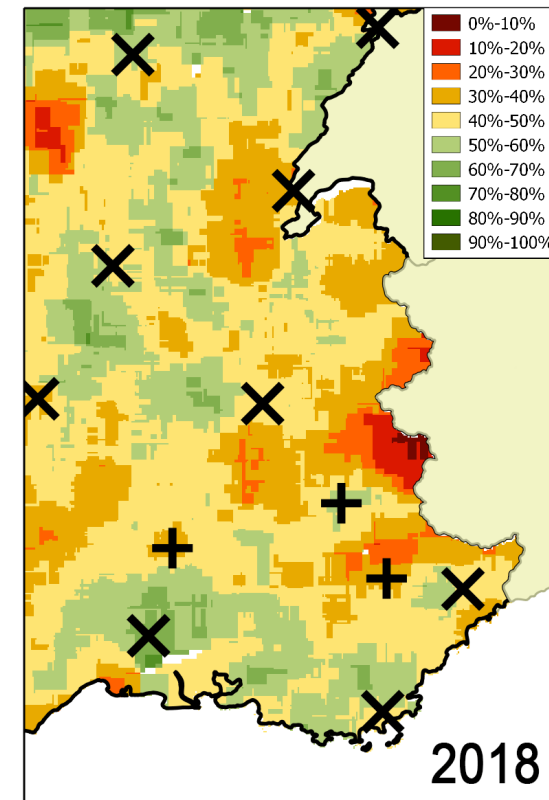
IV. Conclusion et perspectives

Qualité de la lame d'eau radar en montagne

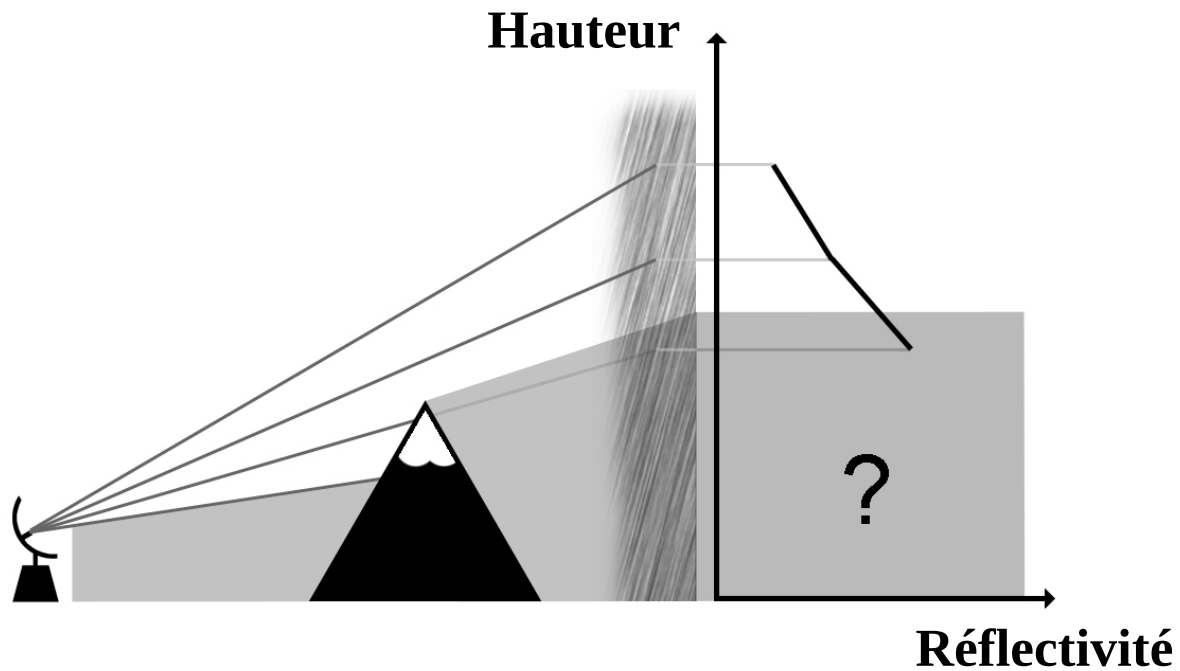
Pourcentage des rapports radar/pluvis entre 0,8 et 1,25 pour les cumuls 24 h supérieurs à 10 mm.



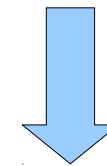
Extension du
réseau
radar sur les Alpes



Le profil vertical de Réflectivité (PVR)

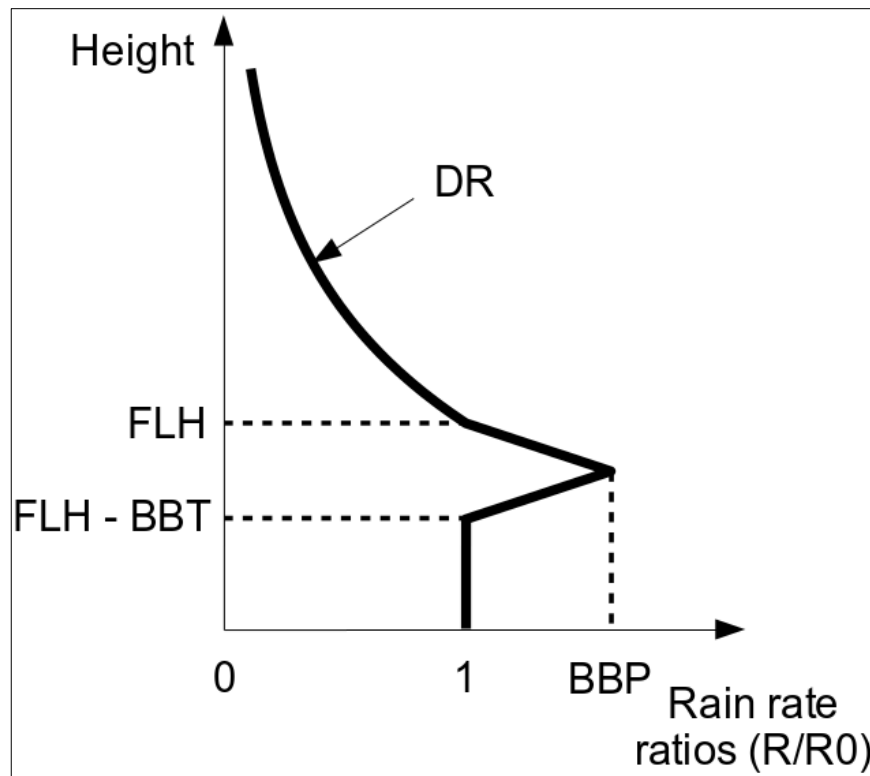


Comment estimer les précipitations au sol ?



PVR

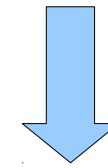
Méthode opérationnelle de détermination du PVR



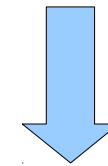
Tabary, 2007

FLH initial déterminé à partir de ρ_{hv} où à défaut par ARPEGE.
 BBT initial déterminé par ρ_{hv} si possible.

288 modèles théoriques définis en faisant varier **4 paramètres**

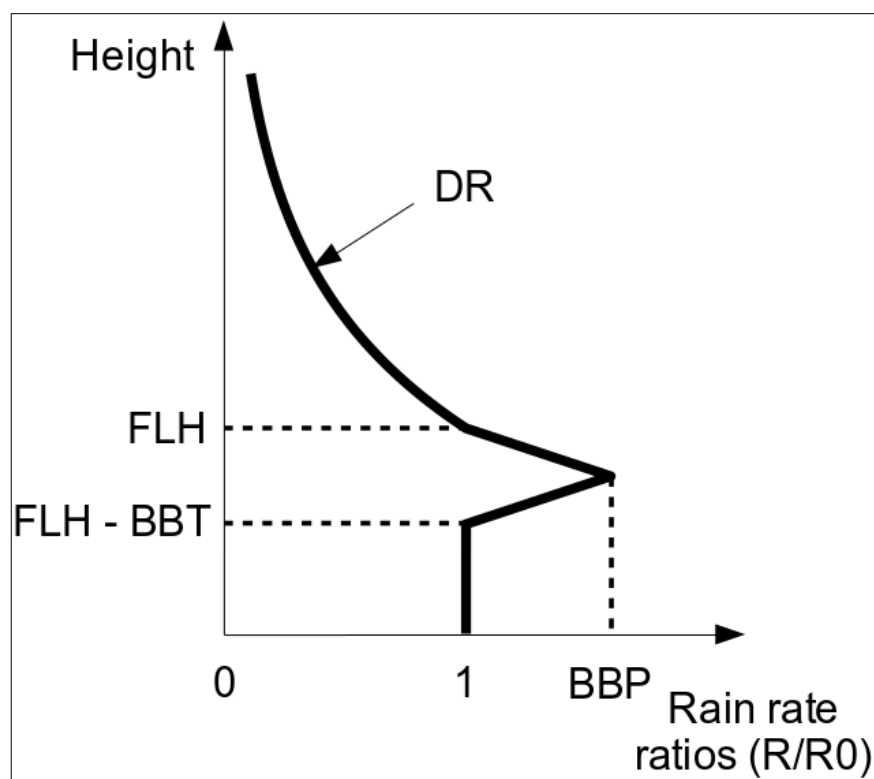


Comparaison aux observations (courbes de ratios)



Un seul PVR
 appliqué sans distinction à tous les pixels du domaine

Méthode opérationnelle de détermination du PVR



Tabary, 2007

Limitations :

- Pas de prise en compte de l'**évaporation** ou du **renforcement** des précipitations sous la bande brillante
- **PVR climatologique** ($DR = -4,5 \text{ dB km}^{-1}$ et $BBP = 1$) si nombre d'observations insuffisantes
- **Unicité** sur tout le domaine du PVR choisi

I. Introduction

II. Une nouvelle approche

III. Application au radar du Moucherotte

IV. Conclusion et perspectives

Principe de la méthode (POVPR)

Idée :

Utiliser des **PVRs simulés** par le modèle AROME pour estimer le **profil de précipitations en chaque pixel**

