

ATMOS-Precip

Analyses/études en cours et perspectives scientifiques et algorithmiques

ENPC:

A. Gires, I. Paz, D. Schertzer, I. Tchiguirinskaia

LaMP:

S. Banson, JL. Baray, J. Van Baelen

LATMOS:

*L. Barthes, S. Bastin, A. Chazottes, J. Delanoë,
D. Dilmi, E. Jahangir, Y. Lemaître, C. Mallet,
A. Martini, N. Viltard*

LTHE:

G. Molinié

Météo-France/DSO :

R. Hallali, J. Parent du Chatelet

SIRTA:

JC. Dupont

+ [Equipes techniques](#)

Objectif:

- **Inter-comparer/valider** mesures des propriétés microphysiques des nuages précipitants (barres d'incertitudes, biais, limites de fonctionnement, avantages/désavantages)
- **Valider** techniques d'inversion des mesures radar.
- **Constituer** base de données de la structure verticale et horizontale de la microphysique

Exploitation scientifique de la base de données

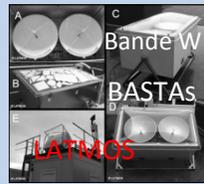
- **Climatologie** des nuages précipitants
- **Variabilité** des propriétés microphysiques
- **Validation de modèle** (globaux, méso-échelle, microphysique 1D) et paramétrisations
- **Evaluation de concepts instrumentaux** et méthodologiques multi-fréquentiels
- **Etudes de processus**
- **Amélioration méthodes d'inversion** de la mesure de pluie à partir de l'espace
- **Amélioration méthode d'estimation de la pluie** au sol à partir radars opérationnels (PVR, Z-R, Atténuation, ..)
- **Etalonnage radar à balayage**
- Exploitation des données Doppler et polarimétrique des 3 radars à balayage pour reconstituer la **dynamique et microphysique** des systèmes pluvieux-orageux d'Ile de France
- Développement /adaptation de méthodes (*inversion microphysique/dynamique, QPE, Q2, représentativité de la mesure, ...*)
- **Préparation de campagnes** d'observation futures concernant l'**impact de l'îlot de chaleur urbain parisien sur la microphysique des nuages précipitants d'Ile de France.**

Instrumentation:

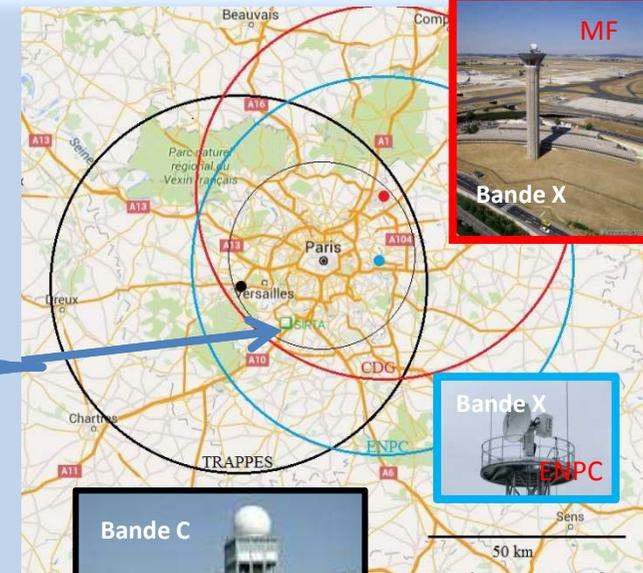
Radar
Volumique



Radars Profileur
vertical



Disdromètres



Radar Doppler
Polarimétrique
Volumique

Paramètres mesurés ou restitués

- Distribution en taille des hydrométéores liquides ou glacés (PSD/DSD)
- Contenu en eau ou glace
- Vitesse de sédimentation
- Diamètre médian, moyen, équivalent
- Type d'hydrométéore
- Forme
- Lamé d'eau
- Réflectivité (+ paramètres polarimétriques)
- Vitesse Doppler
- Spectre Doppler

Périodes d'observation

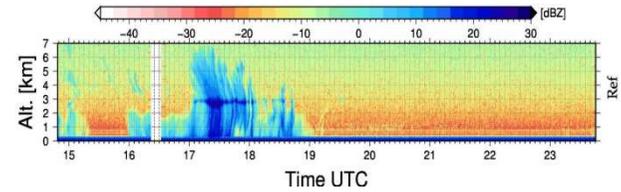
- SCD du 16/09/2016 au 01/11/2016
- Disdromètre Parsivel du 20/09/2016 au 21/11/2016
- MRR du 20/09/2016 au 21/11/2016
- Radar bande X du 21/09/2016 au 27/09/2016
du 3/10/2016 au 4/10/2016,
du 2/11/2016 au 22/11/2016
- Disdromètre DBS (1et 2) +OSP 195 jours du 01/09/2016 au 31/01/2017
- Mini BASTA du 15/06/2016 au 26/08/2016
- BASTA mobile du 23/06/2016 au 13/09/2016
du 24/10/2016 à aujourd'hui
- BASTA Réunion du 08/09/2016 au 27/10/2016
- ROXI 124 Jours du 15/09/2016 au 15/01/2017
- Radars MF et ENPC toute la période

- Nombre d'événement ~ 60 jours avec 1 ou plusieurs événements (quick looks et données <ftp.sirta.ipsl.polytechnique.fr>) **Données libre accès (niveaux 1 et 2)**
- Grande variété (stratiforme, convectif, pluie, grêle , neige,...)

