

Schéma de convection PCMT: Evaluation dans l'équipe Climat du CNRM

Isabelle Beau (CNRM/GMGEC/EAC)

*Avec les participants aux réunions GMGEC/EAC-GMAP/PROC:
Jean-François Guérémy, Michel Déqué, Romain Roehrig (EAC),
David Pollack (ENM), Jean-Marcel Piriou, Eric Bazile, Yves Bouteloup,
François Bouyssel (PROC)*



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Configurations principales de modèles utilisées en 2012:

Code dérivé du cycle 37t1 PNT (+ SFX7.2 pour certains tests 3D et les tests 1D)

Evaluation multi-environnements

- **Modèle colonne MUSC** vs LES/CRM. (Cas **ASTEX** –FP7 Euclipse; cas **AMMA-FP7** Embrace; **Cas ARM-CVP idéalisé** FP5- EUROCS). Résolution AR5 (31 niveaux), plus forte résolution.
- **ALADIN/LAM** mode PNT vs Mésos-NH+Obs (300, 125, 50 et 10 km; 31-91 niveaux)
- **AMIP runs forcés** (T127I70) vs CLIM
- **Global couplé** vs CLIM

A venir:

- Dans le cadre de l'ANR **REMEMBER**, amélioration de la représentation des précipitations intenses sur continents dans Aladin-Climat.
- Simulations type Transpose-Amip (Contribution au projet « Vertical Structure and Diabatic Processes of the MJO : A Global Model Evaluation Project »)
- Utilisation des sorties simulateurs (nuages, radar, lidar)
- Evaluation en prévisibilité climatique (saisonniers à décennales)

Physiques évaluées

	CMIP5	PROG PNT	PROG PNT + PCMT deep convection /shallow	PROG PNT +PCMT deep +KFB shallow
Turbulence	TKE-2.0/Mellor-Yamada 82 (Ricard Royer-93)	TKE -Cuxart et al. (2000)	TKE -Cuxart et al. (2000)	TKE -Cuxart et al. (2000)
Mixing length	Quadratic profile (Lenderink and Holtslag, 2004)	Bougeault, Lacarrère 1989	Bougeault, Lacarrère 1989	Bougeault, Lacarrère 1989
Shallow convection	TKE-2.0/Mellor-Yamada 82 (Ricard Royer-93)	KFB Bechtold et al (2000)	PCMT Piriou 2007, Guérémy 2011	KFB (2000)
Clouds	PDF/f0, f1, f2; Bougeault (82)	PNT : Smith (1990) Climat: PDF/f0, f1, f2; Bougeault (82)	PNT : Smith (1990) Climat: PDF/f0, f1, f2; Bougeault (82)	PNT : Smith (1990) Climat: PDF/f0, f1, f2
Micro-Physics	Kessler-Smith (1990)	Lopez (2002)	Lopez (2002) with resolved and convective ql, qi, qr, qs	Lopez (2002) with resolved/convective ql, qi, qr, qs
Convection	Bougeault, 85 (V3: cycle 18)	Bougeault 85 with modifications	PCMT Piriou 2007, Guérémy 2011	PCMT
Radiation	ECMWF : LW = RRTM, SW= Morcrette (93)			

PCMT V0/V1 + Environnement de la convection

Différences convection PCMT V1 vs V0:

→ Profil de nuage:

1. Entraînement plus faible dans V1, essentiellement dans la partie basse du nuage.
2. Fraction convective constante sur la verticale dans la V1 vs variable suivant conservation de la masse dans V0.

→ Condition de fermeture:

- V0: relaxation de la CAPE
- V1: fonction du déficit de saturation (si sec alors intensité convective faible)

ENVIRONNEMENT /SCHEMA	CLIM	PNT
Flux turbulents océaniques	Louis	Ecume
Nuages stratiformes	Fonctions Bougeault-Deardoff	Humidité critique
Diffusion variables non conservatives	Coef d'échange spécifiques	Coef d'échange variables conservatives
Entraînement sommet couche limite	OUI	NON

Éléments de configuration des runs forcés

- Sur l'horizontale T127, 70 niveaux PNT
- Pas de temps « nécessaire » : 900 s.

