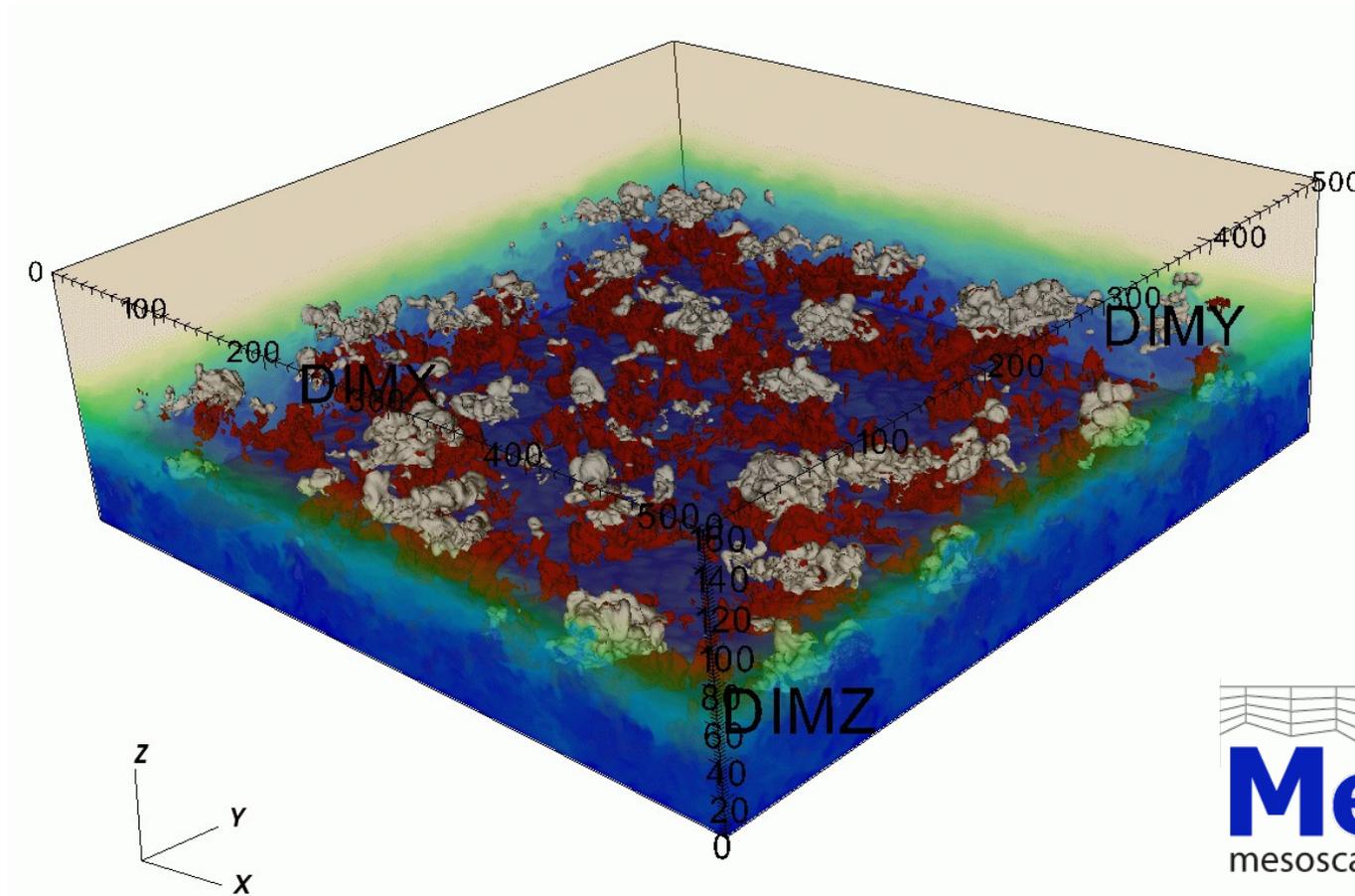


Quantification des incertitudes associées aux simulations LES pour un ensemble de cas de couches limites convectives

F Couvreur, N Villefranque, N Maury,
F Brient, D Sigler



Contexte

Pourquoi ?

- Simulations LES utilisées comme référence pour le développement de paramétrisations (comparaison 1D/LES)
- Besoin d'estimer une incertitude autour de ces sorties (différentes selon les variables) car processus plus ou moins résolus (ex microphysique paramétrée)
- Nécessaire pour les outils de tuning

Deux méthodes d'estimation de l'incertitude:

- Tests de sensibilité pour un modèle => ici avec Méso-NH
- Exercices d'intercomparaison où différents modèles (schémas numériques et paramétrisations physiques différents) sont comparés pour ~ même set-up; ex :Brown et al 2002 ; Siebesma et al 2003 ; Van Zanten et al 2011 ; Duynkerke et al 2004...

Que dit la biblio ?

- *Brown (1999)*: BOMEX (Δx , Cs) \Rightarrow sensibilité sur champs nuageux ; impact de Δx sur la pénétration des nuages de la couche d'inversion
- *Stevens et al (2002)*: ASTEX $\Rightarrow \Delta x = \Delta z = 5\text{m}$; plus Δx fin, plus inversion haute et ql plus fort
- *Matheou et al (2010)*: RICO (Δx , Cs, adv°) : variables nuageuses dont cf particulièrement sensible à la résolution ; certaines différences amplifiées par la précipitation
- *Matheou (2016)*: GABLS1 (Δx , Cs, adv°) : forte différence entre adv° 2nd $^\circ$ / 4-6 $^\circ$; Cs et Δx pas décorrélés (aussi Pressel et al 2017).
- *Zhang et al (2017)*: CASS (cas composite) \Rightarrow sensib à la microphysique (bin/bulk) \Rightarrow sur caract nuageuses ; nuages plus petits/obs qqsoit les tests. Insensible au Dom si $>14\text{km}$
- *Lac et al (2018)*: sensibilité au schéma d'advection

Tests effectués

- Le setup de référence_: $Dx=25m(\text{cumulus})/50m$ (CL ciel clair) ; $Dz=25m$; microphysique=ICE3 ; turbulence=DEAR ; Domaine=6.4km/10km ; Advection (wind): schéma centré du 4^e ordre

Sensibilités:

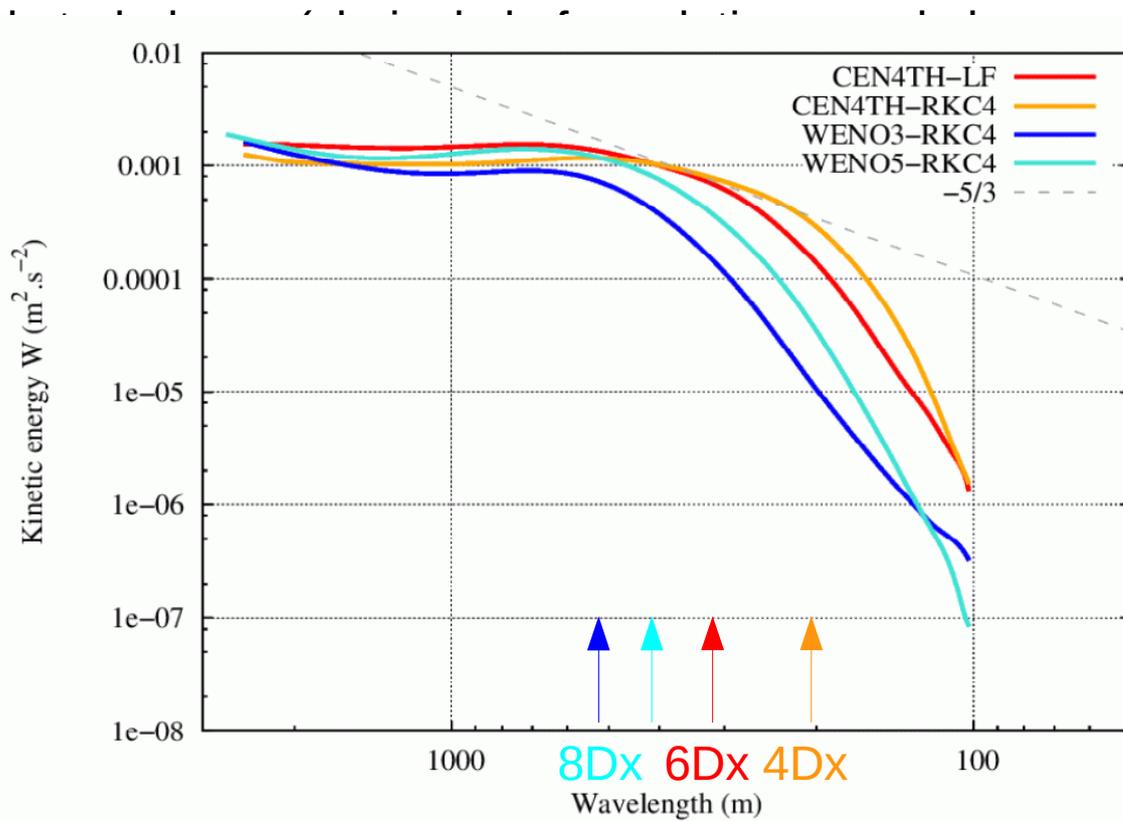
- le bruit blanc introduit au début de la simulation (0.01, 0.1, 0.5 K)
- la résolution (horizontale & verticale)
- l'intensité de la diffusion numérique
- la taille du domaine 10km/ 20km
- la microphysique : ajustement à la saturation, condensation sous-maille (à suivre schéma à 2 moments)
- la turbulence (choix de la formulation pour la longueur de mélange)
- le schéma d'advection: centré 2^e ordre; WENO3: 3^e ordre ; WENO5= 5^e ordre

Tests effectués

- Le setup de référence_: $Dx=25m(\text{cumulus})/50m$ (CL ciel clair) ; $Dz=25m$; microphysique=ICE3 ; turbulence=DEAR ; Domaine=6.4km/10km ; Advection (wind): schéma centré du 4^e ordre

Sensibilités:

- le bruit blanc introduit au début de la simulation (0.01, 0.1, 0.5 K)
- la résolution (horizontale & verticale)
- l'intensité de la diffusion numérique
- la taille du domaine 10km/ 20km
- la microphysique (à 2 moments (pas encore), juste ajustement à la saturation, condensation sous-maille

