



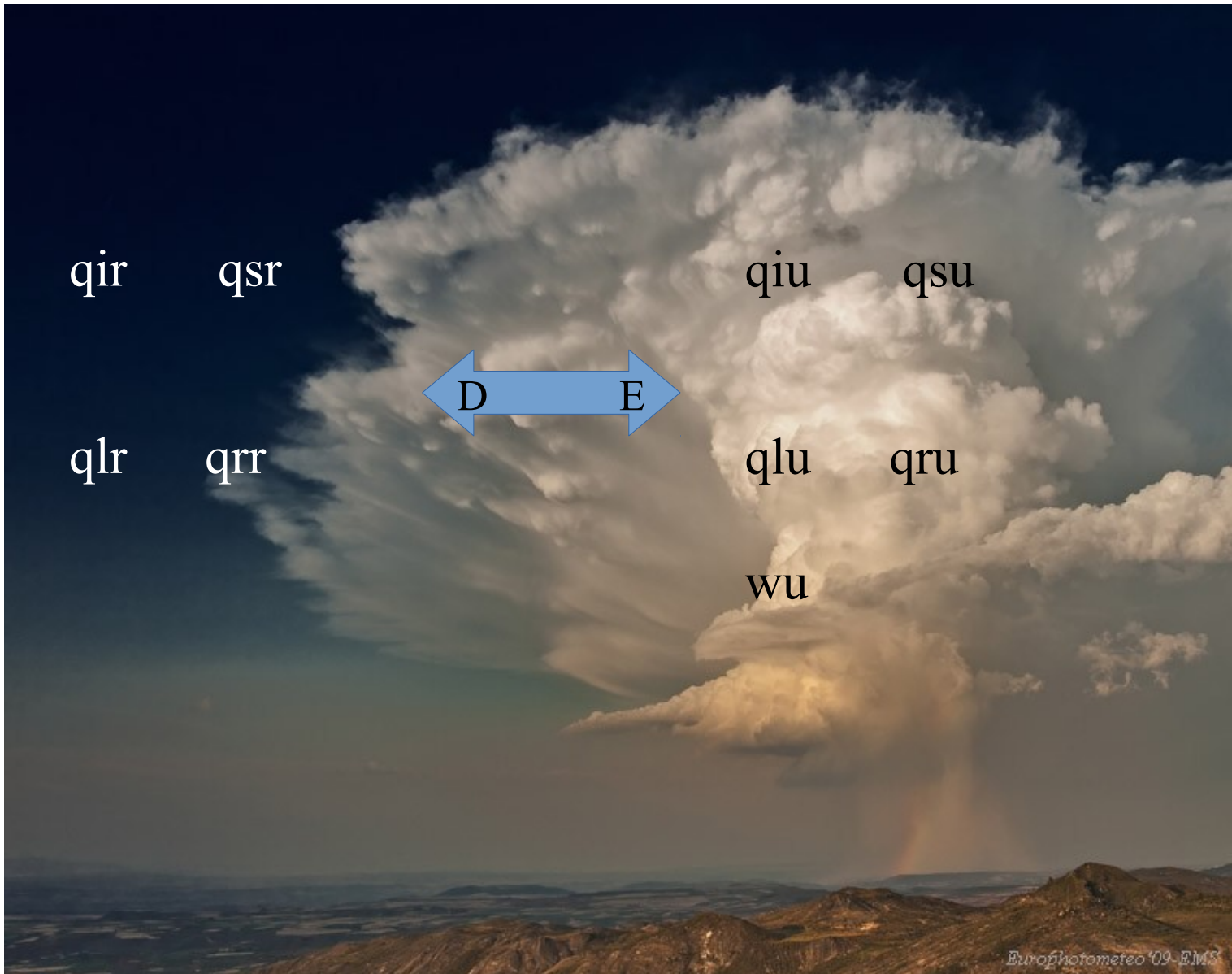
# The PCMT convection scheme for use in NWP and Climate Toulouse, 16 January 2017

*Jean-Marcel Piriou, Jean-François Guérémy, Yves Bouteloup, François Bouyssel, Ryad El Khatib, GMAP, GMGEC, ENM, ...*

# PCMT : Prognostic Condensates Microphysics and Transport

- Prognostic microphysics  $q_l$   $q_i$   $q_r$   $q_s$ .
- Prognostic  $w_u$ .
- Symmetry between updraft and its environment (« resolved »).
- For use in NWP T1200 , Climate T127, Seasonal forecast T159.

# PCMT prognostic equations





## PCMT : equations

$$\frac{\partial}{\partial t} \rho_i \alpha_i \psi_i = - \frac{\partial}{\partial z} \rho_i \alpha_i w_i \psi_i + \rho_i (E_i \psi_e - D_i \psi_i + T_{\psi_i})$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \overline{q_{lc}} &= \text{Advec}(\overline{q_{lc}}) \\ &- \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho [\alpha_u w_u + \alpha_d w_d] q_{lc} \\ &+ (E_u + E_d) q_{lr} - (D_u + D_d) q_{lc} \\ &+ \text{CondensEvap}_{q_{lc}} - \text{AutoconvColl}_{q_{lc}} + \text{MeltingIcing}_{q_{lc}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \overline{q_{lr}} &= \text{Advec}(\overline{q_{lr}}) \\ &- \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \rho [-\alpha_u w_u - \alpha_d w_d] q_{lr} \\ &- (E_u + E_d) q_{lr} + (D_u + D_d) q_{lc} \\ &+ \text{CondensEvap}_{q_{lr}} - \text{AutoconvColl}_{q_{lr}} + \text{MeltingIcing}_{q_{lr}} \end{aligned}$$

# PCMT closure : CAPE & humidity convergence

$$CVGQ = -(\vec{u} \cdot \vec{\nabla}) q_v$$

Humidity convergence

$$CCB = -w_u \frac{\partial q_{vu}}{\partial z}$$

Raw convective condensation

$$\int CVGQ \delta \rho dz = \int CCB \alpha \sigma \delta \rho dz$$

Vertical integral of condensation is equal to humidity convergence

...deriving alpha, convective area fraction

$$\alpha = \frac{\int CVGQ \delta \rho dz}{\int CCB \sigma \delta \rho dz}$$

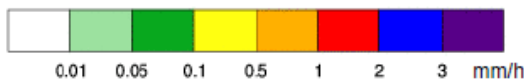
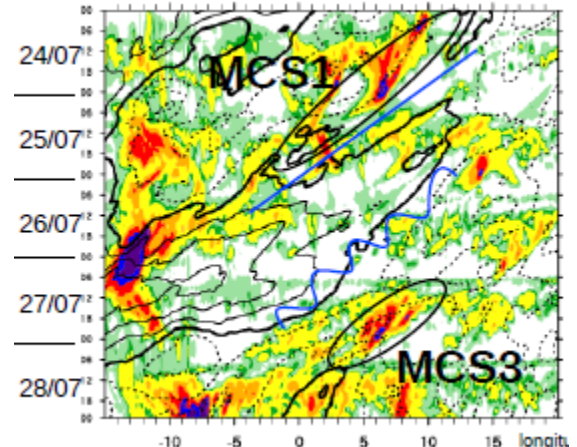
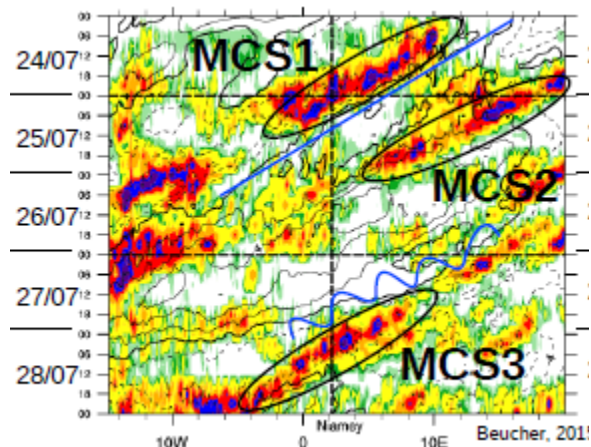
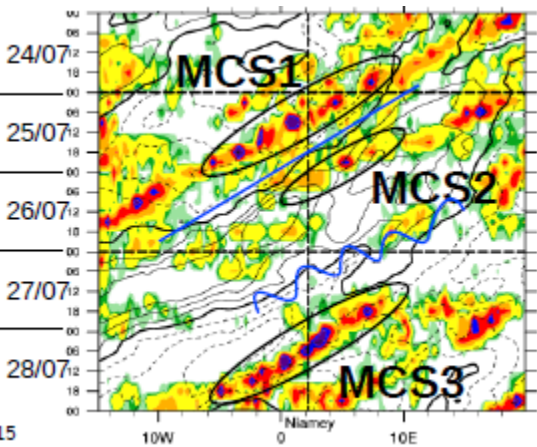
Maximum of alpha (CAPE) and alpha (CVGQ) ==> light convection regime, due to CAPE, to strong convection regime when all humidity convergence is instantaneously converted into condensation

# AMMA Case 24-28/07/2006 : ALADIN sim. vs obs and AROME

TRMM+réanalyses ARPEGE

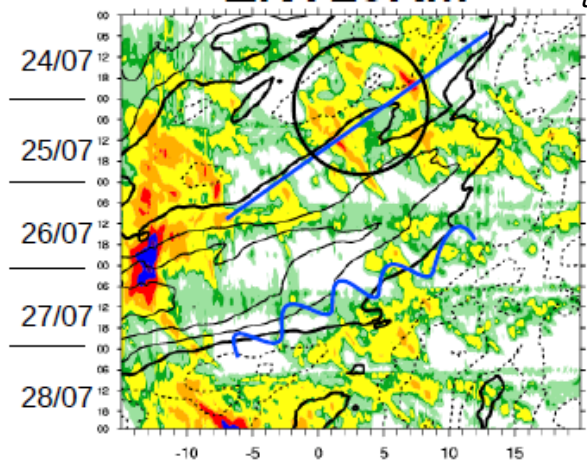
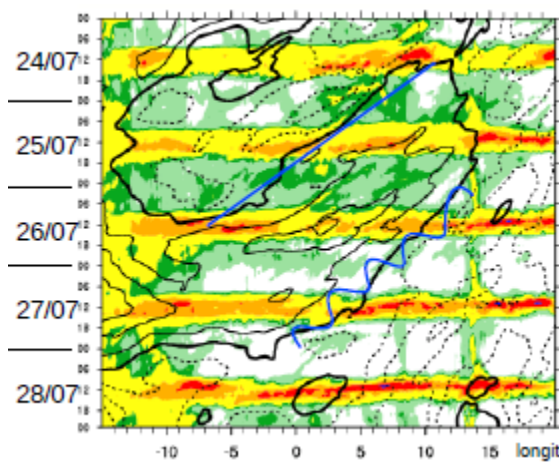
AROME 5km