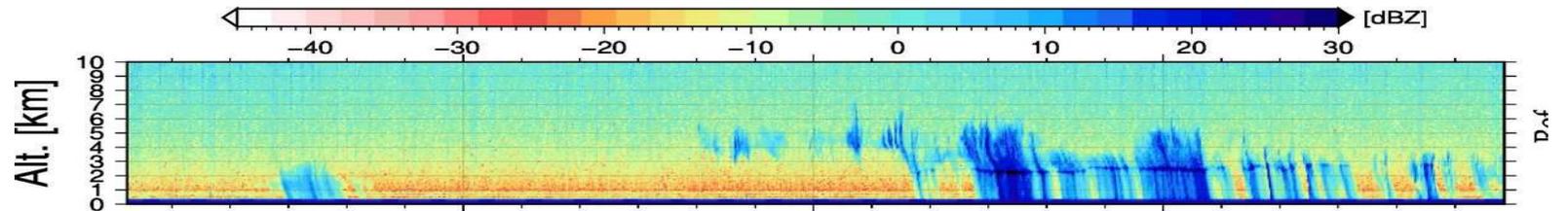
COUPE ALTITUDE-TEMPS

ROXI

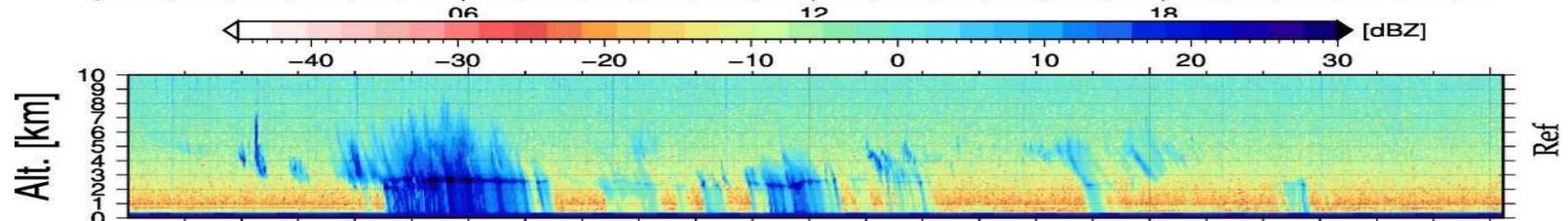
16/09/2016



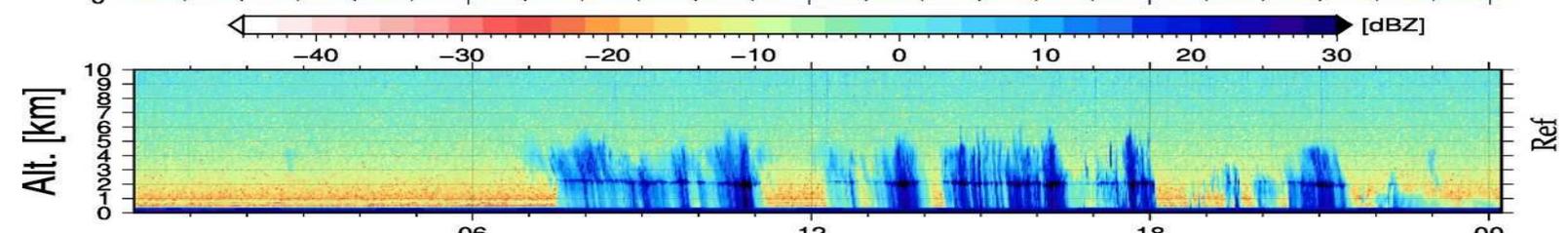
30/09/2016



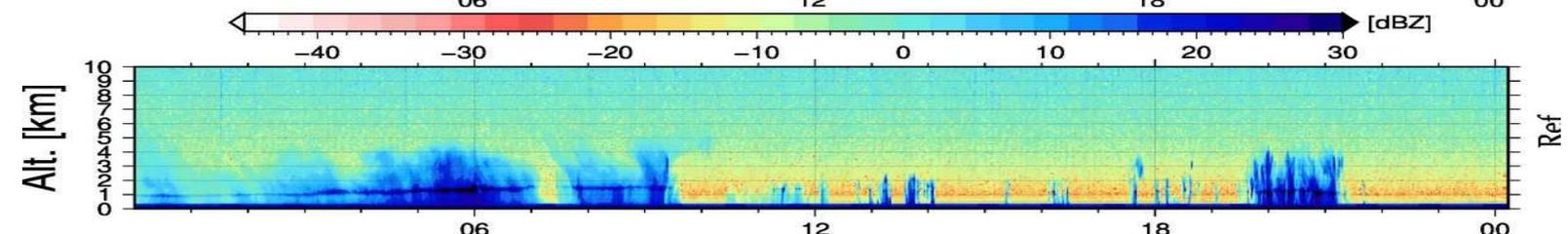
24/10/2016



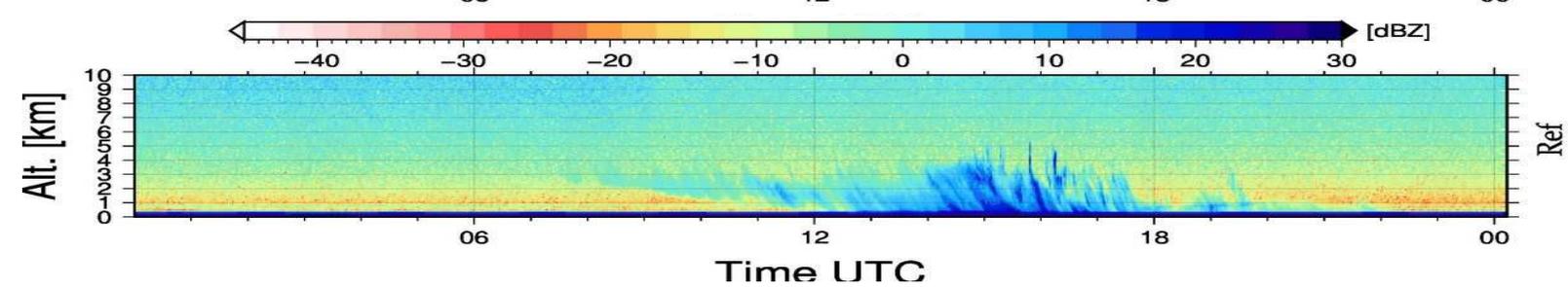
04/11/2016



09/11/2016



15/01/2017



Intercomparaisons instrumentales

- **Intercomparaison disdromètre - disdromètre et disdromètre – pluviomètre**
 - Dm, NO*, Zh, q, Nb
 - séries temporelles (Corrélation, Spectre), Intermittence (support de la pluie), propriétés statistiques (Distributions 1D, 2D des différents paramètres, relation Z-R, relation diamètre – vitesse, distribution Dm et No*)
 - diverses résolutions temporelles (temps d'intégration de 30s, 1 mn, 5 mn, 30 mn, 1 heures).
- **Intercomparaison Disdromètres – Radar SIRTA**
 - Réflectivité , taux précipitant, distribution en taille PSD/DSD (1^{er} porte radar disponible)
- **Intercomparaison Radar SIRTA – Radar SIRTA**
 - ROXI (10 GHz), BASTA (95 GHz), MRR(24 GHz)
 - Profils verticaux de réflectivité et taux précipitant, contenu en eau, spectre Doppler
 - Développement/validation méthode multifréquence (atténuation/ distribution en taille hydrométéore, type particule)
- **Intercomparaison Radars SIRTA, Radar Météo France, Radar ENPC, Radar LAMP**
 - Réflectivité (pixel Météo France de 240x250 m pour 6 ou 7 niveau d'altitudes par pas de 200 mètres)
 - Vitesse Doppler/RS

POSTERS

A. Précipitations et hydrologie

- **A.5** GT Précipitation SIRTA
- **A.8** Iterative Downscaling Dynamic Time Warping(IDDTW): Estimation de la dissimilarité des séries temporelles de précipitations- Analyse et interprétation (MD. Dilmi et col.)→
Validation instrumentale/Développement méthodologique
- **A.6** Campagne de mesure disdrométrique d'HMCO-ENPC au SIRTA (A. Gires et col.) →
Validation instrumentale
- **A.9** Pitfalls of rain gauge networks highlighted with the help of the ENPC X-band radar, implications to hydrological modelling (I. Da Silva Rocha Paz et col.) →**Validation instrumentale**
- **A.1** Premières exploitations des données de Radar Doppler en bande X ROXI (Martini et col.) → **Validation instrumentale/Processus**
- **A.2** Profileur en bande X pour la climatologie des propriétés microphysiques des nuages précipitants : ROXI-Proto (Y. Lemaître et col.) →**Développement instrumental**
- **A.4** Propriétés microphysiques des nuages par inversion des observations du radar Bande X ROXI (Y. Lemaître et col.) →**Développement méthodologique/validation**
- **A.3** Documentation des nuages précipitants : Apport d'un profileur en bande X pour ACTRIS-FR (Y. Lemaître et col.) → **Processus**