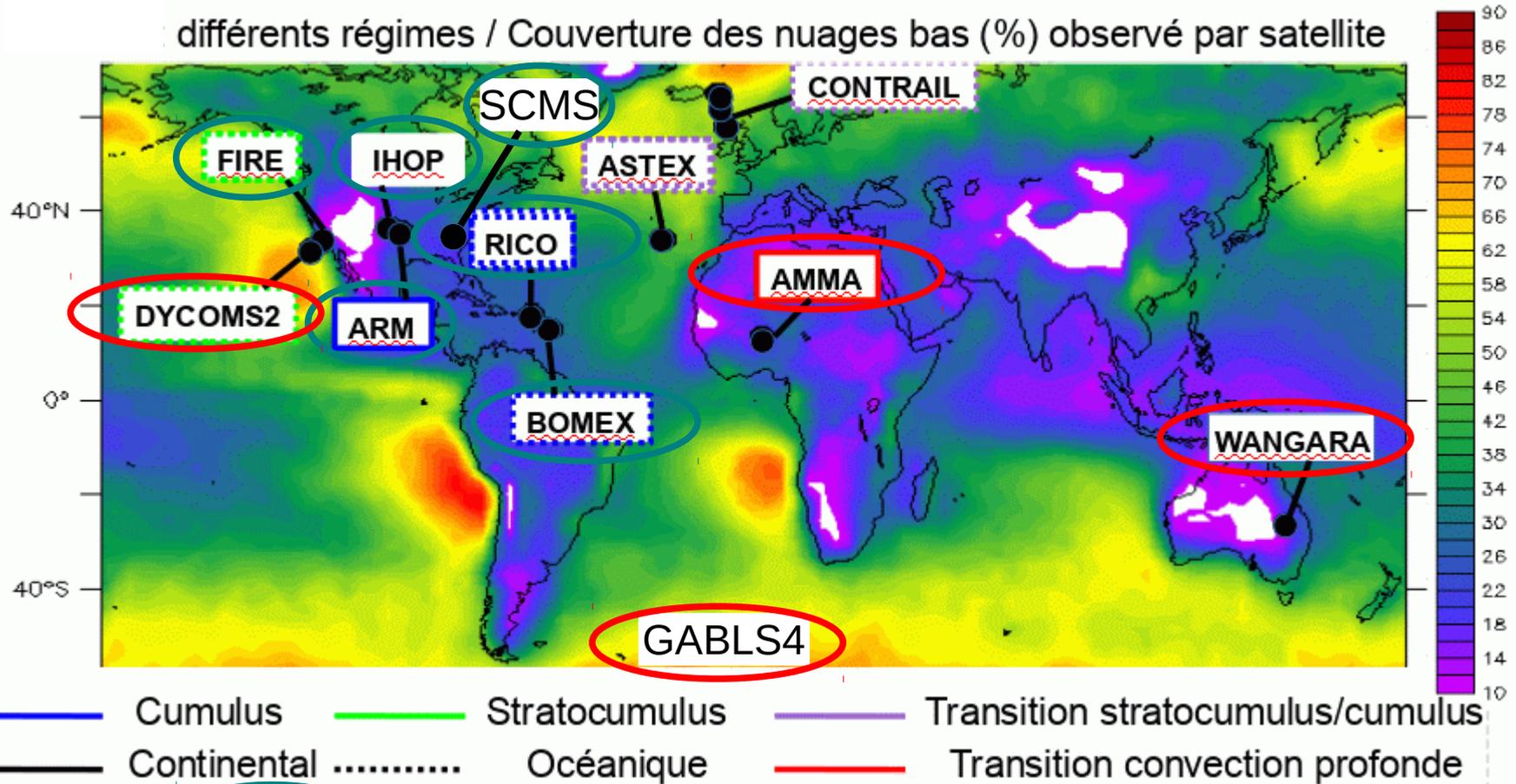


r de mélange)
rdre ; WENO5= 5^e ordre

Spectre de w^2 moyenné de 100m à 1000m, FIRE (LES, $Dx=50m$)
Lac et al, 2018

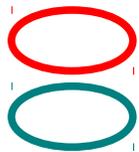
Les différents cas

différents régimes / Couverture des nuages bas (%) observé par satellite



+ idealized cases: AYOTTE (constant surface fluxes + different inversion strengths, no moisture)

<http://www.umn-cnrm.fr/visu-high-tune/index.php>



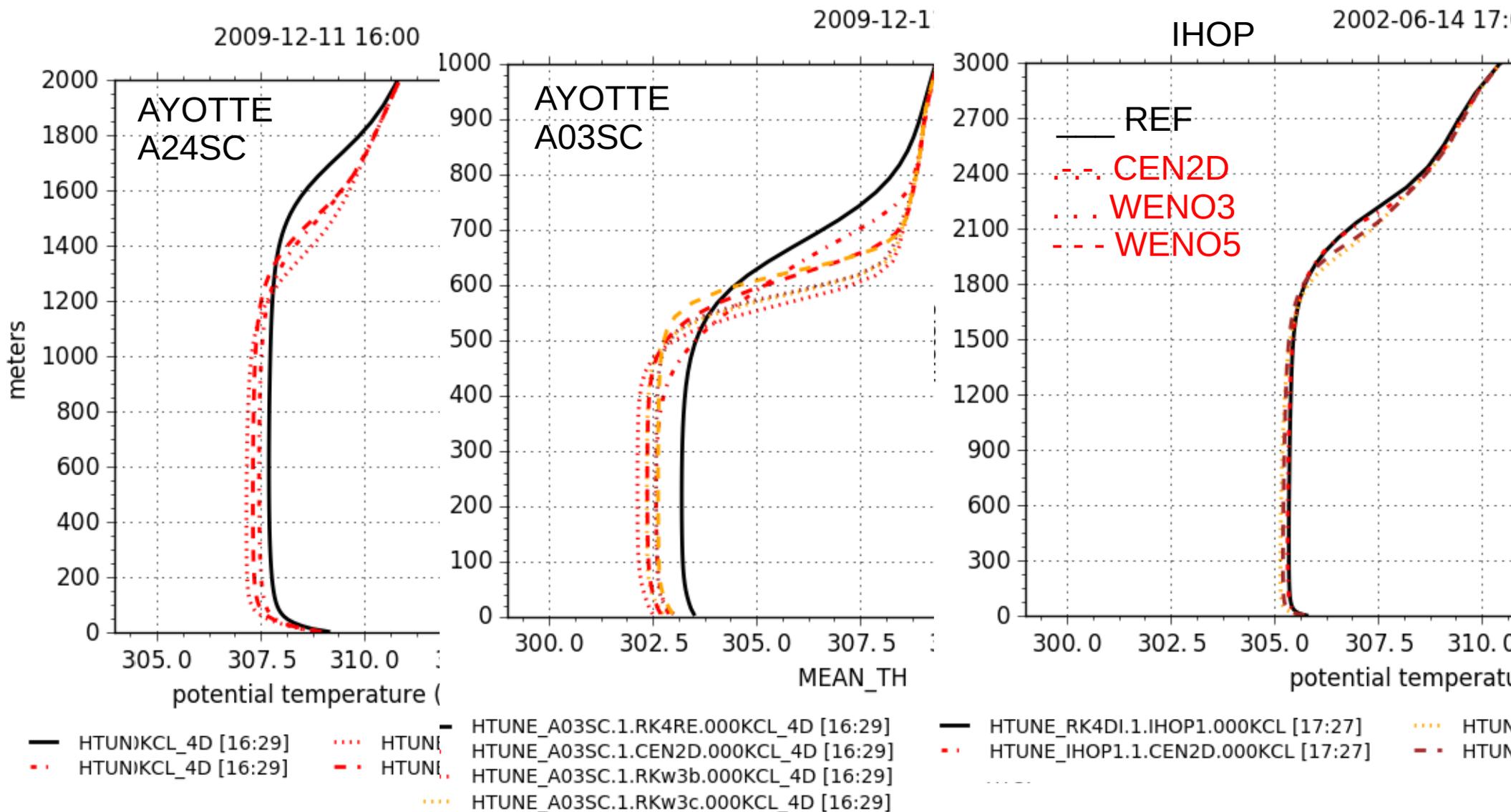
Reference LES available

Reference LES +sensitivity tests available



Cas de couche limite convective en ciel clair, cumulus, stratocumulus, transition de stratocumulus à cumulus, transition vers la convection profonde, couche limite stable

Impact du schéma d'advection



WENO3 : CL plus basse ; CEN2D in a lesser extent

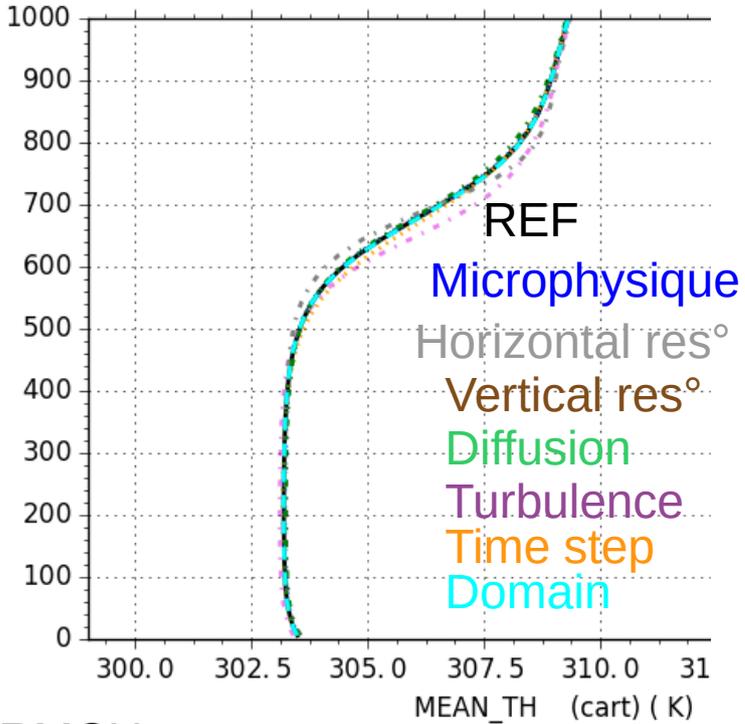
WENO3 & CEN2D almost no entrainment ($w_{th} < 0$ at the BL top)

=> schéma d'advection recommandé (i.e. le - diffusif) CEN4TH +RK4 (= référence)