ALADIN 10 km Pré-CMIP6



ALADIN 10 km CMIP5

ALADIN 10 km Pré-CMIP6  $\varepsilon_{tx}/2$



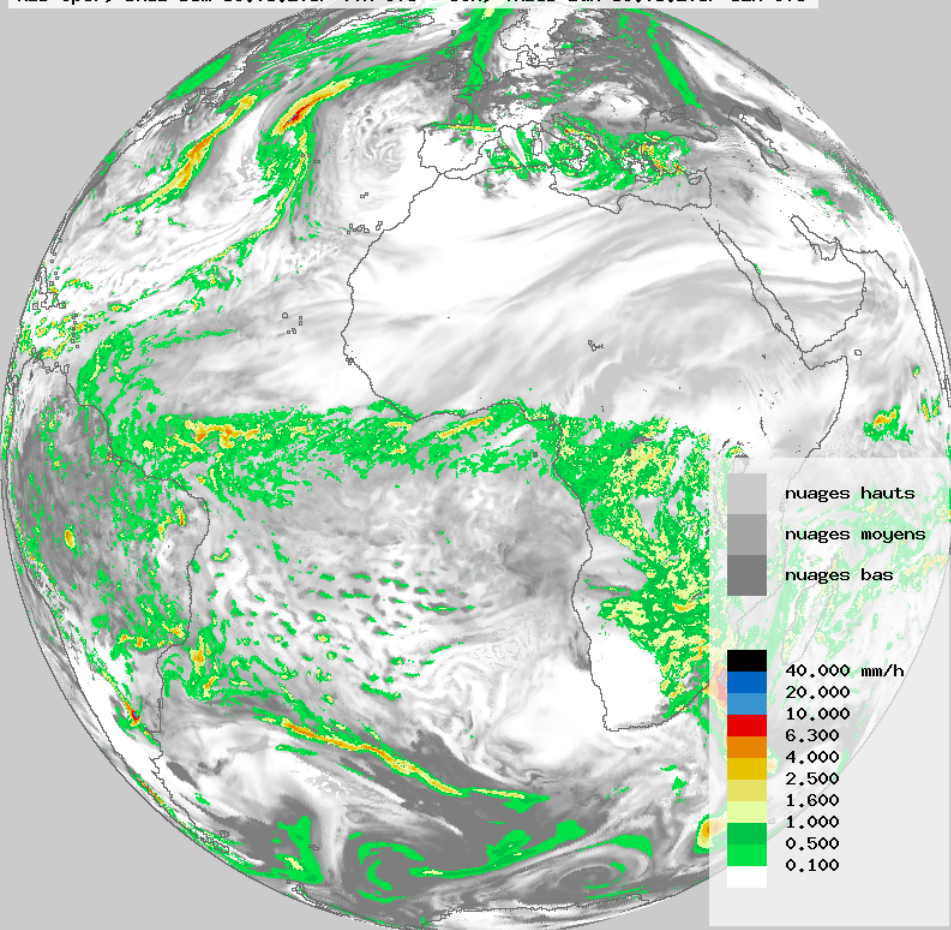
Hovmöller diagram : precip and w700 (meridional mean 8°N-15°N).

Stage EIENM3, Julien Leger (Pollack, Beau and Guérémy, 06/2015).

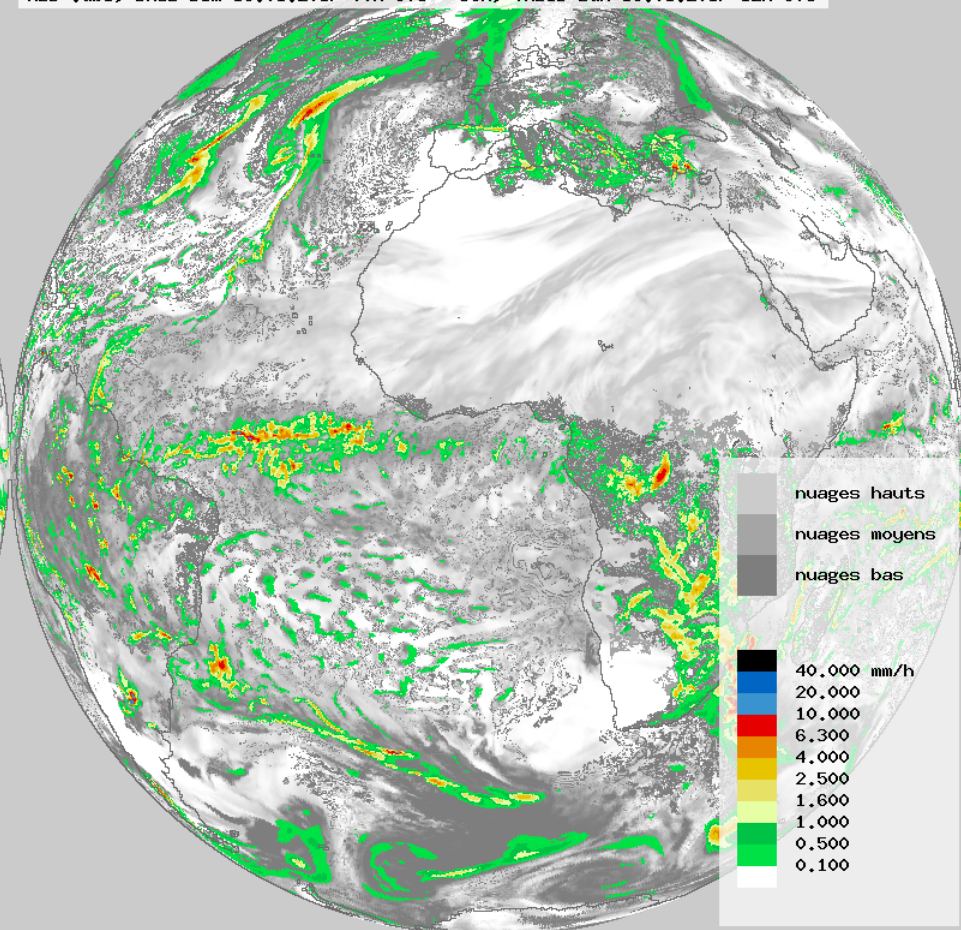


# Precipitation distribution

NEB oper, BASE Dim 15.01.2017 00h UTC + 36h, VALID Lun 16.01.2017 12h UTC



NEB .dbl, BASE Dim 15.01.2017 00h UTC + 36h, VALID Lun 16.01.2017 12h UTC



**ARPEGE operational (control)**

**ARPEGE « PCMT + SURFEX »  
parallel suite (exp)**

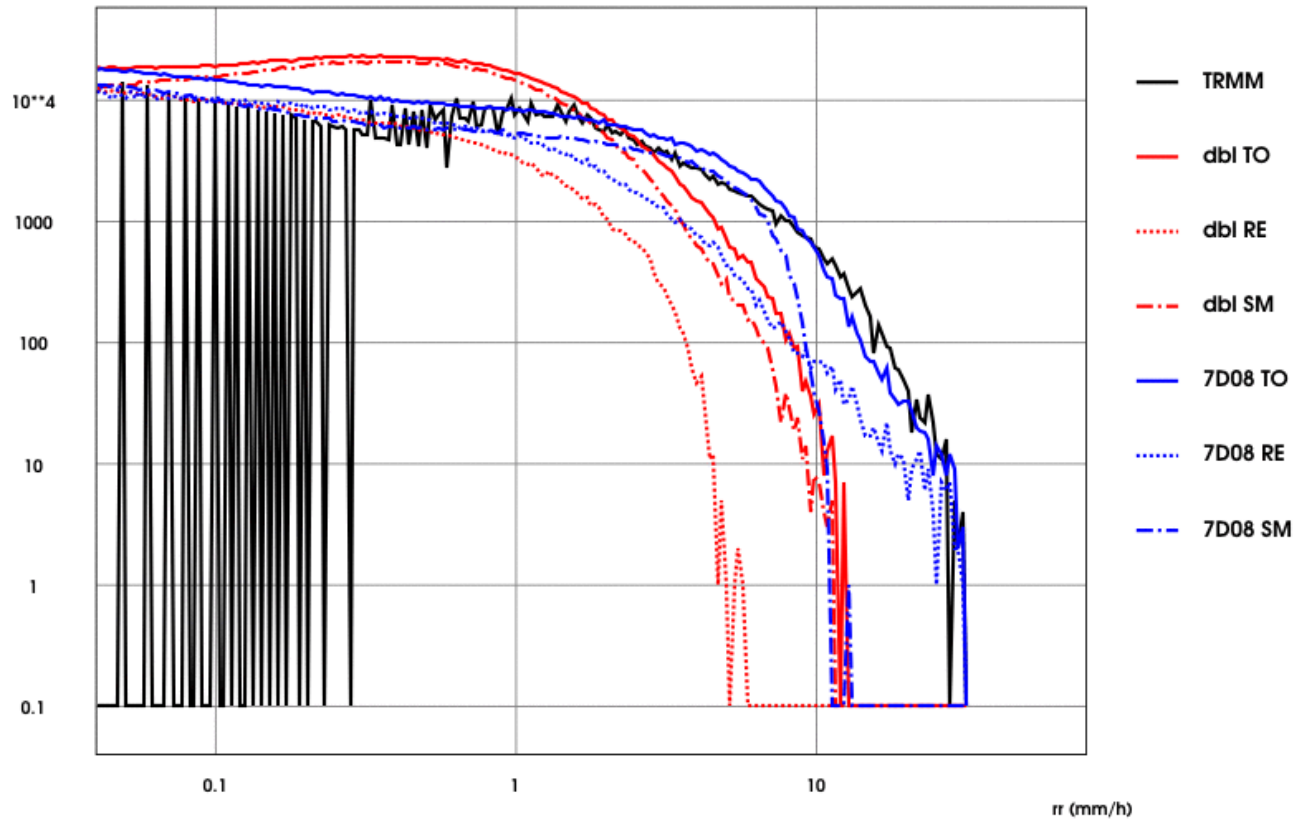
# Precipitation PDF versus TRM data

## PNT ARPEGE T1200

Fréquence des précipitations cumulées en 3h. Grille 0.5°

Analyses 20150211-20150211

nombre de points de grille

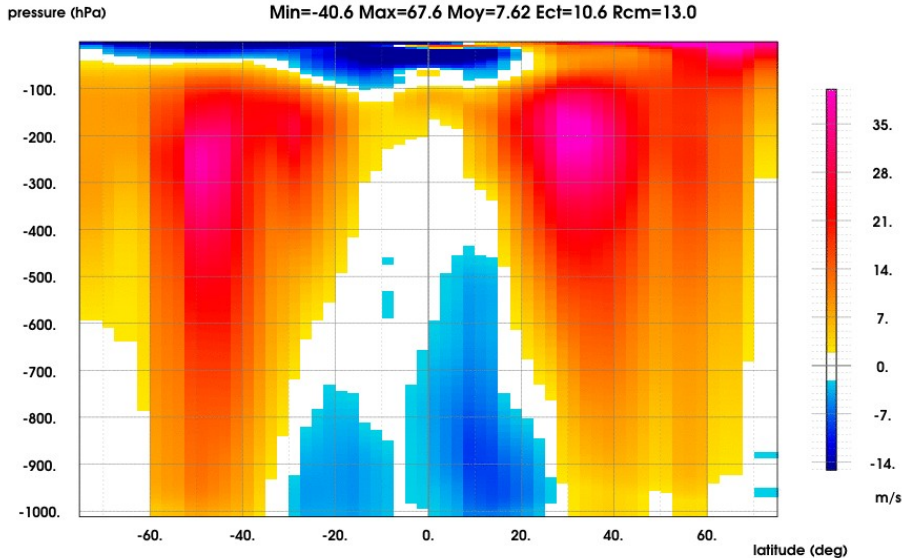


- Noir : observations TRMM
- Red : operations
- Blue : PCMT
- Solid : total precip.
- Dotted : resolved precip.
- Dashed : subgrid precip.