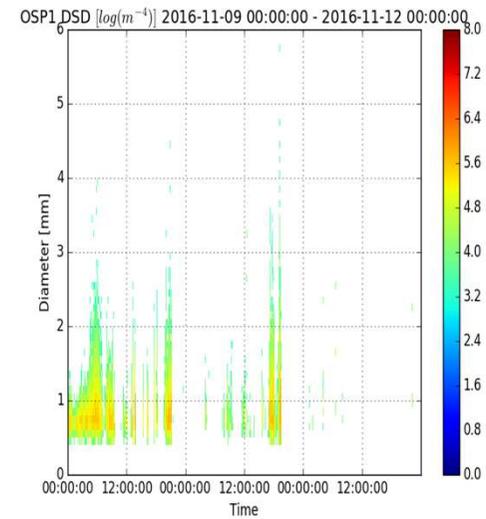
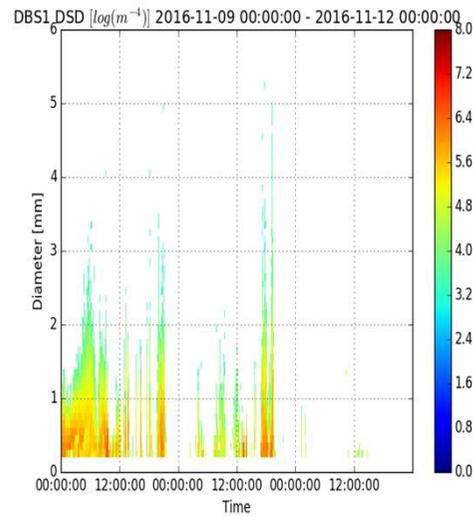
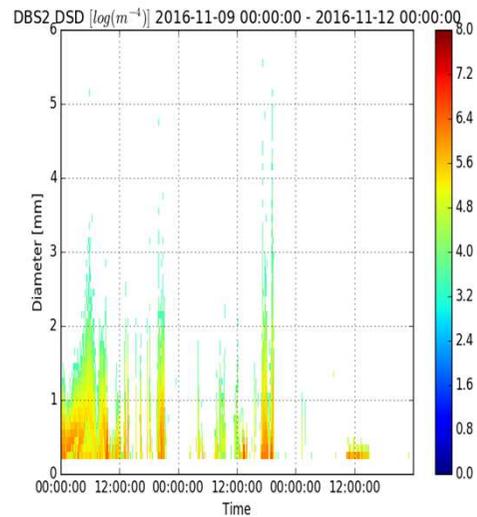
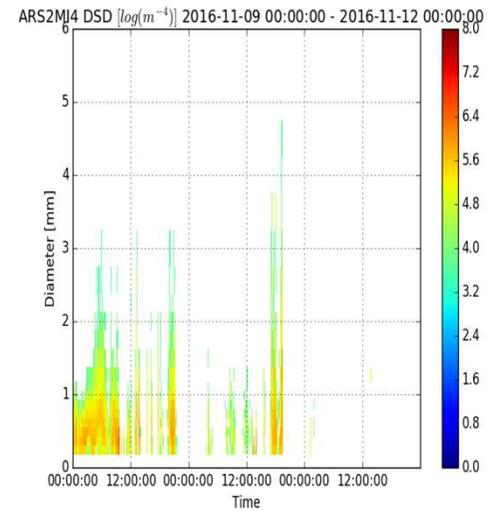
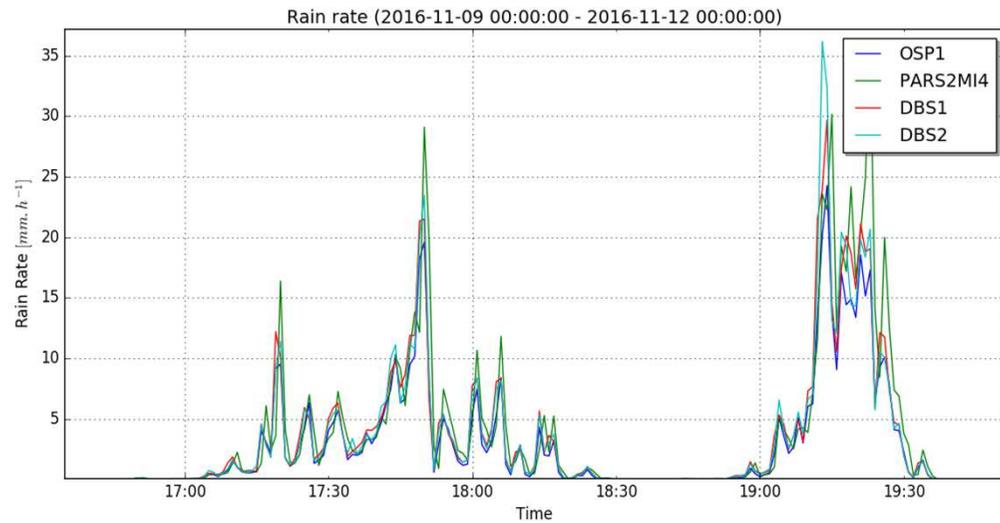
SEMINAIRE

- **S2.** Séminaires Radars. Activités radar au SIRTA : calibration, développement instrumental, synergie, perspectives

Statistiques comparées d'observation de disdromètres co-localisés

A. Pouzat, L. Barthes, A. Chazottes, C. Mallet, D. Dilmi

POSTER



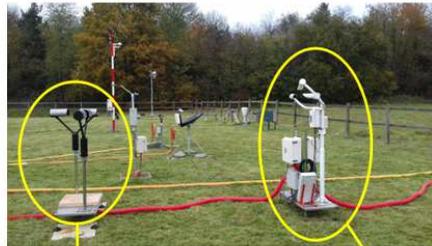
Campagne de mesure disdrométrique d'HMCO-ENPC au SIRTA

Auguste Gires (1), Ioulia Tchiguirinskaia (1) Daniel Schertzer (1)

(1) HMCO, École des Ponts ParisTech, UPE, Champs-sur-Marne, France, (auguste.gires@enpc.fr)

POSTER

Trois disdromètres optiques sur le site du SIRTA



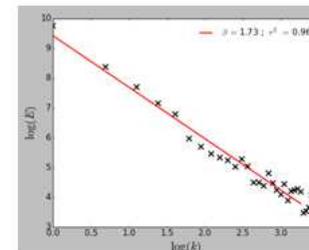
2 Parsivel² (OTT)
Mesure de la lumière occultée
par les gouttes

**1 PWS100
(Campbell Scientific)**
Mesure de la lumière
réfracté par les gouttes

→ Accès au nombre de goutte par classes de
vitesse et de taille chaque 30s

Une comparaison à travers les échelles

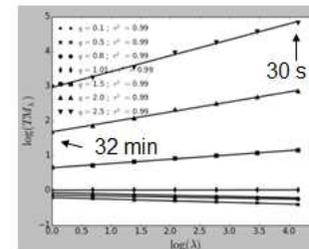
Existence d'un comportement invariant d'échelle