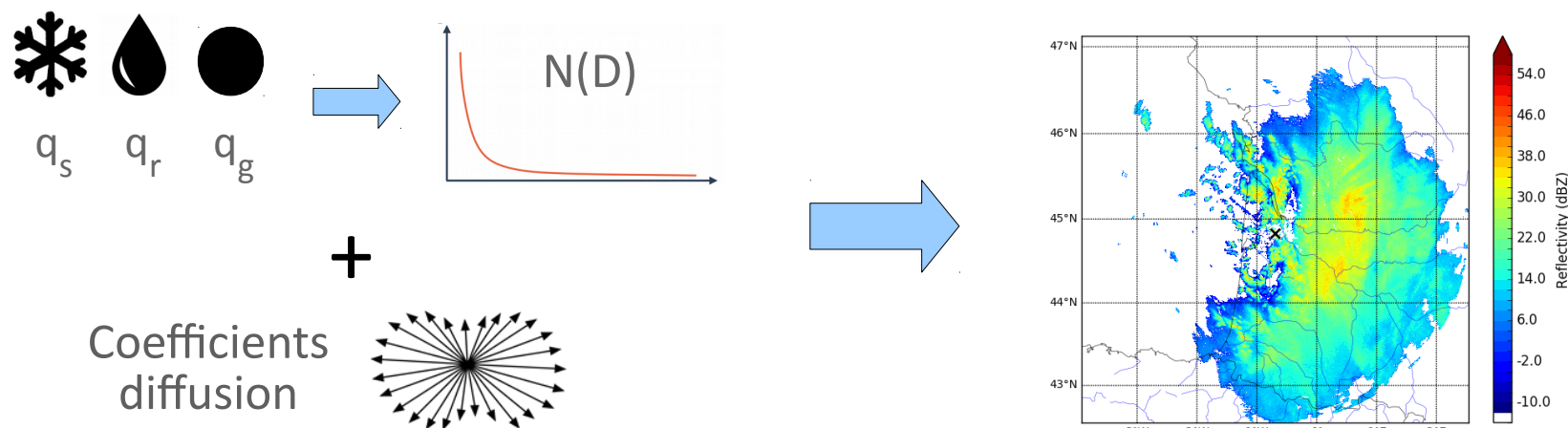
Avantages :

Profils de précipitations simulés *a priori* réalistes (basés sur des schémas dynamiques et microphysiques complexes) et **disponibles partout**

Comment :

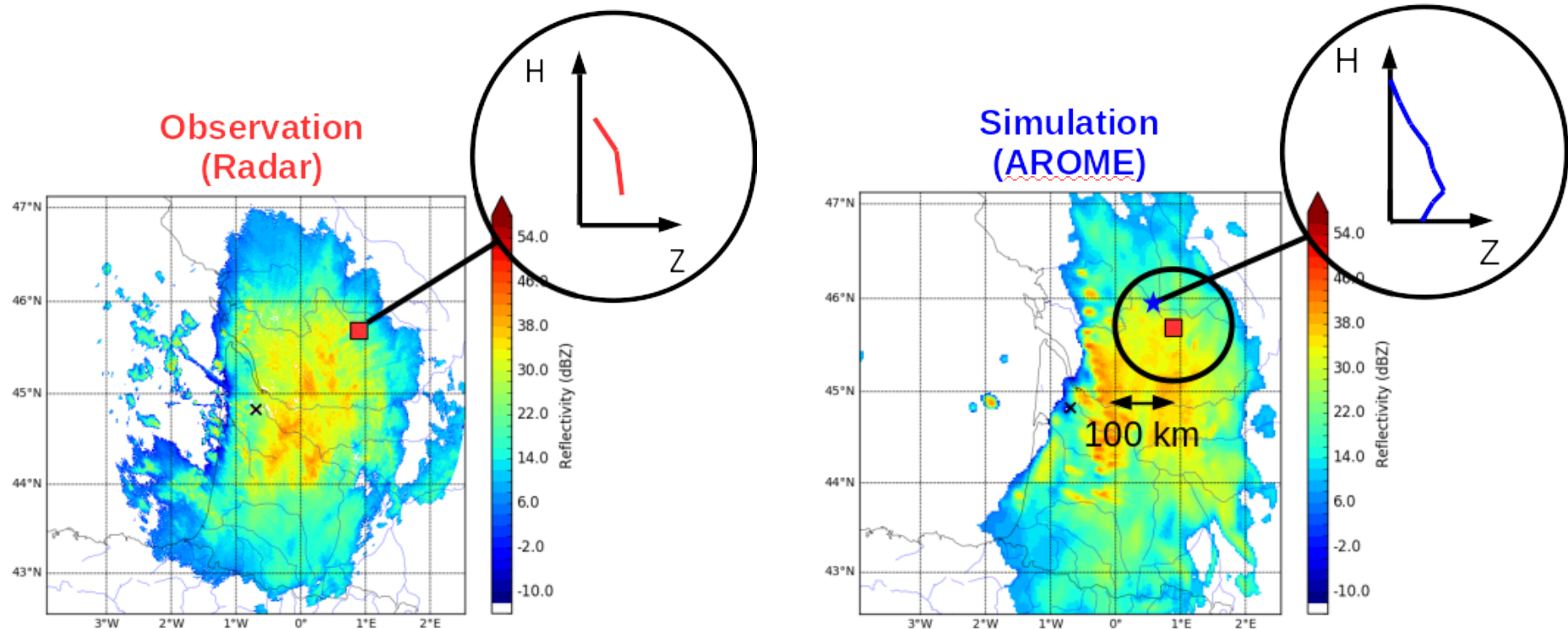
AROME-PI (+2h) + Opérateur d'observation radar

(Caumont et al., 2006 ; Augros et al., 2016)



Principe de la méthode (POVPR)

Pour chaque pixel radar p_i (■), **comparaison** de tous les **PVR simulés** du voisinage (★) avec le **PVR apparent observé**.



Principe de la méthode (POVPR)

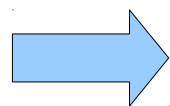
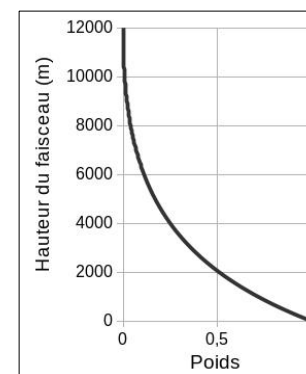
A chaque PVR apparent simulé est attribué un **poids** P_j en fonction de son **écart à l'observation** d

$$P_j = \exp\left(-\frac{1}{2} d[PVR_{\text{mod, app}}(j)]\right)$$

$$d[PVR_{\text{mod, app}}(j)] = \frac{1}{n_{\text{elev}}} \sum_{n_{\text{elev}}} \left[\frac{Z_{\text{hh_mod, elev}} - Z_{\text{hh_radd, elev}}}{\sigma(h_{\text{elev}})} \right]^2$$

Pondération de chaque élévation en fonction de sa hauteur :

$$\frac{1}{\sigma(h_{\text{elev}})^2} = \left[\frac{2}{\frac{h_{\text{elev}}}{12000} + 1} - 1 \right]^2$$



Si $d = 0$, alors $P_j = 1$
Si $d \rightarrow \infty$, alors $P_j \rightarrow 0$

Paramètres de recherche

- Voisinage de **100 km**

- **Sous-échantillonnage** du modèle (1 point sur 4 selon x et y)

➔ **1200 profils** maximum

- Filtrage des profils dont l'**isotherme 0 °C** est trop éloigné de celui du pixel considéré (± 300 m)

- Filtrage des profils dont l'**altitude du sol** est trop haute par rapport à celle du pixel considéré ($< \text{alt_sol_pix} + 300$ m)

Calcul de la lame d'eau

$$\text{Taux de précipitations : } RR_{rad}(p_i) = \frac{1}{\sum_j P_j} \sum_j P_j \cdot RR_{mod}(j, alt_{p_i})$$

$$\text{Lame d'eau 5 min : } ACC(p_i) = RR_{rad}(p_i) \cdot 5 \text{ min}$$

Pour plus de détails...

Atmos. Meas. Tech., 12, 5669–5684, 2019
<https://doi.org/10.5194/amt-12-5669-2019>
 © Author(s) 2019. This work is distributed under
 the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Atmospheric
 Measurement
 Techniques 

Combined use of volume radar observations and high-resolution numerical weather predictions to estimate precipitation at the ground: methodology and proof of concept

Tony Le Bastard¹, Olivier Caumont², Nicolas Gaussiat¹, and Fatima Karbou³

¹DSO-CMR, Météo-France, Toulouse, France

²CNRM, Université de Toulouse, Météo-France, CNRS, Toulouse, France

³CNRM-CEN, UMR 3589, Météo-France, CNRS, Saint-Martin-d'Hères, France

Correspondence: Tony Le Bastard (tony.lebastard@meteo.fr)

Received: 18 April 2019 – Discussion started: 17 May 2019

Revised: 21 August 2019 – Accepted: 16 September 2019 – Published: 25 October 2019

Abstract. The extrapolation of the precipitation to the ground from radar reflectivities measured at the beam altitude is one of the most delicate phases of radar data processing for producing quantitative precipitation estimations (QPEs) and remains a major scientific issue. In many operational meteorological services such as Météo-France, a vertical profile of reflectivity (VPR) correction is uniformly applied over a large part or the entire radar domain. This method is computationally efficient, and the overall bias induced by the bright band is most of the time well corrected. However, this way of proceeding is questionable in situations with high spatial and vertical variability of precipitation (during the passage of a cold front or in a complex terrain, for example).

This study initiates from two statements: first, radars pro-

and 6 h accumulations compared to the operational QPEs, showing the relevance of this new approach.

1 Introduction

Precise quantitative precipitation estimates (QPEs) are critical for many applications including nowcasting, hydrology and flood forecasts. For instance, high-resolution QPEs are necessary to correctly predict the occurrence and intensity of heavy rainfall events and flash floods. Operational rain gauges can provide accurate measurements of the rainfall, but the operational networks are generally too sparse to capture the high spatial and temporal variability of precipitation.