Facteurs d'instabilité:

- *activation de l'entraînement de sommet de couche limite (vs pas d'entraînement)*
- *mode de calcul des coefficients d'échange des variables non conservatives*
- *utilisation des fonctions Bougeault-Deardoff pour le calcul des nuages stratiformes (vs profil humidité critique).*

Il est alors possible de tourner avec un pas de temps plus grand (1800s) mais dégradation importante des champs moyens (double ZCIT Asie, refroidissement de toute la troposphère...), dont une partie liée à l'impact de l'augmentation du pas de temps seule: augmentation du refroidissement troposphérique, structure précipitations ZCIT très sensible au pas de temps...

- Temps de calcul (T127/70 niveaux, 8 proc sur tori, pas de temps: 1800s, /an)

AR5	PNT	PCMT
Elapse: 2h20 mn Cpu: 16h50 mn	Elapse: 3h Cpu: 23 h	Elapse: 3h10 Cpu: 23h40

Faible surcoût lié à PCMT/phy pro PNT

Surcoût d'environ 30 % de la phy pro PNT / phy dia.

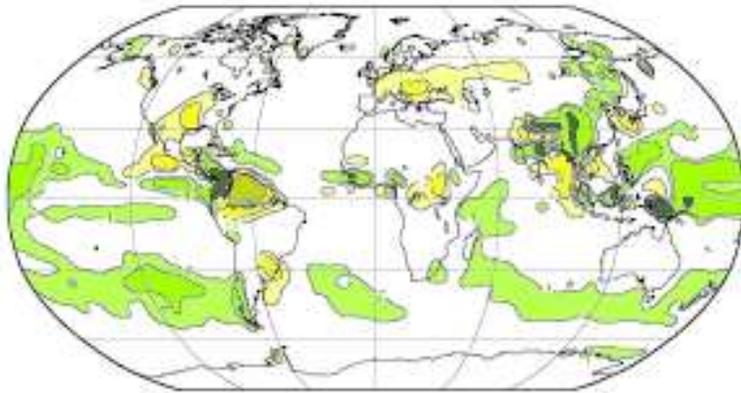
Comparaison 3D forcé PCMT version 0/version 1 + environnement – Simulations de 5 ans, T127170, 900s.

BILAN GLOBAL ANNUEL	V0 + environnement Clim	V1 + environnement Clim	V1 + environnement PNT	Références: valeur/source	AR5
Température (°)	14	13.54	13.13	14.3 (ERA40, années 80)	14.33
Précip/Evap (mm/jour)	3.02/2.92	3.23/3.16	2.79/2.75	~3?	3.38/3.41
TOA Solaire/thermique (W)	234/232	237/242	236/238	SOL: 235.8/236.5 THERM: 233.3/235.6 (ISCCP)	230/239
CRF sol/thermosphère (W)	45/27	42/18	43/22	47/26 (thèse F. Brient)	50/23
Nebul: H/M/B (%)	76: 50/23/56	73: 44/22/53	58: 36/14/35	66: 13, 20, 27 (ISCCP)	69: 40/31/50
Rayonn surface sol/therm (W)	153/45	156/49	157/59	LW: 48.5/51.1 (ISCCP) SW: 164.9/165.7	148/48

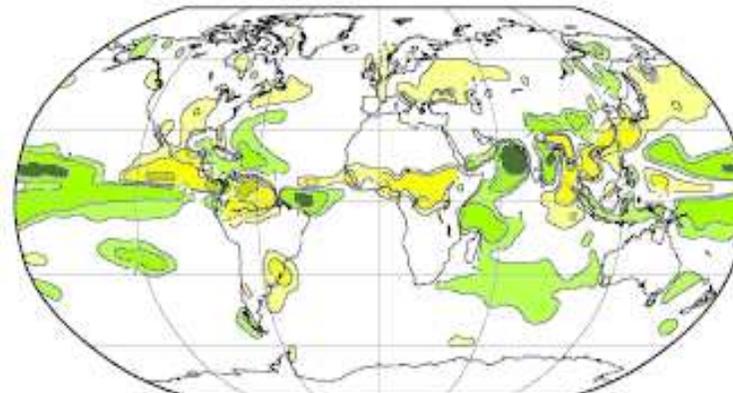
Synthèse: Passage V0 → V1: davantage de précipitation dans le bilan global annuel (augmentation de la part CVP vs CVPP, en partie en lien avec diminution entraînement). Moins de nuages mais refroidissement en surface lié à moindre effet de serre. Double ZCIT plus marquée dans V1-CLIM et V1-PNT, sans doute en lien avec diminution entraînement V1 vs V0, cf thèse Boutheina Oueslati.

V1 environnement PNT/V1 Clim: beaucoup moins de nuages, effet de serre encore affaibli et refroidissement.