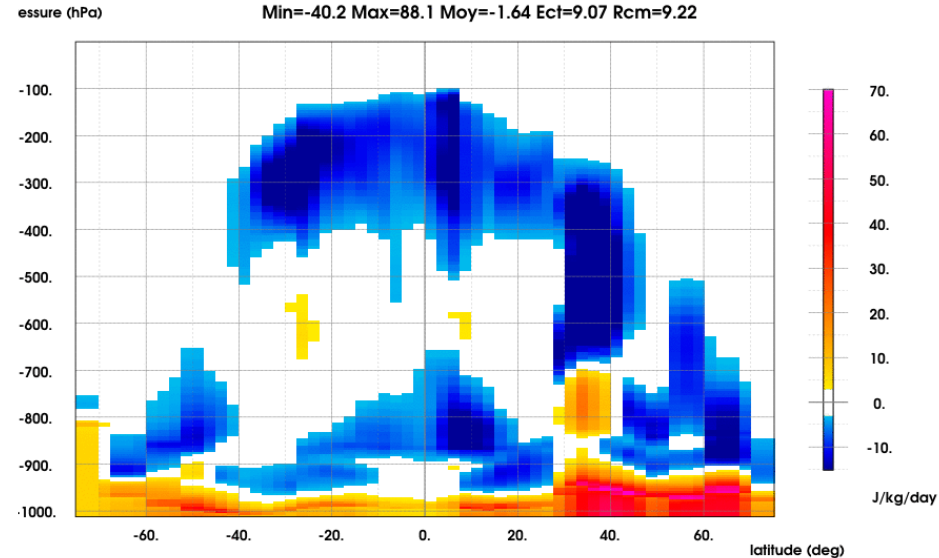
# Kinetic energy transfer from jets to PBL

ZONAL WIND : FINAL VALUE , 7D08 : DHFZOARPE+0096  
BASE 2014-12-15 00:00 - ECH 4 J  
Min=-40.6 Max=67.6 Moy=7.62 Ect=10.6 Rcm=13.0



**Zonal wind**

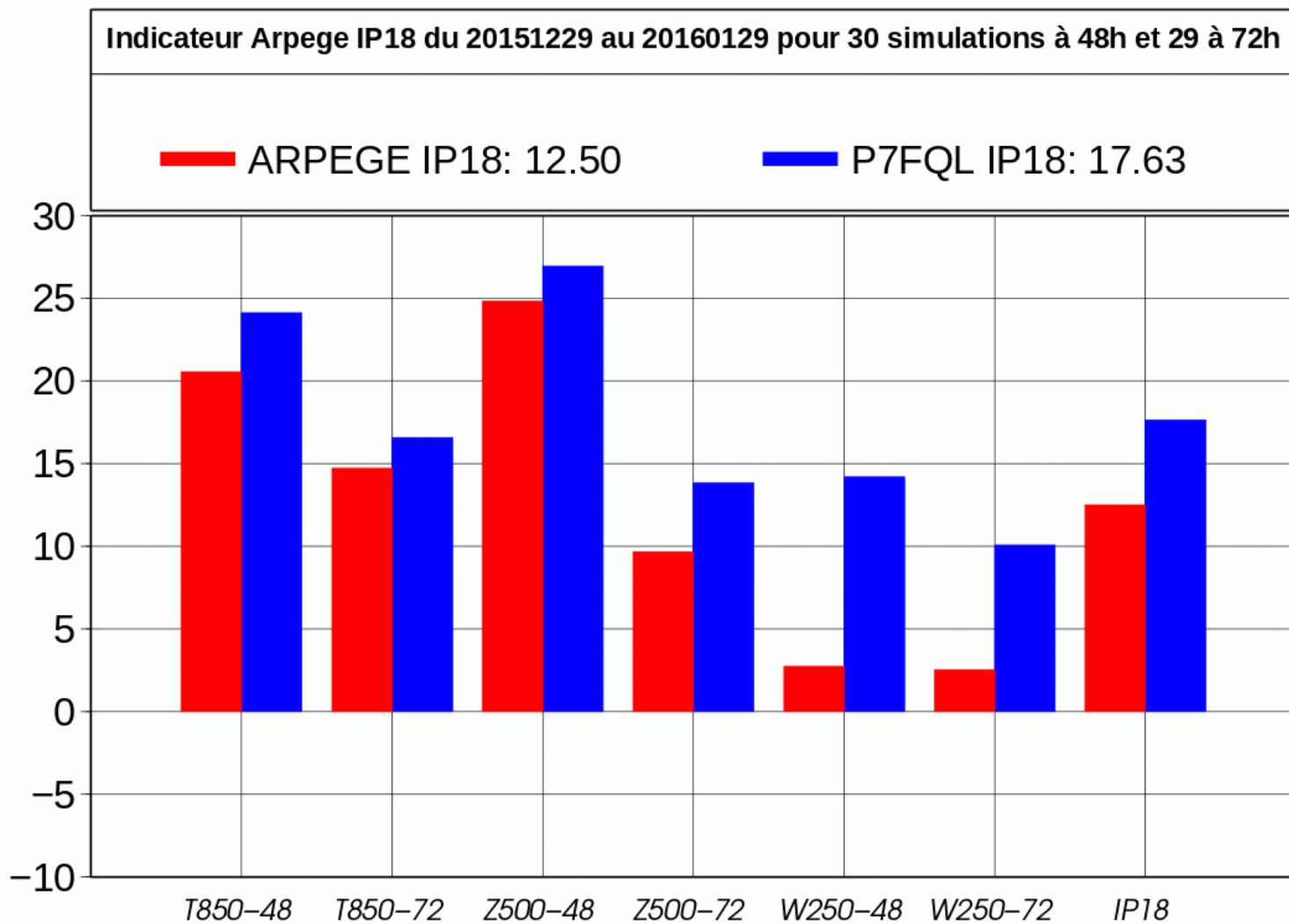
KINETIC ENERGY : DISSIPATION CONVECTIVE , 7D08 : DHFZOARPE+0096  
BASE 2014-12-15 00:00 - ECH 4 J  
Min=-40.2 Max=88.1 Moy=-1.64 Ect=9.07 Rcm=9.22



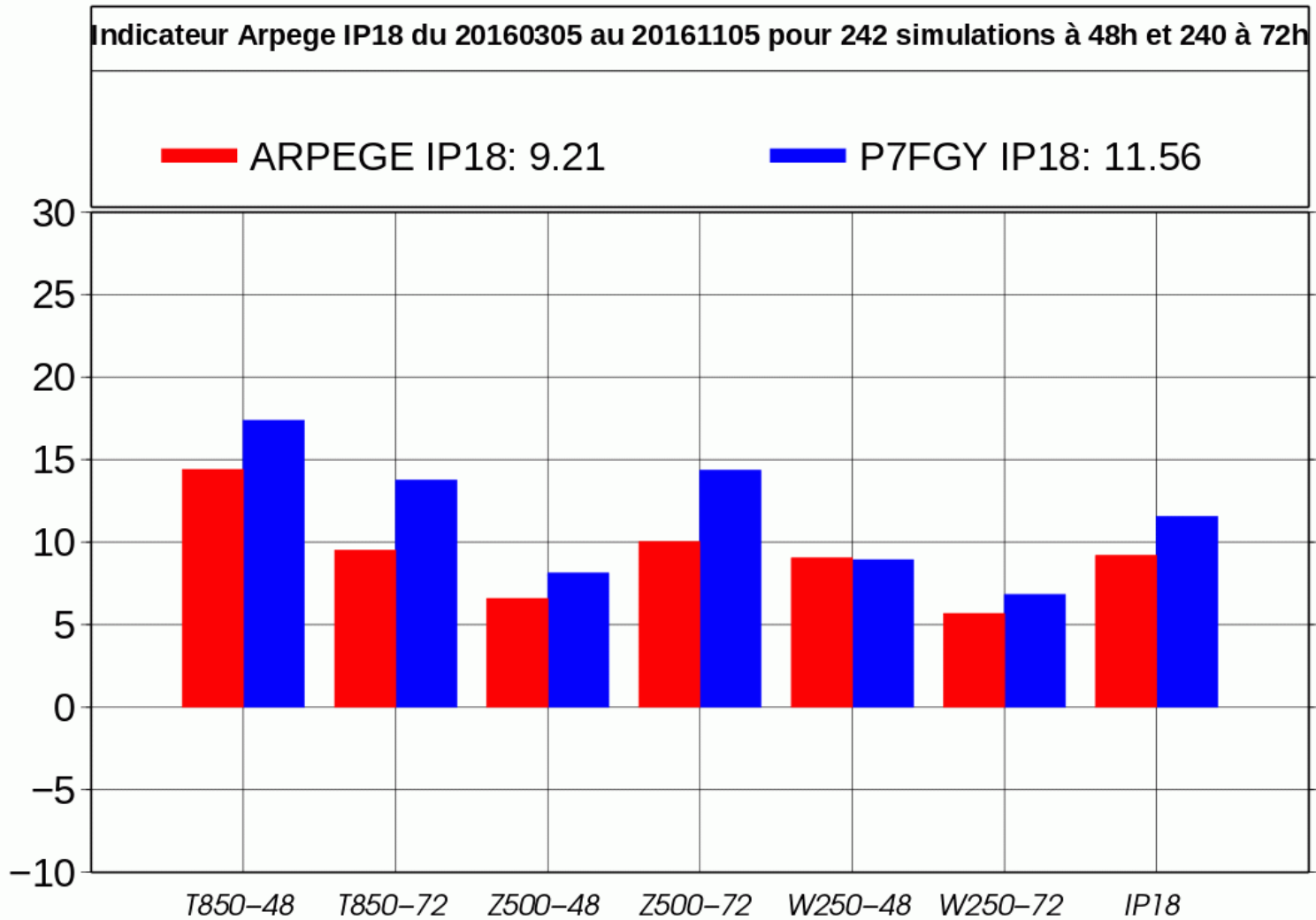
**Kinetic nergy tendency due to  
subgrid convective transport**