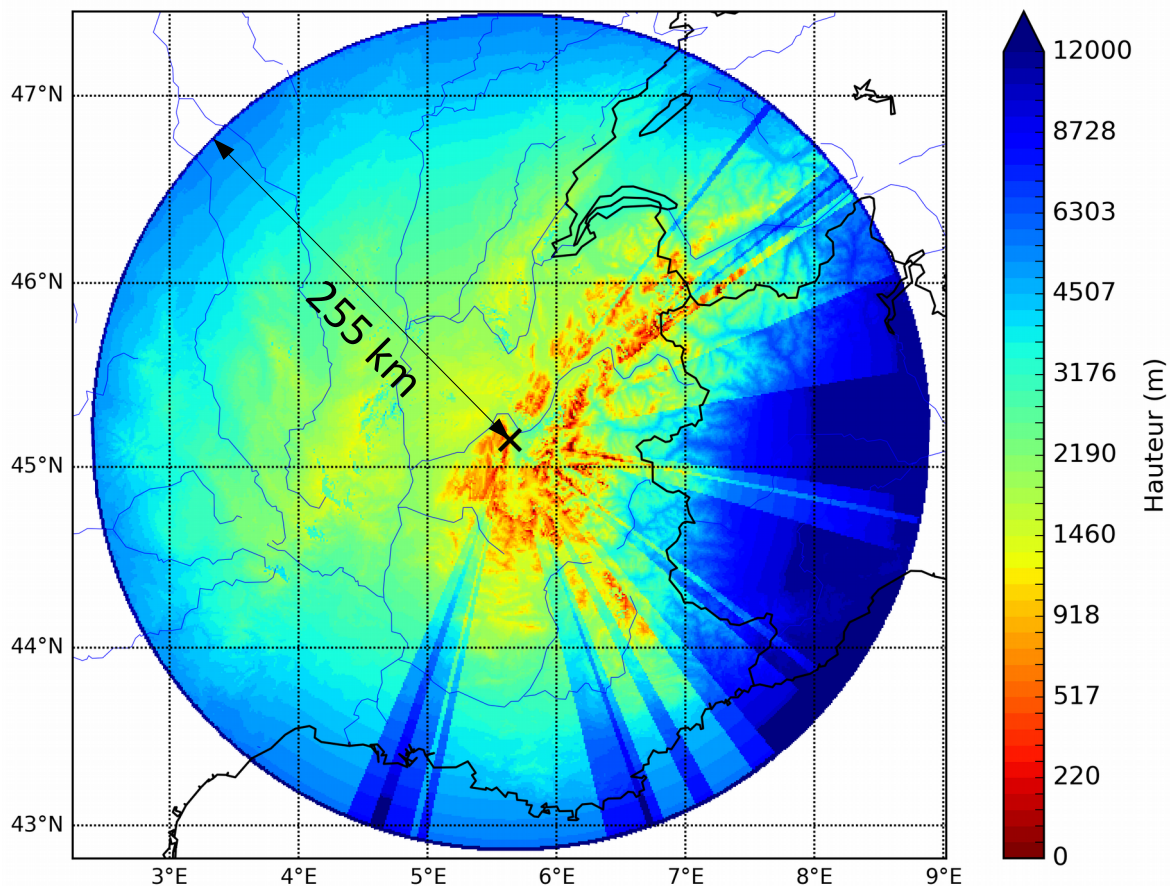
I. Introduction

II. Une nouvelle approche

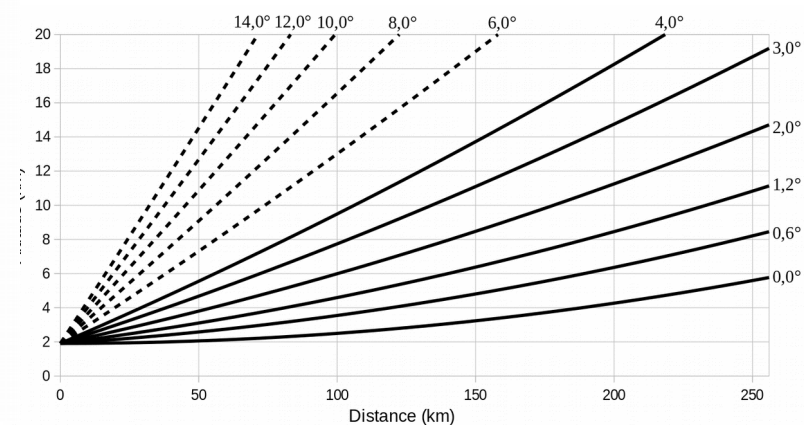
III. Application au radar du Moucherotte

IV. Conclusion et perspectives

Radar du Moucherotte



© Nicolas Bohere



Hauteur des données valides les plus basses sur le domaine du radar du Moucherotte

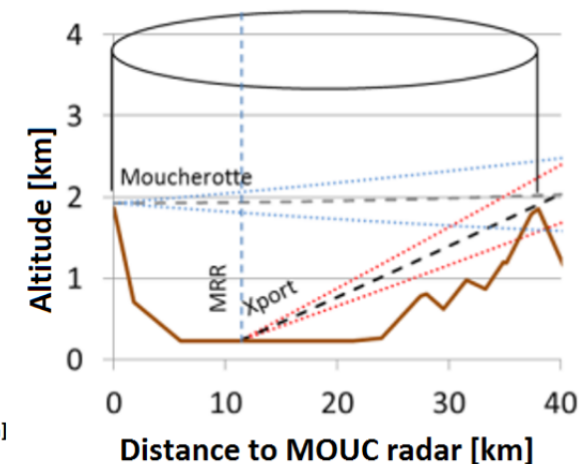
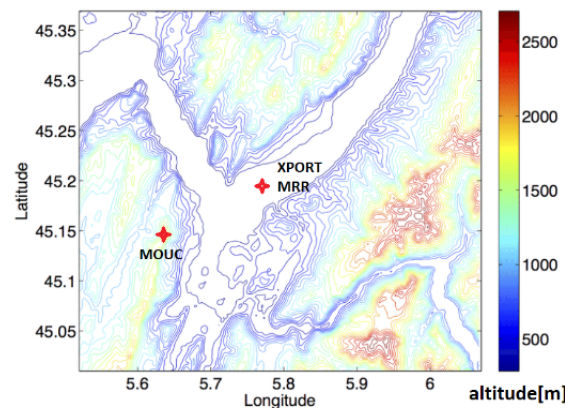
Altitude du faisceau en fonction de la distance pour chacune des élévations du radar du Moucherotte

Validation de la méthode

- Profils de réflectivité :

Profils POVPR vs.
profils quasi-verticaux (25°) radar
Xport (IGE)

→ Evaluation de la **pertinence**
des profils simulés
sélectionnés par la méthode



Khanal et al., 2019.

- Lames d'eau :

→ Comparaison avec les cumuls
du réseau de **pluviomètres**



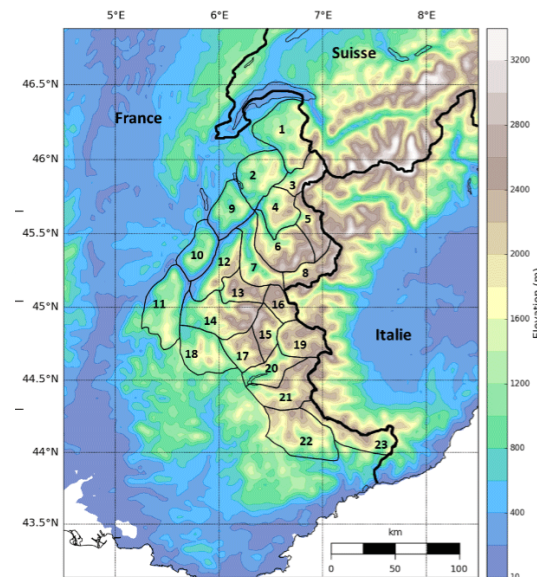
Représentativité en
montagne et en conditions
difficiles (neige, vent fort) ?

→ Comparaison avec les **profils**
de précipitations par massif
réanalysés par le système



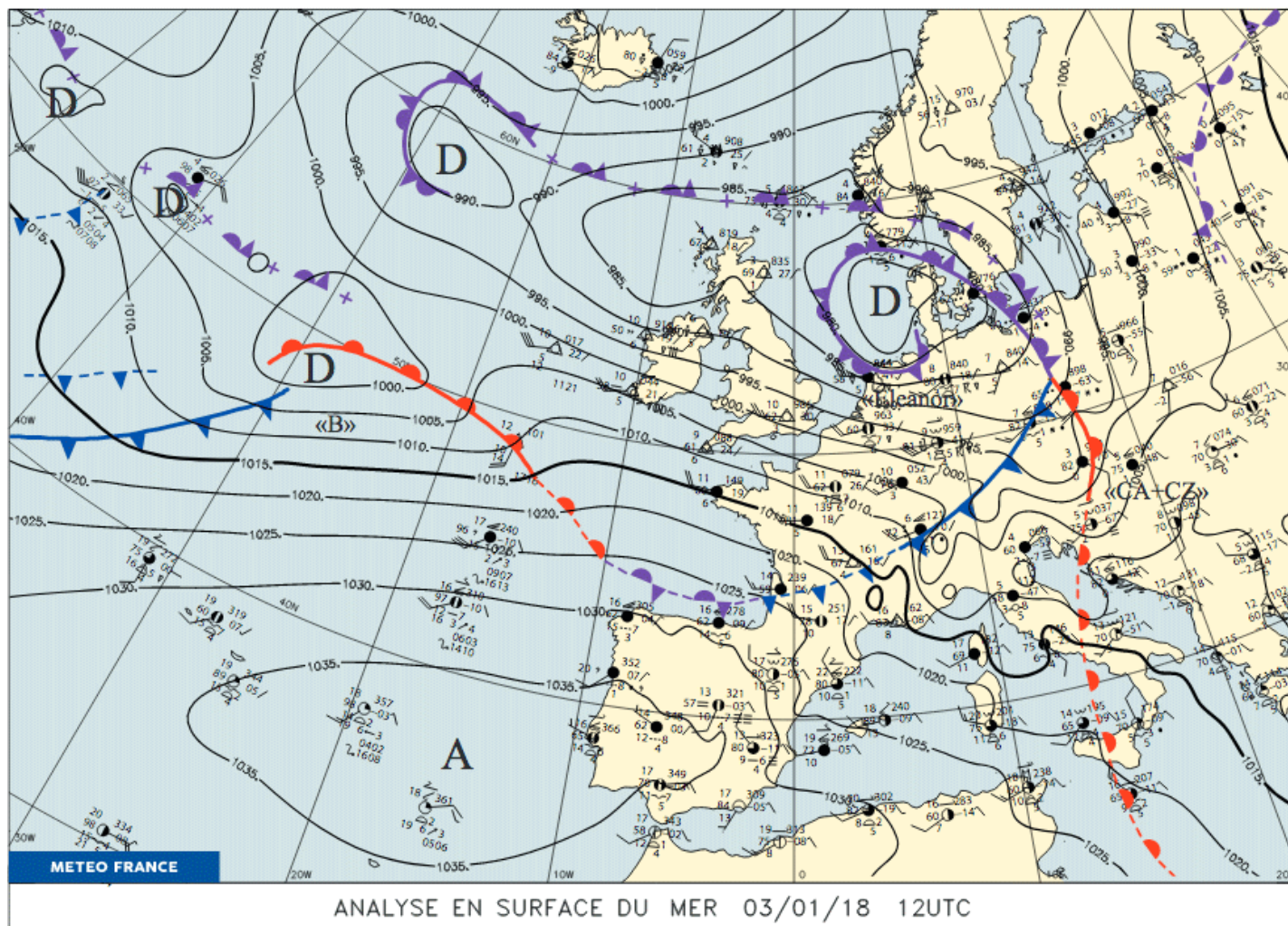
Plus robuste en montagne
(pluvios + profils par type
de temps).