Analyse spectrale

$$E(k) \propto k^{-\beta}$$

Pente spectrale



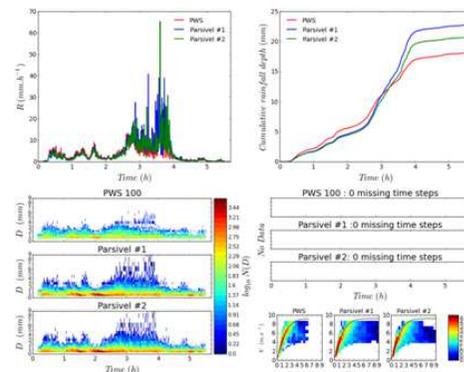
Analyse TM

$$\langle \varepsilon_\lambda^q \rangle \approx \lambda^{K(q)}$$

Fonction des
moments
d'échelle

Résolution

2017-03-06 07:42:30 2017-03-06 13:24:00

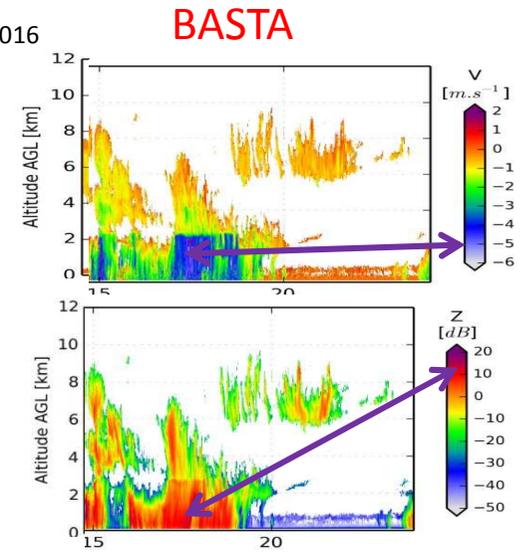
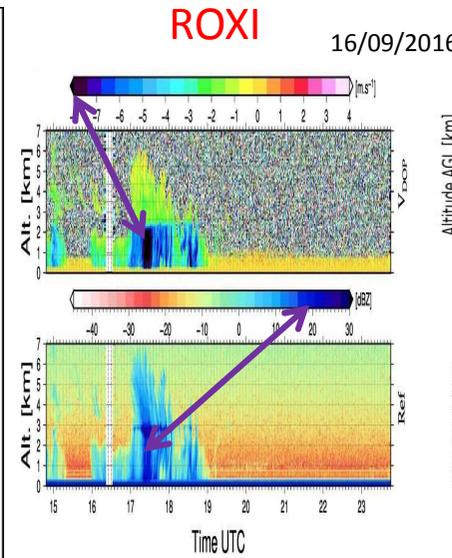
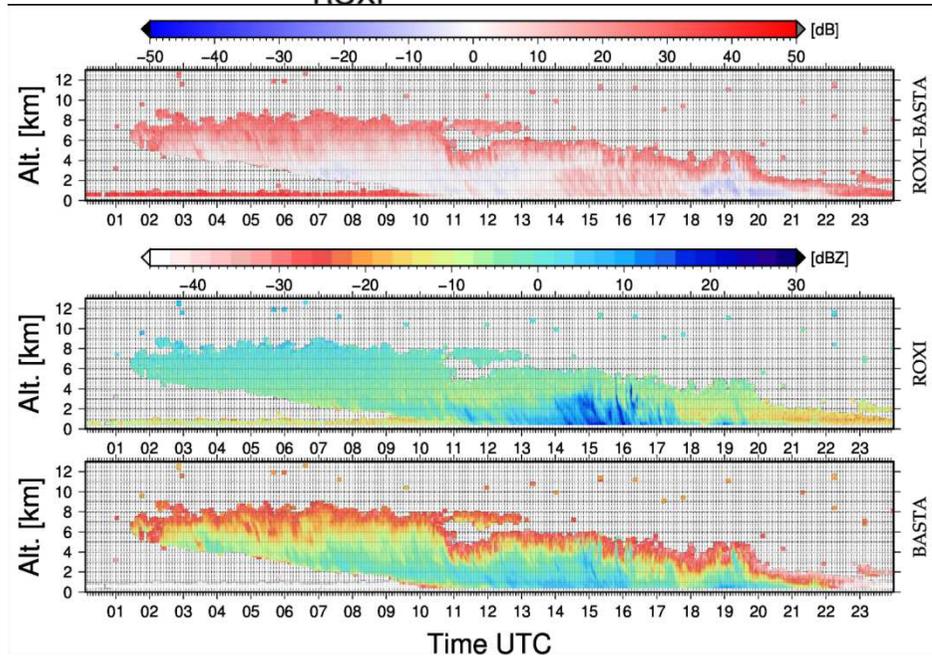
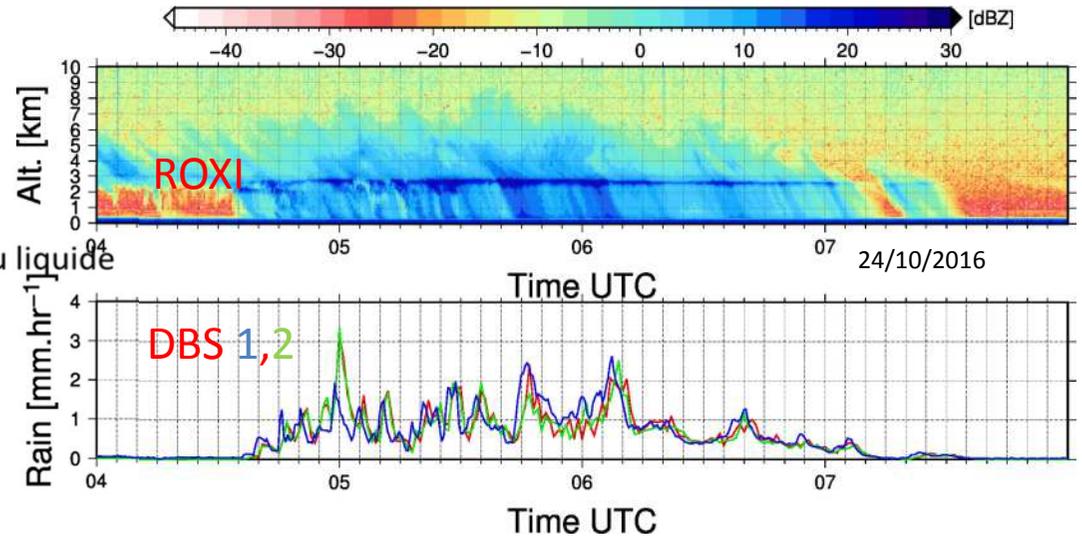
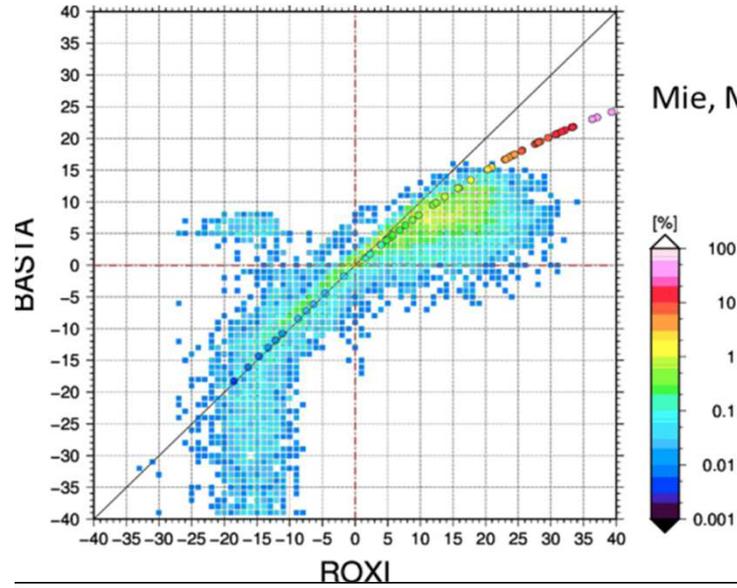


Exemple
d'événement :

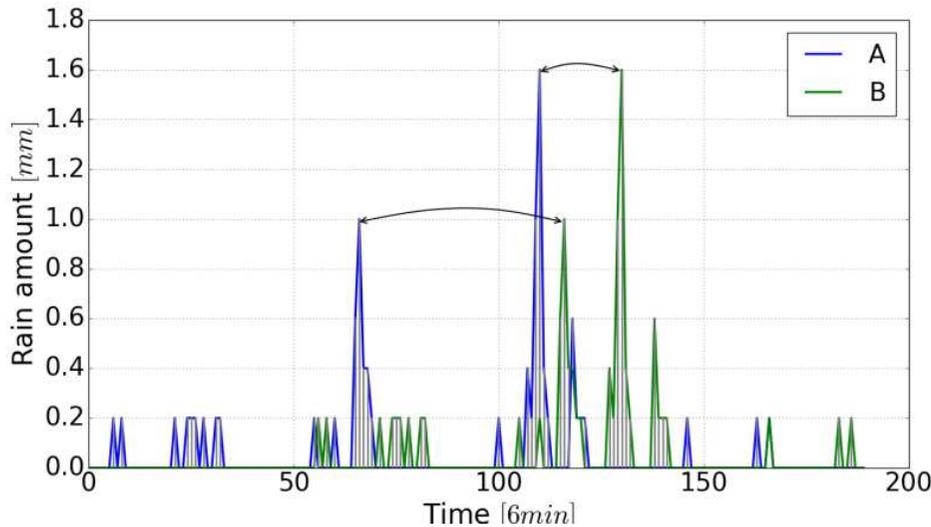
	Pars1	Pars2	PWS
R ² (TM q=1.5)	0.998	0.998	0.996
β	1.73	1.79	1.95
C ₁	0.18	0.18	0.18
α	1.62	1.71	1.56
H	0.52	0.56	0.63