**The mean effect of convective transport is to slow down  
atmosphere, and increase wind in the PBL**

# ARPEGE T1200 PCMT + SURFEX parallel suite : winter scores



# ARPEGE T1200 PCMT + SURFEX parallel suite : summer scores





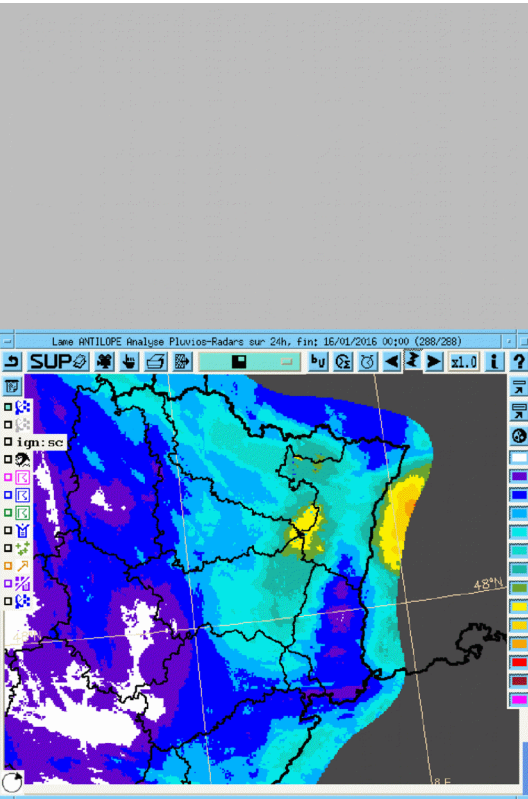
# Conclusion / perspectives

## **PCMT (Prognostic Condensates Microphysics and Transport)**

- **A new scheme, deals with dry, shallow and deep convection**
- **Parallel suite T1200 NWP**
- **Seasonal forecast T159**
- **Next CMIP6 T127 Climate simulations**
- **This afternoon : Eric Bazile and Yann Seity**

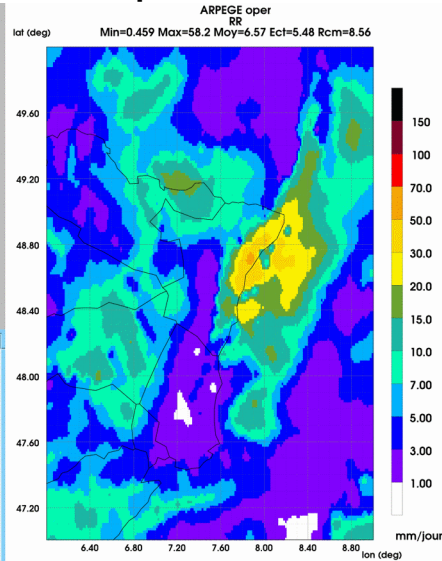
Fin

# Cas du 20160115 : neige sur la Forêt Noire

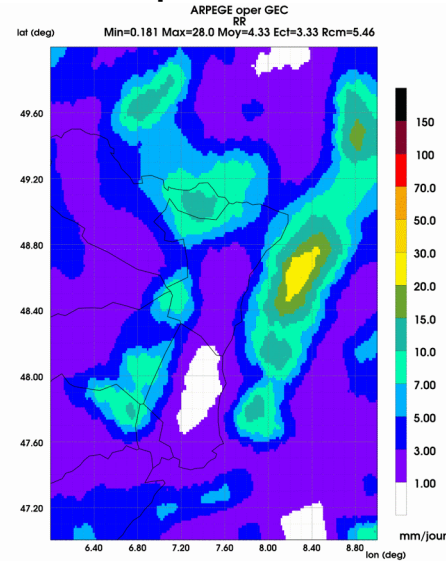


Michaël Kreitz,  
prévisionnistes  
Alsace

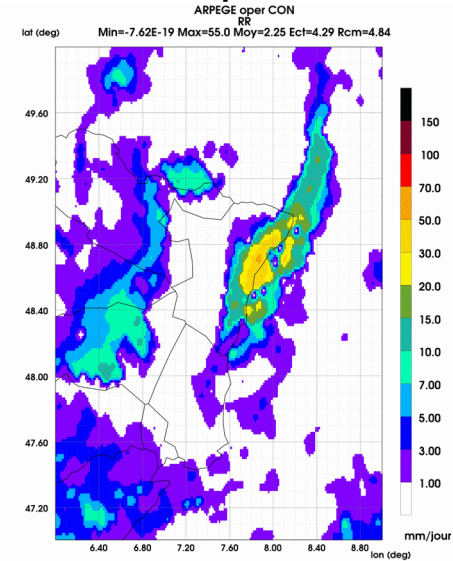
## Oper tot



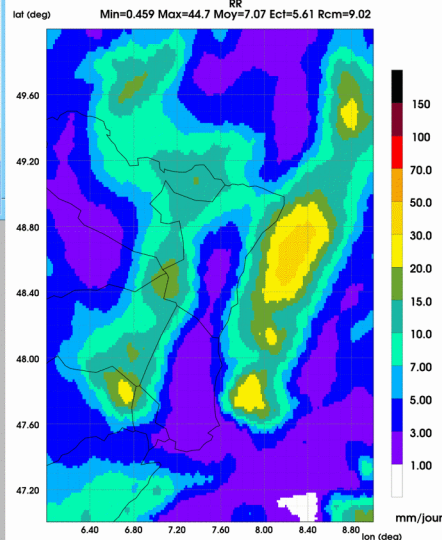
## Oper RE



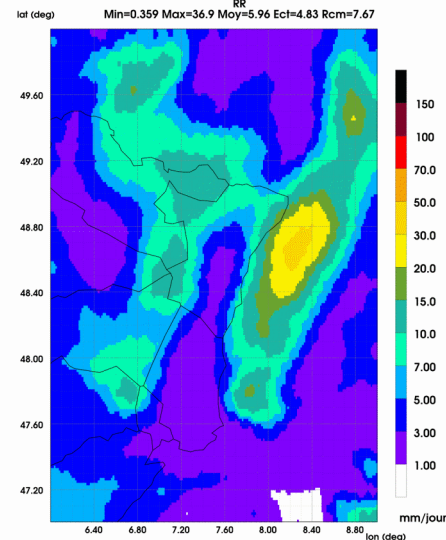
## Oper SM



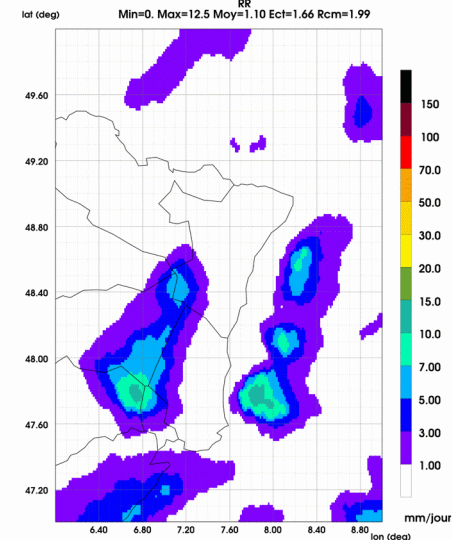
## ARPEGE 7ENI



## ARPEGE 7ENI GEC



## ARPEGE 7ENI CON



## Dbl tot

## Dbl RE

## Dbl SM



# PCMT : objectifs

## Schéma de convection opérationnel

- Régime des pluies pas assez intermittent (production d'extrêmes), pas assez de variabilité interquotidienne.
- Précipitations trop à l'amont des reliefs, pas assez sur les reliefs.
- Cycle diurne de la convection profonde trop centré sur le midi solaire local.

# PCMT : description générale

- **PCMT : Prognostic Condensates Microphysics and Transport**
- **Equation pronostique de vitesse verticale convective (flottabilité, friction).**
- **Microphysique pronostique : variables eau liquide, glace, pluie, neige convectives : transport / gel de l'eau liquide dans l'ascendance, autoconversion, collection, sédimentation / évaporation des précipitations, etc**
- **Géométrie symétrique : (i) ascendance / (ii) son environnement. Microphysique appelée dans chaque zone, entraînement / déentraînement entre les deux.**
- **Fermeture combinée CAPE – CVGQ, entraînements organisé et turbulent, prise en compte CIN, etc.**

# Etude hiver 2016 (B. Roulet)

Estimation subjective surtout basée sur la position des dépressions ou leurs creusements et peu sur la justesse des gradients (difficiles à apprécier correctement visuellement)

Peu de situations perturbées zonales durant l'hiver et donc peu de dépressions au voisinage de la France

Du 22/1/16 au 21/5/16: 372 cas

PCMT meilleur que OPER: 24 cas (6.5 %)

PCMT moins bon que OPER: 15 cas (4%)

Ne se prononce pas: environ 333 cas (un peu moins en réalité car quelques cartes ne sont pas complètes du fait de l'absence du tracé d'un modèle)

Bilan subjectif plutôt positif pour PCMT

Position des centres dépressionnaires souvent améliorée

Surveillance nécessaire de la problématique des gradients en atmosphère instable pendant l'hiver 2016/2017