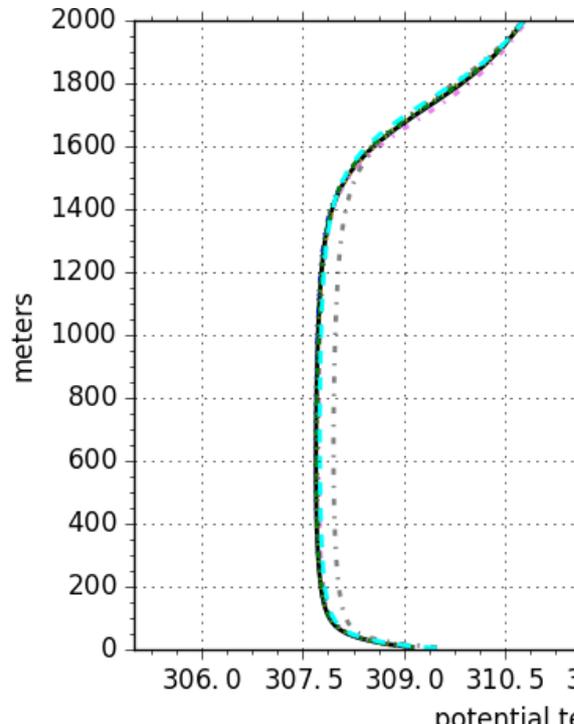
=> sensibilité à l'advection non retenue pour déterminer l'incertitude autour de la référence (tuning)

Peu de sensibilité sur les moment d'ordre 1

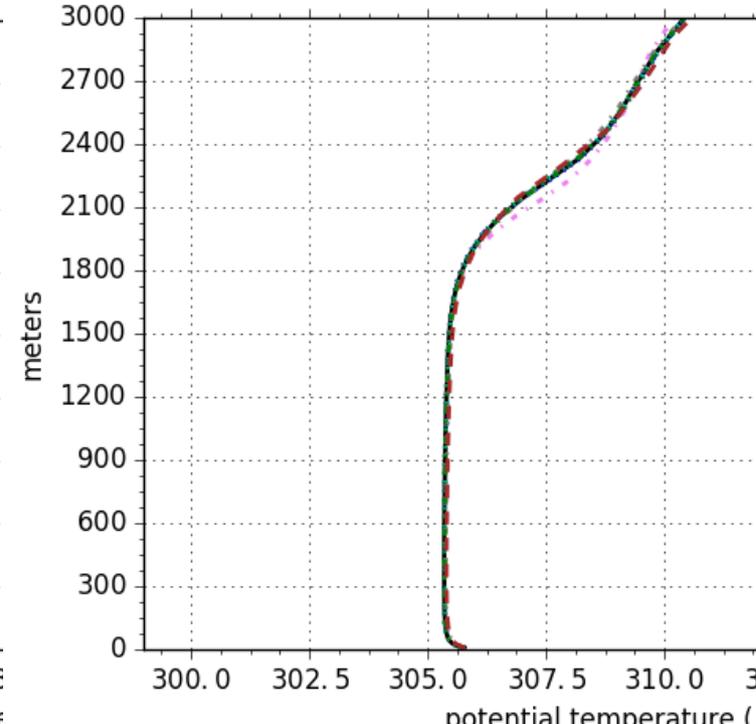
AYOTTE-03SC 2009-12-11 16:00



AYOTTE-24SC

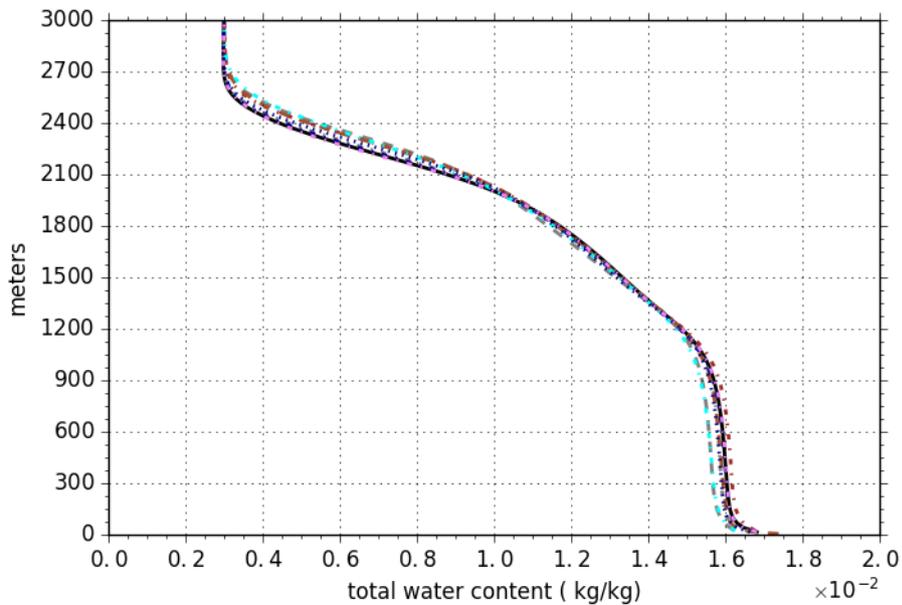


IHOP



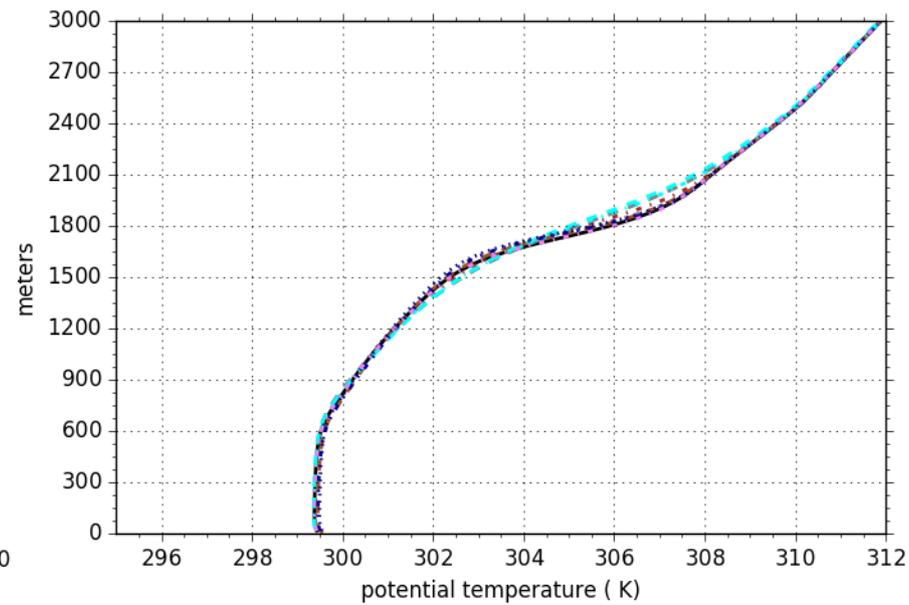
ARMCU

1997-06-21 21:00

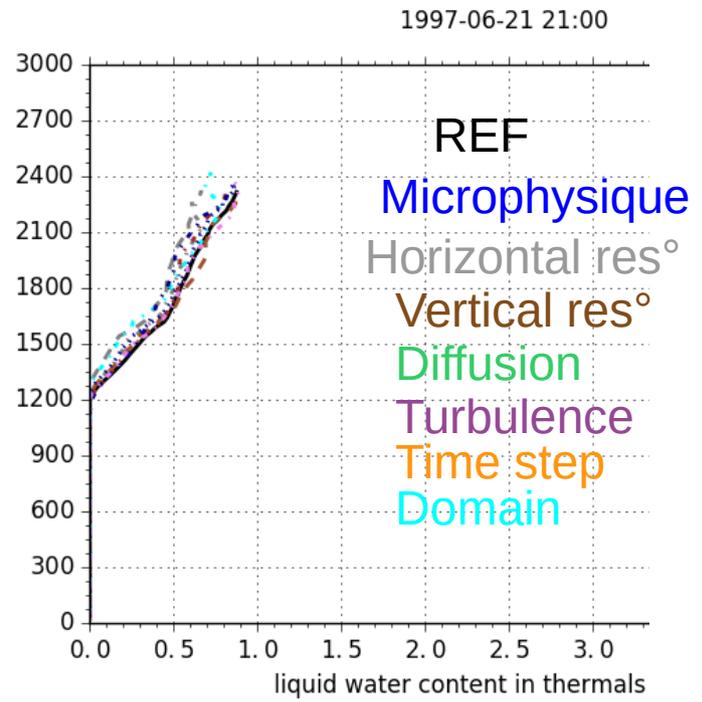
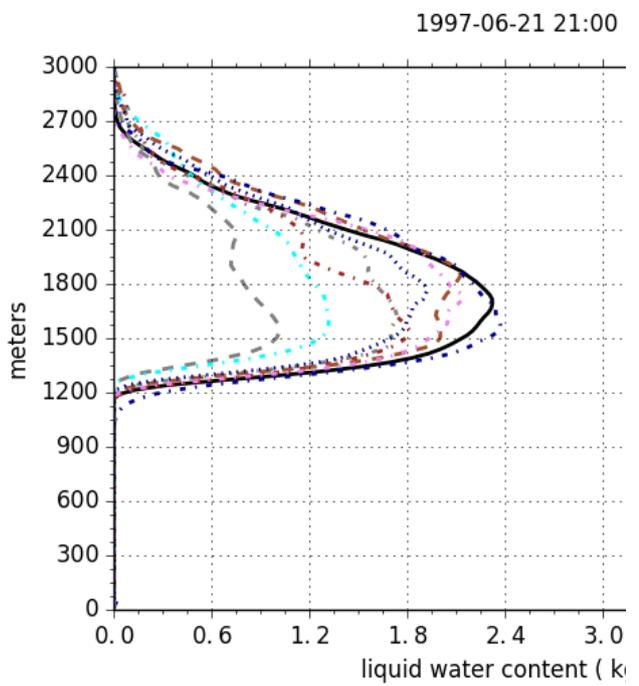
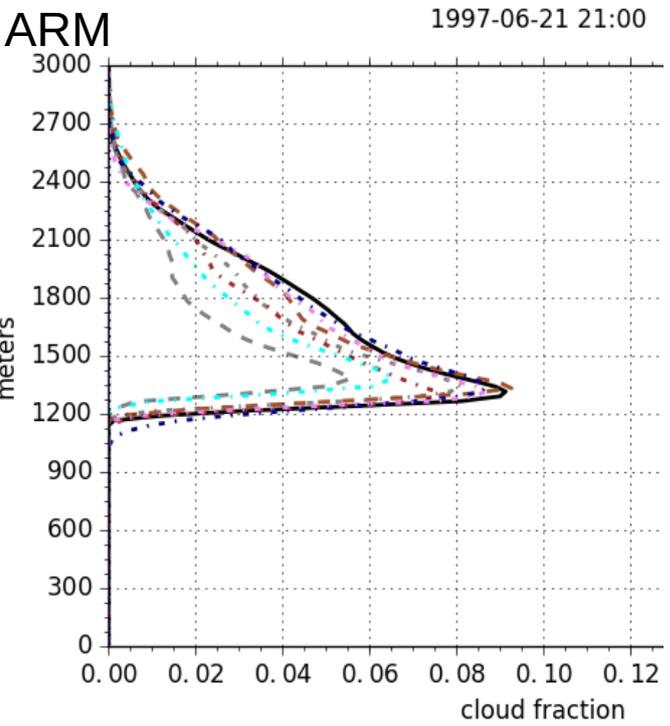


