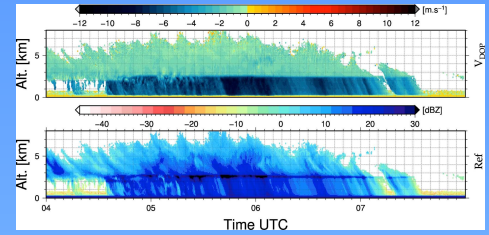




# Propriétés microphysiques des nuages par inversion des observations radars

Yvon Lemaître, N. Pauwels, C. Le Gac



## OBJECTIFS

- Documentation des processus dynamiques, microphysiques (phase liquide et glace) et radiatifs liés aux nuages et de leur impact énergétique (Q1, Q2) et radiatifs
- Climatologie et variabilités de la couverture nuageuse et des propriétés microphysiques des nuages
- Validation des observations spatiales
- Amélioration de la représentation des nuages glacés dans les CRMs et GCM
- Propriétés statistiques et descente d'échelle

## Paramètres RESTITUEES

- Réflectivité  $Z_{dBZ} = 10 \cdot \log_{10} Z$
- Vitesse Doppler  $V_d$
- Largeur spectre (variance)  $\sigma_d$
- Coefficient de dissymétrie  $S_d$  (skewness)
- Spectre Doppler  $Z(V_d)$
- Distribution en taille des hydrométéores  $N(D)$  liquides ou glacés (PSD/DSD)
- Vitesse de sédimentation  $V_t$
- Vitesse verticale de l'air  $W$
- Nombre total d'hydrométéores  $N_t = \int N(D) \cdot dD$
- Contenu en eau ou glace  $M = \frac{\pi \rho}{6} \int N(D) \cdot D^3 \cdot dD$
- Taux de précipitation  $R = \frac{\pi}{6} \int V_t(D) \cdot N(D) \cdot D^3 \cdot dD$
- Diamètre médian  $D_m$ , moyen, équivalent, effectif
- Section efficace d'Extinction optique  $S = \frac{\pi}{4} \int N(D) \cdot D^2 \cdot dD$
- Type d'hydrométéore
- Altitude de l'eau surfondue.
- Processus microphysiques

## Méthodes d'inversion du signal radar

- Ajustement sur spectre Doppler **HYSDIVARME-FFT (Etude de cas)** (prise en compte de différents types de distribution (Exponentielle, Gamma, ..) avec éventuellement un mélange d'hydrométéores
- Autocorrélation sur séries temporelles **HYSDIVARME-PP (Climatologie)**

## Exemple de règles d'identification de processus microphysiques

- Selon une altitude décroissante (en suivant l'hydrométéore dans sa chute):
- Nombre de petites particules  $\nearrow$  si  $N_0 \nearrow \lambda \nearrow D_m \searrow$
  - Evaporation si  $D_m \nearrow M \searrow$  et  $Z$  constant
  - Coalescence/Agrégation si  $D_m \nearrow M$  constant et  $Z \nearrow$
  - Breakup si  $D_m \searrow M$  constant et  $Z \searrow$
  - Fonte/Evaporation si  $D_m \searrow M \searrow Z \searrow$

## Exemple d'application au cas du 16 septembre 2016

Entre 5 km et 3.5 km:

$N_0 \searrow \lambda \searrow \rightarrow$  grosses particules  $\nearrow$  et  $D_m \nearrow M$  constant  $Z \nearrow \rightarrow$  Agrégation

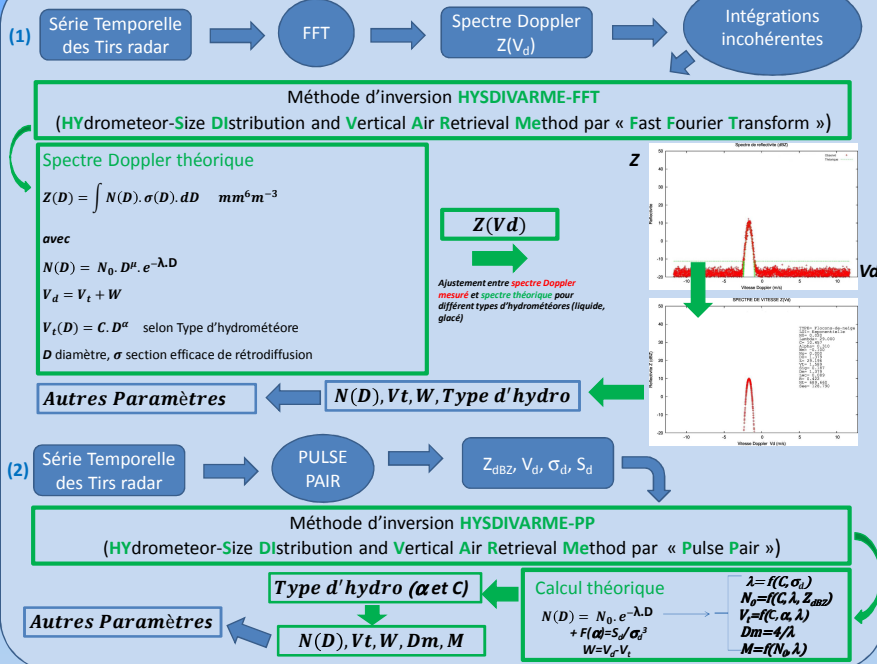
Entre 1km et 300m:

$N_0 \nearrow \lambda \nearrow \rightarrow$  petites particules  $\nearrow$  et  $D_m \searrow M \nearrow Z \searrow \rightarrow$  Breakup/Collision

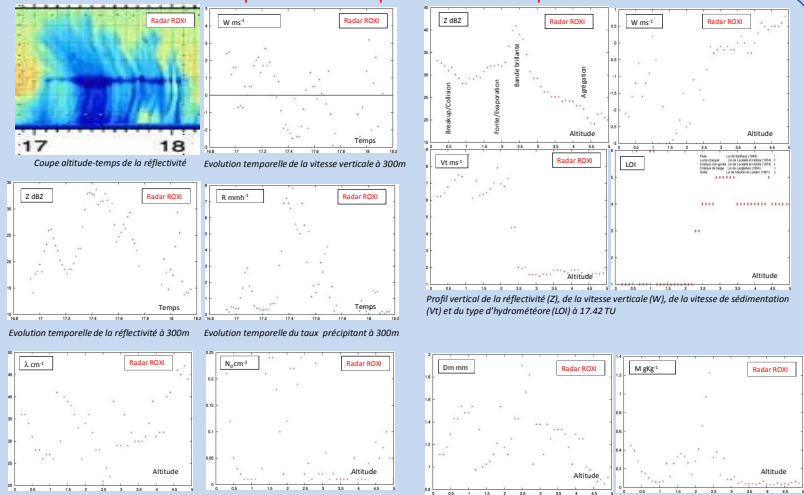
Au-dessous bande brillante (2.5km-1km):

$N_0 \nearrow \lambda \nearrow \rightarrow$  petites particules  $\nearrow$  et  $D_m \searrow M \searrow Z \searrow \rightarrow$  Fonte/Evaporation

## PRINCIPE: Méthodes HYSDIVARME-FFT (1) et HYSDIVARME-PP (2)



## Exemples de résultats pour le cas du 16 septembre 2016



Profil vertical de l'ordonnée à l'origine  $N_0$  et de la pente  $\lambda$  de la distribution en taille des hydrométéores, du contenu en eau/glace  $M$ , et du diamètre médian  $D_m$  à 17.42 TU