C₁ = intermittence moyenne
α = indice de multifractalité
H = exposant de non conservation

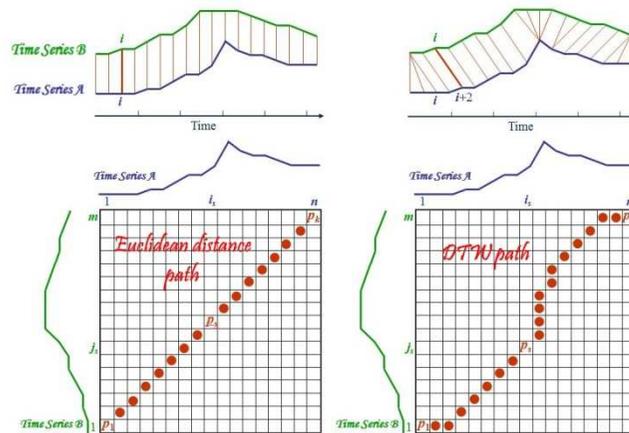
Martini et Col.
 POSTER



Iterative Downscaling Dynamic Time Warping(IDDTW):
Estimation de la dissimilarité des séries temporelles de précipitations-Analyse et interprétation
 Djallel Dilmi, Laurent Barthes, Cécile Mallet **POSTER**

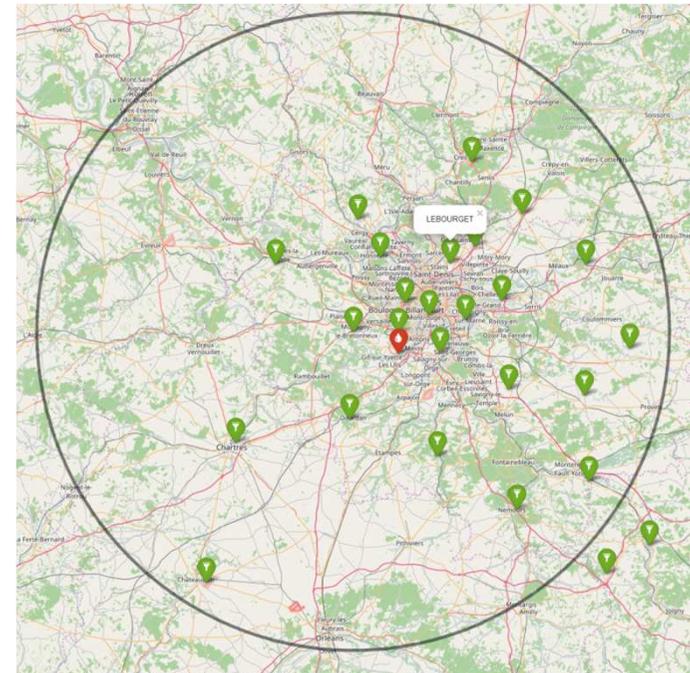


La Dynamique Time Warping (DTW) considère le décalage mais pas adaptée aux séries des précipitations



IDDTW : adaptation de la DTW(introduction d'une descente description multi-échelle des précipitations)

Application de l'IDDTW sur les 26 stations météo-France



Résultats et interprétation (voir le poster)

Pitfalls of rain gauge networks highlighted with the help of the ENPC X-band radar, implications to hydrological modelling

I.S.R. Paz^{1,2}, A. Ichiba¹, I. Skouri-Plakali¹, J. Lee^{1,3}, A. Gires¹, I. Tchiguirinskaia¹, D. Schertzer¹

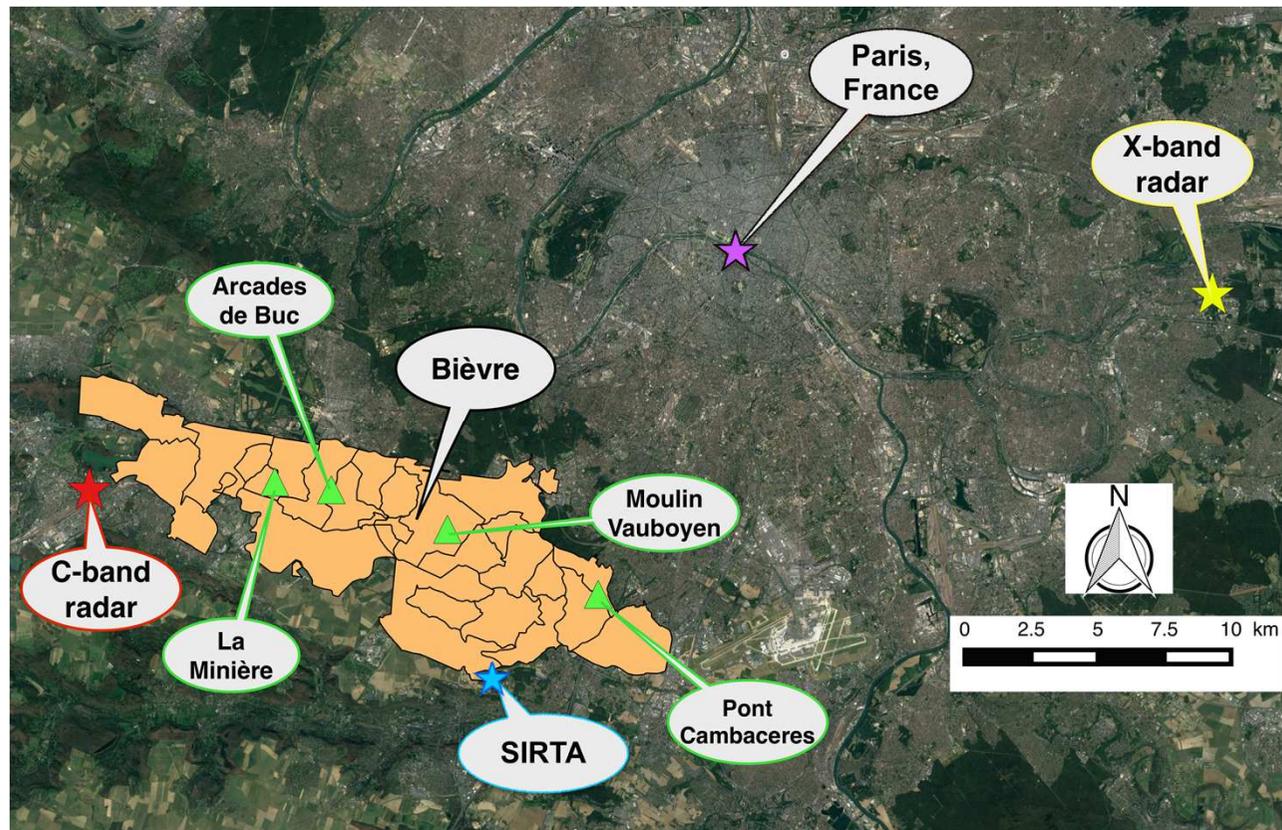
igor.da-silva-rocha-paz@enpc.fr

¹HMCo, École des Ponts ParisTech, UPE, Champs-sur-Marne, France, ²Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brazil,