BOMEX

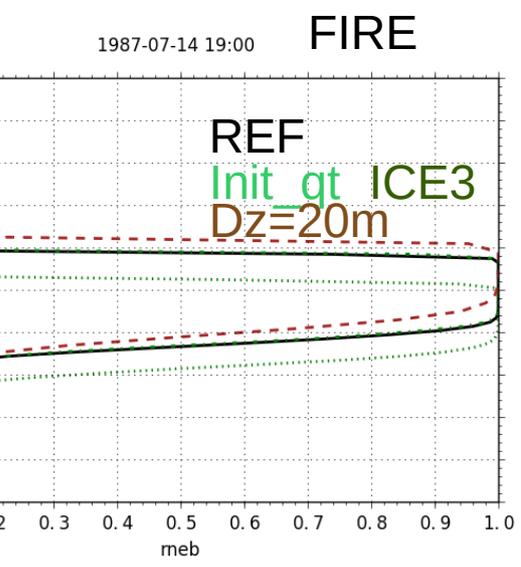
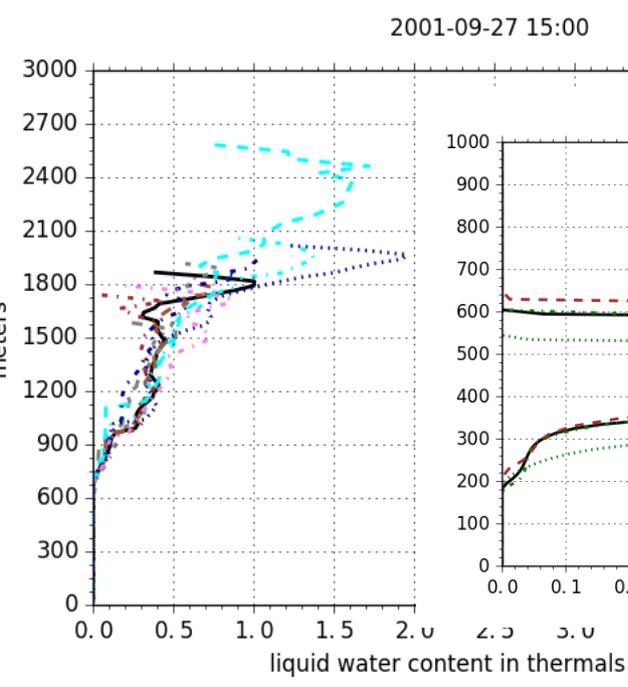
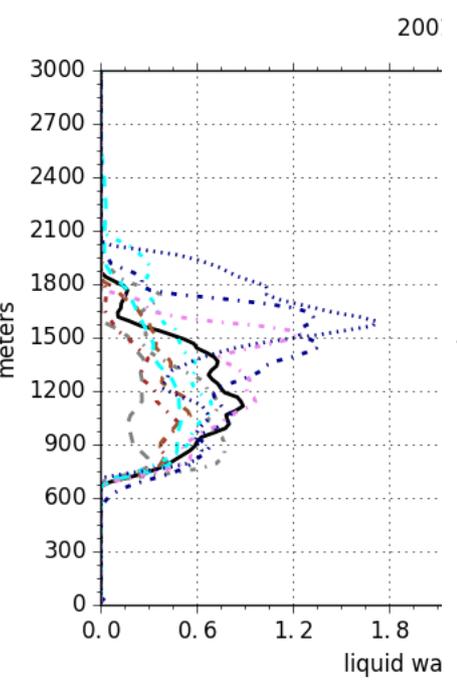
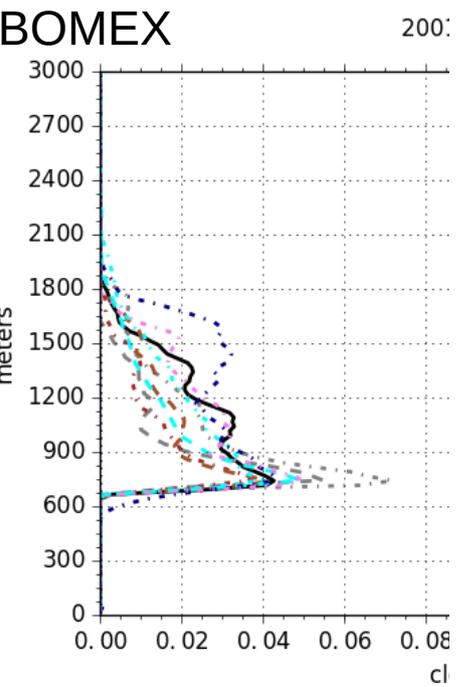
2001-09-27 15:00



Plus de sensibilité sur les champs nuageux



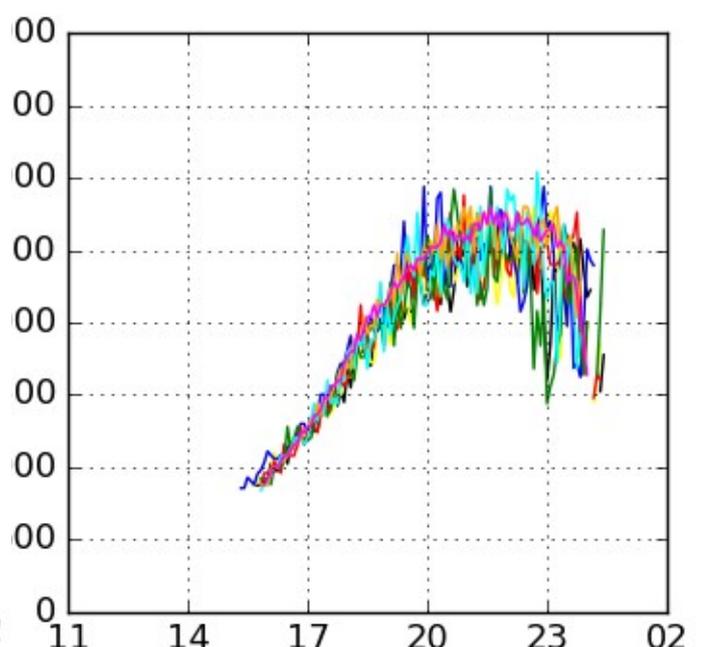
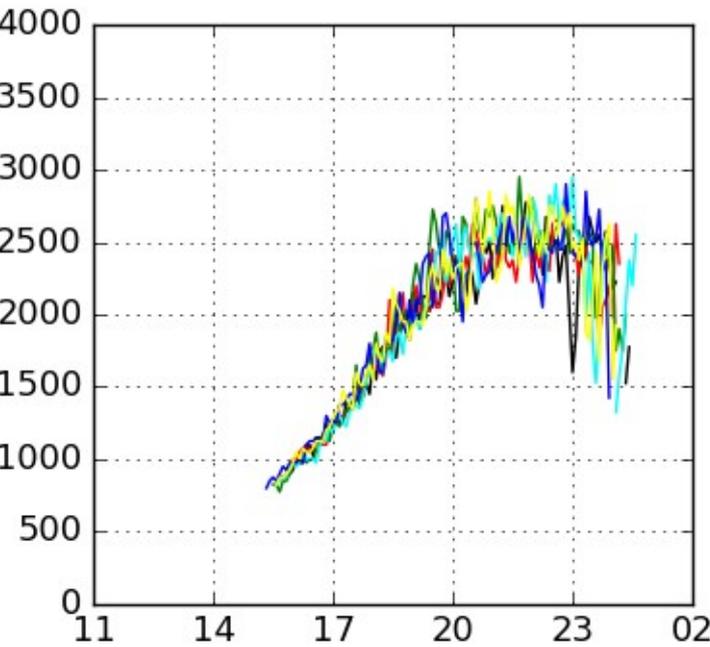
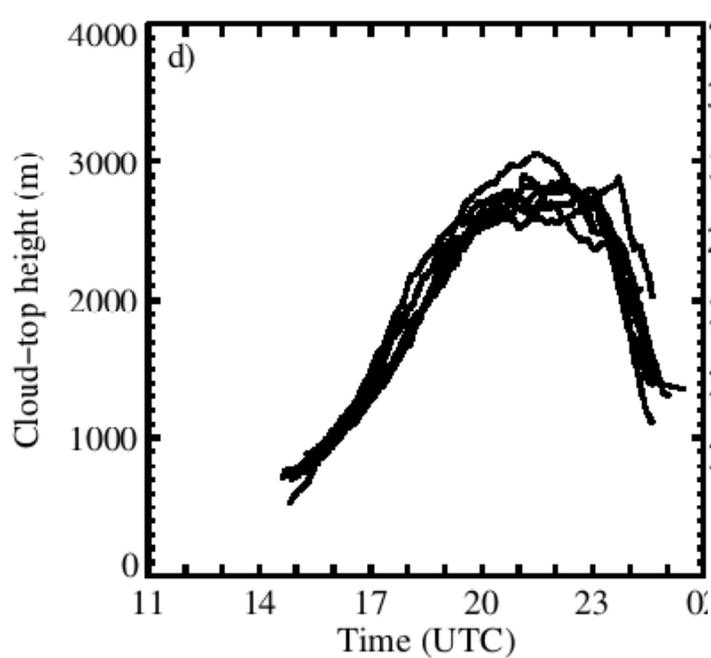
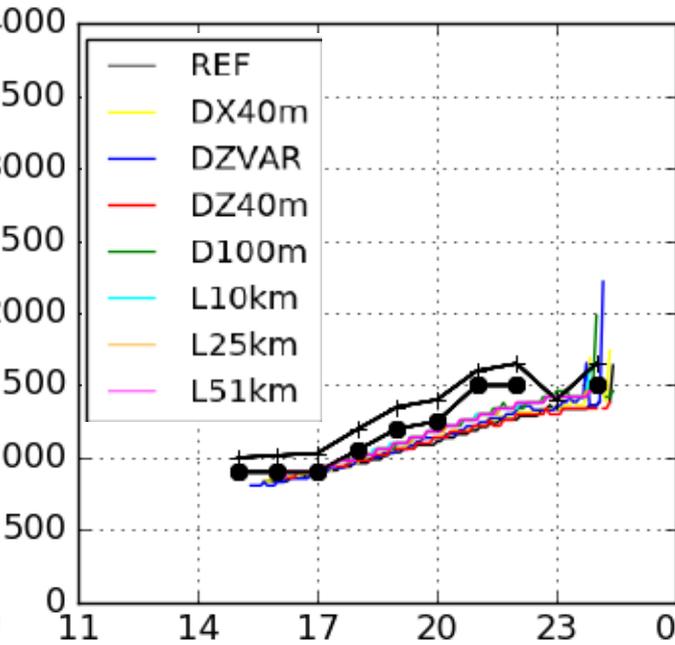
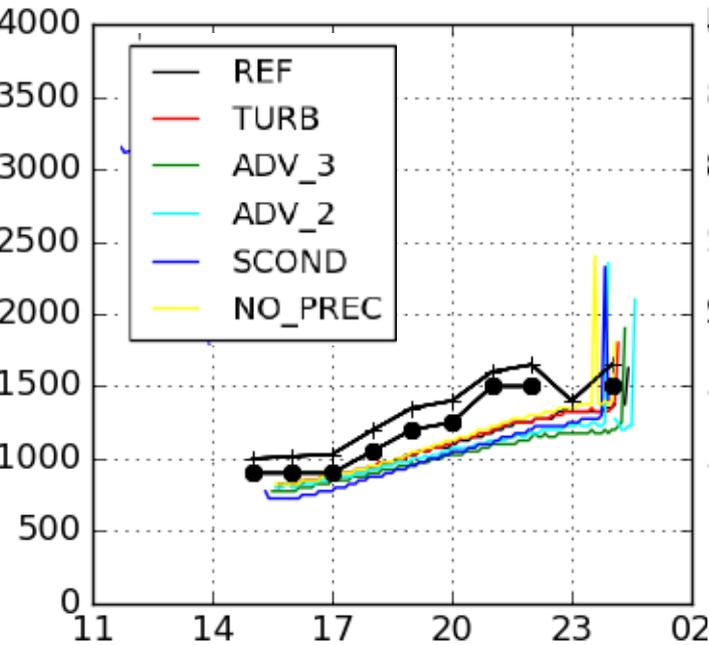
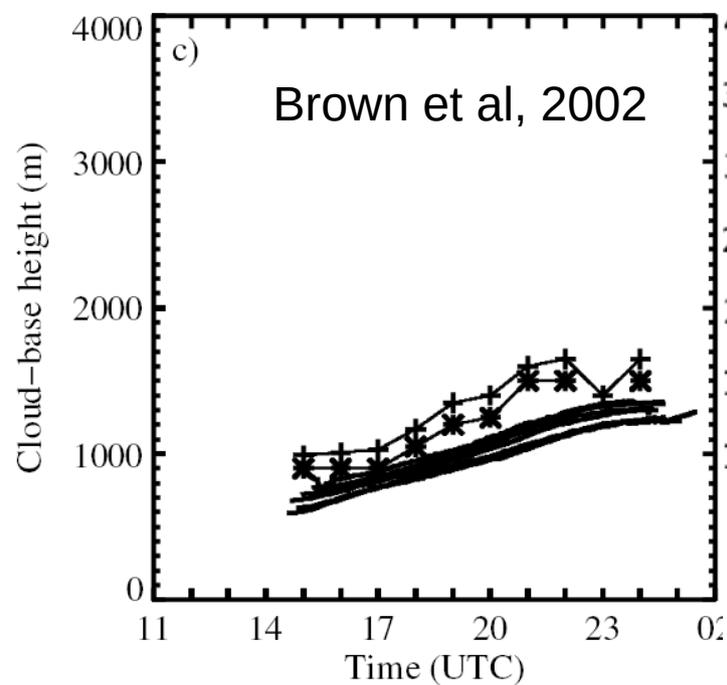
- REF
- Microphysique
- Horizontal res^o
- Vertical res^o
- Diffusion
- Turbulence
- Time step
- Domain