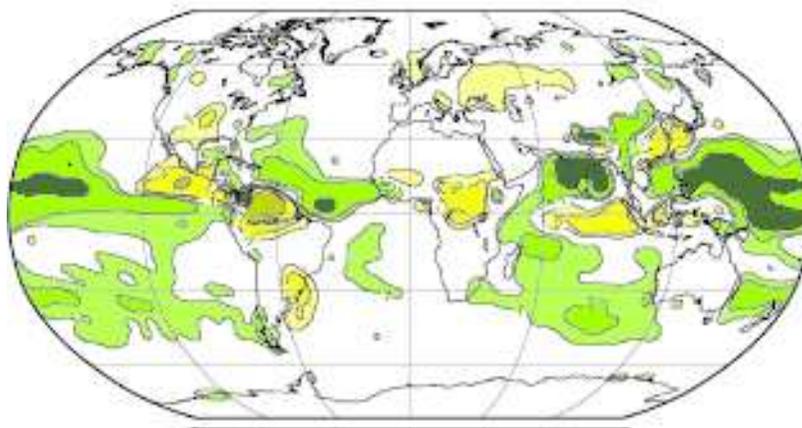
Erreurs systématiques Précipitations JJA (ref = GPCP)



V0-CLIM



V1-PNT



V1-CLIM

Analyse impact environnements CLIM/PNT

EXPERIENCE/ ECART A V0- CLIM	TEMPERATURE	TOA rayonnement SOL/THER	CRF sommet SOL/THERM	Nébulosité	Commentaire
ECUME	-0.42	+3/0	- 3/ -1	- 2 (0/0/-4)	CRF solaire faible. Moins de nébul basse. Trop froid. Cycle hydro moins dynamique (2.78/2.68).
NUAGES STRAT/HUCR	-0.13	-17/0	+16/+1	+ 5: -2/0/+8	CRF solaire très fort. Nébul basse augmentée.
DIFFUSION VARIABLES CONSERVATIVES	-0.02	+3/0	-3/0	- 3:0/0/-6	CRF solaire faible. Manque de nuages bas. Diminution erreur Pmer DJF Atlantique nord.
SUPPRESSION ENTRAINEMENT SOMMET COUCHE LIMITE	-0.13	-5/-1	+5/+1	+ 4: 0/0/+8	CRF solaire trop fort. Plus de nébul basse.
COUPLAGE KFB CVPP	+0.47	+7/+1	-7/-2	- 3: +1/+10/-20	CRF faible. Simu plus chaude dans les basses couches (beaucoup moins de nuages bas).

Synthèse tests version 0 de PCMT environnement climat

Questions en cours:

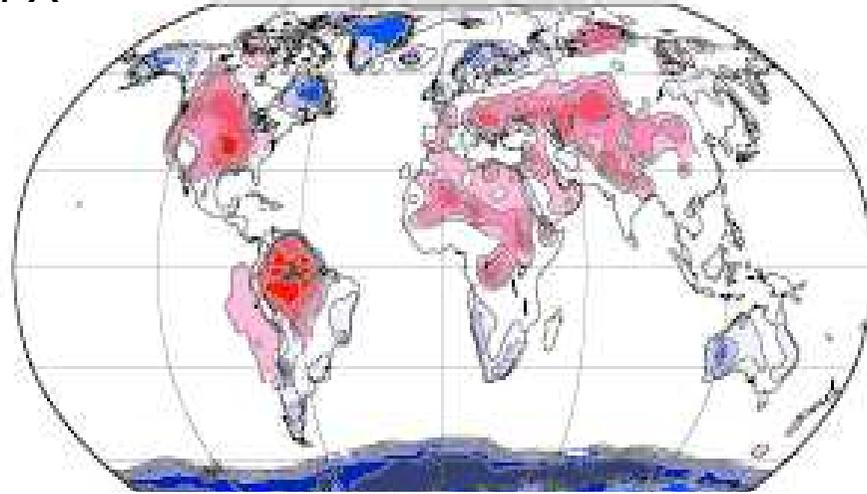
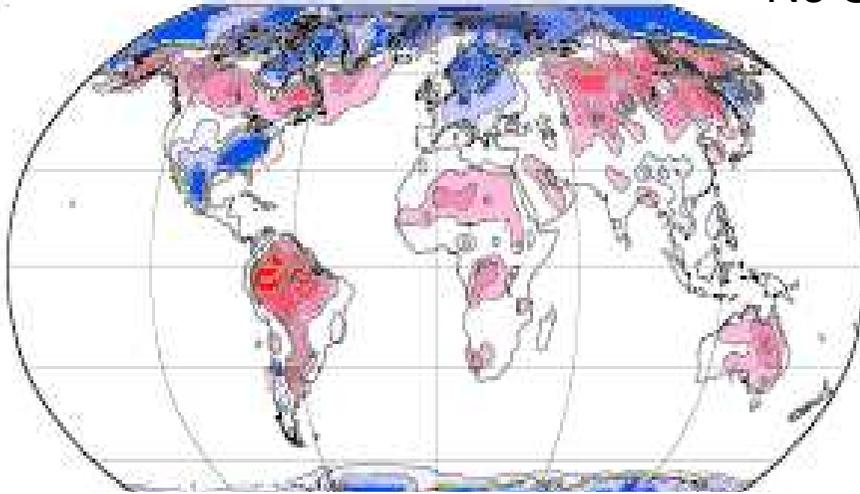
- **Pas de temps?** Dans une configuration T127l70, un pas de temps de 900s est souhaitable en terme de qualité des résultats (un pas de temps de 900 s est également requis par la physique AR5 pour ces résolutions).