³Pukyong National University, Busan, Republic of Korea

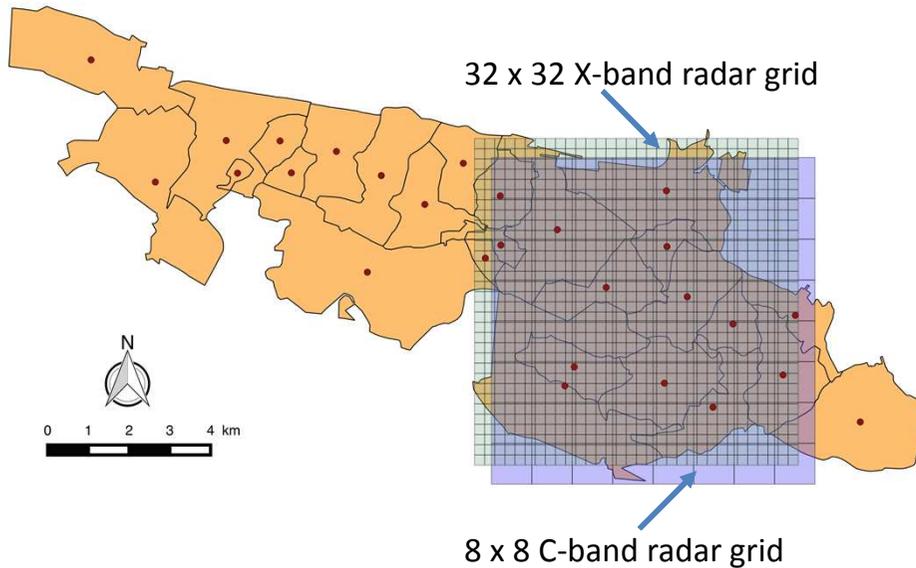
POSTER

Case study

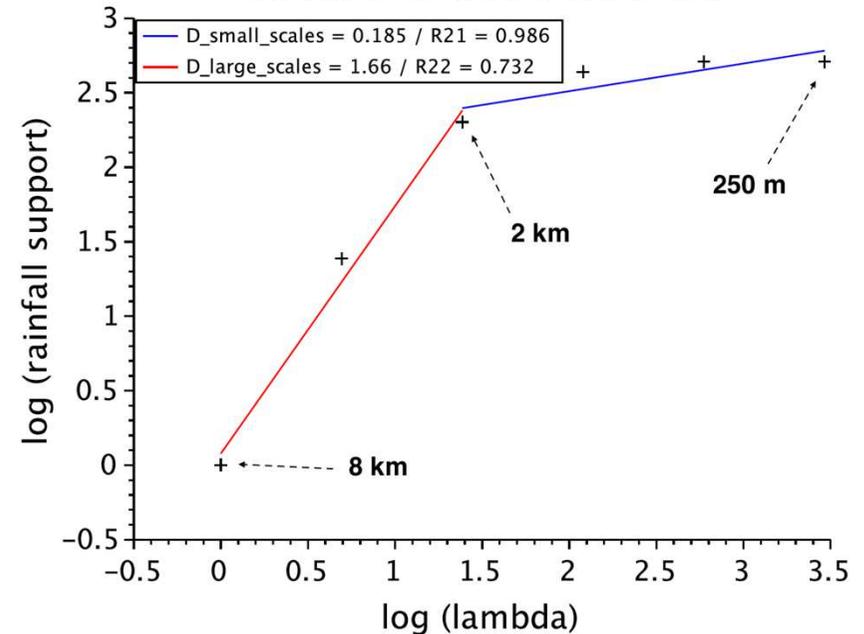


Virtual rain gauge network

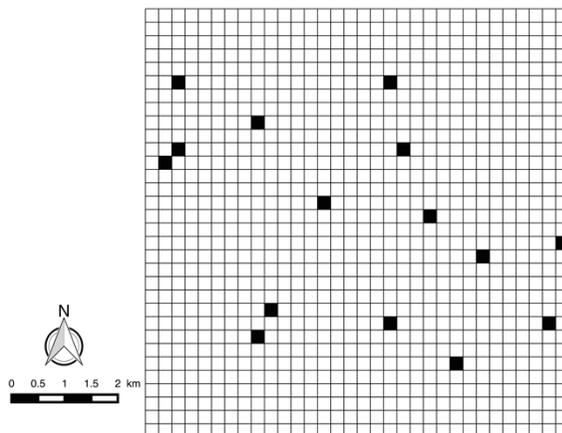
Selected area of 8km x 8km



Evaluation of fractal dimension



Virtual rain gauge network over the X-band grid



Nombre de pluviomètres nécessaires pour bien prendre en compte la variabilité spatiale à petite échelle, en conservant la dimension fractale obtenue aux grandes échelles $D \approx 1.65$?

- Spatial scaling break at 2 km (comparable to the mean size of the sub-catchments)
- In order to obtain the same fractal dimension through all scales (as that of the large scales), the new network should contain approximately 315 rain gauges (instead of just 15, as in this case).

Méthode d'inversion **HYSDIVARME** (**HY**drometeor-**Size D**istribution and **Vertical Air R**etrieval **M**ethod)

Y. Lemaître, N. Pauwels, C. Le Gac

Spectre Doppler théorique

$$Z(D) = \int N(D) \cdot \sigma(D) \cdot dD \quad \text{mm}^6 \text{m}^{-3}$$

avec

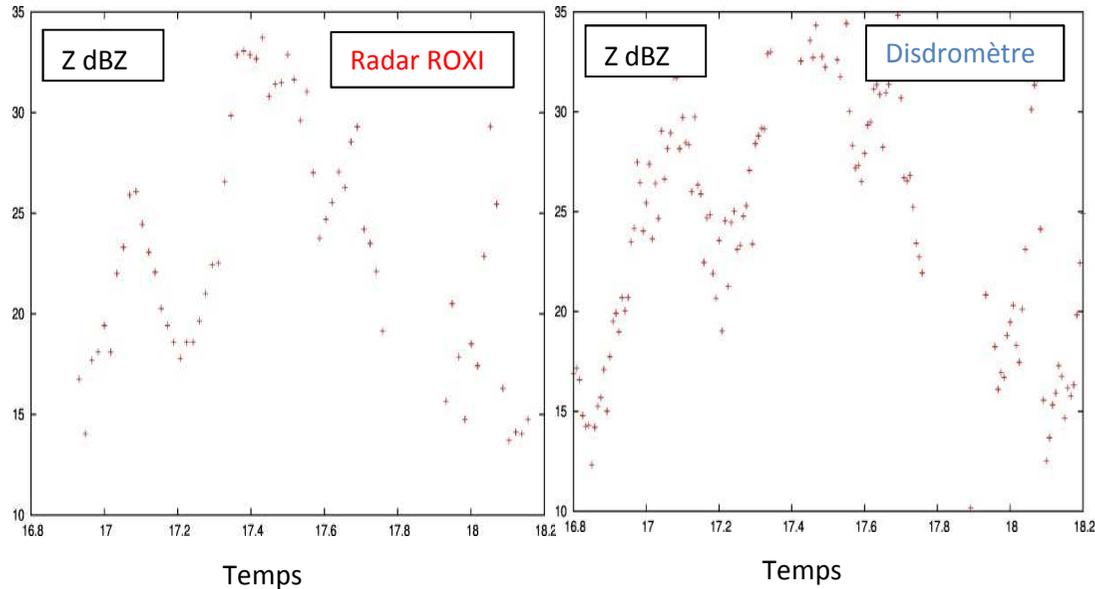
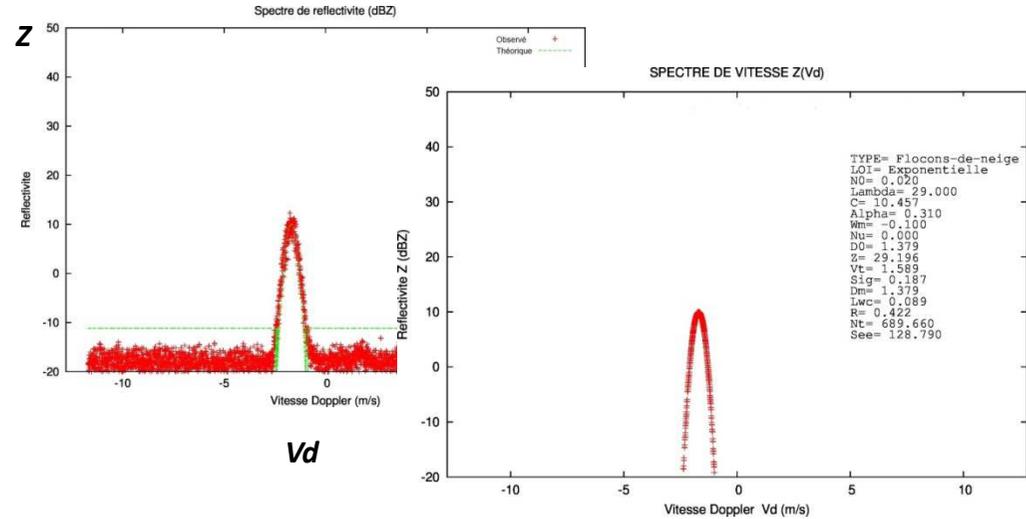
$$N(D) = N_0 \cdot D^\mu \cdot e^{-\lambda \cdot D}$$