SAFRAN



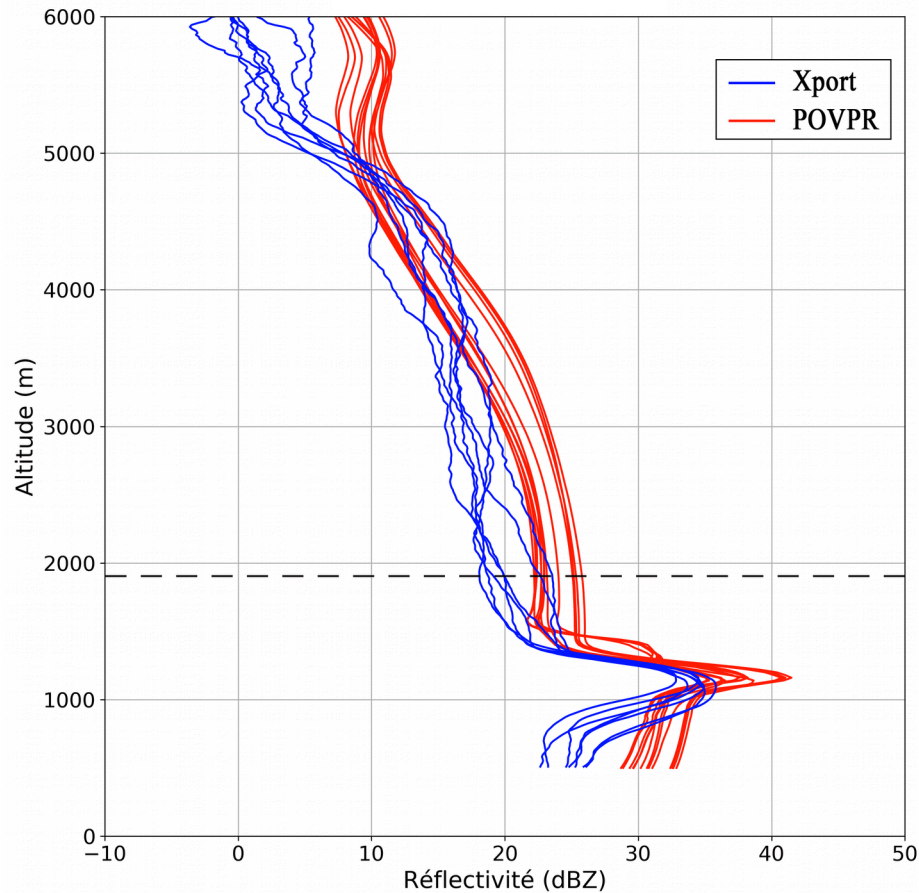
Quéno, 2017.

Situation stratiforme des 3 et 4 janvier 2018



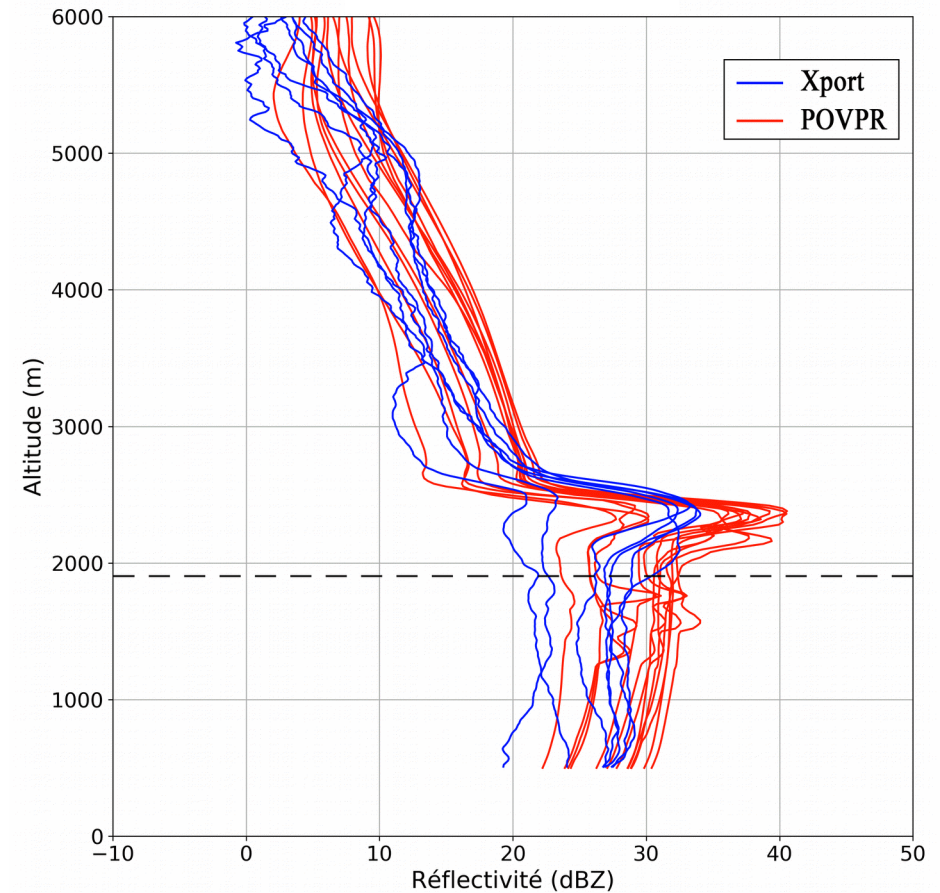
Comparaison profils Xport et POVPR

22 – 23 UTC



Avant le passage du front chaud

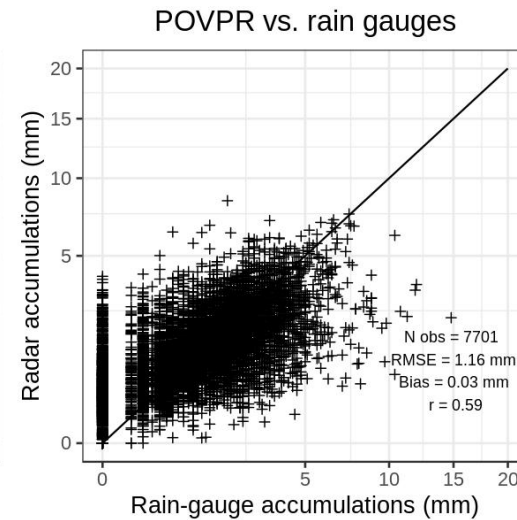
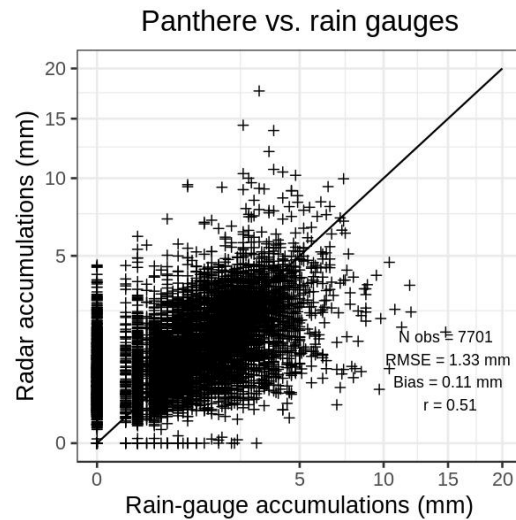
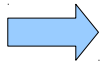
04 – 05 UTC



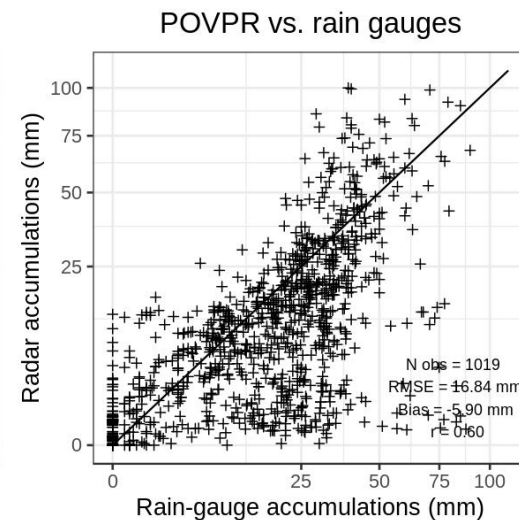
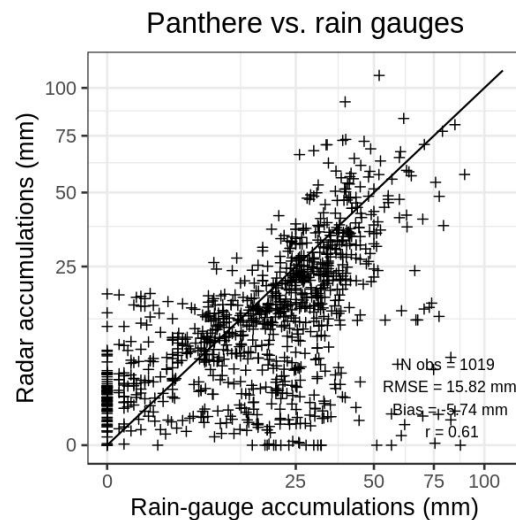
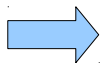
Après le passage du front chaud

Comparaison lames d'eau horaires et 24h (06 – 06 UTC)

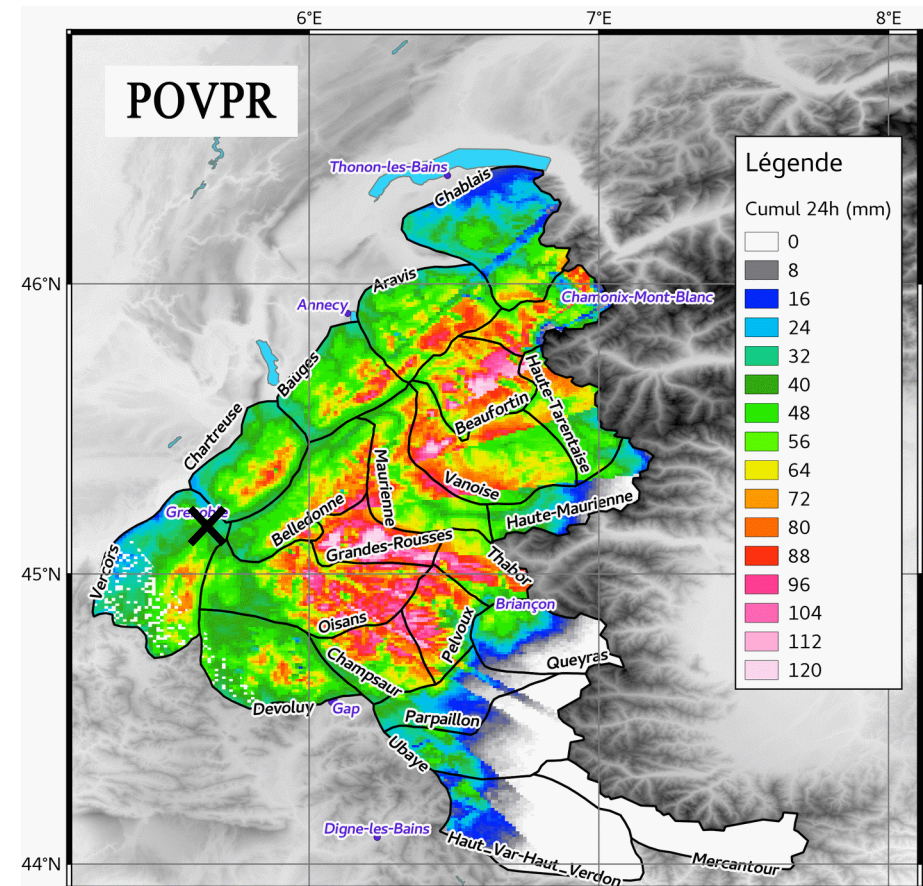
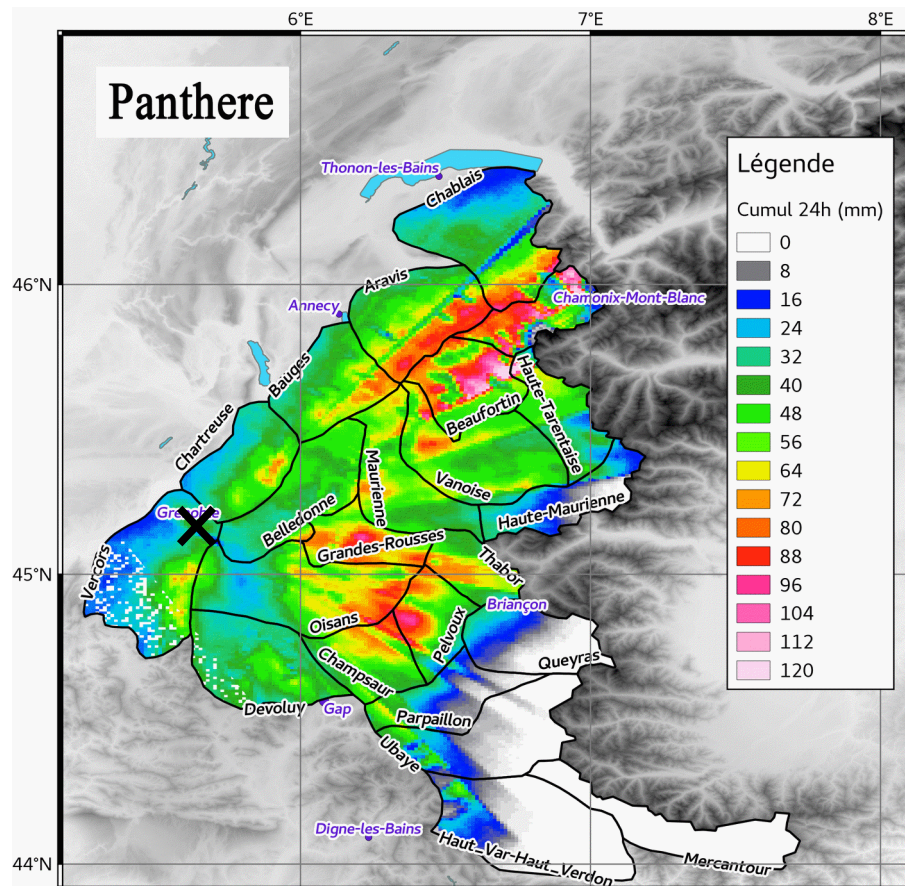
Cumuls 1h