- **Déséquilibre E/P:** en moyenne globale annuelle, les précipitations excèdent l'évaporation de 0.1 mm/jour. Problème renforcé par utilisation de PCMT mais sans doute lié à non-conservativité du semi-lagrangien semi-implicite car phy pro + PCMT conservative.

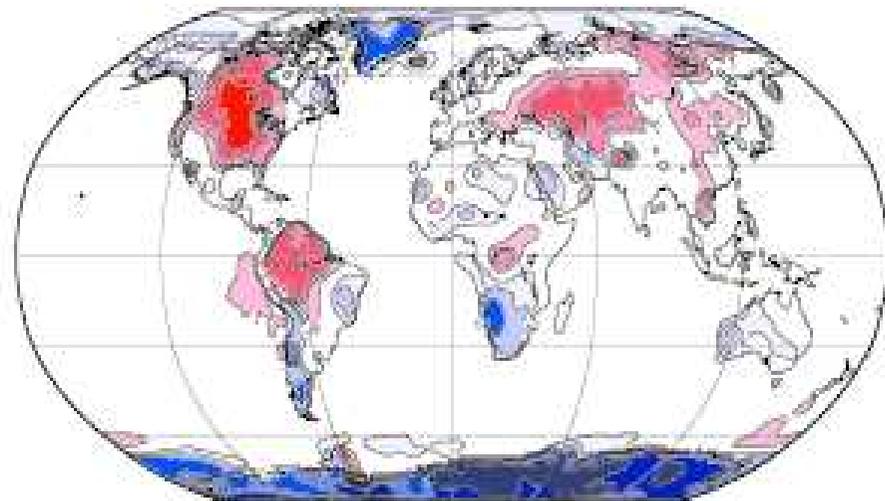
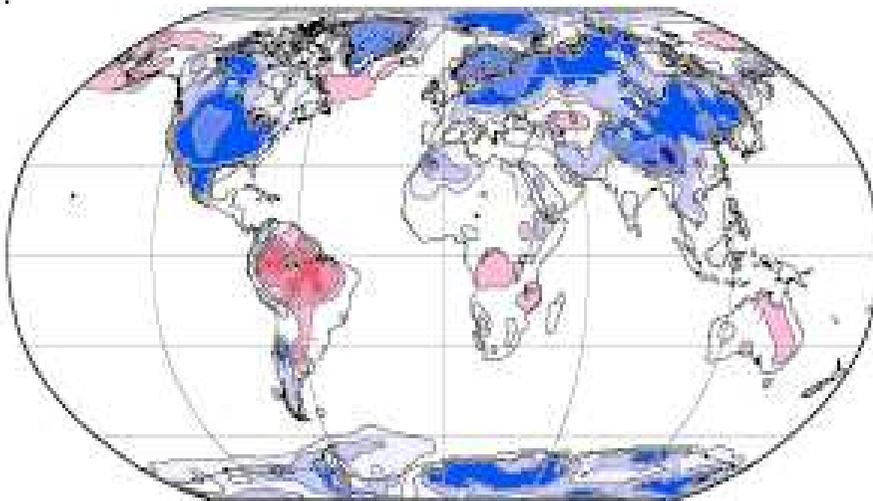
Solution: Correction du contenu en eau (cf correction de la masse)

- **Biais chaud JJA** continents HN persistent comme dans la phy pro PNT alors que schémas de convection différents. Manque de nébulosité convective. Tests de sensibilité à prévoir. **Biais froids** HN DJF + MAM continents (entre 5 à 7° de max) avec SFX. Réduction du biais chaud JJA en T159.