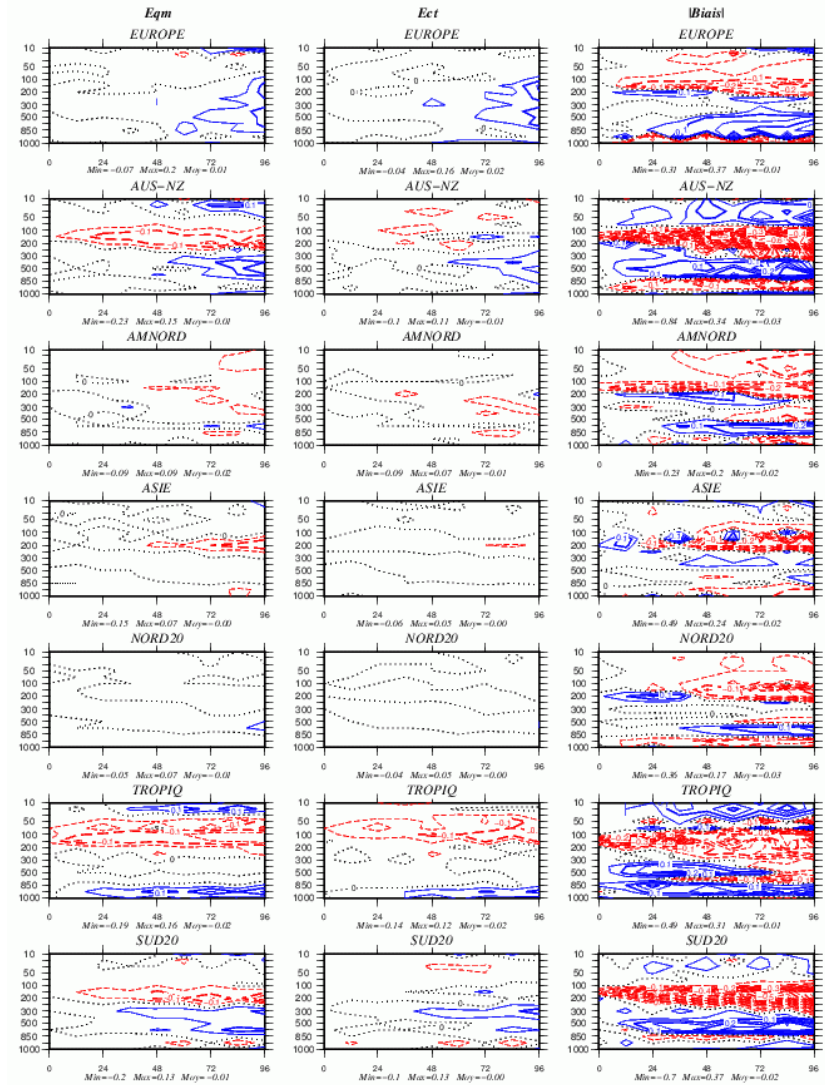
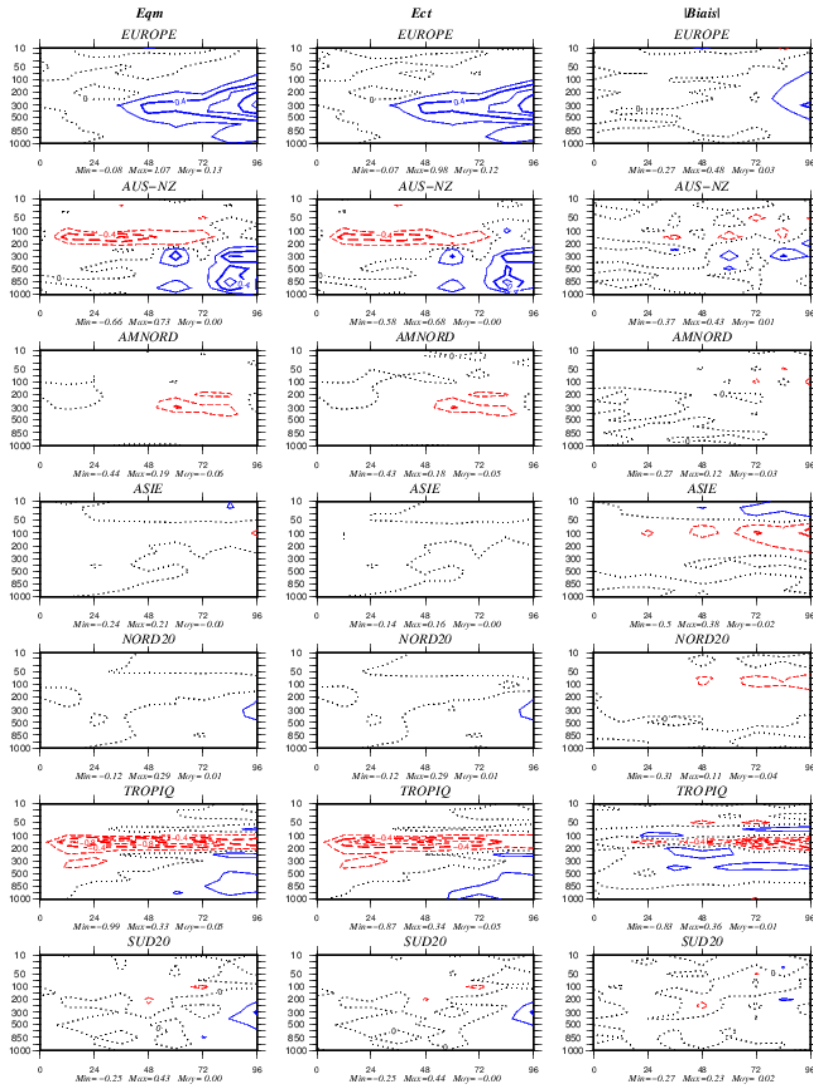
# Scores TEMP chaîne étudiée par B. Roulet

VENT:PA.r 00/TP(Ref)-P7EYE.r 00/TP(Exp)  
(.2000 m/s)

73 simulations (500hPa) de 96 h du 20160115 au 20160331

TEMPERATURE:PA.r 00/TP(Ref)-P7EYE.r 00/TP(Exp)  
(.0500 K)

73 simulations (500hPa) de 96 h du 20160115 au 20160331

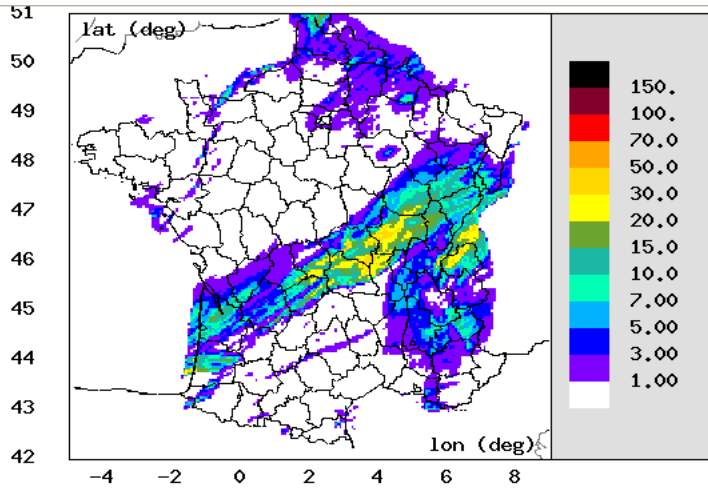


# Décalage vers l'est des systèmes précipitants

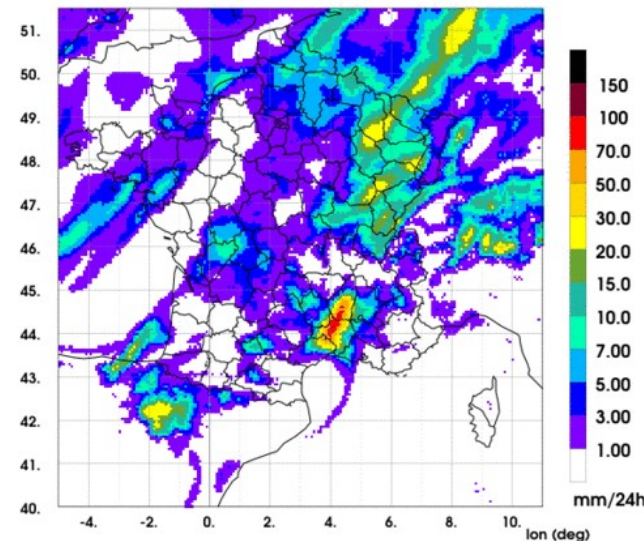
Radar Antilope

« Nouveau » PCMT + SURFEX

ARPEGE 7FNG  
Cumul 24h le 2014-08-09  
Min=-5.03E-3 Max=101. Moy=2.93 Ect=5.32 Rcm=6.08



Lame d'eau ANTILOPE (mm/24h) , Cumul 24h le 2014-08-09  
Min = 0., Max = 54.4, Moy = 1.53, Rcm = 4.23

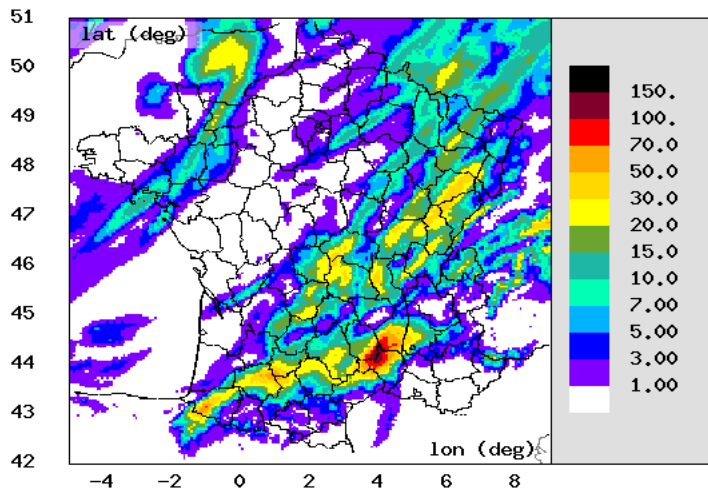


Cas du 20140809  
signalé par  
Grégory  
Guittonneau  
(Aix-en-Provence)

PCMT maintient à  
tort l'activité sur les  
Cévennes.

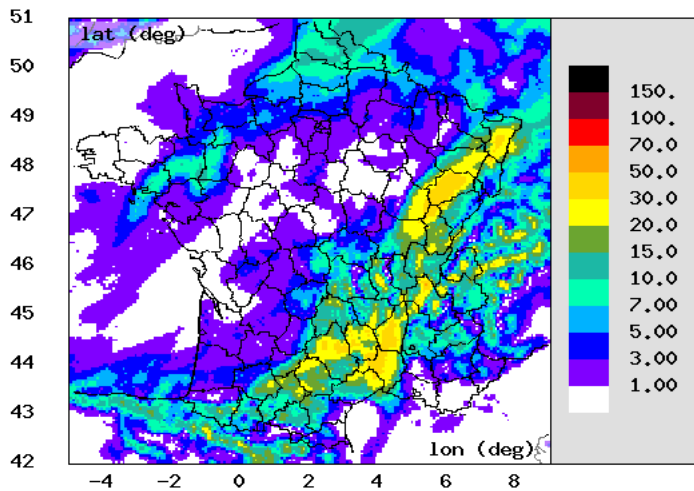
Les précipitations  
sont nettement  
surestimées posant  
un problème de  
vigilance.

La nouvelle version  
de PCMT est  
différente, mais  
maintient de forts  
cumuls. Piste : pb  
analyse ?