Cumuls 24h

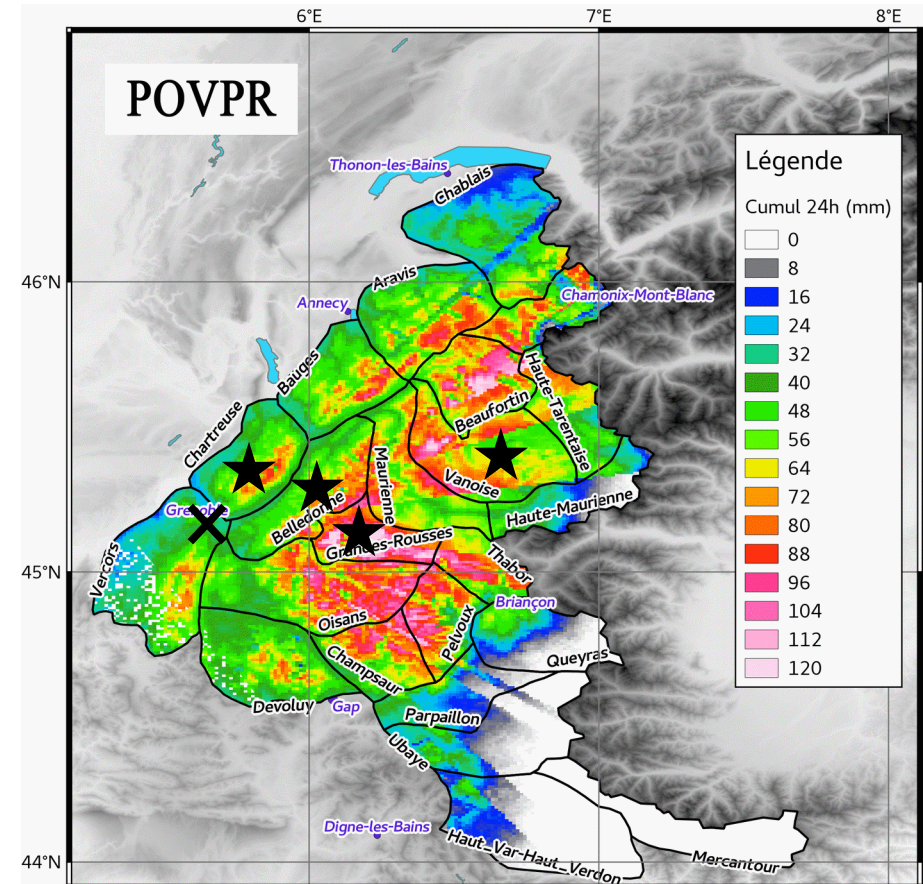
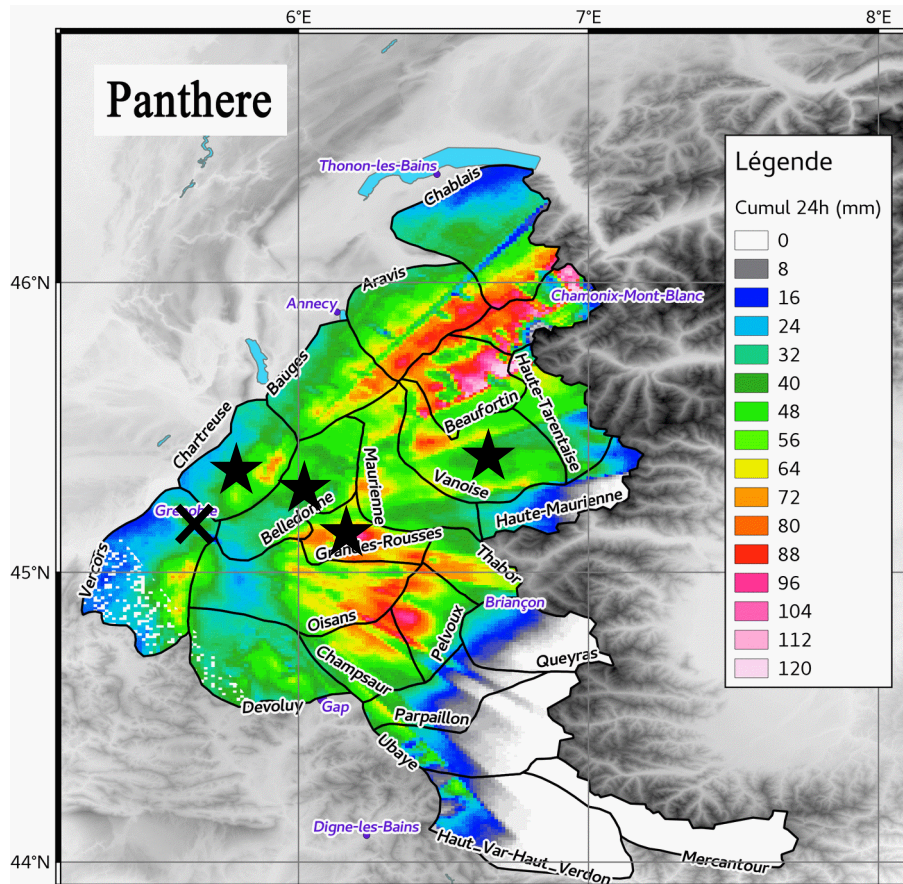


Comparaison lames d'eau 24h (06 – 06 UTC)



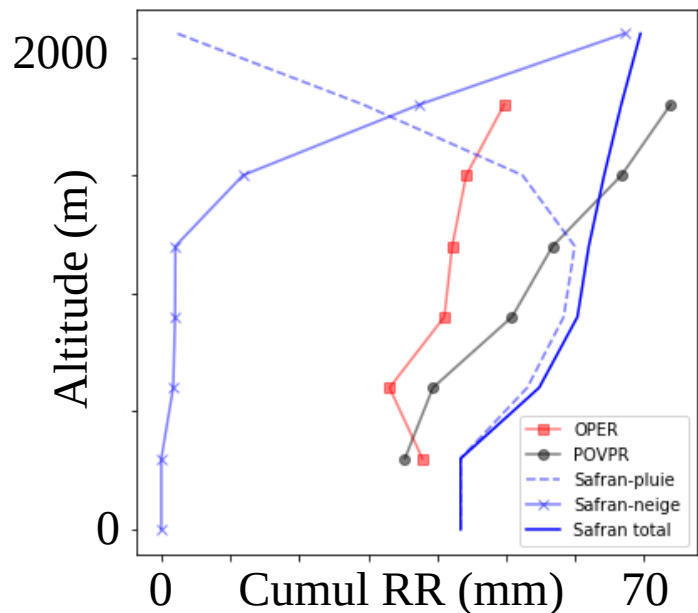
✘ Radar du Mouchet

Comparaison lames d'eau 24h (06 – 06 UTC)

