

Evaluation de la paramétrisation de la microphysique des précipitations dans le modèle WRF à l'aide des radars multifréquences du site SGP de ARM

*Céline Planche⁽¹⁾, Frédéric Tridon⁽²⁾, Sandra Banson⁽¹⁾, Gregory Thompson⁽³⁾,
Kamil Mroz⁽²⁾, Alessandro Battaglia⁽²⁾, Marie Monier⁽¹⁾, Joel van Baelen⁽¹⁾,
Wolfram Wobrock⁽¹⁾*

¹ *Université Clermont Auvergne, Laboratoire de Météorologie Physique, UMR-CNRS 6016, Clermont-Fd, France*

² *Earth Observation Science, Department of Physics and Astronomy, University of Leicester, Leicester, UK*

³ *Research Applications Laboratory, National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO, USA*

Pourquoi étudier les précipitations?

- A l'échelle régionale → pour mieux prévoir (inondations, sécheresse, bassin versant...)
- A l'échelle climatique → mieux quantifier l'impact des précipitations sur le bilan radiatif de l'atmosphère
- Dans ce cadre, bien comprendre l'évaporation des précipitations → mieux quantifier la masse d'eau qui tombe aux sol
- Pour mieux comprendre les processus microphysiques des précipitations : évaporation, breakup, collection... → Etude du profil de la granulométrie des gouttes de pluie (DSD)



Courtesy of NASA's Goddard Space Flight Center

Pourquoi étudier les précipitations?

- A l'échelle régionale → pour mieux prévoir (inondations, sécheresse, bassin versant...)
- A l'échelle climatique → mieux quantifier l'impact des précipitations sur le bilan radiatif de l'atmosphère
- Dans ce cadre, bien comprendre l'évaporation des précipitations → mieux quantifier la masse d'eau qui tombe aux sol
- Pour mieux comprendre les processus microphysiques des précipitations : évaporation, breakup, collection... → Etude du profil de la granulométrie des gouttes de pluie (DSD)



Courtesy of NASA's Goddard Space Flight Center

Objectif : Evaluer la représentation de la DSD dans les modèles à méso-échelles à l'aide des observations

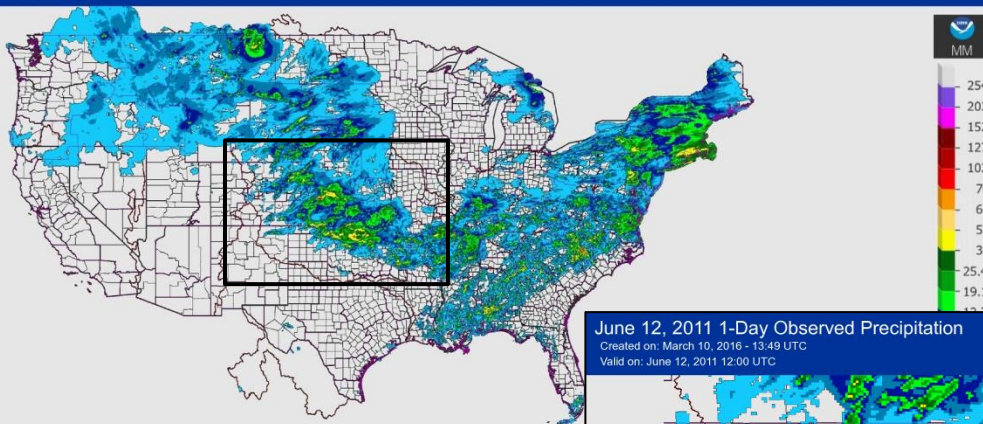


Cas d'une ligne de grains – 12 juin 2011 (Oklahoma)

June 12, 2011 1-Day Observed Precipitation

Created on: March 09, 2016 - 16:42 UTC

Valid on: June 12, 2011 12:00 UTC

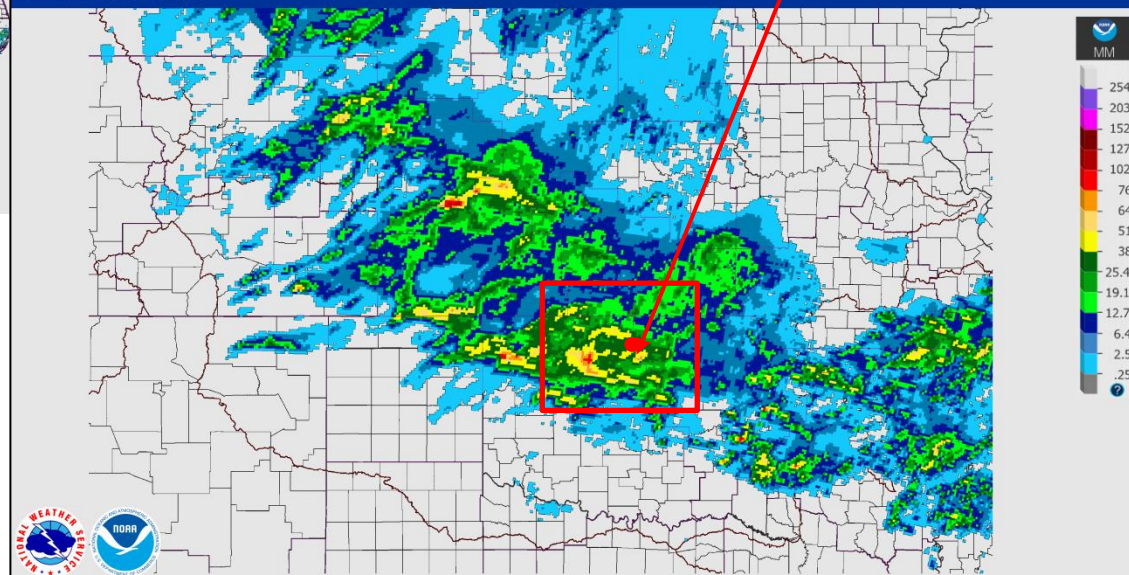


Site South Great Plains (SGP)
de ARM

June 12, 2011 1-Day Observed Precipitation

Created on: March 10, 2016 - 13:49 UTC

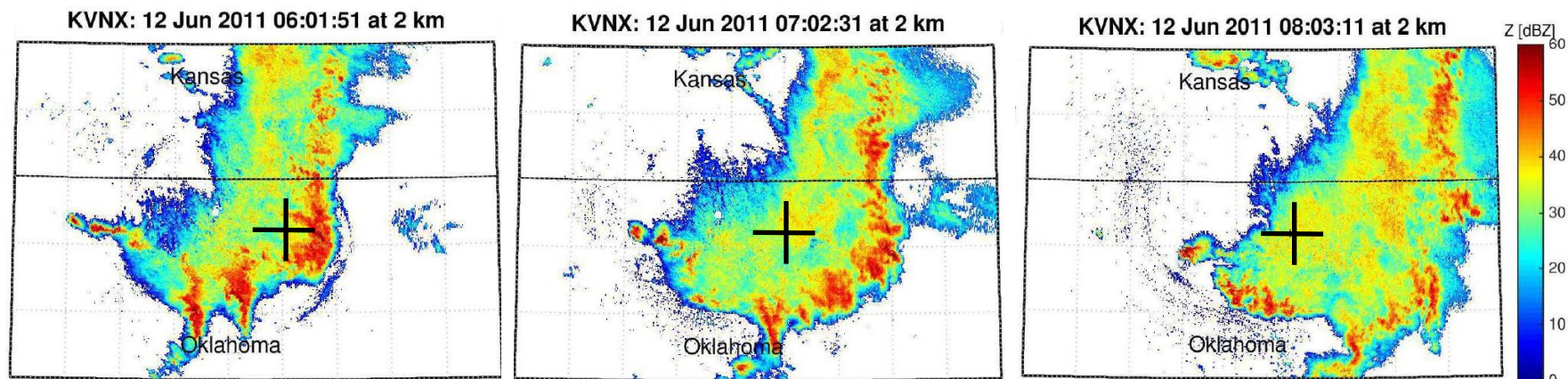
Valid on: June 12, 2011 12:00 UTC



Cumul de pluie issu des
observations radars du réseau
national américain (NEXRAD)



Cas d'une ligne de grains – 12 juin 2011 (Oklahoma)



Réfectivités radars
en bande S
au site SGP ARM

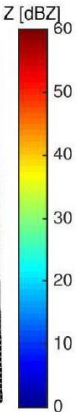
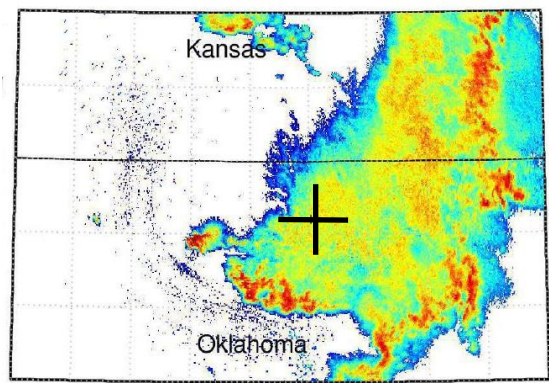
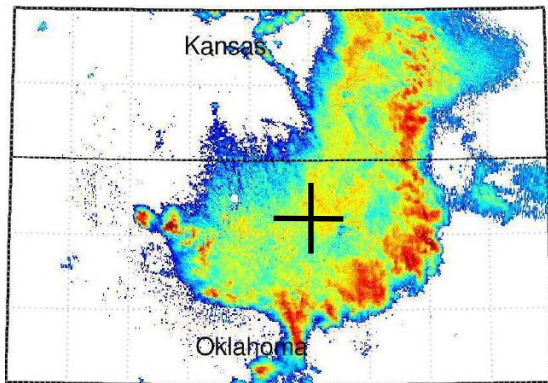
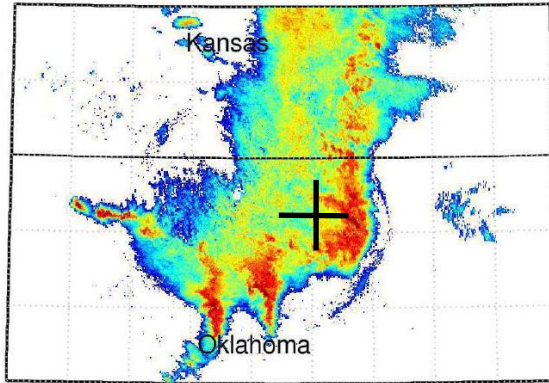