ARPEGE 7D08 (mm/24h) , Cumul 24h le 2014-08-09  
Min = -0.0110, Max = 151., Moy = 5.05, Rcm = 10.1

« Ancien » PCMT



ARPEGE oper (mm/24h) , Cumul 24h le 2014-08-09  
Min = -7.24E-3, Max = 52.8, Moy = 5.01, Rcm = 8.11

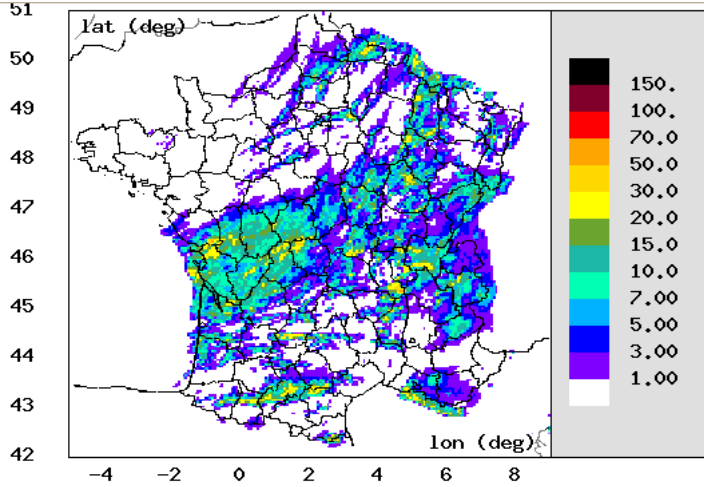
Physique opérationnelle



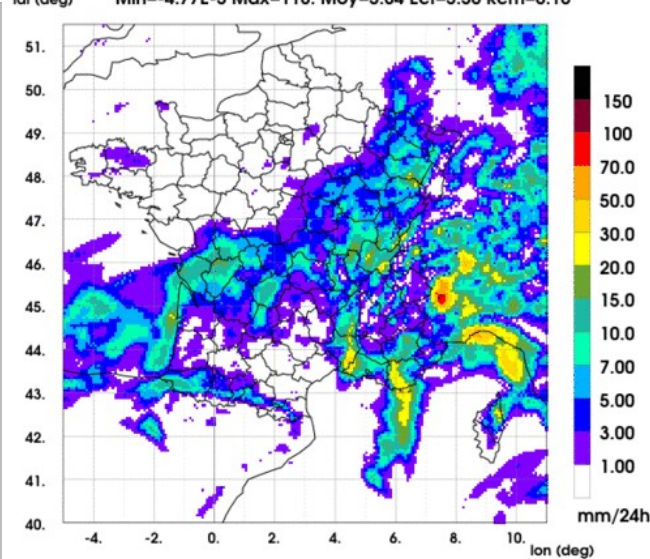
# Décalage vers l'est des systèmes précipitants

Radar Antilope

« Nouveau » PCMT + SURFEX ARPEGE 7FNI  
Cumul 24h le 2014-08-03  
Min=-4.77E-3 Max=118. Moy=3.04 Ect=5.36 Rcm=6.16

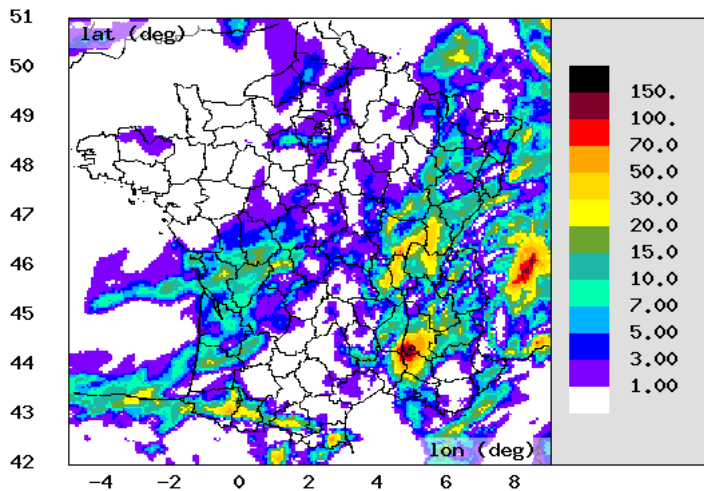


Lame d'eau ANTILOPE (mm/24h) , Cumul 24h le 2014-08-03  
Min = 0., Max = 61.8, Moy = 2.20, Rcm = 5.00



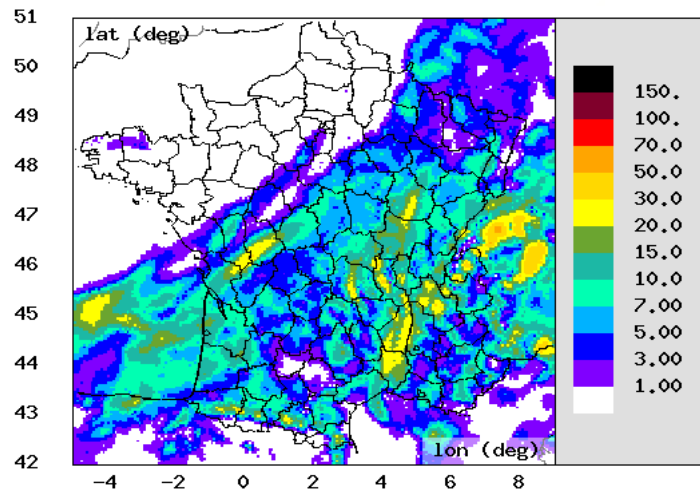
Cas du 20140803  
signalé par  
Grégory  
Guittonneau  
(Aix-en-Provence)

PCMT a du mal à  
décaler la  
perturbation vers  
l'est, laissant de  
l'activité vers la  
vallée du Rhône.  
Problème de  
vigilance.



ARPEGE 7D08 (mm/24h) , Cumul 24h le 2014-08-03  
Min = -0.0160, Max = 134., Moy = 4.43, Rcm = 9.71

« Ancien » PCMT



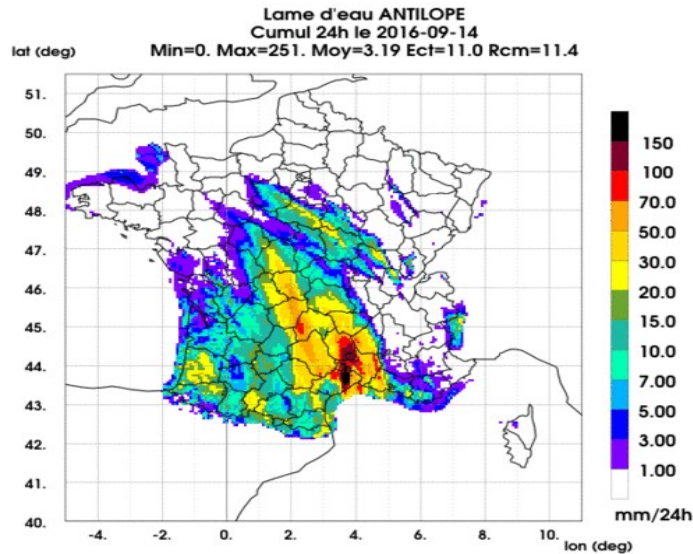
ARPEGE oper (mm/24h) , Cumul 24h le 2014-08-03  
Min = -8.35E-3, Max = 65.8, Moy = 4.83, Rcm = 7.52

Physique opérationnelle

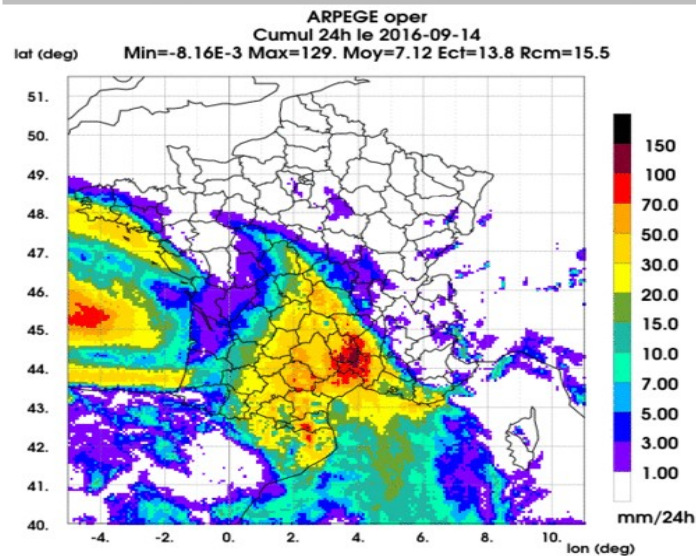
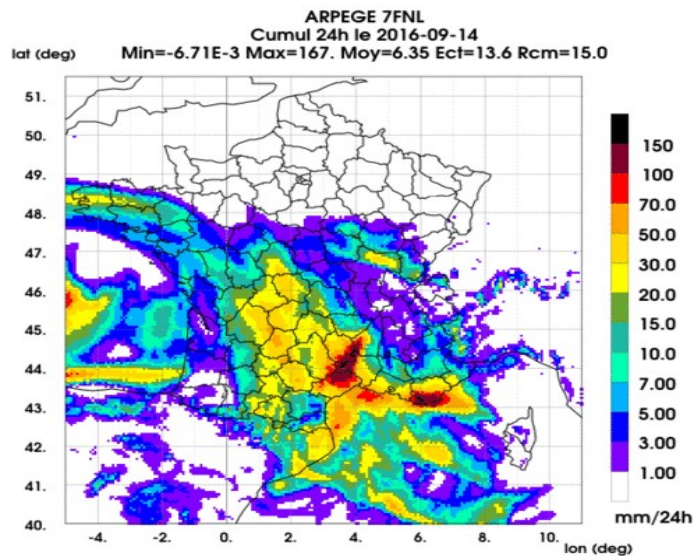
La nouvelle version  
de PCMT prévoit  
moins de pluie sur  
la vallée du Rhône.

# Cas du 14 septembre 2016

## Radar Antilope



Meilleure prévision de l'intensité sur les Cévennes par PCMT, mais fausse alarme sur la côte varroise.



« Nouveau » PCMT

Physique opérationnelle



# PCMT : conclusion / perspectives

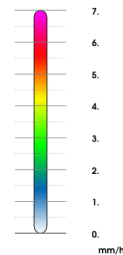
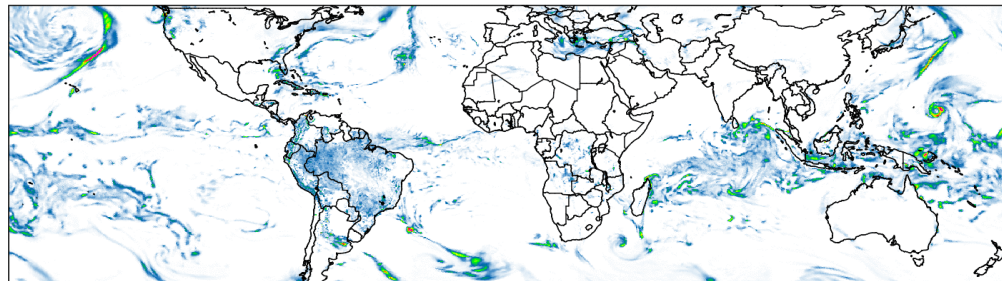
## Schéma de convection PCMT

- Régime des pluies plus intermittent (production d'extrêmes), plus « proche d'AROME ».
- Précipitations plus proches des reliefs.
- Progrès des scores en vent, dépressions un peu mieux localisées.
- A suivre en chaîne en double : progrès sur les cas à enjeux ?
- PCMT va évoluer : réglage entraînements, courants de densité, équation de vitesse verticale avec effet non local de pression.