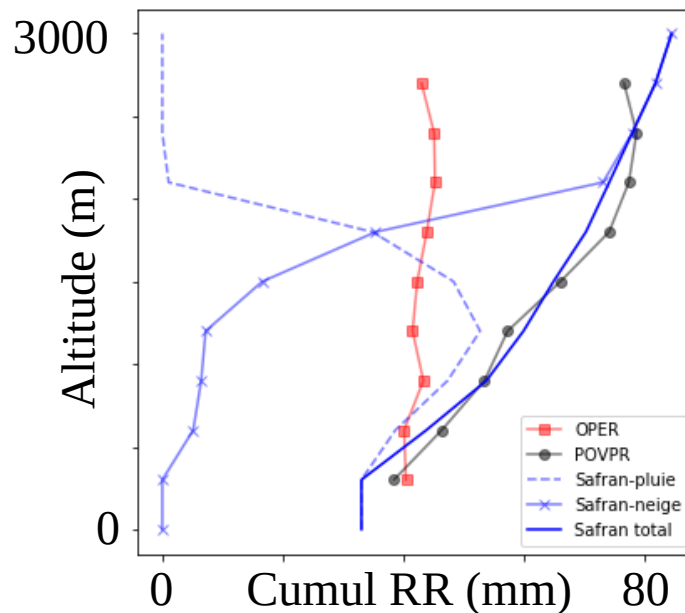


✘ Radar du Mouchetotte

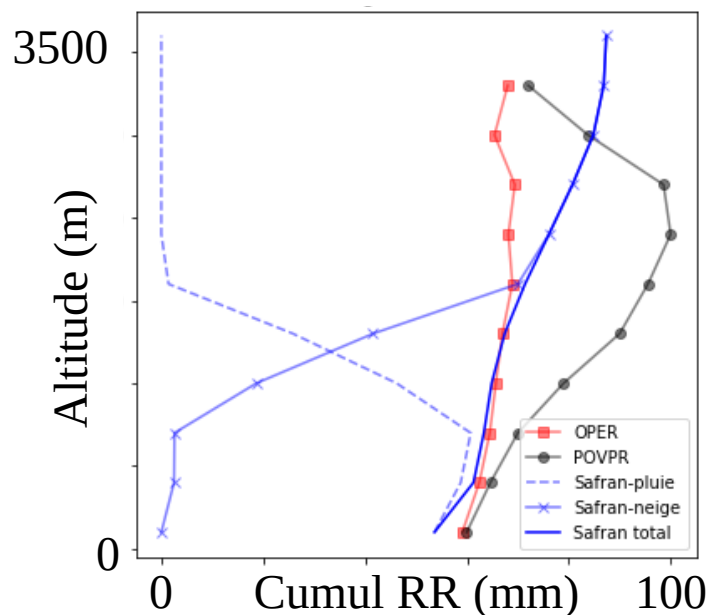
Chartreuse



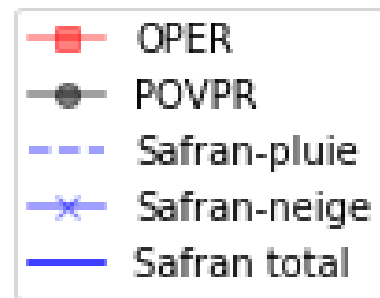
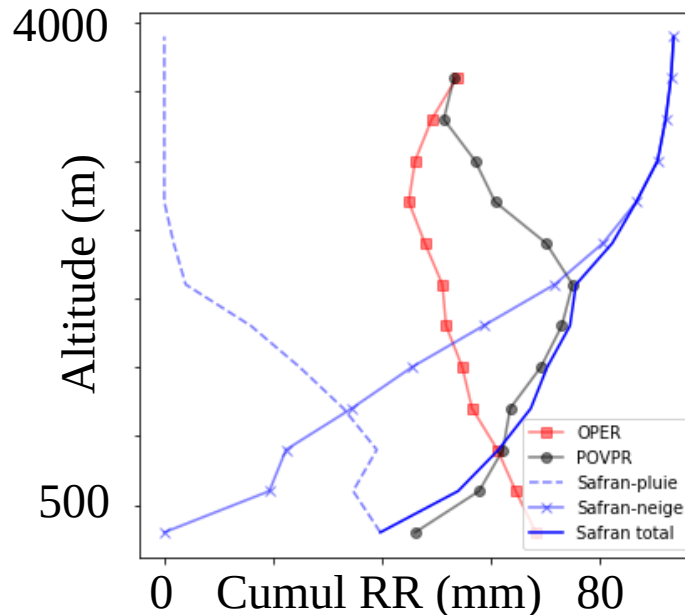
Belledonne



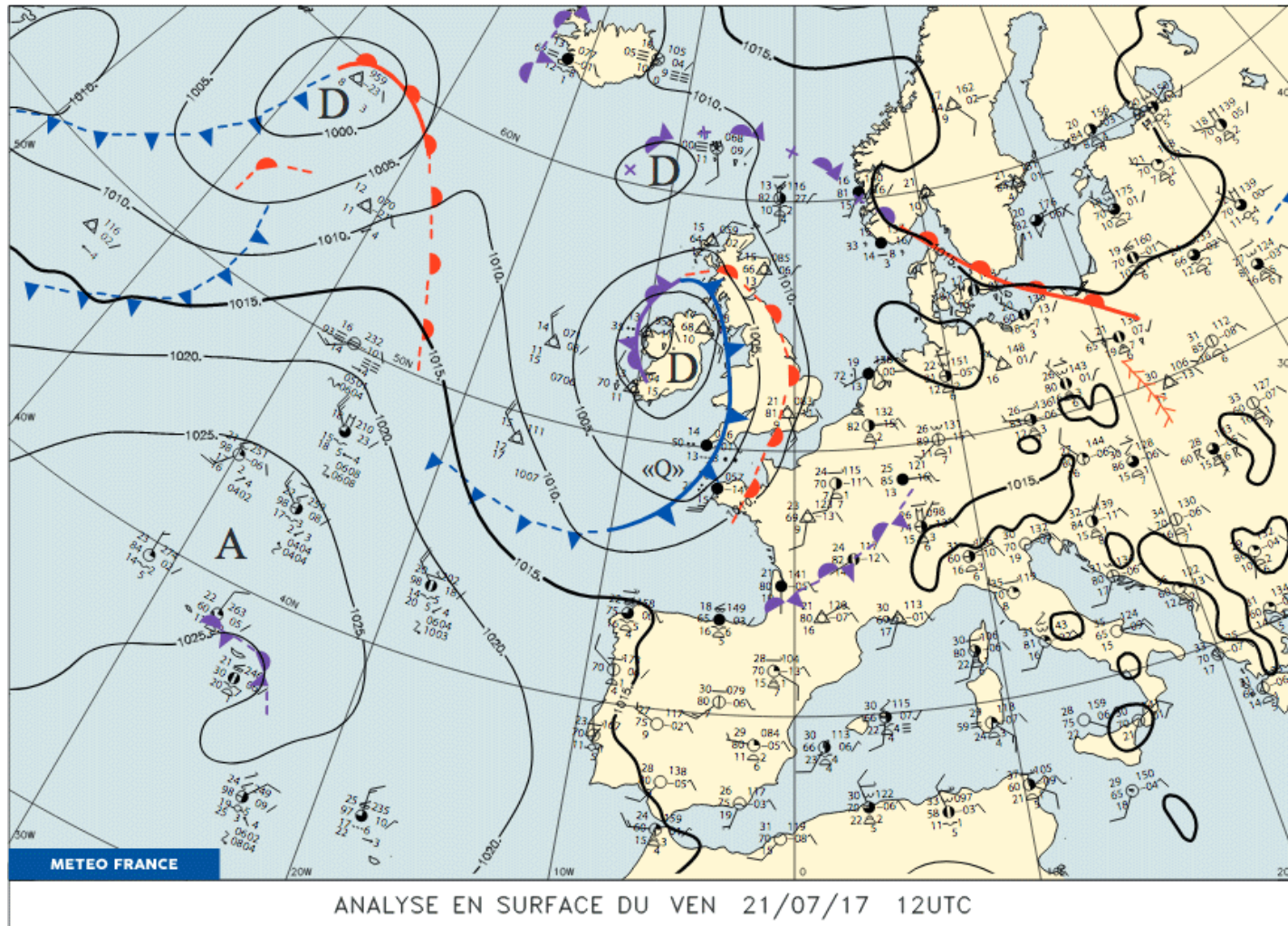
Grande-Rousses



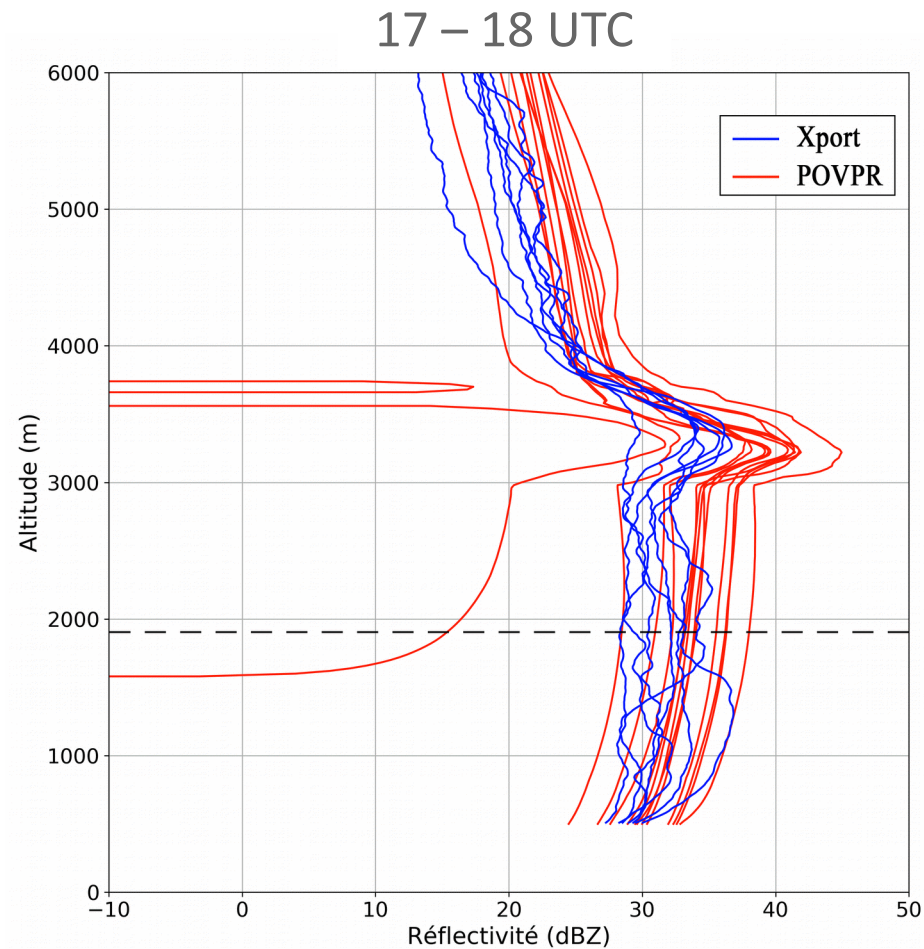
Vanoise



Situation convective du 21 juillet 2017

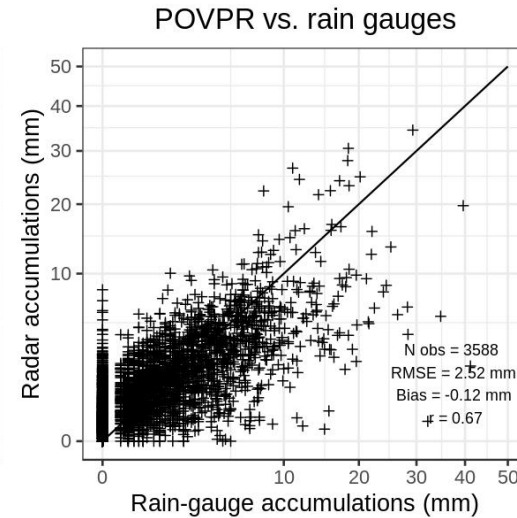
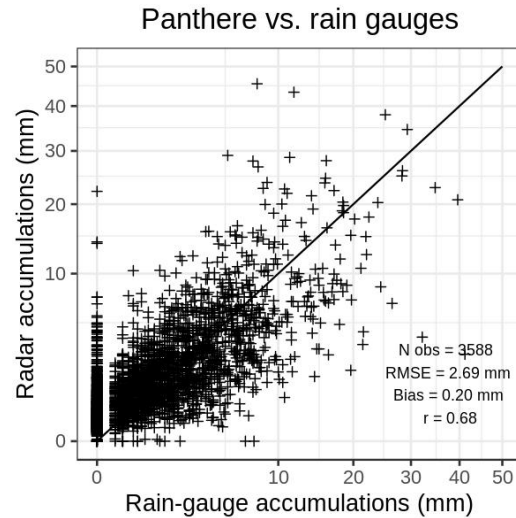
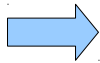