Cas d'une ligne de grains – 12 juin 2011 (Oklahoma)

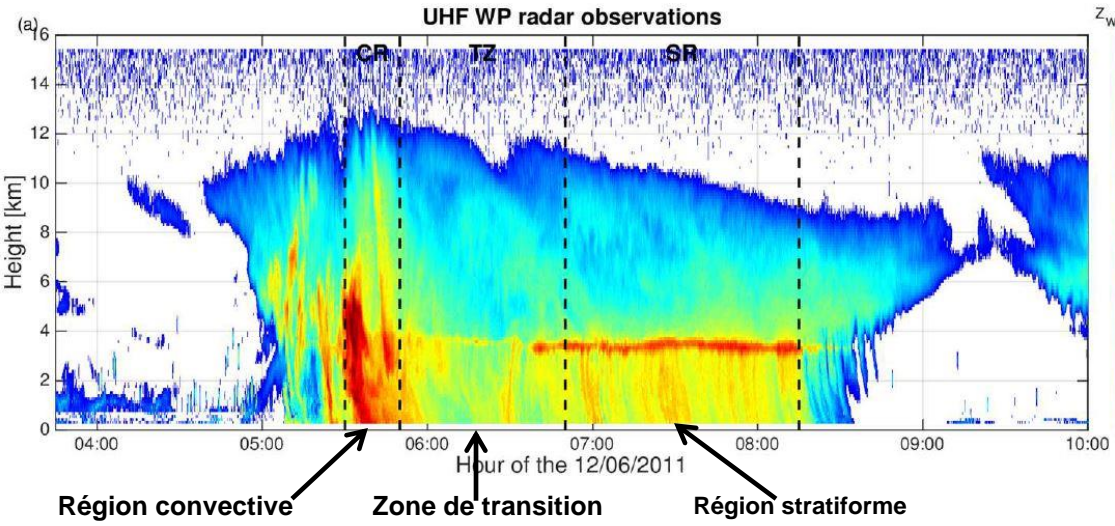
KVNX: 12 Jun 2011 06:01:51 at 2 km

KVNX: 12 Jun 2011 07:02:31 at 2 km

KVNX: 12 Jun 2011 08:03:11 at 2 km



Réfectivités radars
en bande S et UHF
au site SGP ARM



Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM

ARM Southern Great Plains (SGP)



Radars nuage de 35 et 94 GHz
(K_a and W-band) colocalisés et à
visée verticale

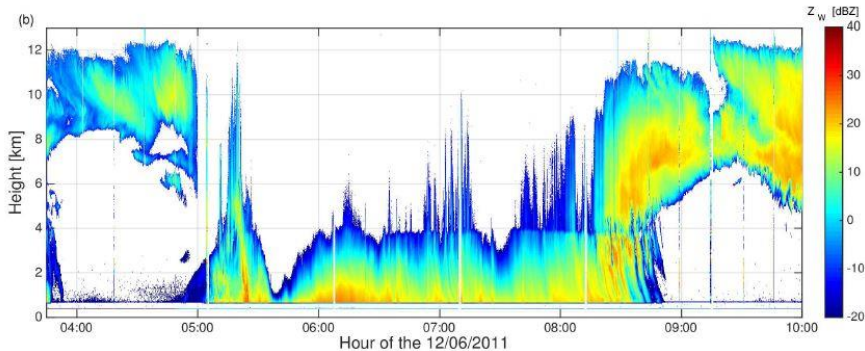
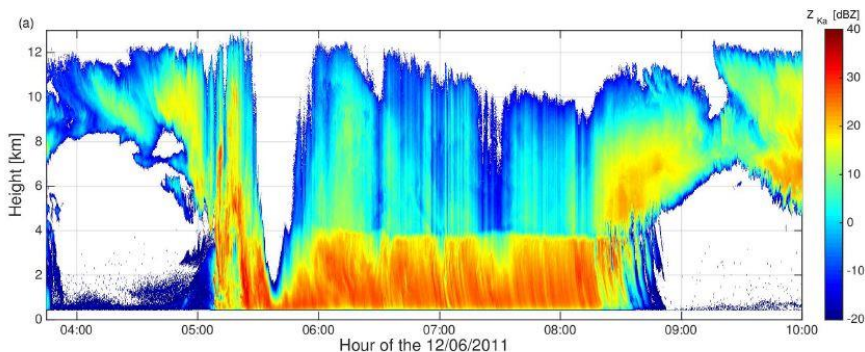


Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM

ARM Southern Great Plains (SGP)



Radars nuage de 35 et 94 GHz
(K_a and W-band) colocalisés et à
visée verticale



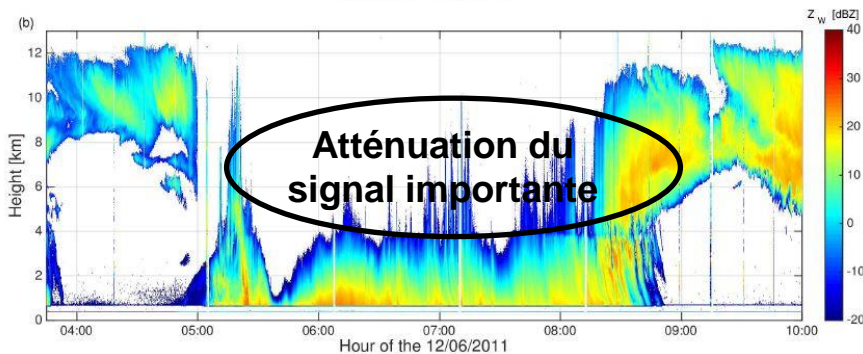
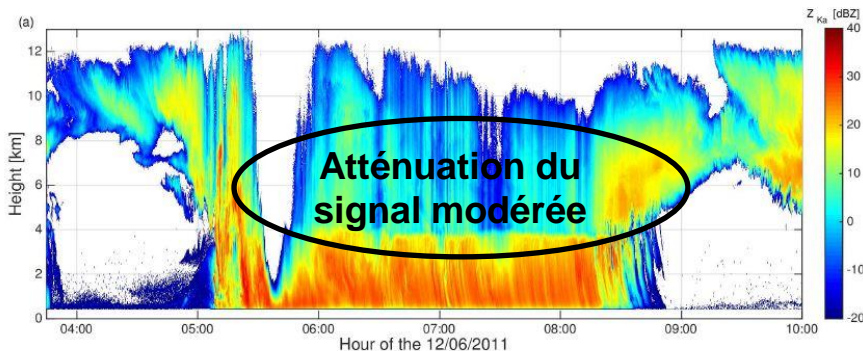
Réflectivité radar Z:
 Z_{K_a} & Z_W

Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM

ARM Southern Great Plains (SGP)



Radars nuage de 35 et 94 GHz
(K_a and W -band) colocalisés et à
visée verticale



Réflectivité radar Z:
 Z_{K_a} & Z_W

Att. différentielle:
 ΔA

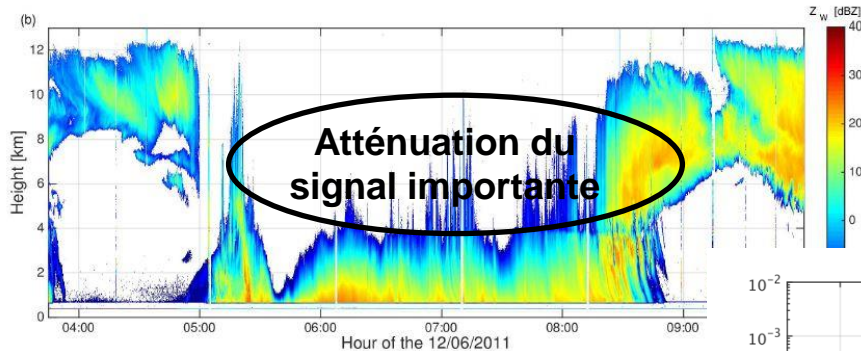
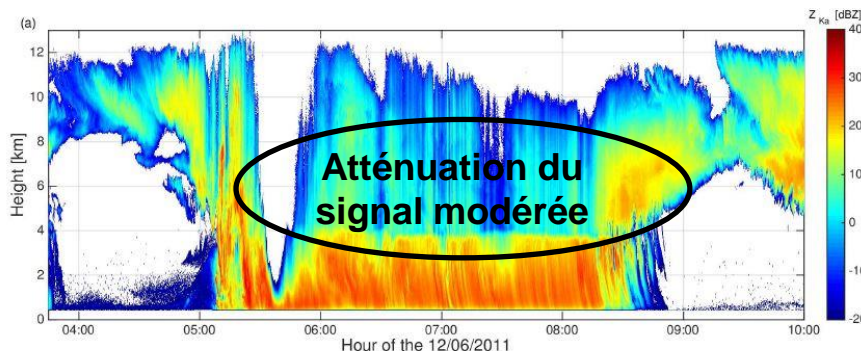


Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM

ARM Southern Great Plains (SGP)



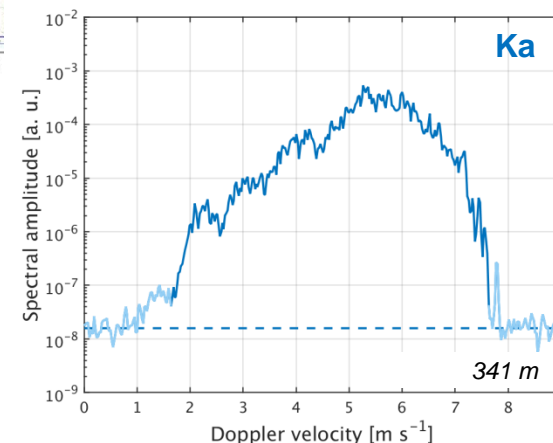
Radars nuage de 35 et 94 GHz
(K_a and W -band) colocalisés et à
visée verticale



Réflectivité radar Z:
 Z_{Ka} & Z_W

Att. différentielle:
 ΔA

Spectre Doppler:
 Dv_{Ka} & Dv_W



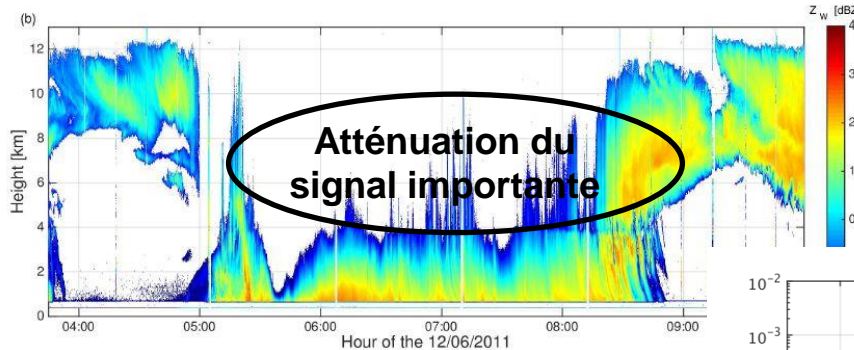
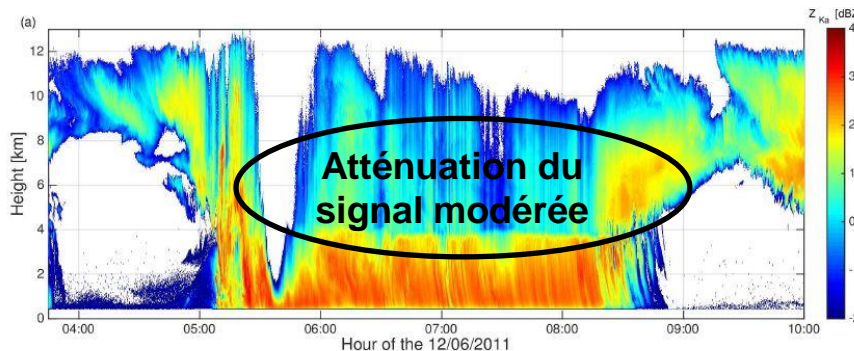


Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM

ARM Southern Great Plains (SGP)



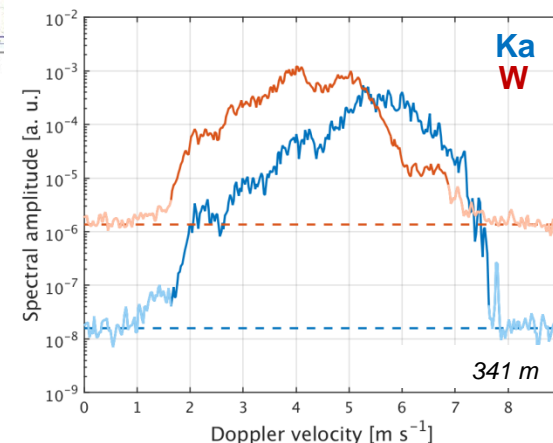
Radars nuage de 35 et 94 GHz
(K_a and W -band) colocalisés et à
visée verticale



Réflectivité radar Z:
 Z_{Ka} & Z_W

Att. différentielle:
 ΔA

Spectre Doppler:
 Dv_{Ka} & Dv_W

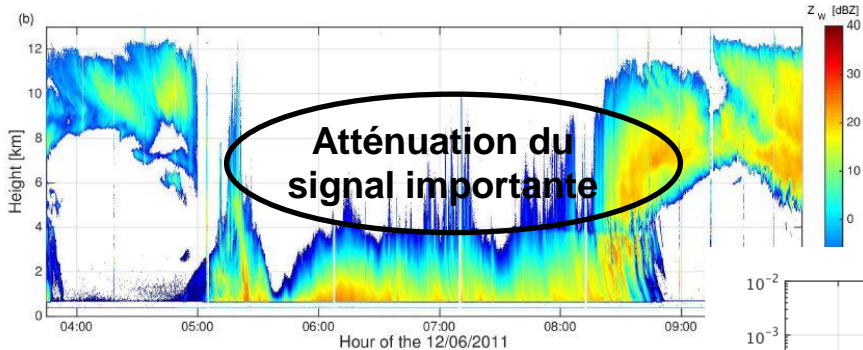
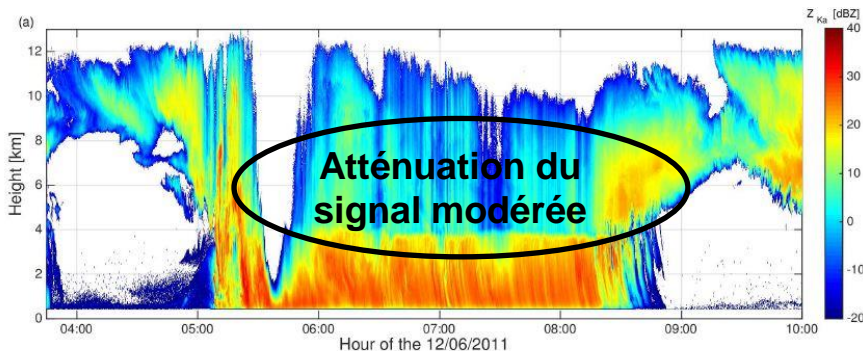


Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM

ARM Southern Great Plains (SGP)



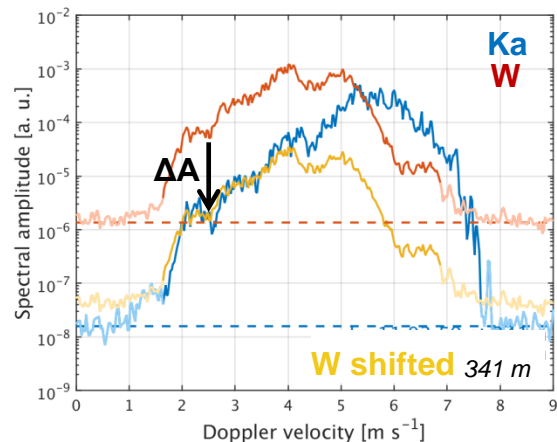
Radars nuage de 35 et 94 GHz (K_a and W-band) colocalisés et à visée verticale



Réflectivité radar Z:
 Z_{K_a} & Z_W

Att. différentielle:
 ΔA

Spectre Doppler:
 Dv_{K_a} & Dv_W



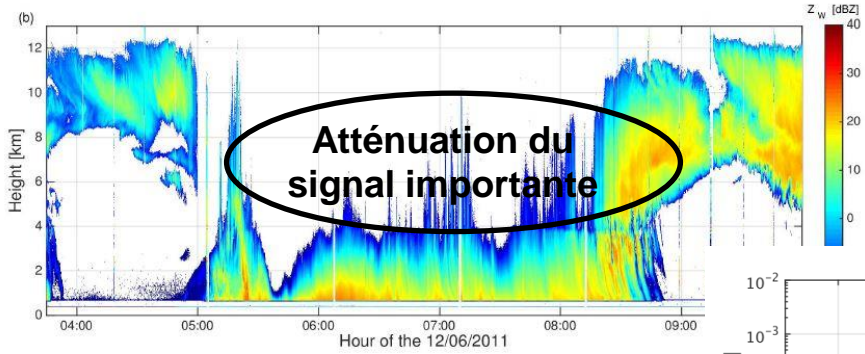
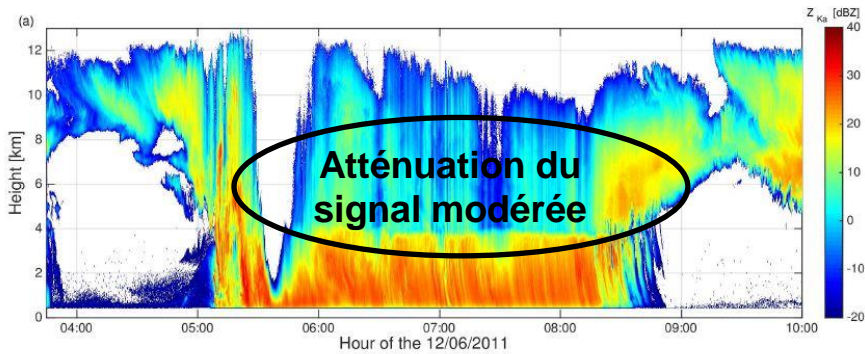


Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM

ARM Southern Great Plains (SGP)



Radars nuage de 35 et 94 GHz (K_a and W-band) colocalisés et à visée verticale

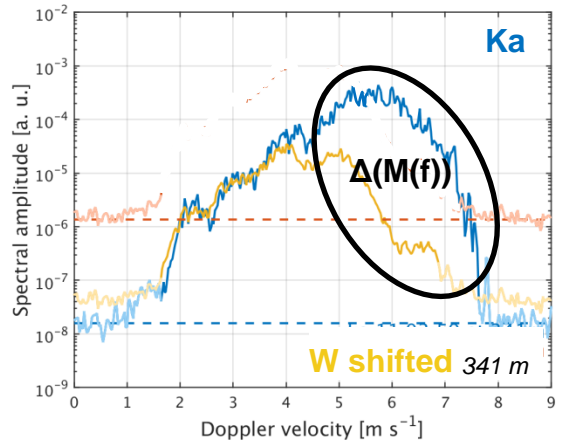


Réflectivité radar Z:
 Z_{K_a} & Z_W

Att. différentielle:
 ΔA

Spectre Doppler:
 Dv_{K_a} & Dv_W

Diff. rétrodiffusion:
 $\Delta (Mie(f))$



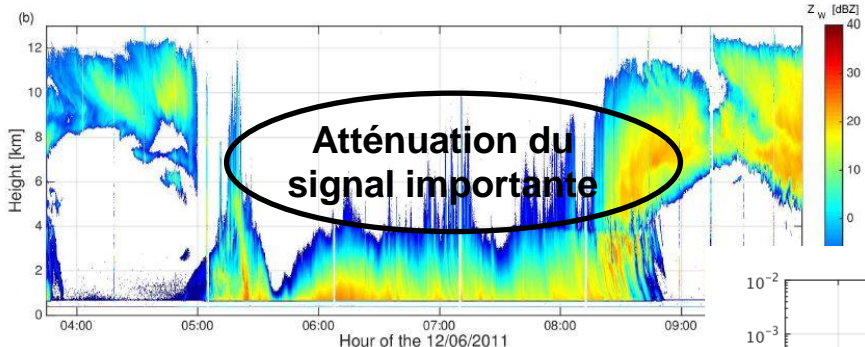
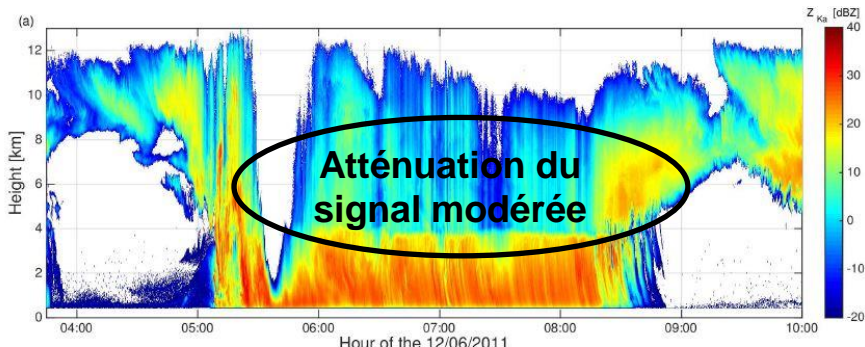


Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM

ARM Southern Great Plains (SGP)



Radars nuage de 35 et 94 GHz (K_a and W-band) colocalisés et à visée verticale



+ méthode variationnelle

→ représentation de la distribution en taille des gouttes (DSD) par classe de taille et à haute résolution

Réflectivité radar Z:

$$Z_{K_a} \text{ \& \ } Z_W$$

Att. différentielle:

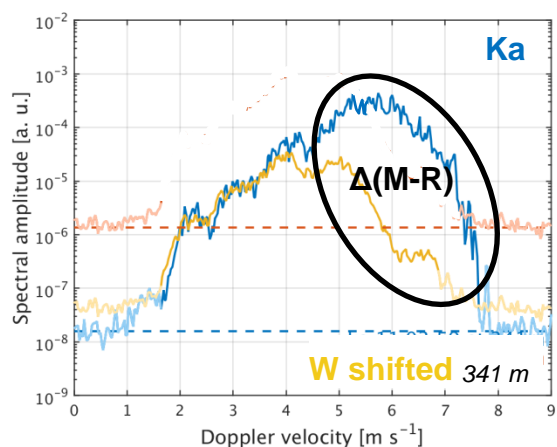
$$\Delta A$$

Spectre Doppler:

$$Dv_{K_a} \text{ \& \ } Dv_W$$

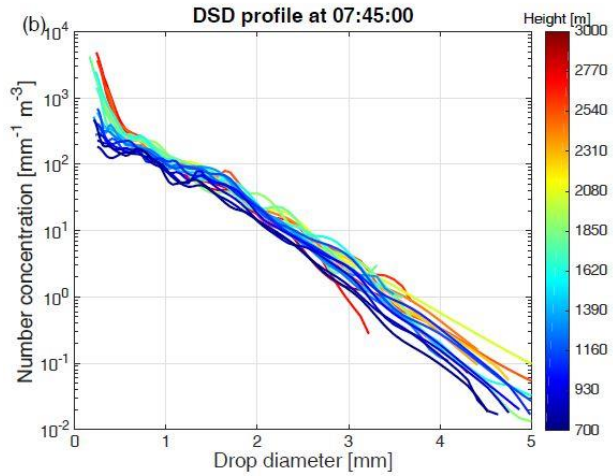
Diff. rétrodiffusion:

$$\Delta (\text{Mie}(f))$$



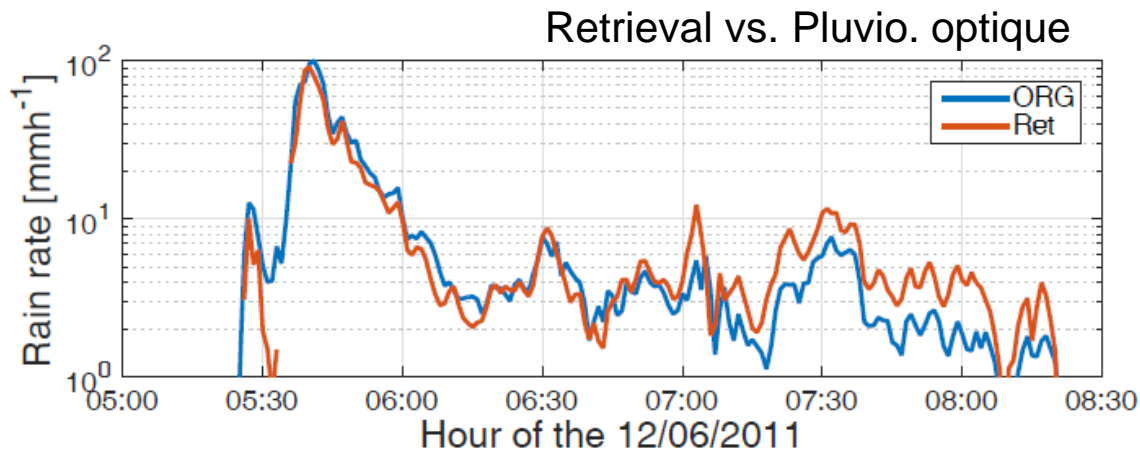
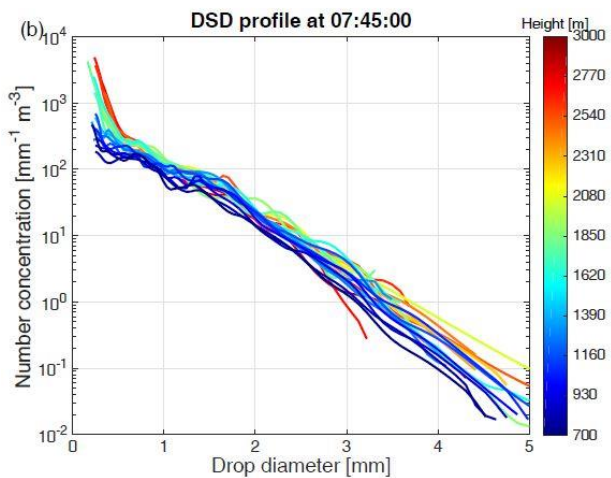


Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM



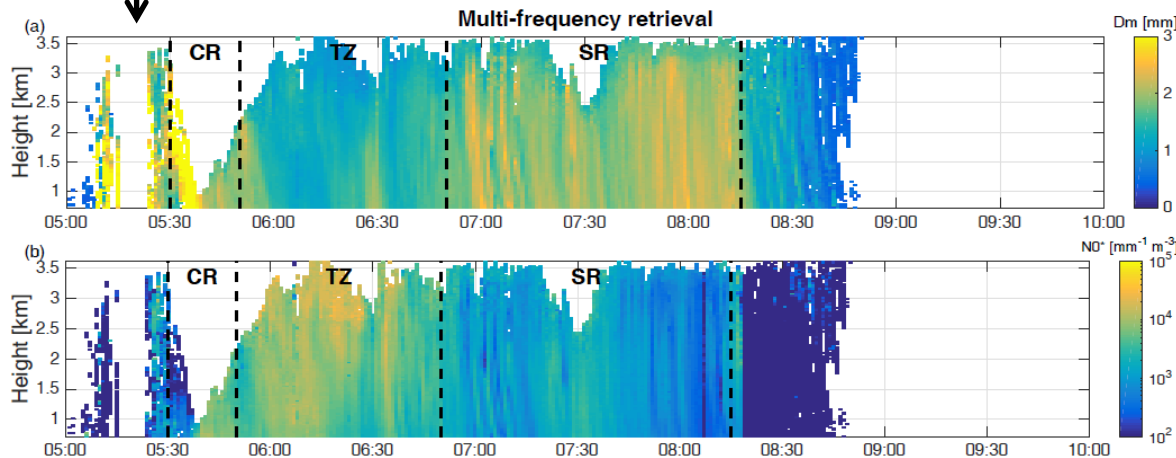
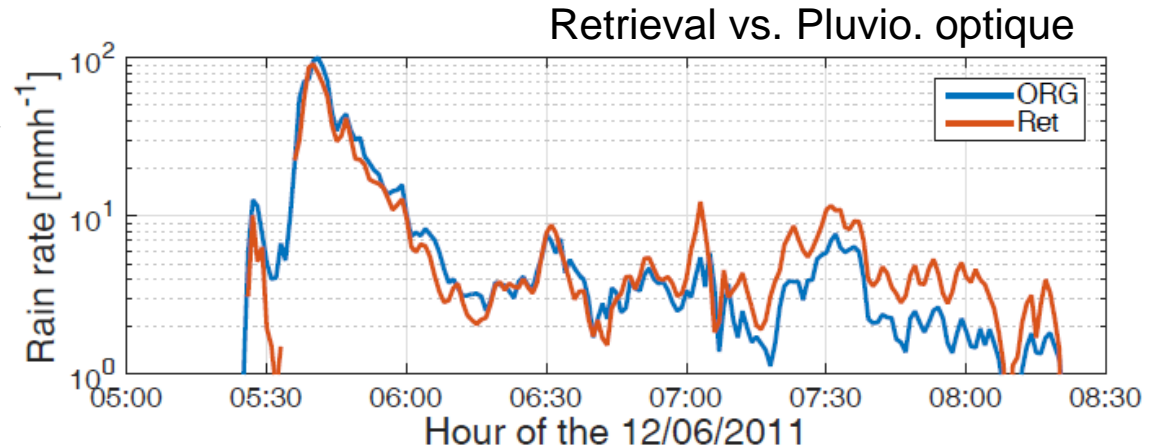
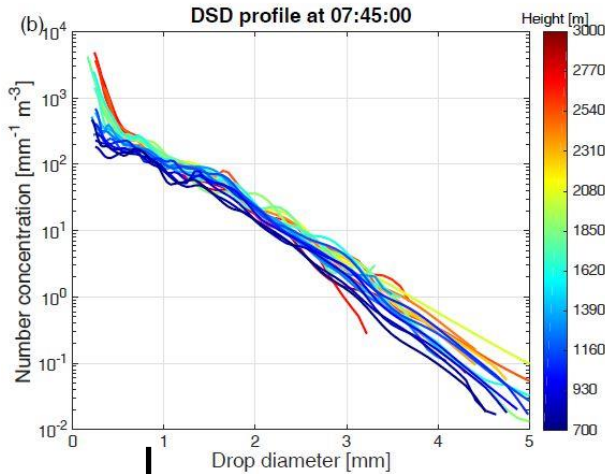


Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM





Observations radars multifréquences depuis le site SGP ARM



Paramètres de concentration NO^* et de taille D_m homogènes selon les périodes de la ligne de grains

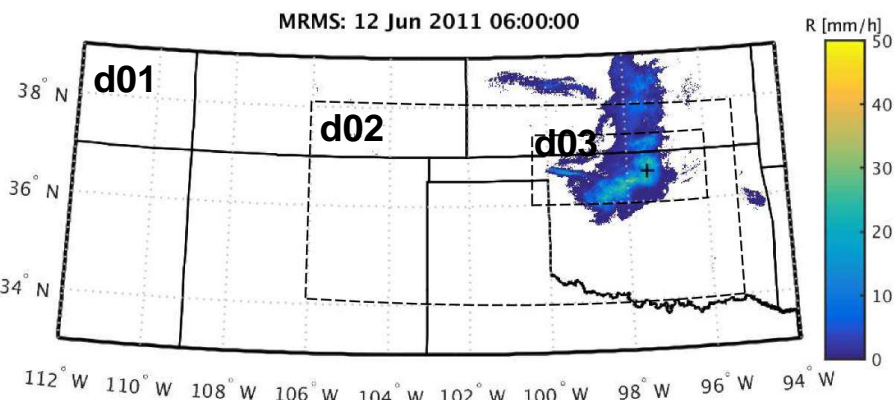
→ Comparaisons possibles avec résultats de modélisation



Modélisation : Set-up



THE WEATHER RESEARCH & FORECASTING MODEL



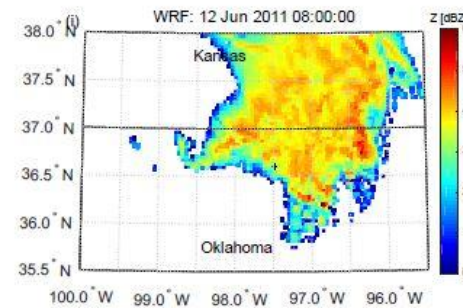
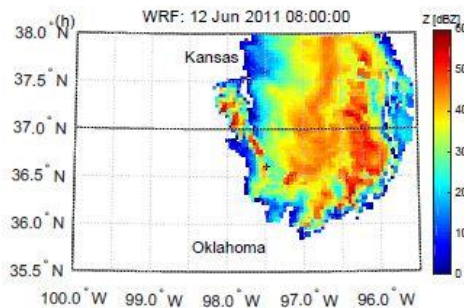
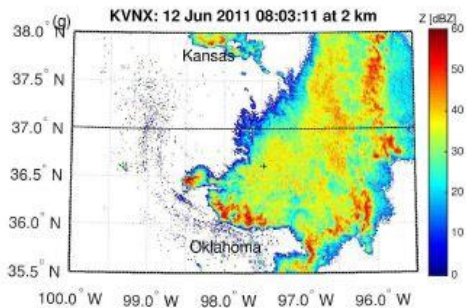
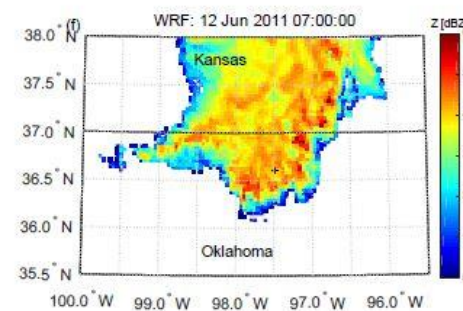
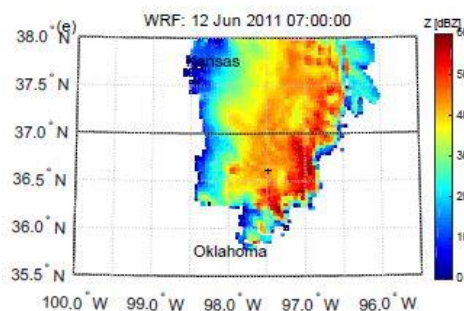
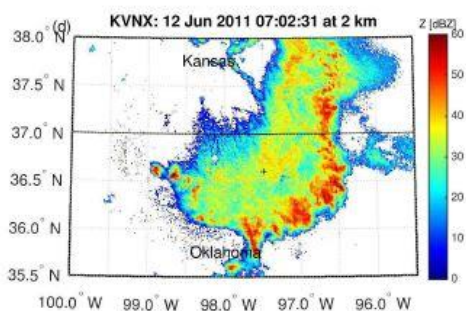
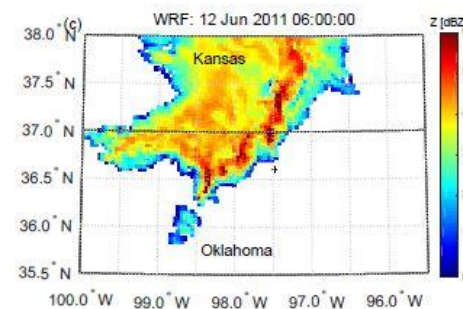
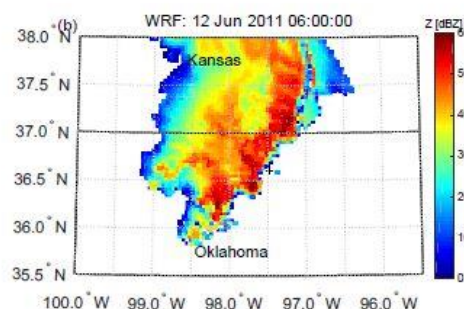
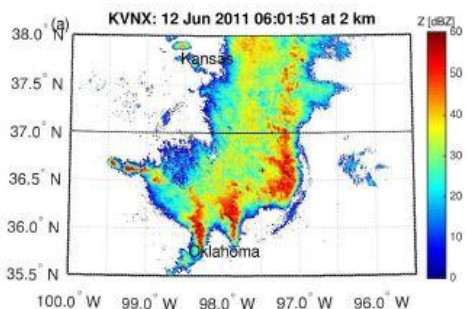
- Simulation **WRF** de 36 heures
- Initialisation : réanalyses ERA Interim de l'ECMWF du 11 juin à 00:00 UTC
- 3 domaines imbriqués :
 - d01: 136 x 50 pts & $\Delta x = \Delta y = 12$ km
 - d02: 252 x 114 pts & $\Delta x = \Delta y = 4$ km
 - d03: 384 x 152 pts & $\Delta x = \Delta y = 1$ km
- Grille verticale : 72 lvl & $\Delta z \approx 250$ m