No SFX

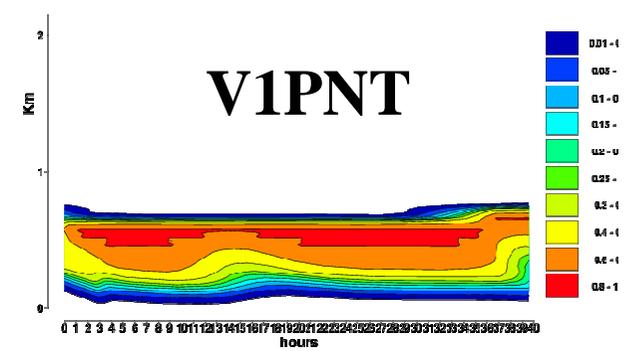
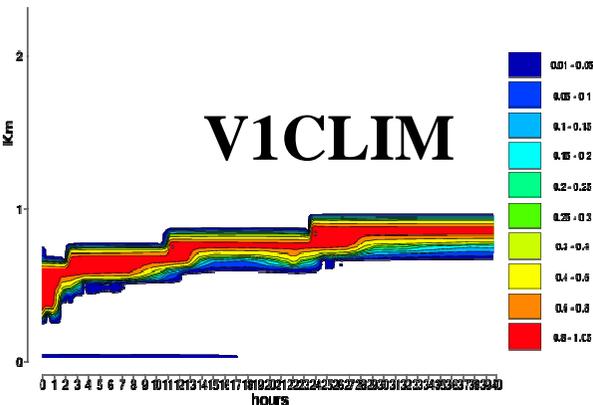
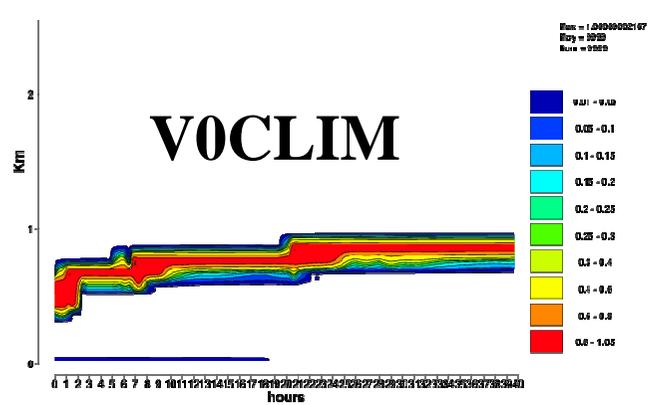
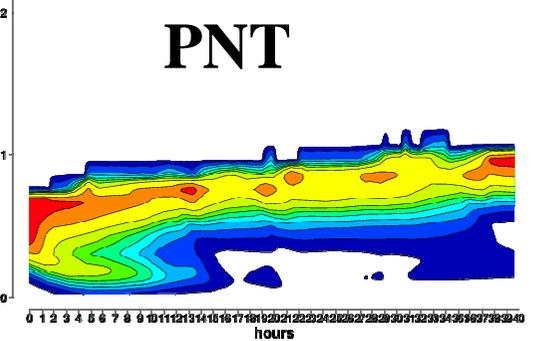
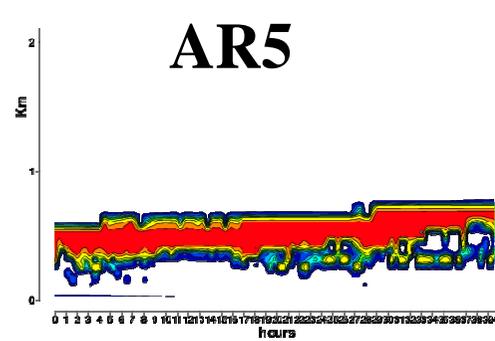
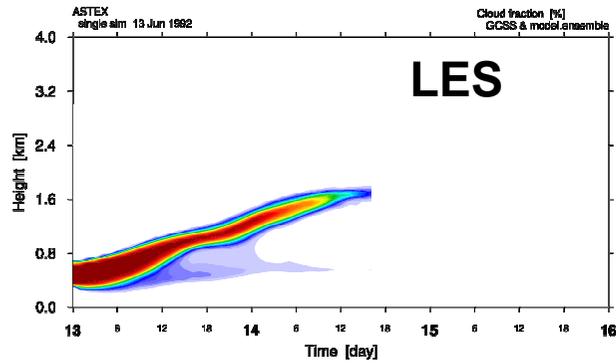