$$V_d = V_t + W$$

$$V_t(D) = C \cdot D^\alpha \quad \text{selon Type d'hydrométéore}$$

D diamètre, σ section efficace de rétrodiffusion

$Z(V_d)$



Evolution temporelle du profil vertical de:

- Réflectivité $Z_{dBZ} = 10 \cdot \log_{10} Z$
- Vitesse Doppler V_d
- Spectre Doppler
- **Distribution en taille des hydrométéores**
 $N(D)$
liquides ou glacés (PSD/DSD)
- **Vitesse de sédimentation**
- **Vitesse verticale de l'air W**
- Nombre total d'hydrométéores
- **Contenu en eau ou glace**
- **Taux de précipitation**
- **Diamètre médian D_m , moyen, équivalent, effectif**
- **Section efficace d'Extinction optique** Type d'hydrométéore
- **Processus microphysiques (POSTER)**

Cas d'étude simulé: 21 et 22 décembre 2016

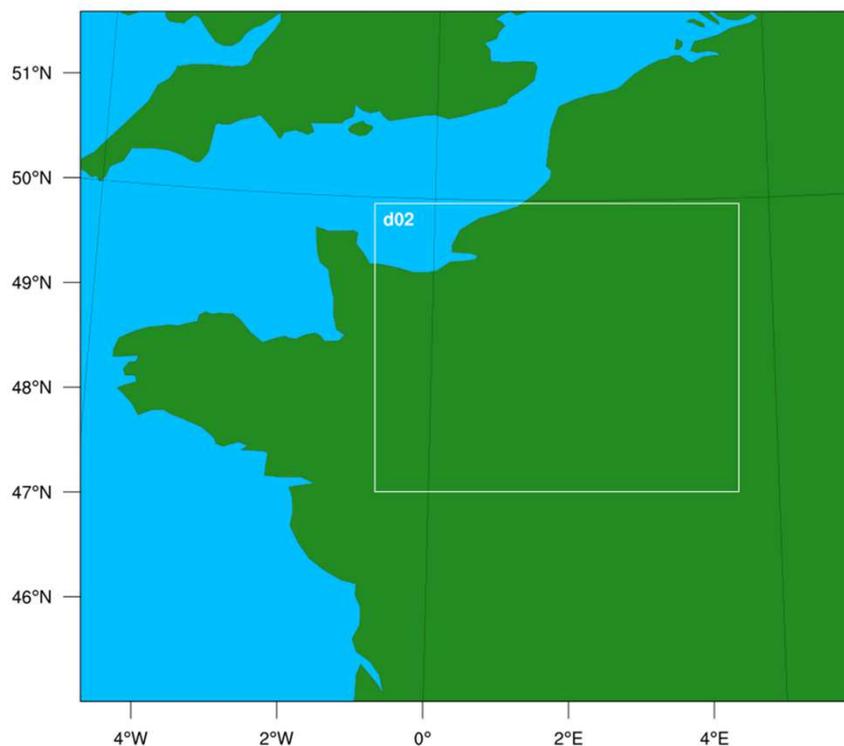
premières comparaisons très préliminaires

Résolution :

Grand Domaine:9km*9km

Petit Domaine:3km*3km

WPS Domain Configuration



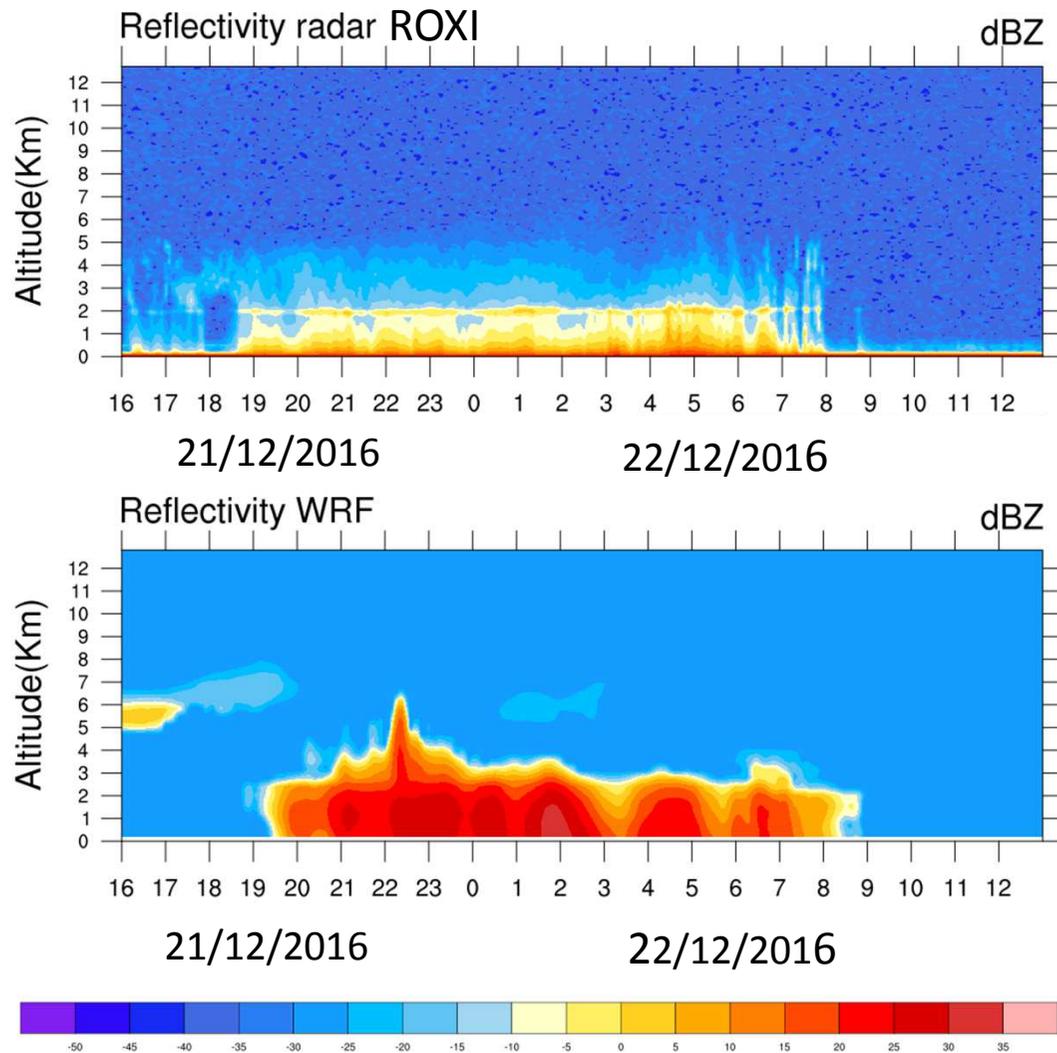
Simulation avec WRF (v3.8.1) initialisée le 21/12/2016 à 00UTC et forcée par ERA-Interim