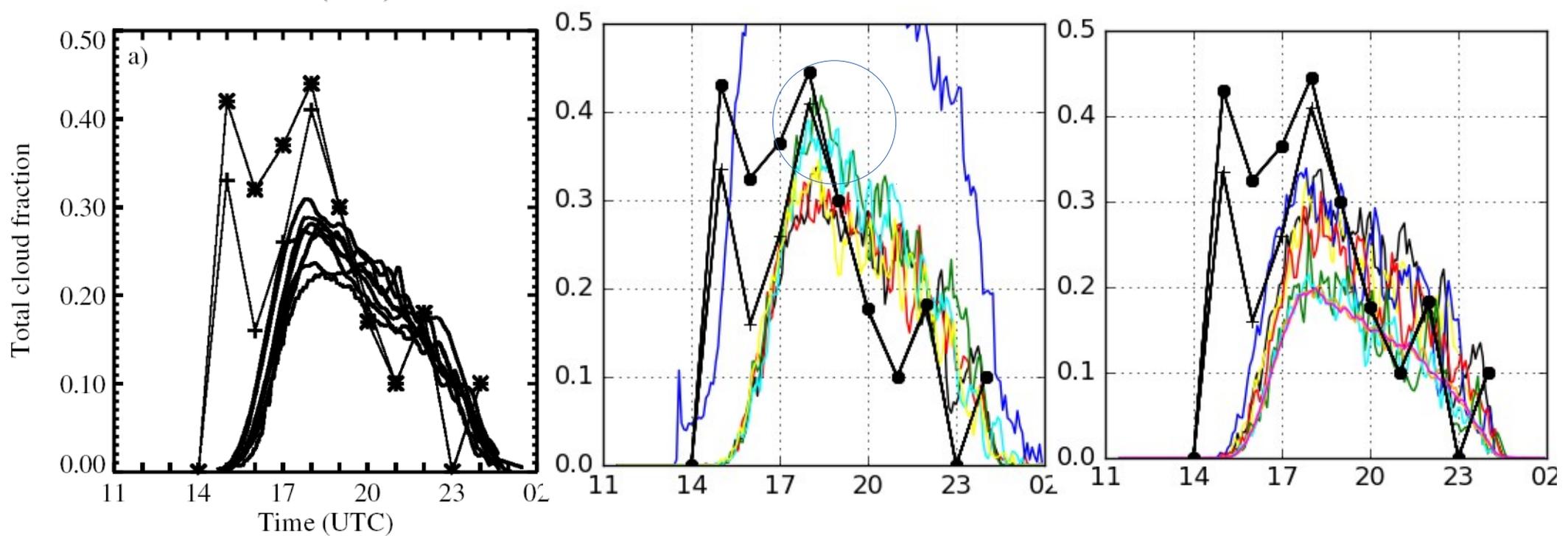
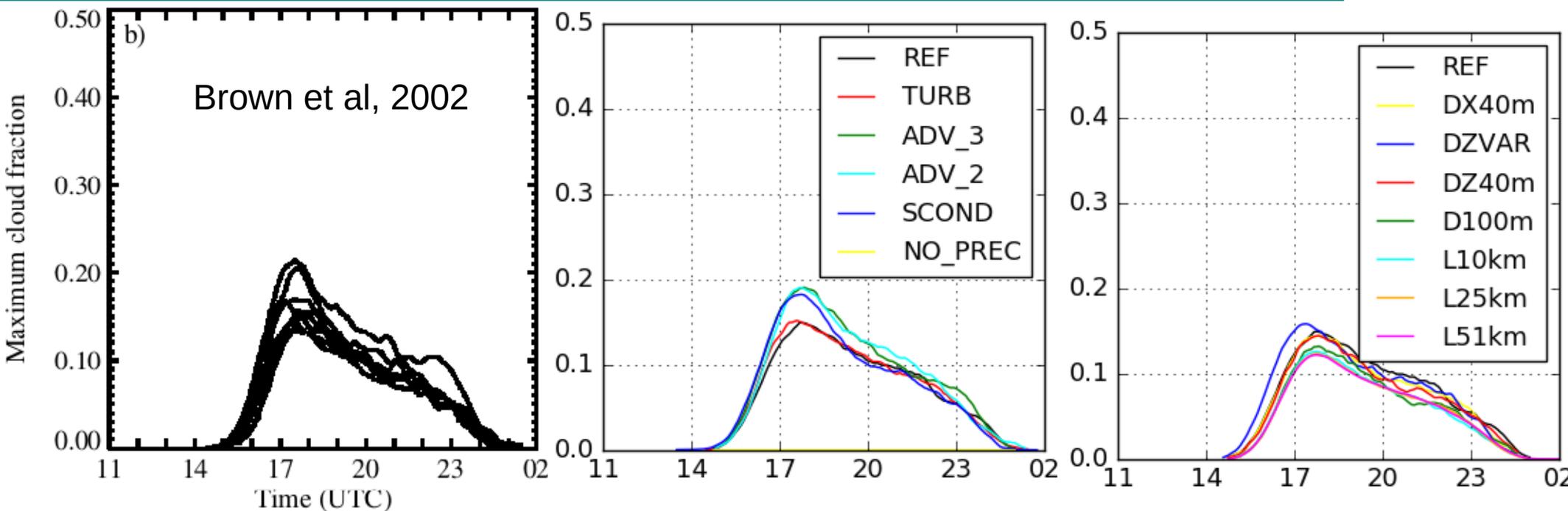
- REF
- Init. gt ICE3
- Dz=20m

Quid des 2 méthodes d'estimation ?

ARM-CU



Quid des 2 méthodes d'estimation ?



Quid des 2 méthodes d'estimation ?