ERREURS SYSTEMATIQUES T2M DJF et JJA

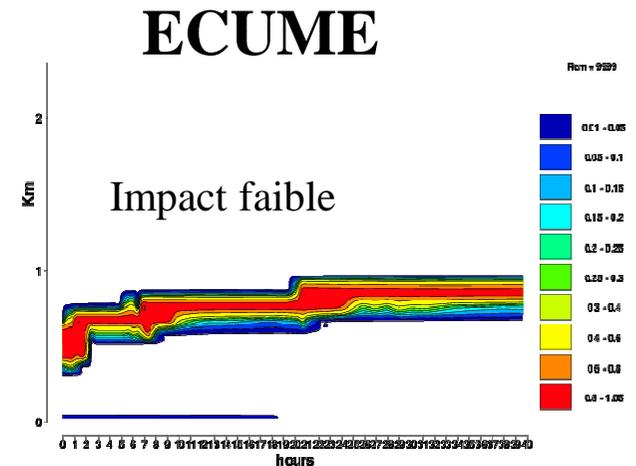
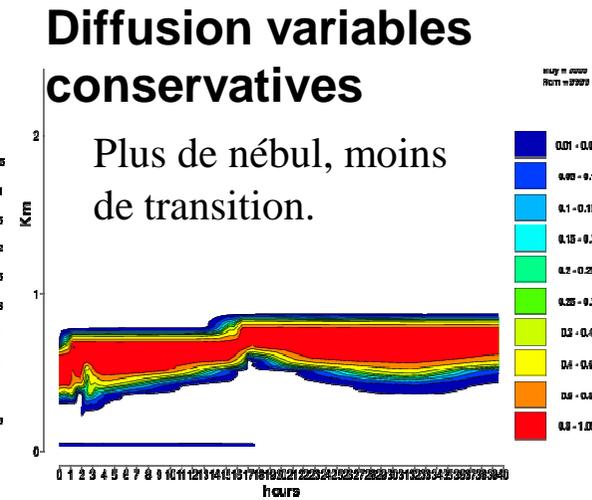
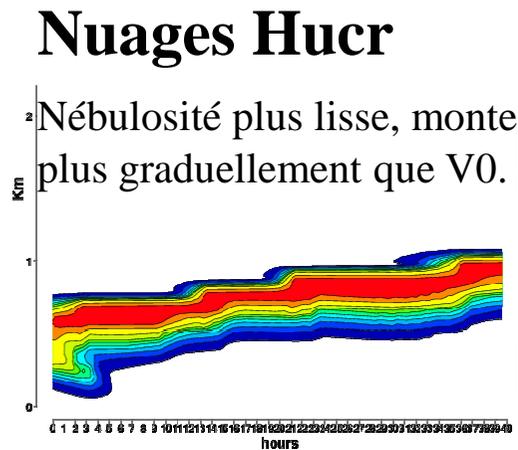
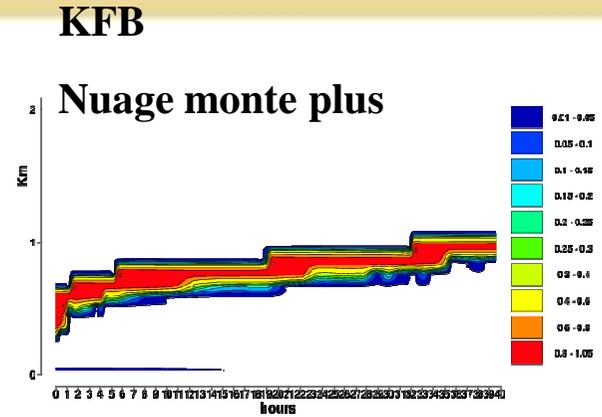
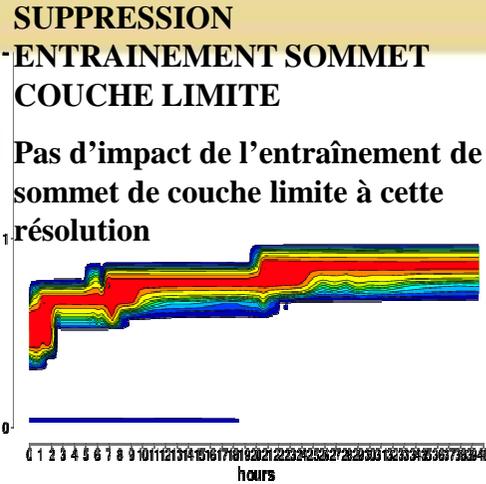
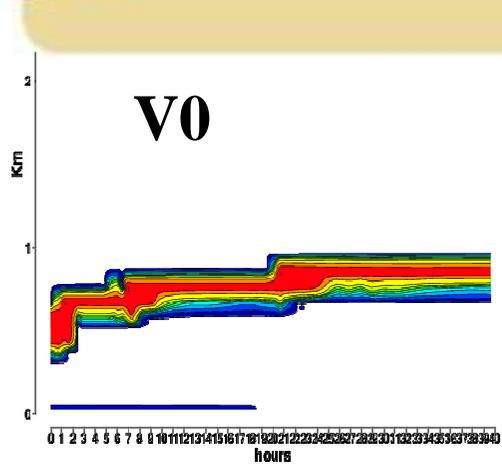