2 jours de simulation avec 2 domaines imbriqués (9 et 3 km de résolution)

Les paramétrisations physique employées :

Type de paramétrisation	Schéma utilisé
Microphysique	WRF Single-Moment 6-class
Rayonnement (tellurique) de longues longueurs d'onde	RRTM
Rayonnement (solaire) de courtes longueurs d'onde	Fu-Liou-Gu scheme
Surface continentale	Noah-MP
Couche limite planétaire	Yonsei University scheme
Cumulus	Non activé dans le 2°. Kain-Fritsch dans domaine 1.

Stage de Erfan Jahangir encadré par S. Bastin



Trop forte réflectivité mais
variabilité temporelle
observée existe => obj =
comprendre cette
variabilité.

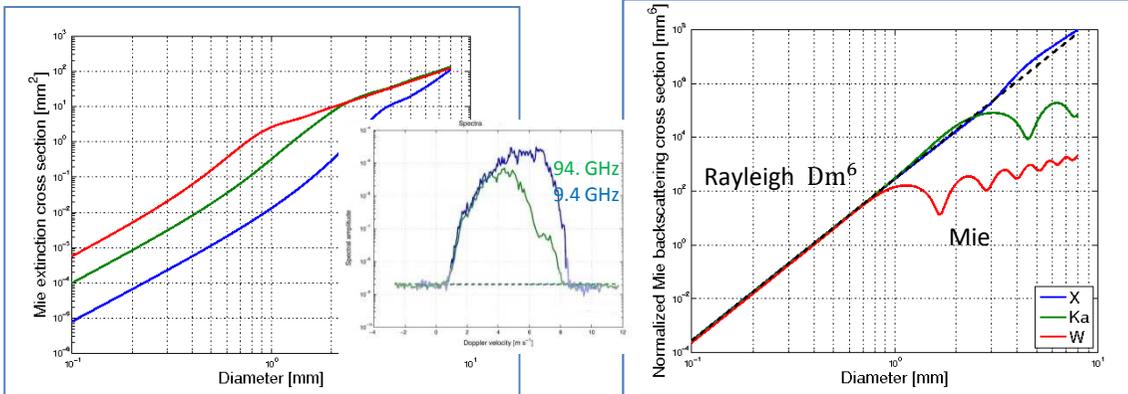
- Comparaison des paramètres météo en cours
- Comparaison avec spectropluviomètres à faire (réflectivité au sol, contenu en eau liquide)
- Calcul de réflectivité à faire en cohérence avec radar ROXI et hypothèses du schéma de microphysique (simulateur d'observables)
- Tests sur influence de la physique du modèle => ensemble de simulations

Amélioration/adaptation/utilisation outils d'inversion/analyse

- Méthode d'inversion **HYSDIVARME** (HYdrometeor-Size Distribution and Vertical Air Retrieval MEthod) des données de radar profileur (à partir des spectres Doppler) pour restituer des coupes espace-temps de la DSD et des paramètres microphysiques associés et type pluie/glace. (**LATMOS**)
- Méthode d'inversion **VAMOS** (Variationnal Assimilation of Multi-scale Observations for rain Studies) adapté à la fusion d'observations hétérogènes pour la restitution de champs spatiotemporels (DSD) physiquement cohérents pour la pluie (**LATMOS**)
- Méthode d'inversion **RADON** données de radar profileur (à partir vitesse Doppler et réflectivité) pour restituer des coupes espace-temps de la DSD et des paramètres microphysiques associés (**LATMOS**).
- Restitution propriétés fractales et Simulation stochastique multi-échelle de champ précipitant. (**ENPC, LATMOS**)
- Module inversion MMR (**LAMP**)
- **Module microphysique** en version uni-colonne adapté aux études de processus et tests de sensibilité à ces processus (**LAMP**)
- **Classification nuageuse** à partir mesure polarimétrique bande C (**LATMOS**)
- **Simulations WRF** à différentes résolutions (**LAMP, LATMOS**)
- Restitution dynamique 1D/3D (VAD/DVAD/MANDOP) (**LATMOS**)
- **Méthode multifréquence** (**LaMP, LATMOS**)

Méthodes multi-fréquence

- Extension de la gamme de taille de particule
- Dépendance des propriétés d'absorption et de diffusion des particules nuageuses et précipitantes (phase liquide et glace) à la longueur d'onde d'émission radar.



Band	f [GHz]	λ [mm]
X	10	30
K _a	35	8.6
W	94	3.2

$$DWR(r) = Z_{\lambda_1}(r) - Z_{\lambda_2}(r) \neq 0 \text{ avec } (\lambda_1 > \lambda_2)$$

$$\text{avec } Z(D) = 10 \cdot \text{Log}_{10} \left(\int N(D) \cdot \sigma(D) \cdot dD \right) \text{ mm}^6 \text{m}^{-3}$$

Dual-Wavelength Ratio (dBZ)

Réflectivité radar (dBZ)

Hogan et al. (2005):

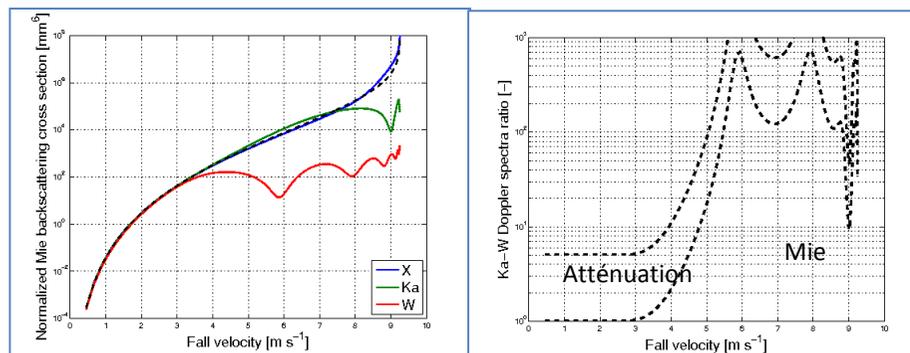
Atténuation $\rightarrow DWR(r) \neq 0$ et $M = A \cdot (DWR(r_2) - DWR(r_1))$ *Contenu en eau/glace (g/kg)* (10 dBZ \leftrightarrow 1 mm)

Matrasov (1998):

Effets de Mie $\rightarrow DWR(r) \neq 0$ et $DWR(r) = 58 \cdot D_m^{1.66}$ *Diamètre Médian (cm)* (20 dBZ \leftrightarrow 1 cm)

- Correction effets Atténuation
- Mie

Tridon et al. (2013)



- Etude
- Développement Instrumental
- Mesures co-localisées
- Amélioration sensibilité