Comparaison profils Xport et POVPR

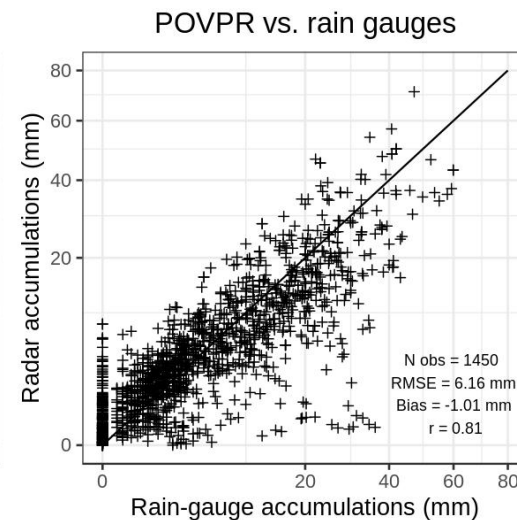
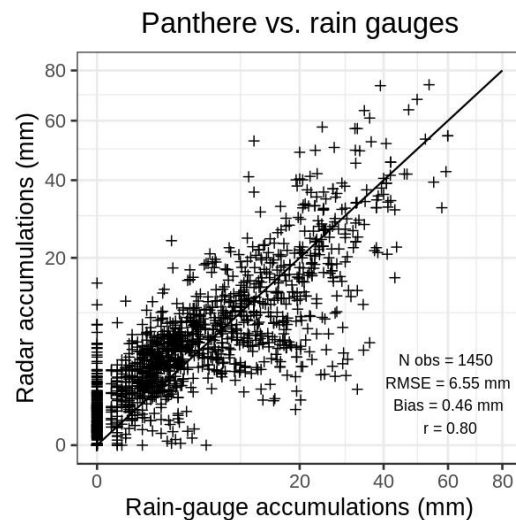
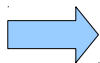


Comparaison lames d'eau horaires et 24h (06 – 06 UTC)

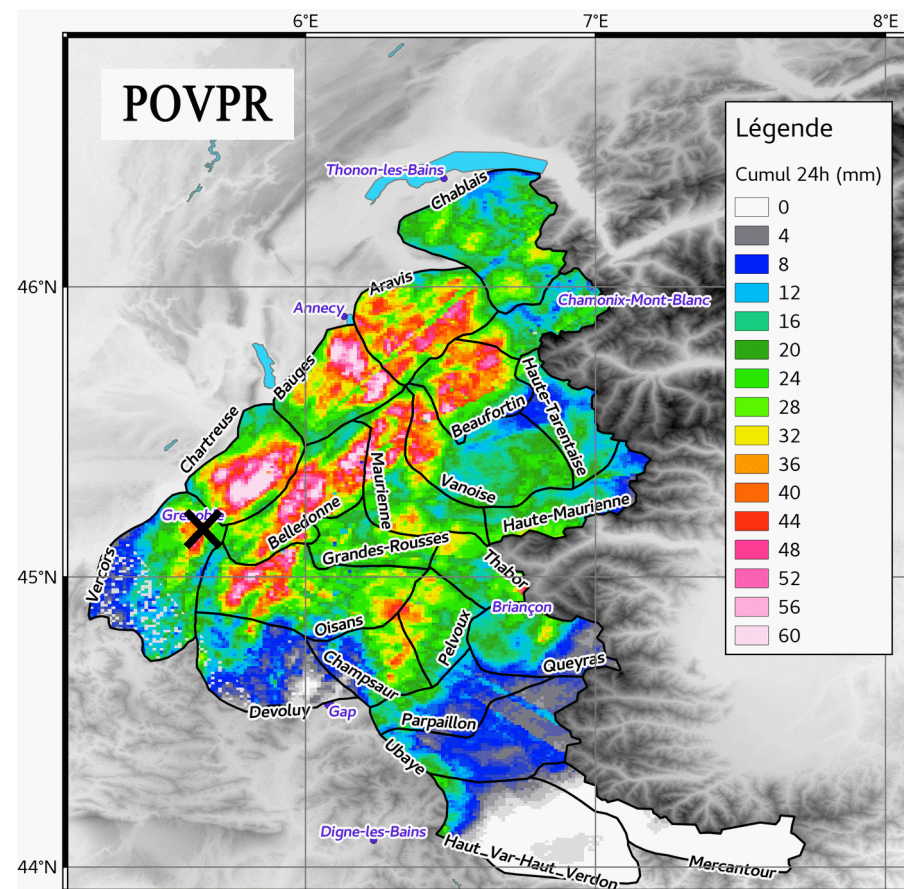
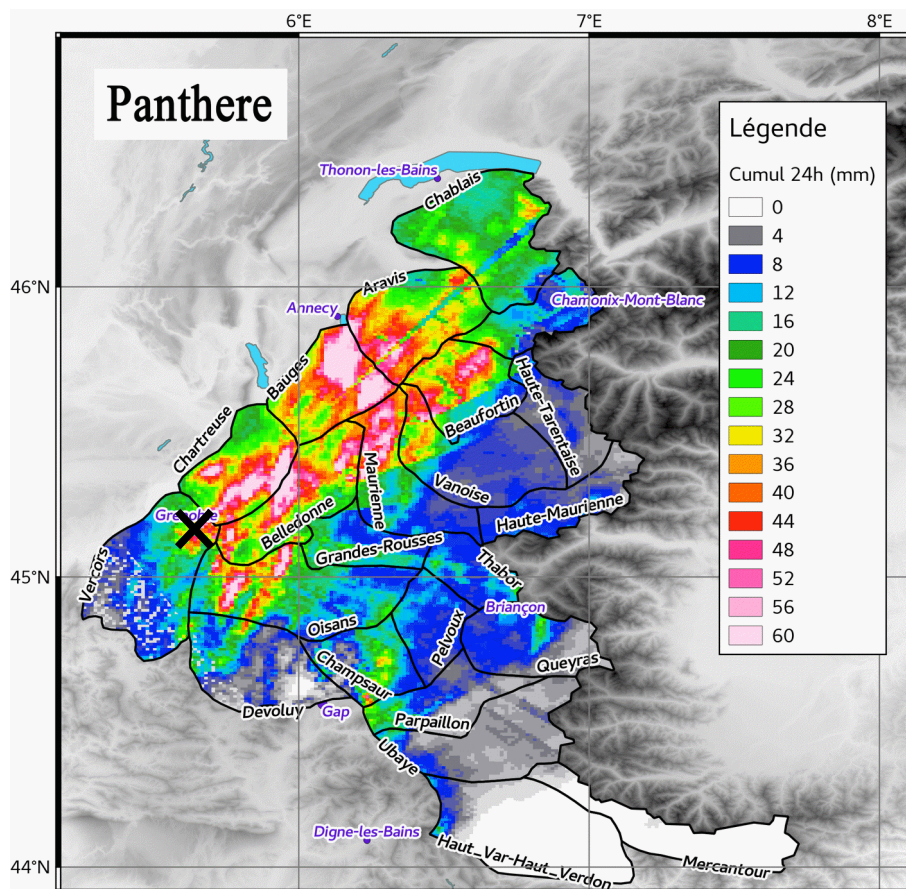
Cumuls 1h



Cumuls 24h

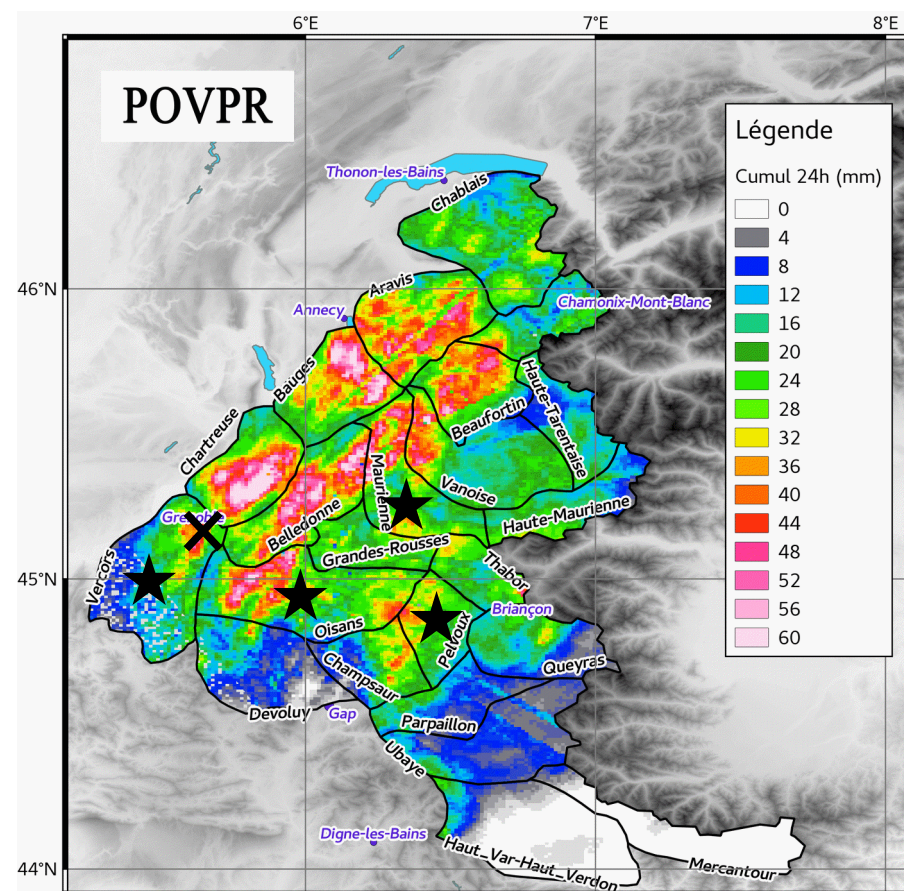
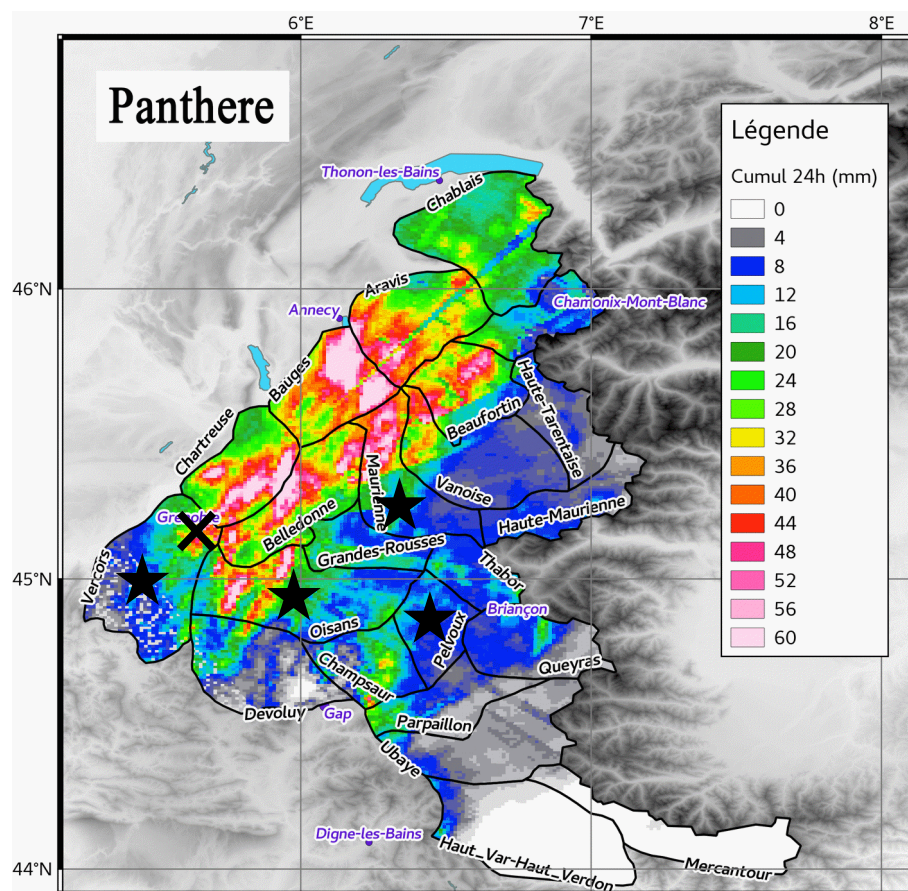