ARM-CU

Fraction couverte par le Coeur nuageux

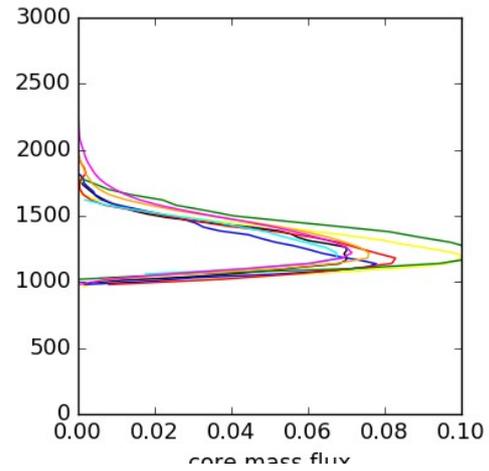
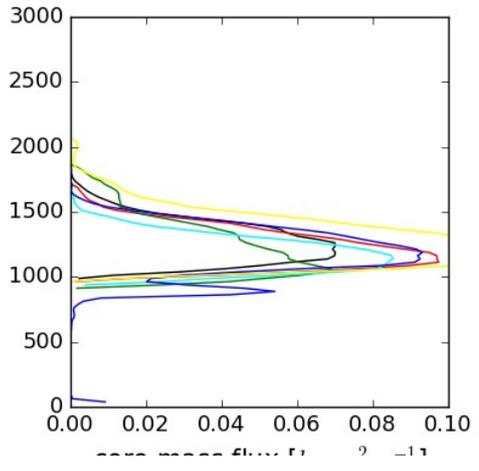
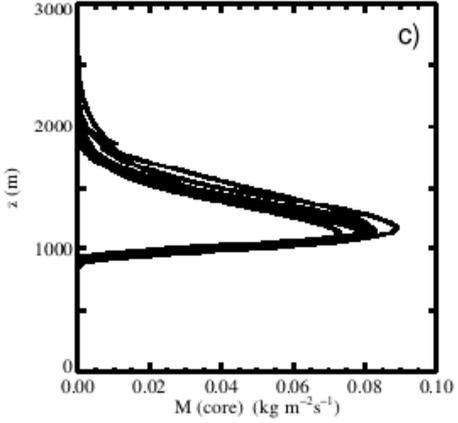
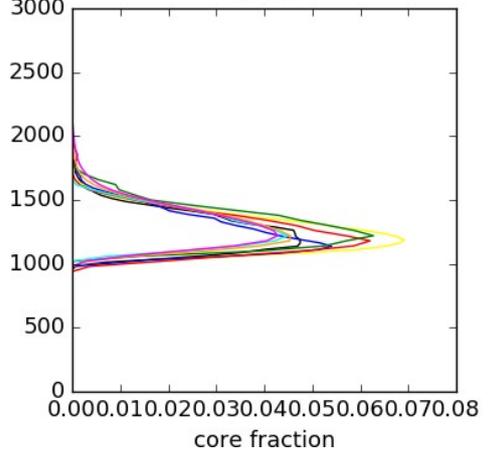
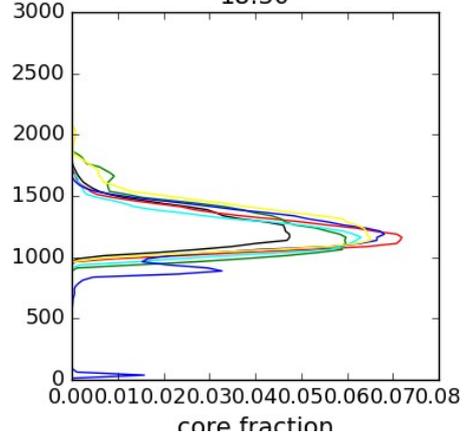
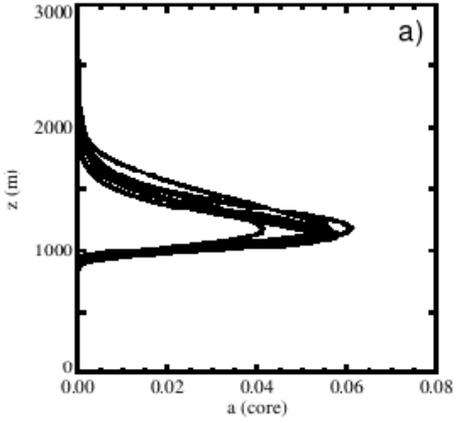
Flux de masse du coeur nuageux

Taux d'entrainement dans le coeur nuageux

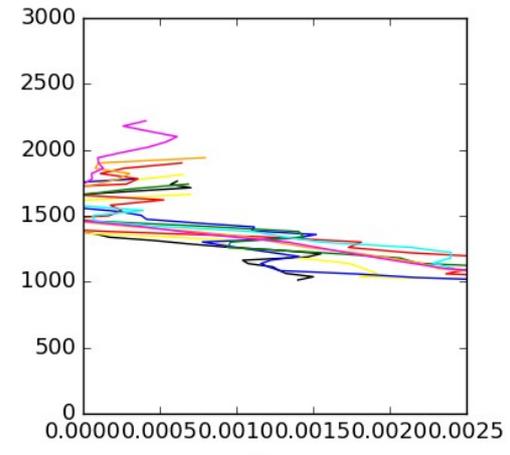
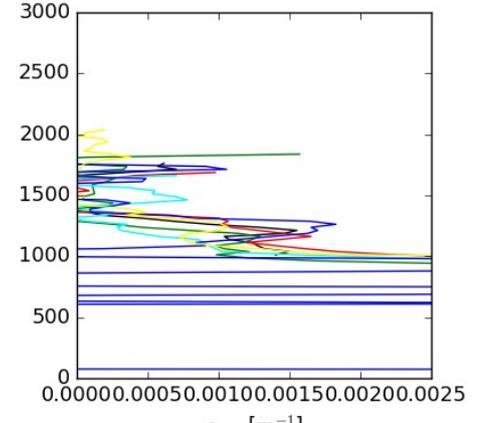
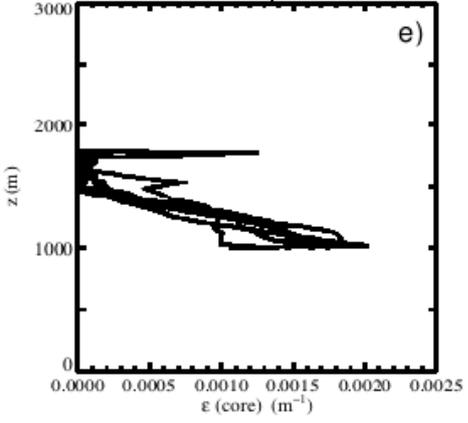
18:30

18:30

18:30



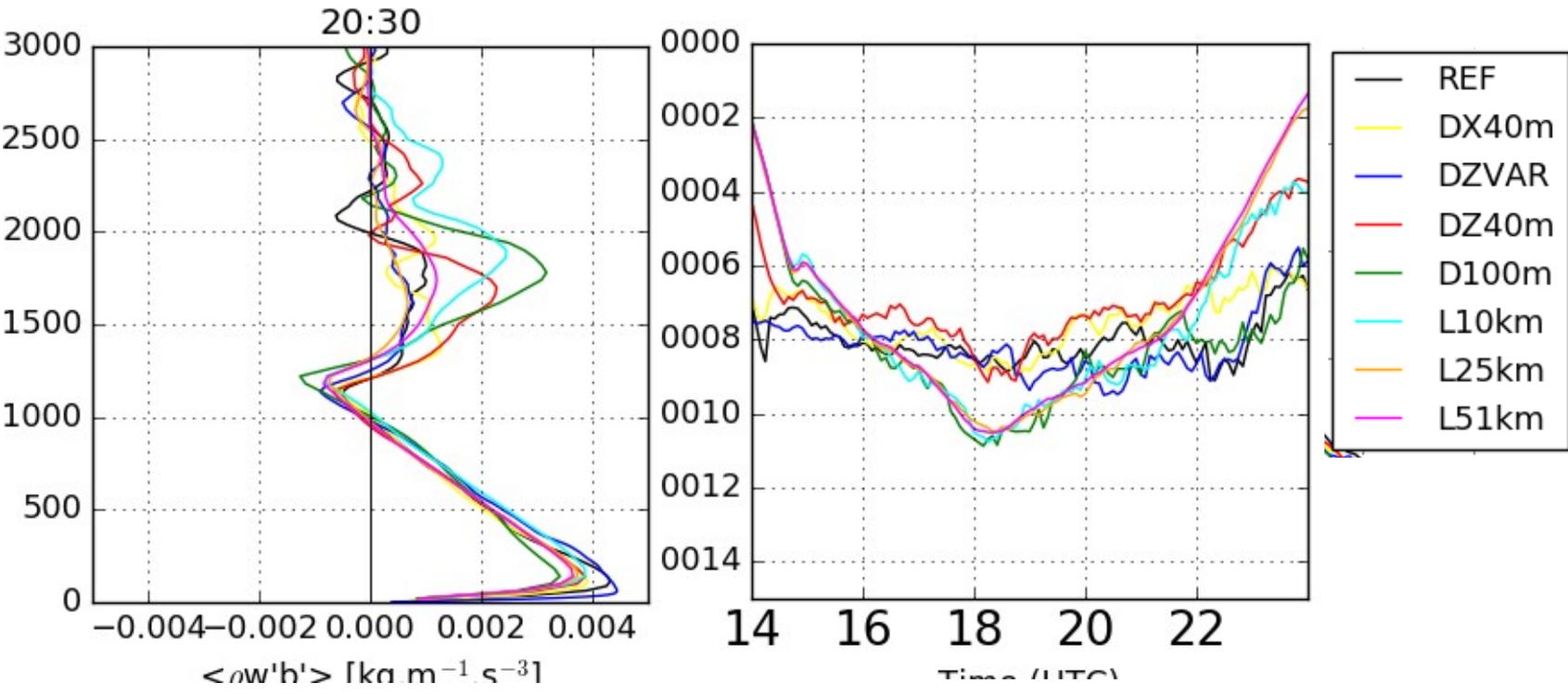
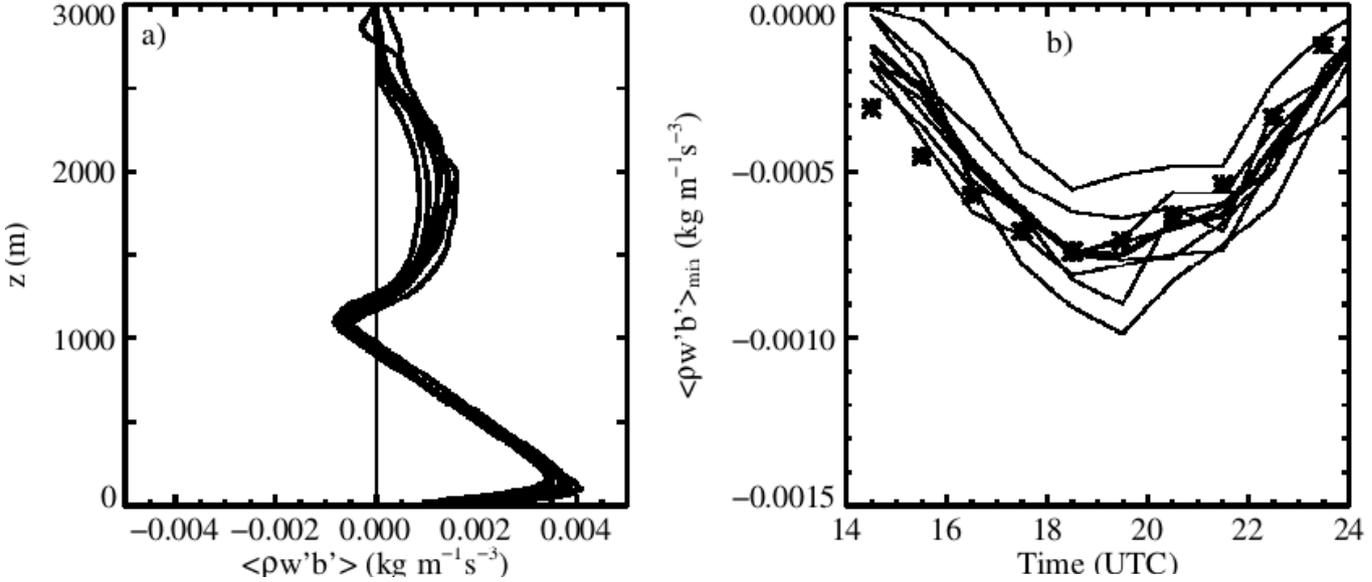
Brown et al, 2002



Quid des 2 méthodes d'estimation ?