- Microphysique paramétrée utilisée :
 - (1) *Thompson et al. (2008)*
 - (2) *Morrison et al. (2009)*

Schéma de Thompson	Schéma de Morrison
Q_c, Q_r, Q_i, Q_s, Q_g	$Q_c, Q_r, Q_i, Q_s, \underline{Q_g}$
N_r, N_i	$N_r, N_i, N_s, \underline{N_g}$



Modélisation vs. Observations



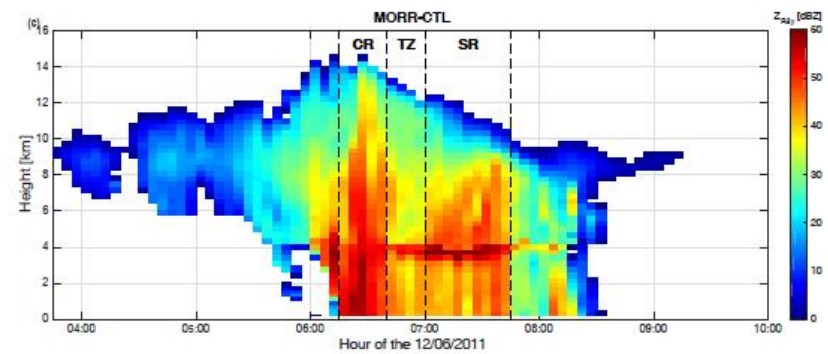
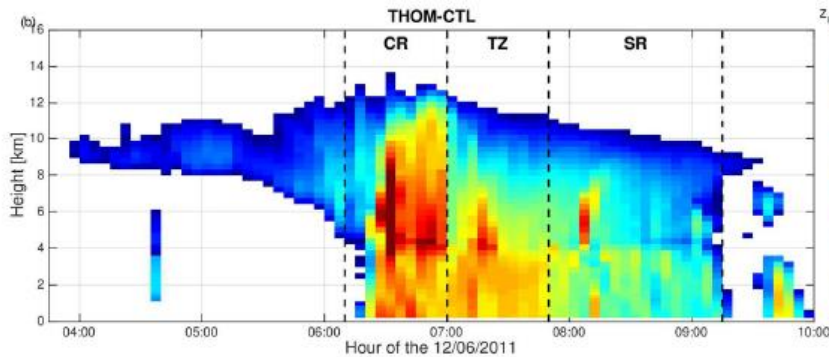
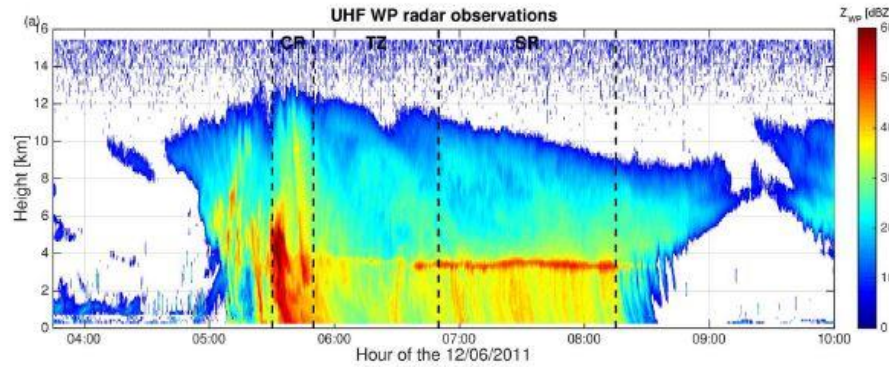
Obs.

Morrison

Thompson

- dBZ plus intenses dans Morrison
- TZ peu marquée dans Morrison
- Mais évolution temporelle et spatiale simulées raisonnables

Modélisation vs. Observations

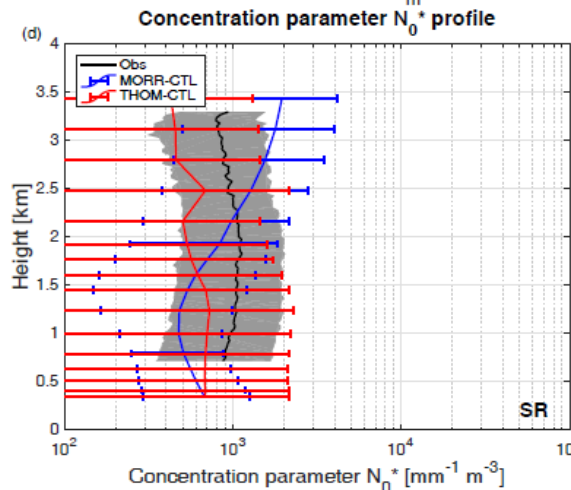
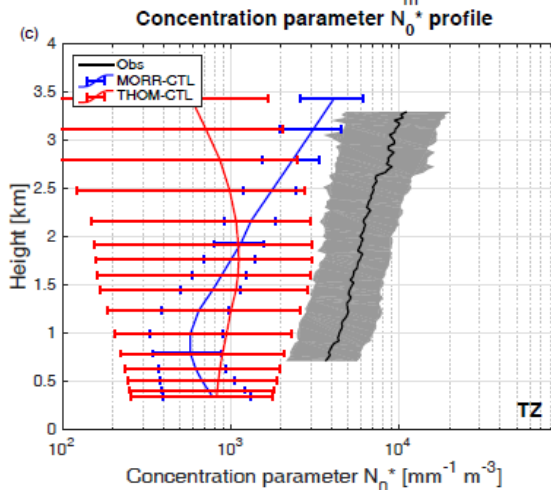
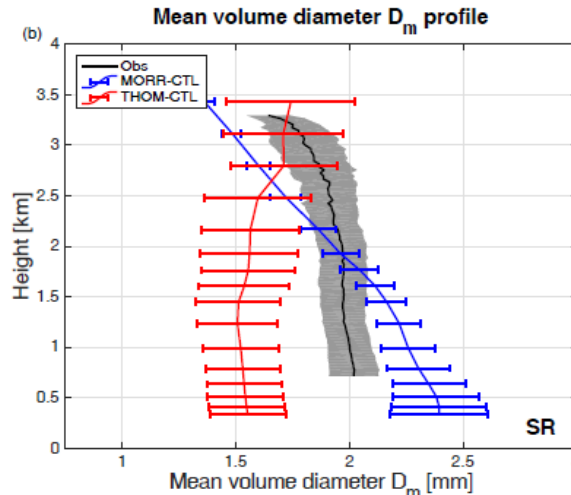
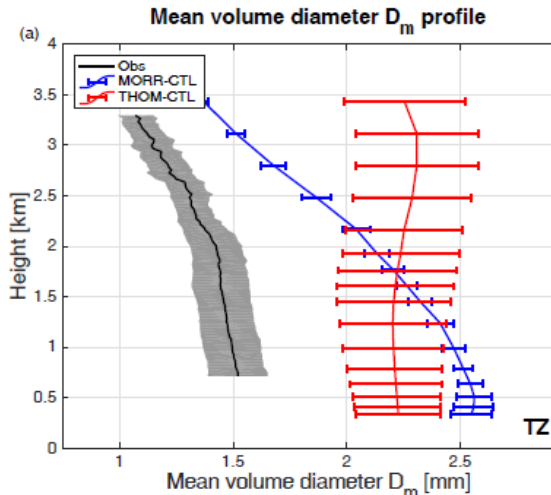


- Structure verticale similaire entre observations et simulations

→ Au niveau microphysique ?