# Titre

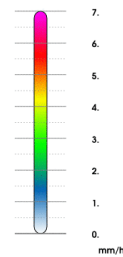
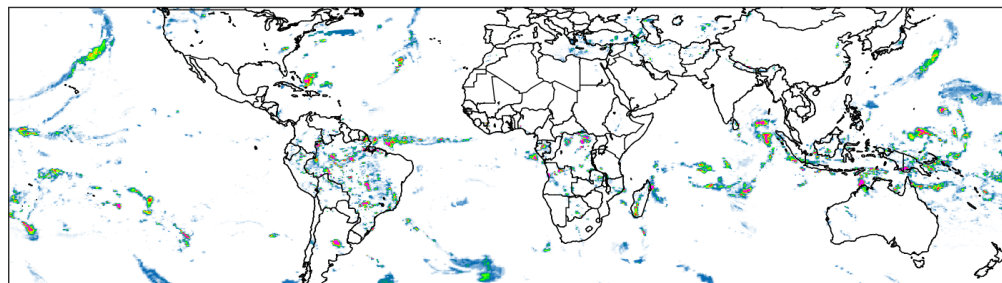
# Régime des pluies

Précipitations en 3h, ARPEGE dbl  
Base 20150208 Ech 42-45h, Valid 20150209 - Cumul 18-21 UTC  
Min=0, Max=10.2 Moy=0.140 Ect=0.393 Rcm=0.417



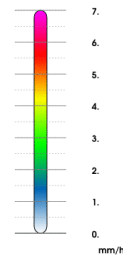
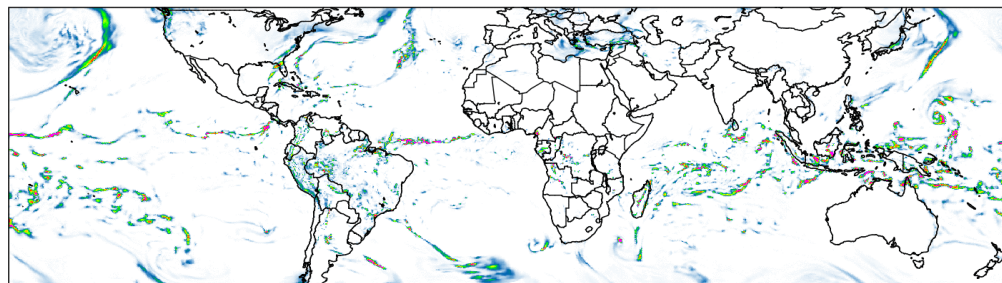
ARPEGE oper

RR 3h, TRMM  
20150209 - Cumul entre 18UTC et 21UTC  
Min=0, Max=49.4 Moy=0.110 Ect=0.598 Rcm=0.608



TRMM

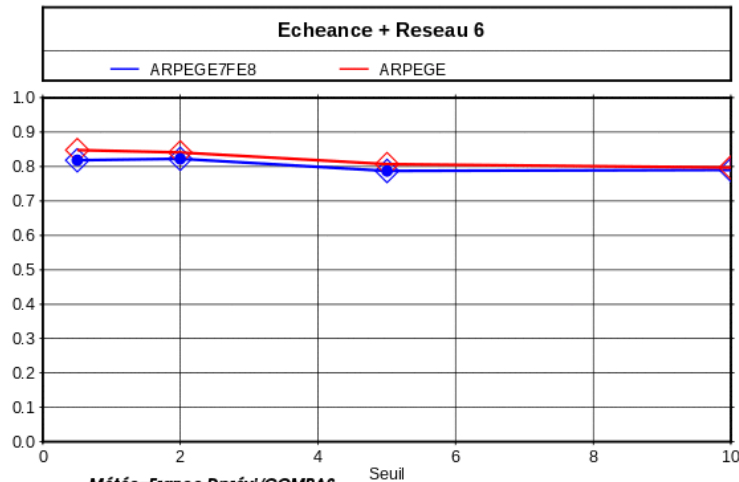
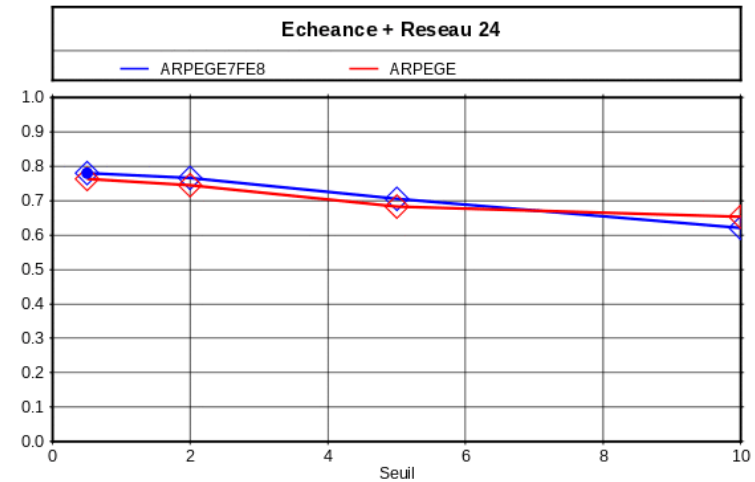
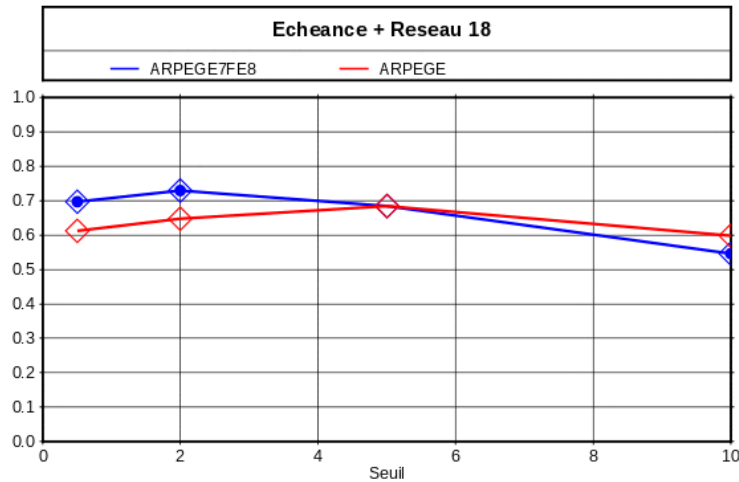
Précipitations en 3h, ARPEGE 7D08  
Base 20150208 Ech 42-45h, Valid 20150209 - Cumul 18-21 UTC  
Min=0, Max=26.3 Moy=0.138 Ect=0.631 Rcm=0.646



ARPEGE PCMT

# Scores probabilistes de précipitation

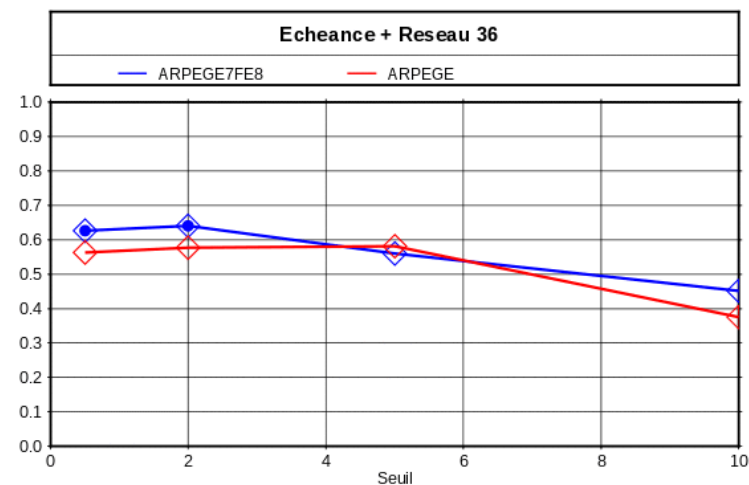
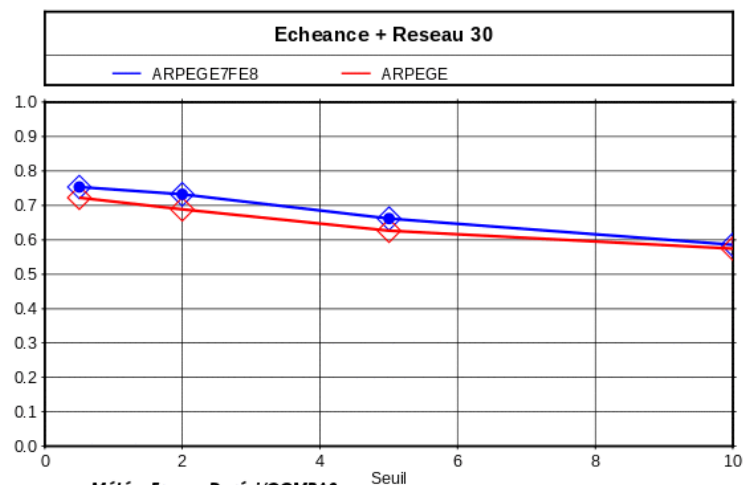
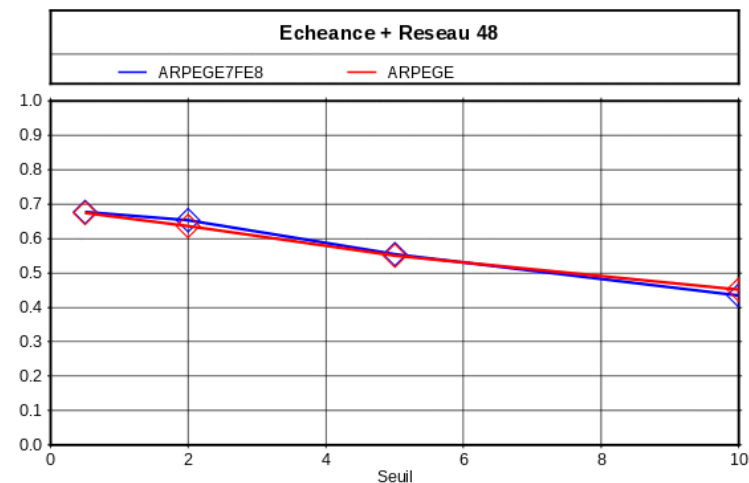
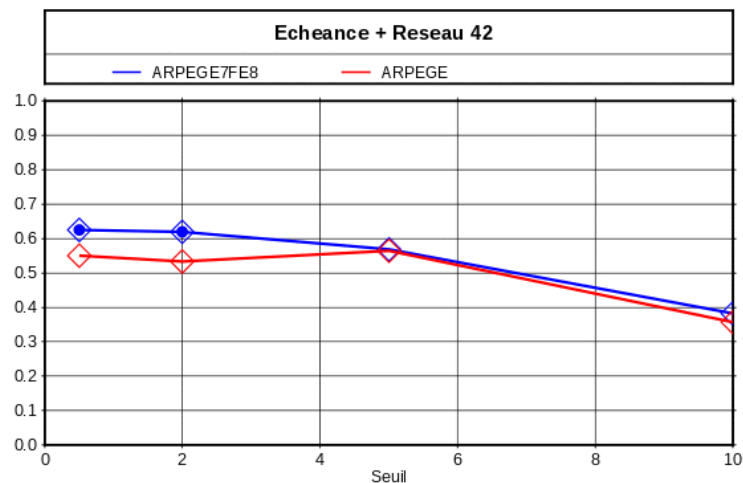
Contrôle probabiliste des précipitations 6h : Comparaison des modèles Réseau de 0 heure Voisinage 52.8km  
Grille FRANGP0025 BSS\_NO en fonction du seuil / Période 20160305 - 20160603 / Référence ANTILPEJP1