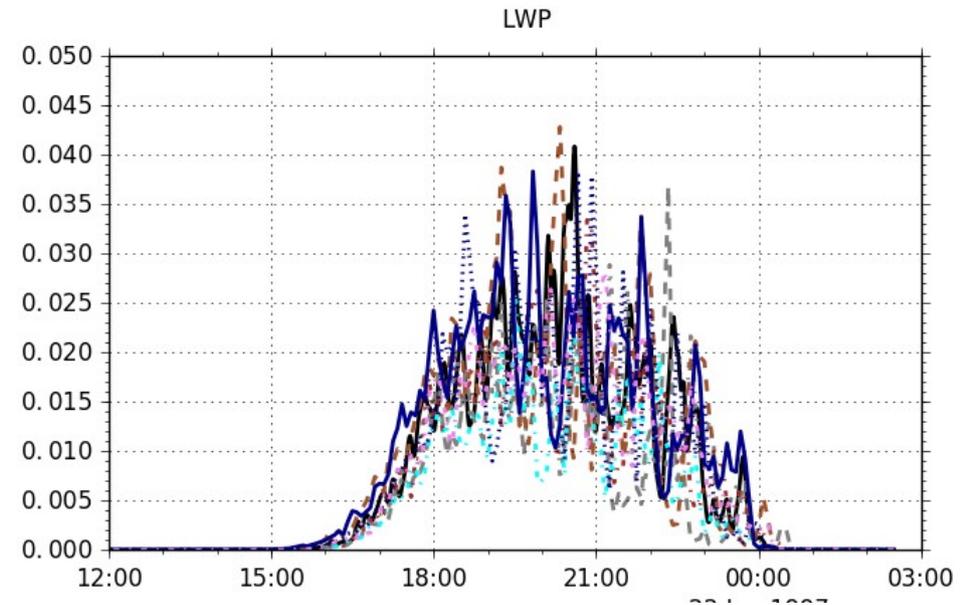
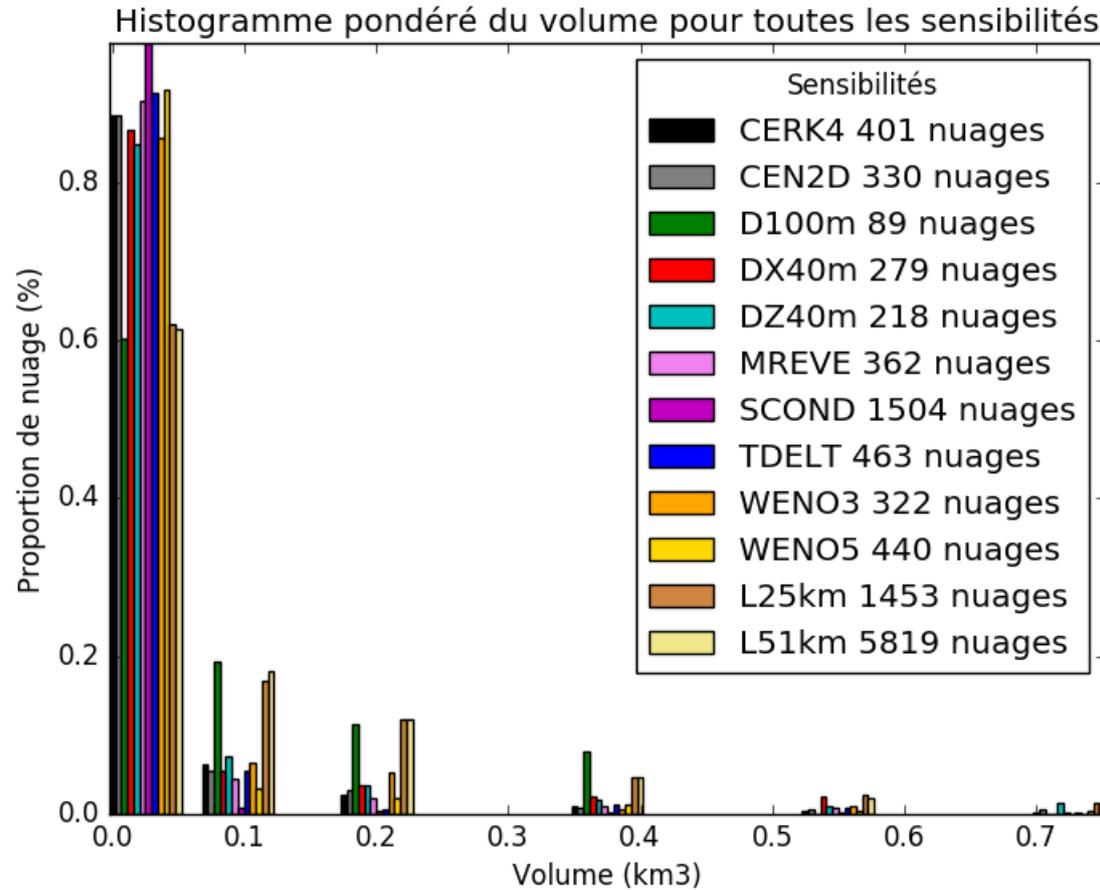
ARM-CU

Brown et al, 2002



Nombres de nuages

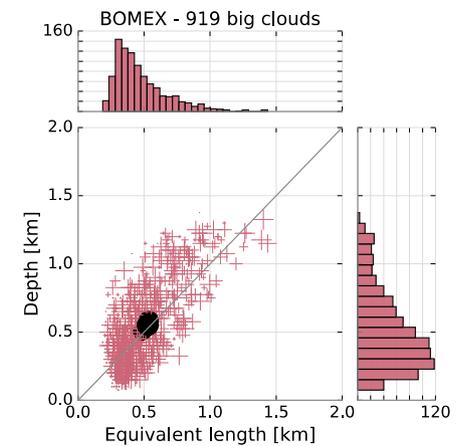
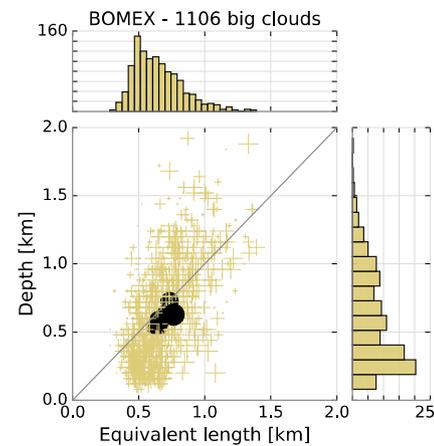
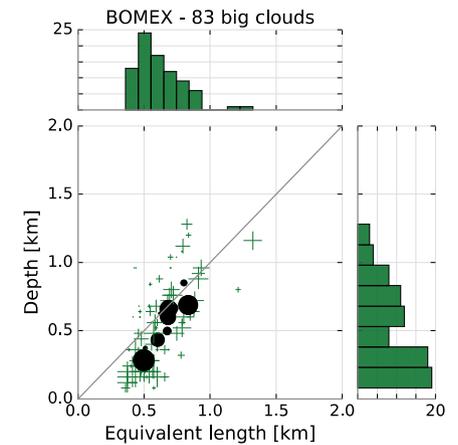
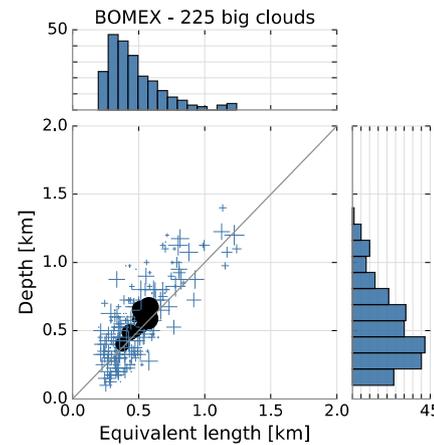
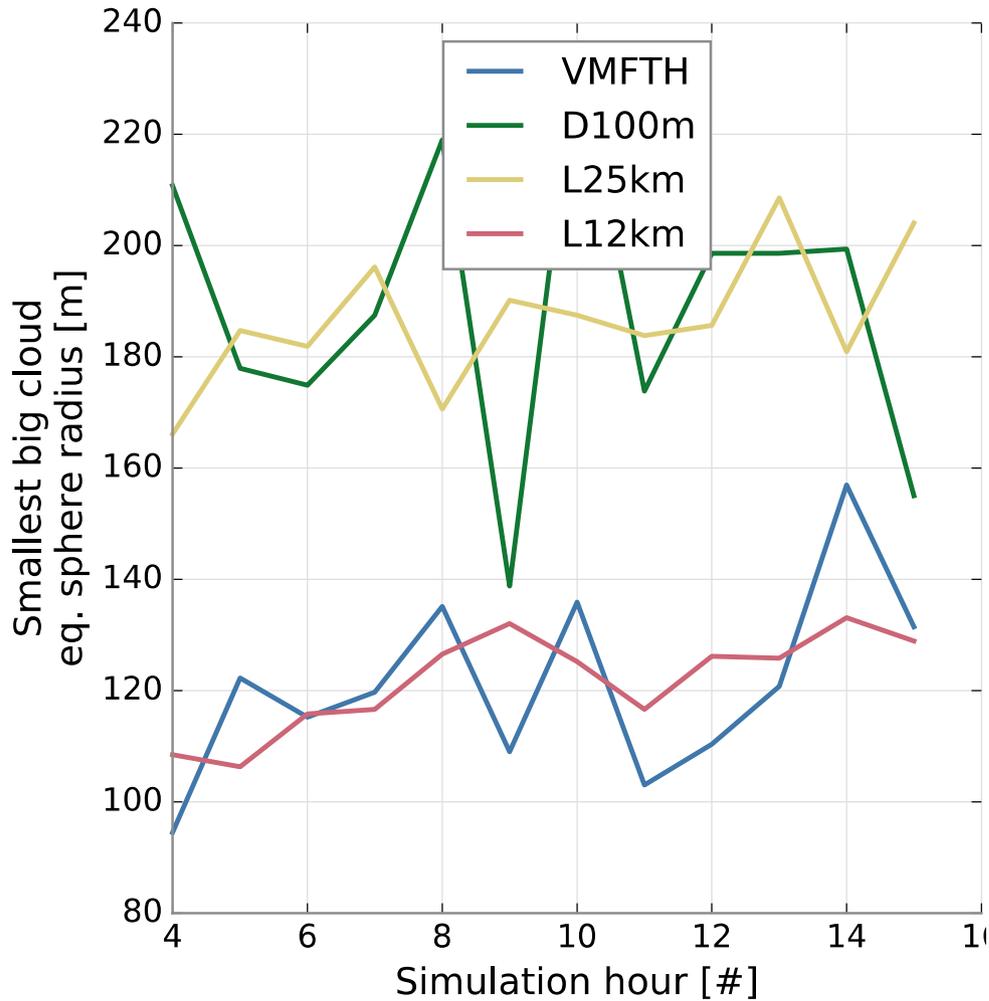
ARM-CU



Dx=100m : des nuages qui ont des volumes plus gros
Sccond : des nuages qui ont des volumes plus petits ; bcp plus aussi du fait de la cond° ss maille

Quelle résolution est pertinente ?