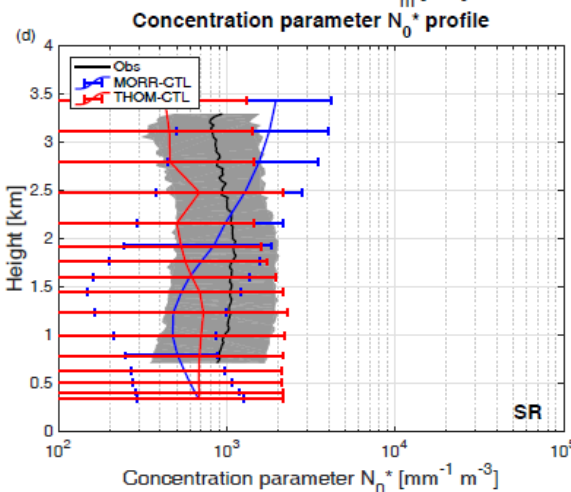
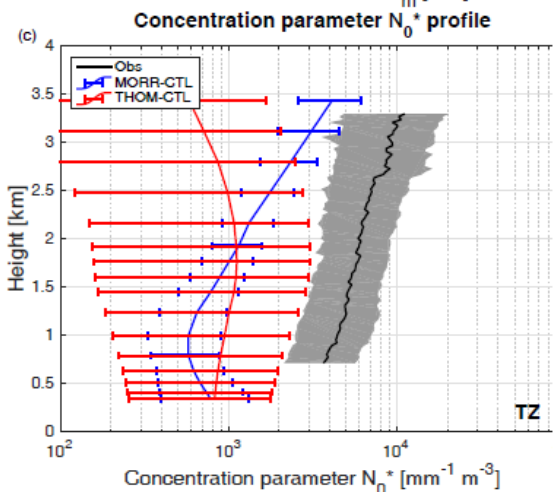
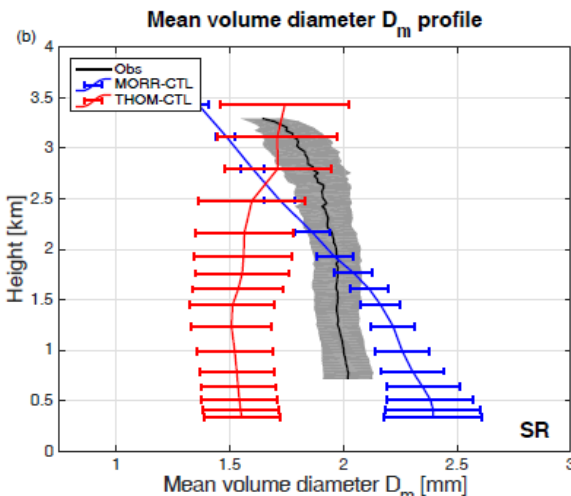
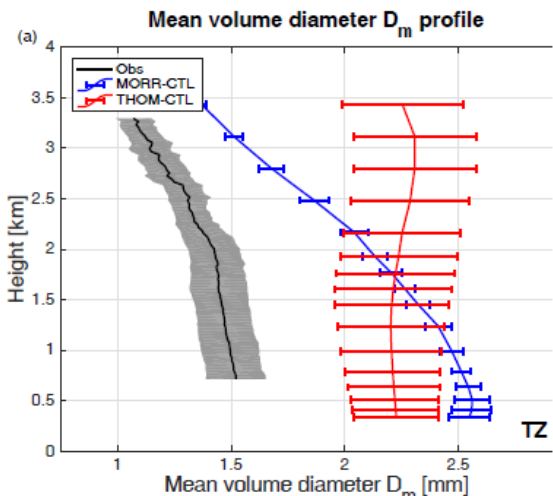
Modélisations vs. Observations : D_m et N_0^* moyen



- Différence des propriétés de la pluie sous la zone de fonte
- Paramètres microphysiques de la pluie non reproduits pour la zone de transition
- Gradient vertical de D_m et N_0^* obtenus avec Morrison non visible dans observations

Modélisations vs. Observations : D_m et N_0^* moyen

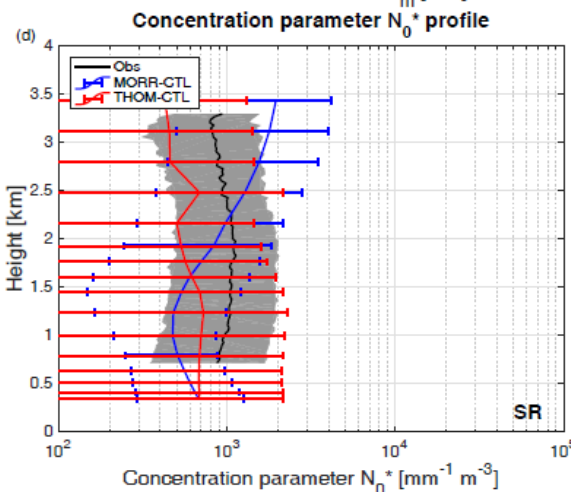
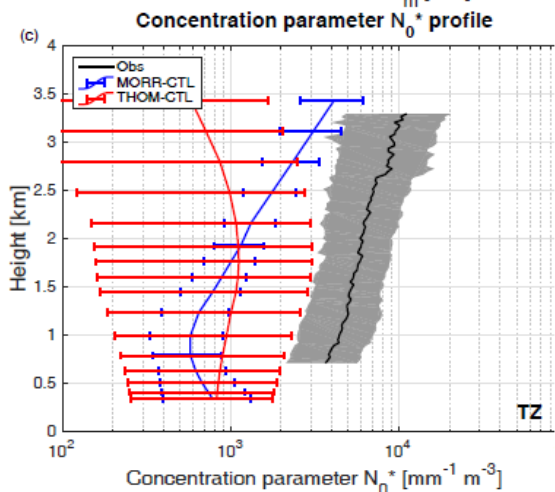
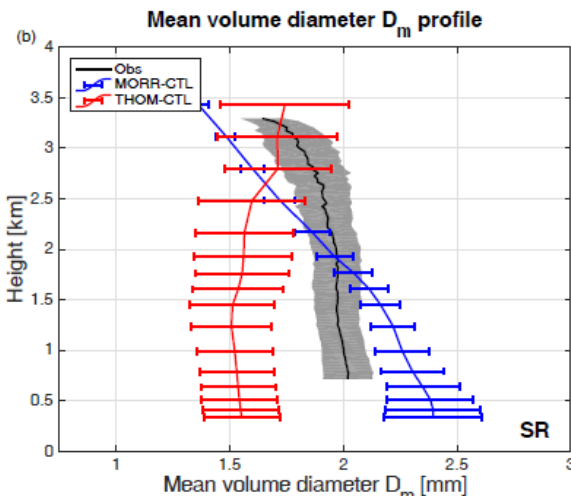
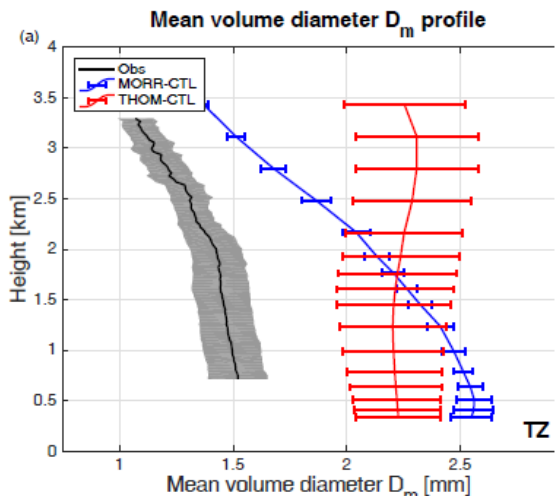
+ étude de sensibilité



- Différence des propriétés de la pluie sous la zone de fonte
 - Rôle de la phase glace
 - Rôle du processus de fonte
- Paramètres microphysiques de la pluie non reproduits pour la zone de transition
- Gradient vertical de D_m et N_0^* obtenus avec Morrison non visible dans observations
 - Rôle du processus de breakup

Modélisations vs. Observations : D_m et N_0^* moyen

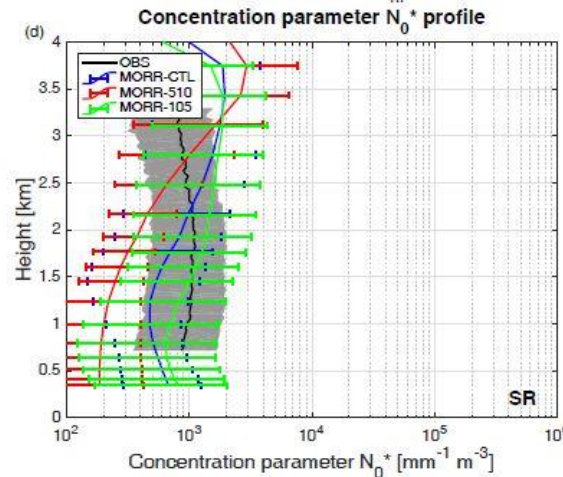
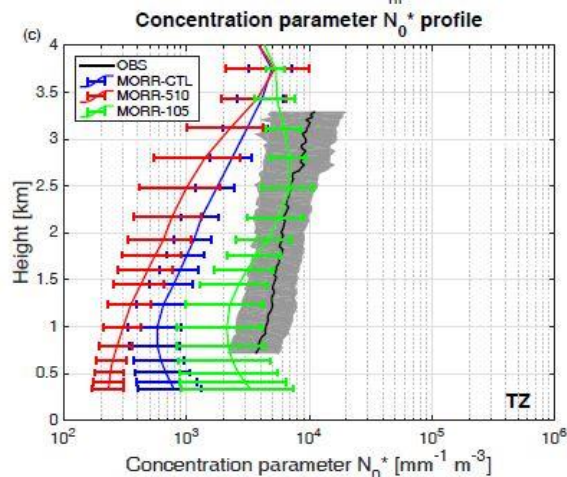
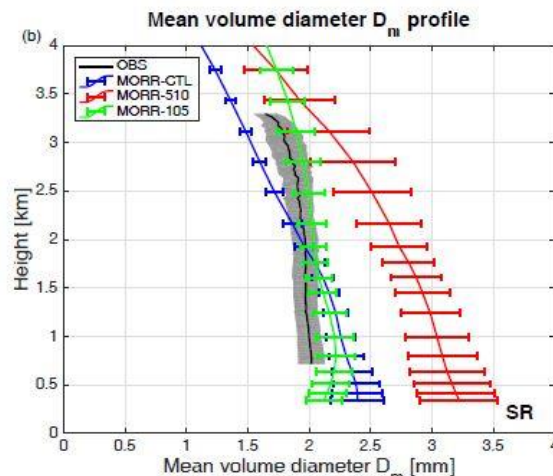
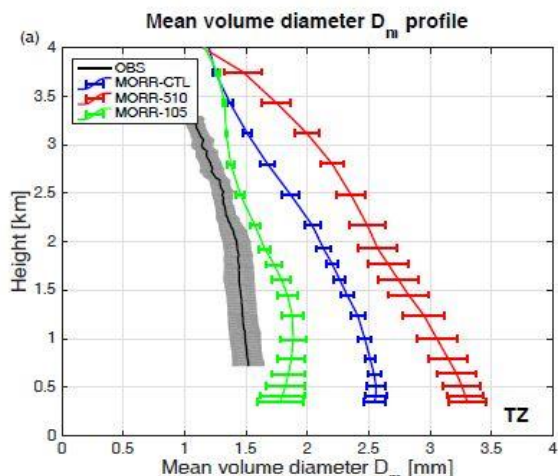
+ études de sensibilité