# Scores probabilistes de précipitation

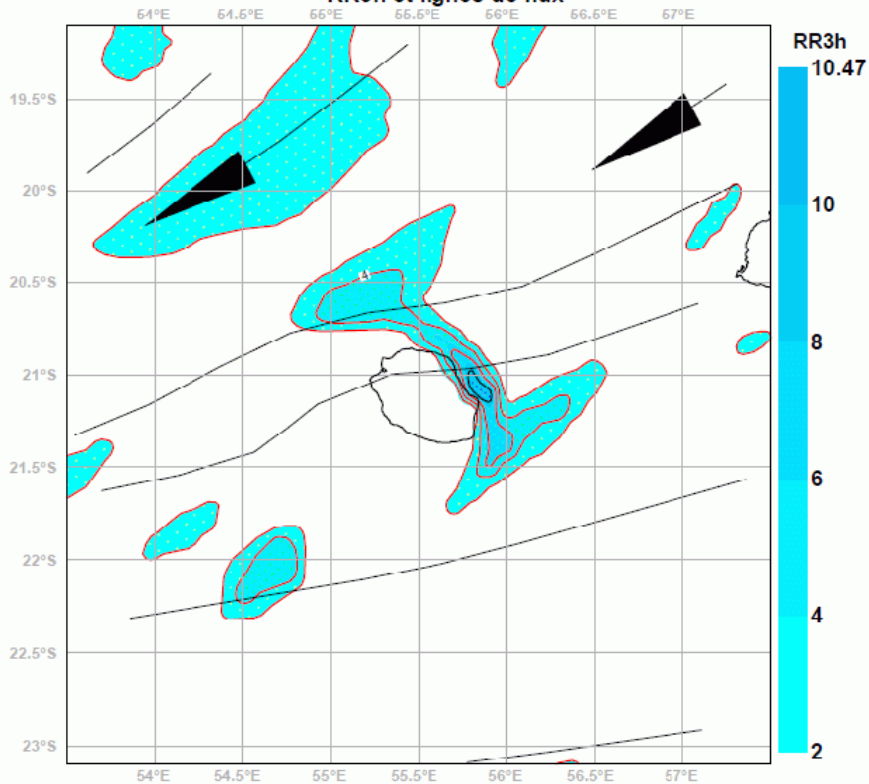
Contrôle probabiliste des précipitations 6h : Comparaison des modèles Réseau de 0 heure Voisinage 52.8km  
Grille FRANGP0025 BSS\_NO en fonction du seuil / Période 20160305 - 20160603 / Référence ANTILPEJP1



# RR et relief : île de la Réunion

----- PREVISION sur 09S pour Aladin à 18h (base : 2012-02-13 00:00:00) -----

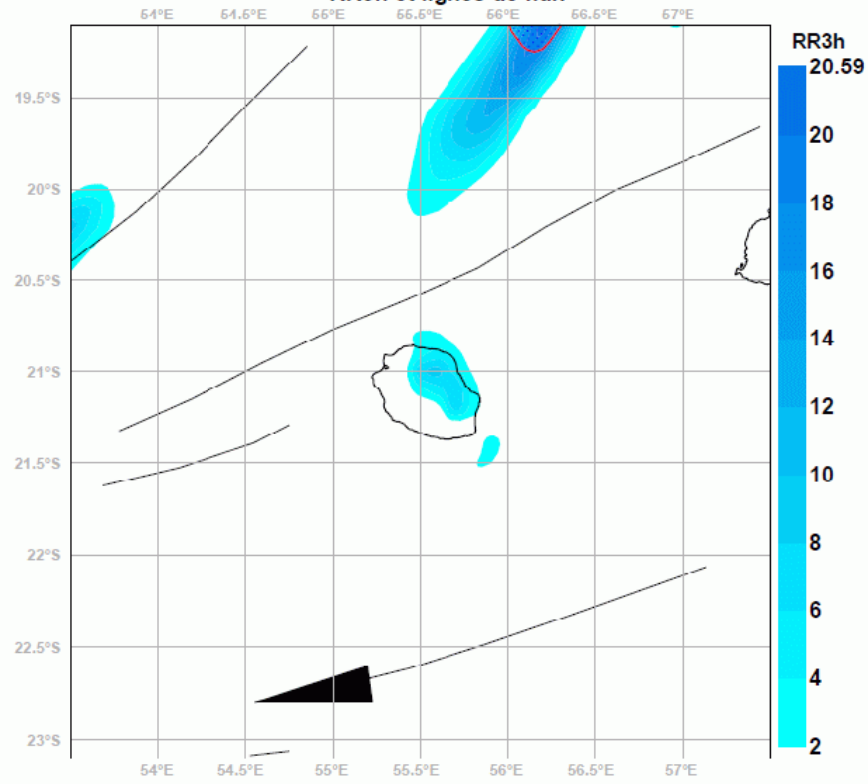
RR3h et lignes de flux



**ARPEGE**  
std

----- PREVISION sur 09S pour AladinPCMT à 18h (base : 2012-02-13 00:00:00) -----

RR3h et lignes de flux



**ARPEGE**  
PCMT

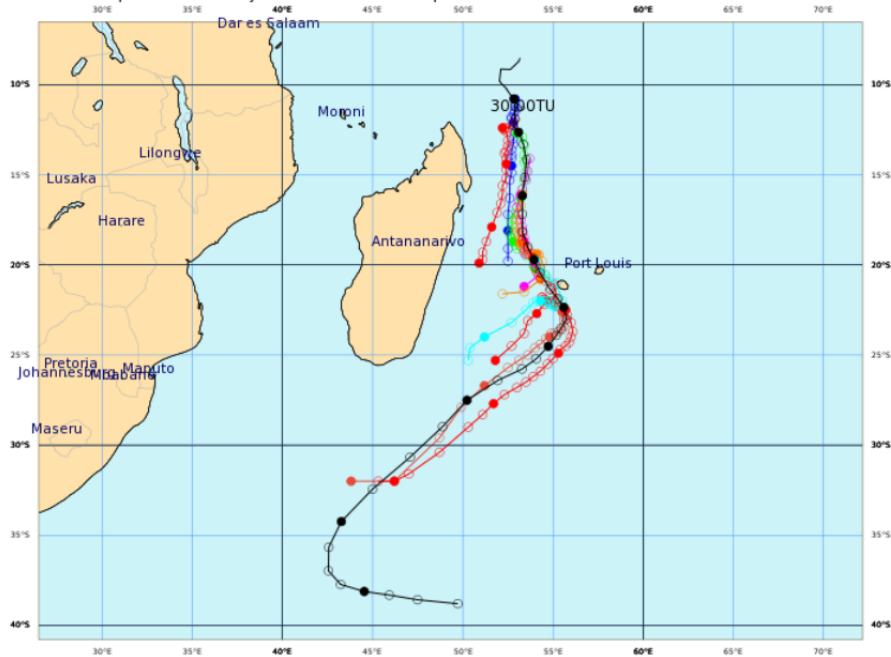
Source thèse David Barbary, Météo-France La Réunion

# Trajectoire de cyclones tropicaux

## ALADIN-Réunion 8km - Etude du cyclone Bejisa

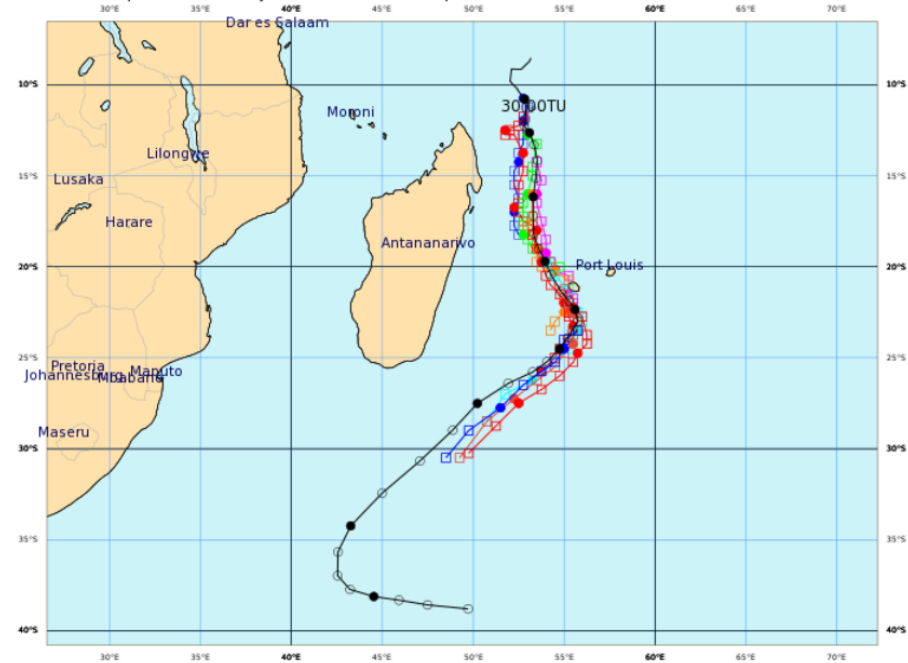
### Travail de thèse de Jérémy Guerbette

Toutes les prévisions de trajectoires de 04S (04S) par 9CE7P du 2013123000 au 2014010312



Physique oper

Toutes les prévisions de trajectoires de 04S (04S) par B4A7 du 2013123000 au 2014010312



Physique PCMT

- Vitesse de déplacement trop lente (réf et exp)
- Trajectoire et creusement améliorés