BOMEX



Rayon min de 90 % des plus gros nuages en volume

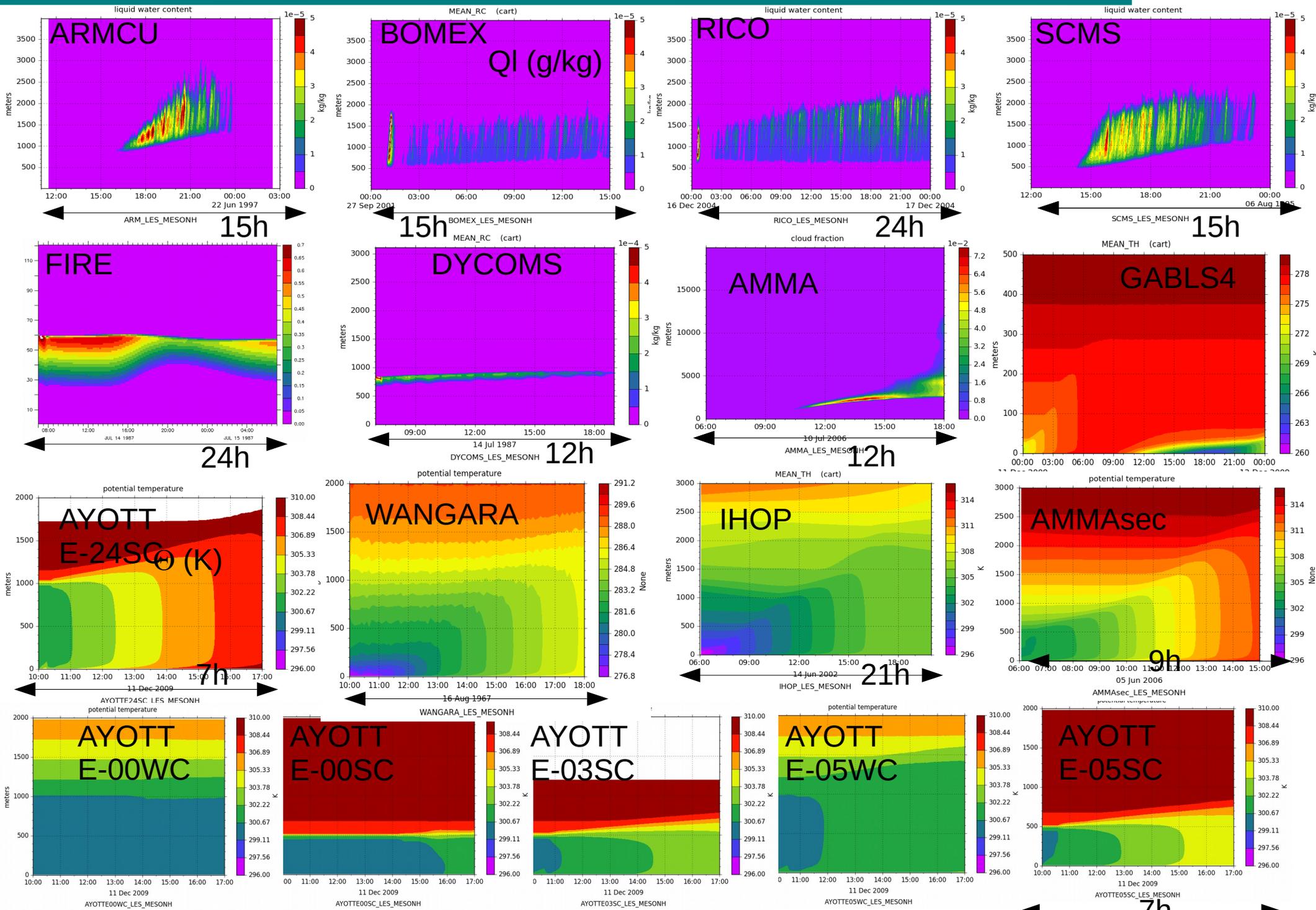
=> importance de la résolution : 100m trop lâche

=> importance d'un domaine suffisamment grand pour avoir stationnarité

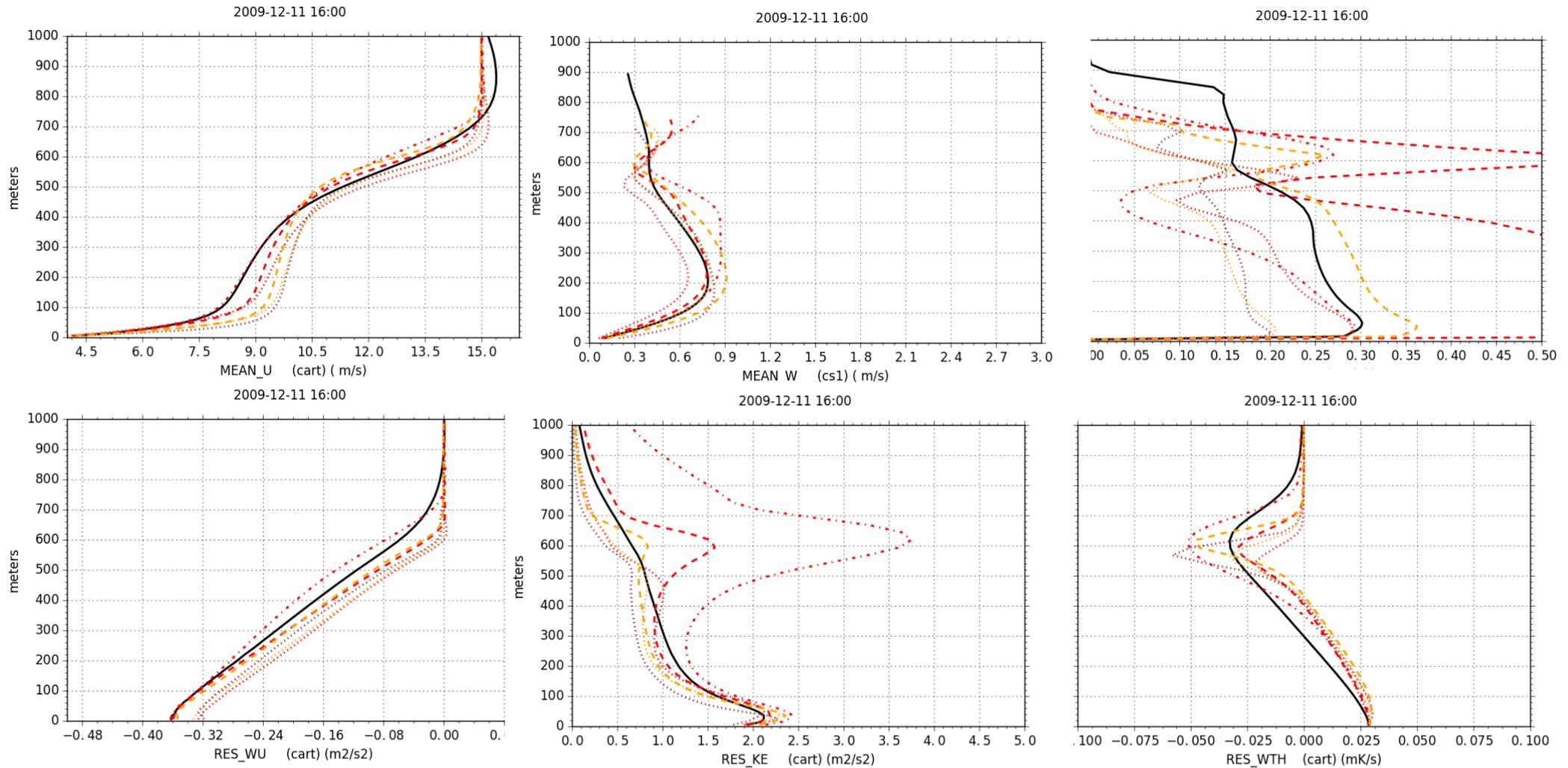
Conclusions

- Estimation d'incertitudes :
 - Méthode à partir d'un seul modèle LES=> dispersion similaire aux résultats d'intercomparaison
 - Besoin d'enlever les sensibilités au schéma d'advection=> induit de fortes différences ; non retenu pour l'estimation de l'incertitude pour les outils de tuning
- Incetitudes LES:
 - Très faibles sur les champs moyens
 - Plus importantes sur les caractéristiques nuageuses
 - Modification de la turbulence et du bruit blanc : très peu d'impact
 - Impact significatif du schéma d'advection, de la résolution et
- Recommandation pour la simulation de référence:
 - Besoin de résoudre les nuages de taille $\sim 100-150\text{m}$ => résolution au moins de 50m
 - Champs bien plus lisse pour les simulations grands domaines soit un peu de moyennage temporel soit domaine suffisamment grand pour travailler sur instantanés

Les différents cas



Impact of advection scheme on other variables



AYOTTE 03SC

— REF

· · · · CEN2D

· · · WENO3

- - - WENO5

Dx=50m, Dx=25m Dx=10m

WENO5 : much larger thermal fraction (related to the diffusion?)
 CEN2D : larger variance (u^2 , v^2 , w^2 , tke) & fluxes (wth , wu , wv)
 Treat with caution the advection runs in estimating uncertainties