- Différence des propriétés de la pluie sous la zone de fonte
 - Rôle de la phase glace
 - Rôle du processus de fonte
- Paramètres microphysiques de la pluie non reproduits pour la zone de transition
- Gradient vertical de D_m et N_0^* obtenus avec Morrison non visible dans observations
 - Rôle du processus de breakup



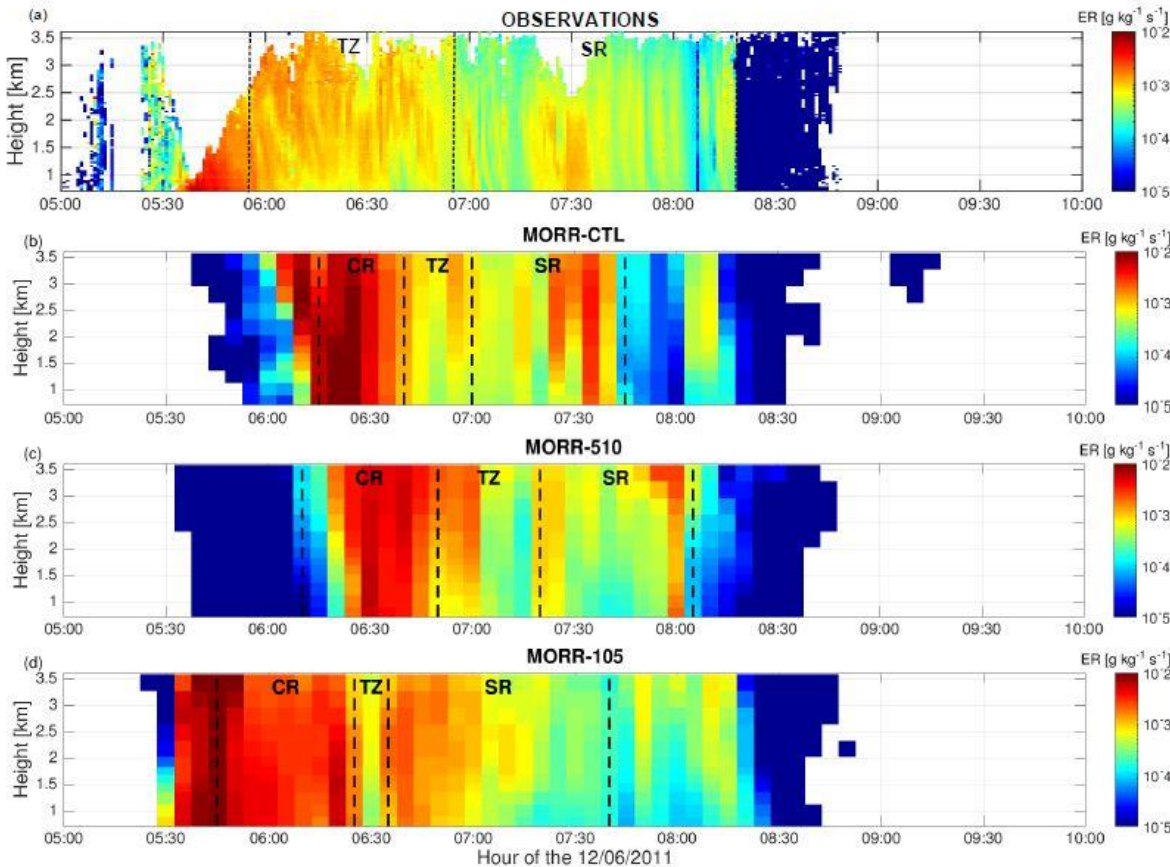
Etude de sensibilité sur le processus de break-up



— Processus de break-up moins efficace
— Processus de break-up plus efficace

- Simulations plus proches des obs. lorsque processus de break-up plus efficace
→ généralisable ?
- Gradient vertical simulé de D_m et N_0^* non visible dans obs.
→ artefact numérique lors de la sédimentation dû à la représentation à 2-moments

Impact des biais de la DSD simulée sur l'évaporation



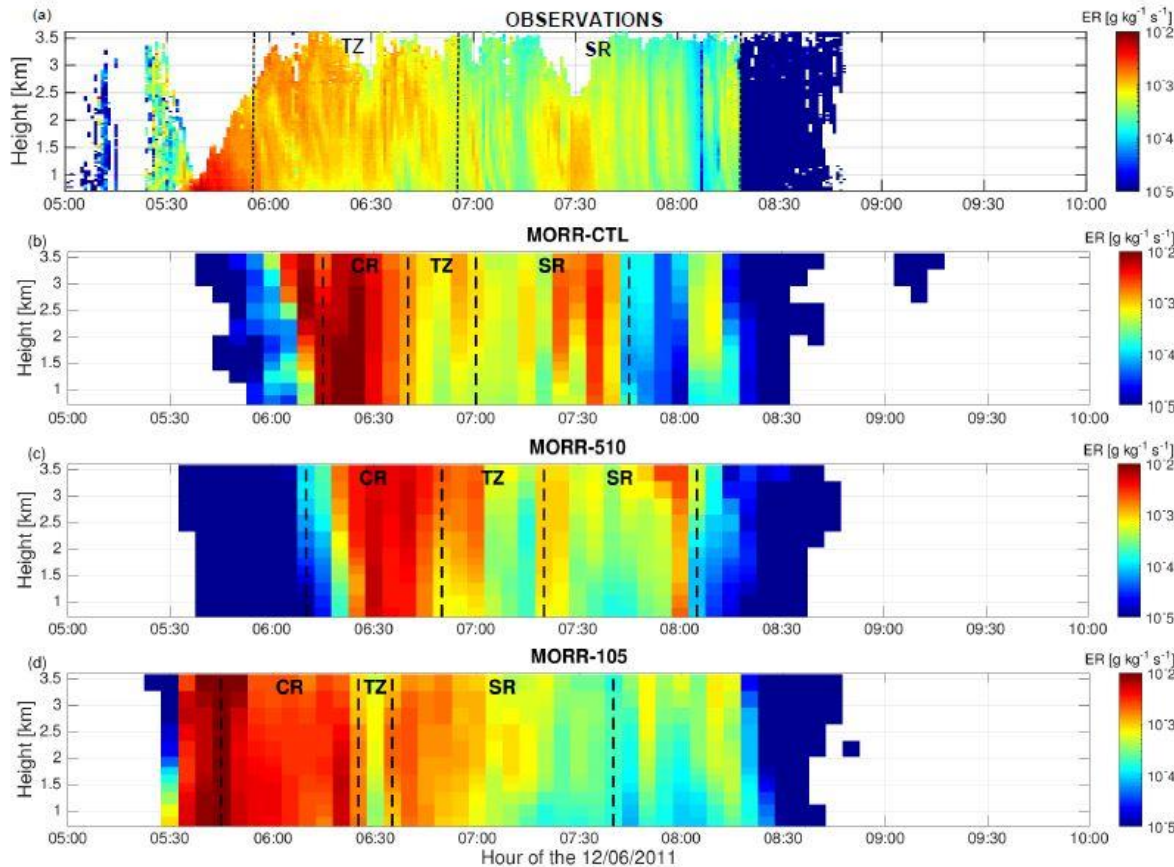
RH fixée à 50%

$$ER = \left| \frac{2\pi\rho_w \int_0^{D_{max}} \frac{DN(D)}{F_k + F_D} dD}{\rho_{air}} (S - 1) \right|$$

- Taux d'évaporation (ER) très variable



Impact des biais de la DSD simulée sur l'évaporation



RH fixée à 50%

$$ER = \left| \frac{2\pi\rho_w \int_0^{D_{max}} \frac{DN(D)}{F_k + F_D} dD}{\rho_{air}} (S - 1) \right|$$

- Taux d'évaporation (ER) très variable

→ Rôle sur la poche froide et sur la dynamique du système ?

Conclusions

- Une efficacité plus importante du processus de breakup permet d'obtenir des paramètres de DSD plus proches des observations
- Présence d'artéfact numérique lors de la sédimentation dans les schémas microphysiques bulk à 2-moments
- Les biais existant dans la représentation de la DSD impliquent de fortes variations dans le taux d'évaporation des précipitations

Conclusions et perspectives

- Une efficacité plus importante du processus de breakup permet d'obtenir des paramètres de DSD plus proches des observations
 - *Conclusion à confirmer sur d'autres cas d'étude*
- Présence d'artéfact numérique lors de la sédimentation dans les schémas microphysiques bulk à 2-moments
 - *Utilisation d'un schéma microphysique à 3 moments pour diminuer cet artefact ou une microphysique détaillée*
- Les biais existant dans la représentation de la DSD impliquent de fortes variations dans le taux d'évaporation des précipitations
 - *Quels impacts sur les propriétés des poches froides, de la flottabilité atmosphérique et de la dynamique des systèmes précipitants*
 - *Evaluation de la représentation des précipitations dans d'autres modèles de méso-échelle : Méso-NH et Arome.*