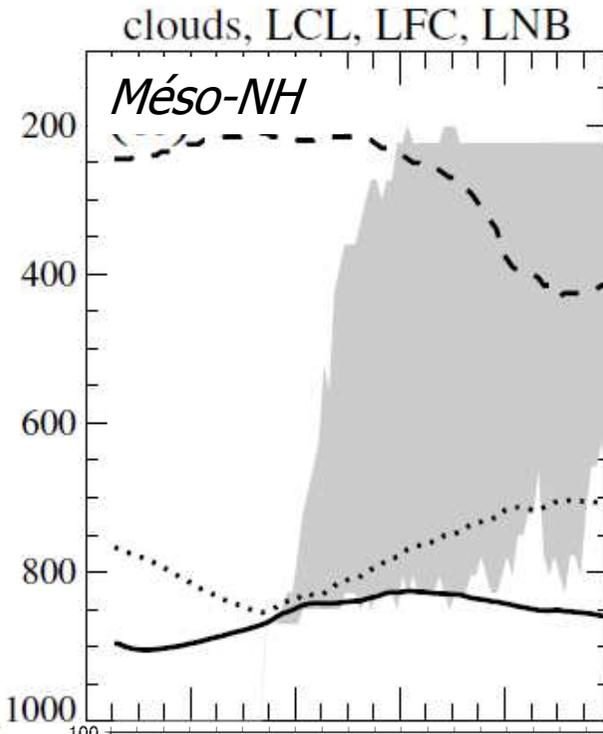
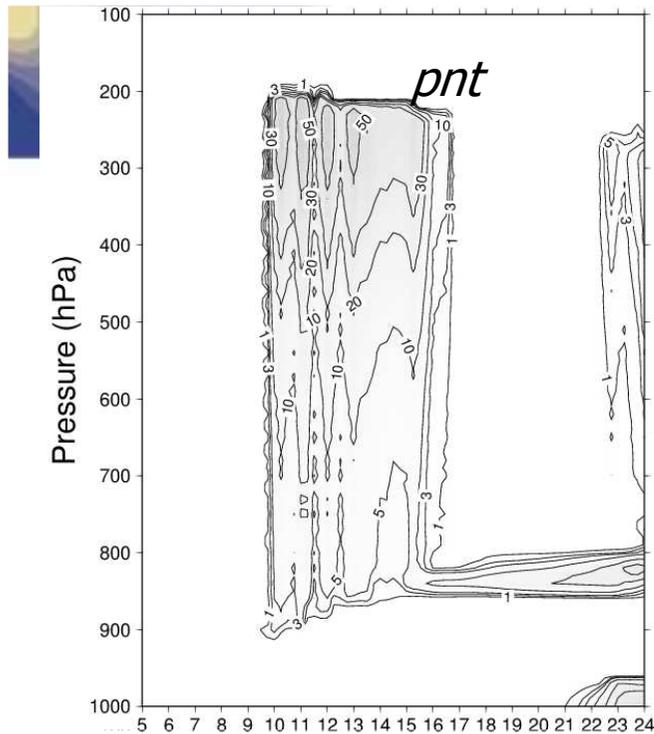
SFX7.2