Comparaison lames d'eau 24h (06 – 06 UTC)

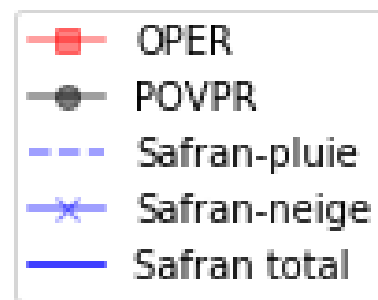
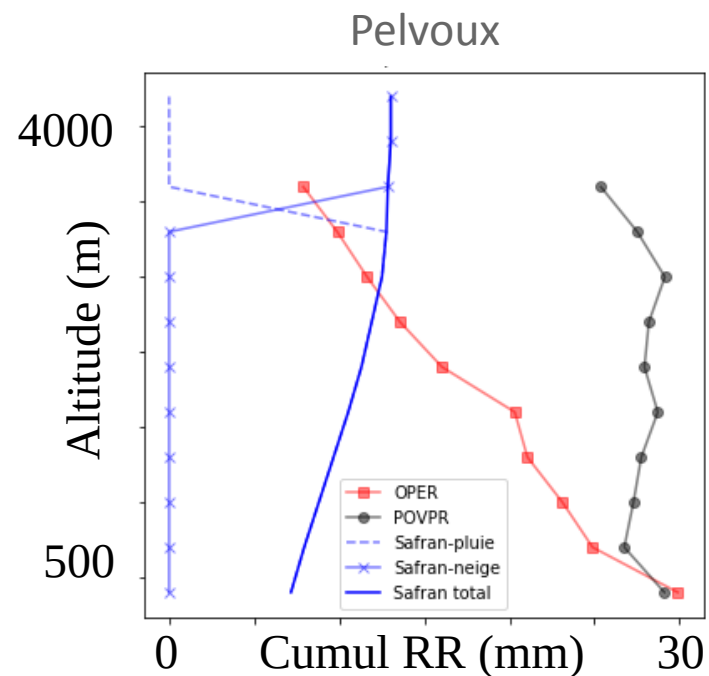
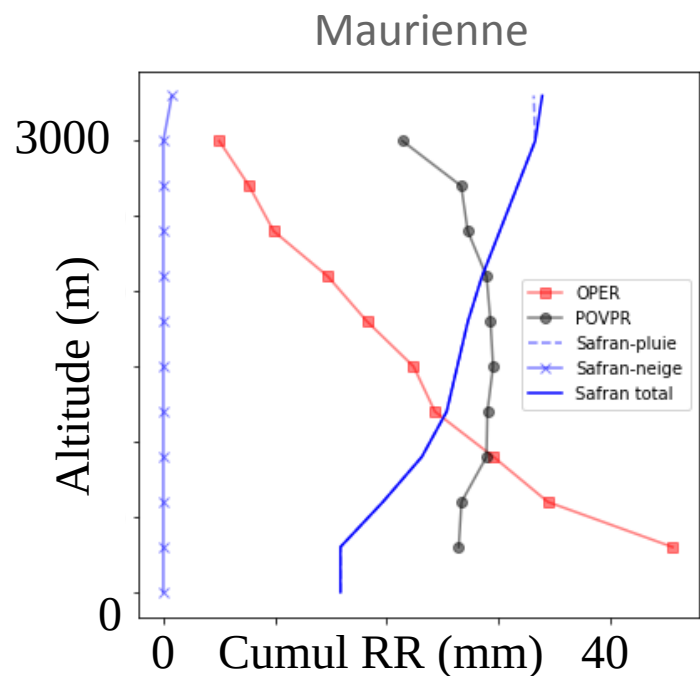
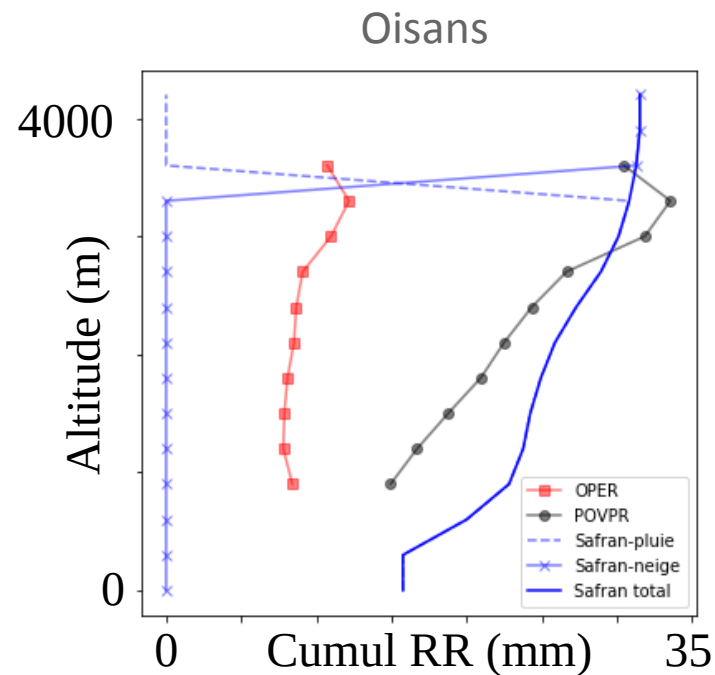
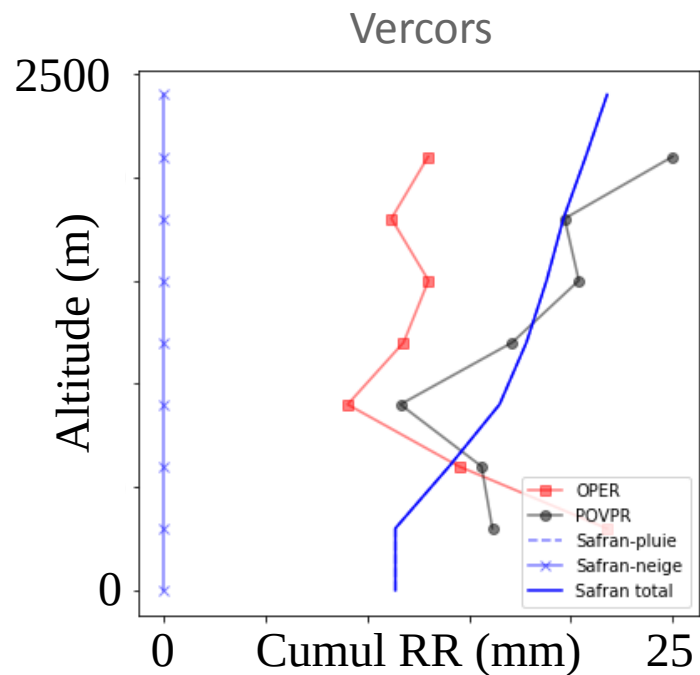


✘ Radar du Mouchet

Comparaison lames d'eau 24h (06 – 06 UTC)



✘ Radar du Moucherotte



I. Introduction

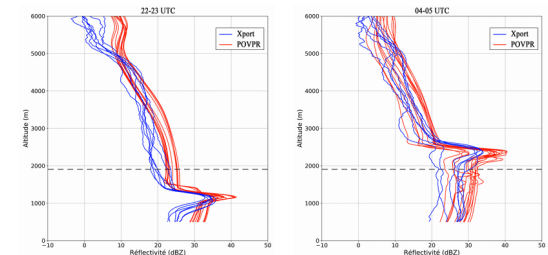
II. Une nouvelle approche

III. Application au radar du Moucherotte

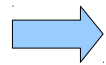
IV. Conclusion et perspectives

Conclusion

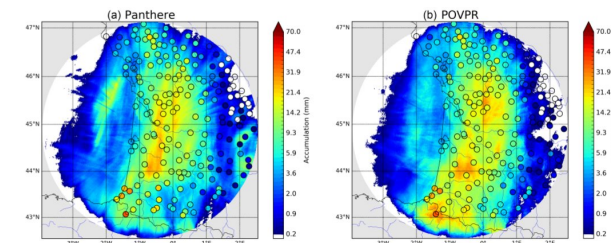
Le modèle AROME est en mesure de fournir des **profils verticaux de réflectivité cohérents** avec l'observation.



La méthode POVPR a montré tout son intérêt sur l'estimation des précipitations en plaine, notamment à **longue distance** (> 100 km).

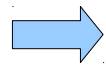


Le Bastard, T., Caumont, O., Gaussiat, N., & Karbou, F. (2019). Combined use of volume radar observations and high-resolution numerical weather predictions to estimate precipitation at the ground: Methodology and proof of concept. Atmospheric Measurement Techniques, 12(10), 5669-5684.

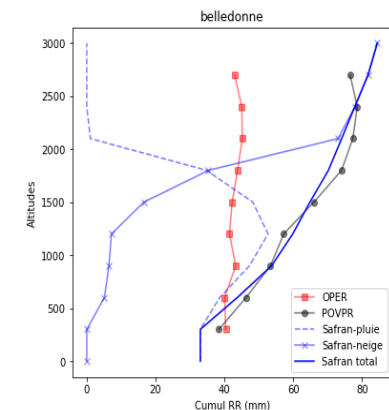


Sur les 2 cas de montagne étudiés, la méthode POVPR a globalement :

- un apport positif ou neutre sur l'estimation des **quantités de précipitations**
- un apport positif sur l'estimation du **gradient de précipitations** en fonction de l'altitude




Article en préparation.



Perspectives

- **Autres cas** d'étude
 - Meilleure prise en compte de la **topographie** dans la recherche de profils (orientation de la pente).
 - Réduction de l'étendue du domaine de recherche pour une meilleure considération des **différences inter- et intra-massifs**.
 - Evaluation de la dépendance aux **performances du modèle** dans les secteurs fortement masqués
 - Utilisation de plusieurs radars (**mosaïquage**)
- **Optimisation**



Merci de votre
attention.