EVALUATION MODELE 1D: cas ASTEX



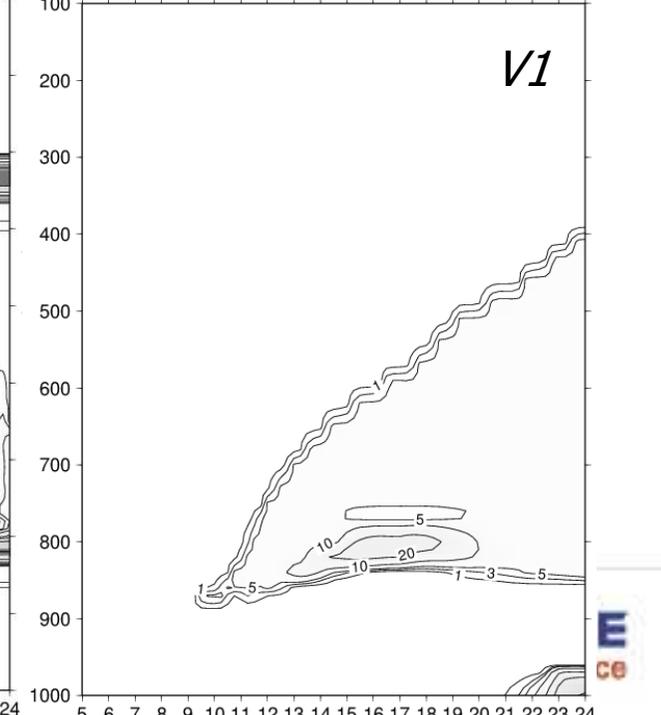
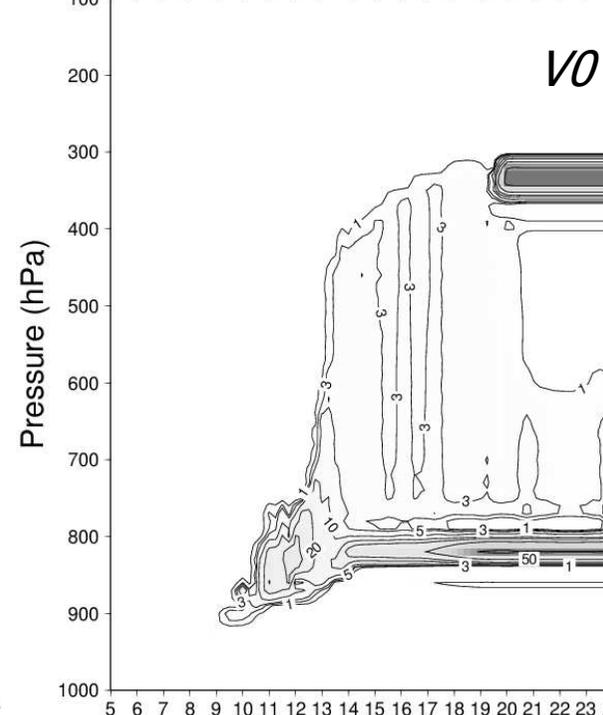
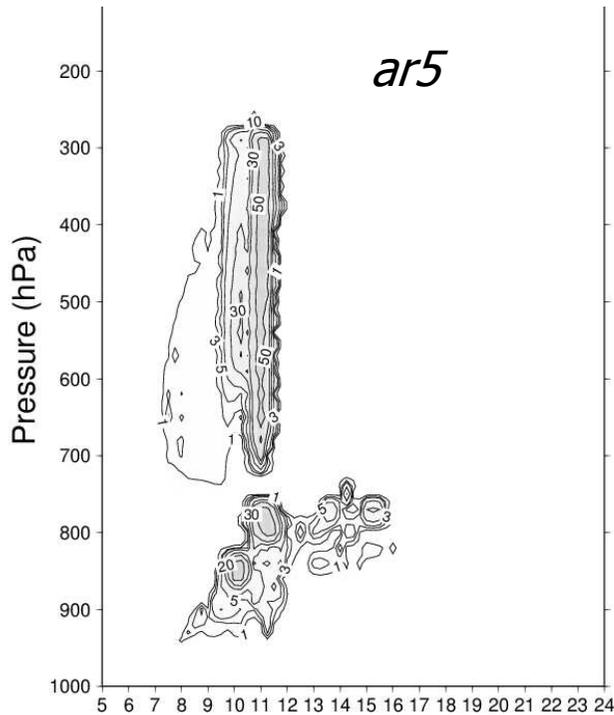
EVALUATION MODELE 1D: cas ASTEX



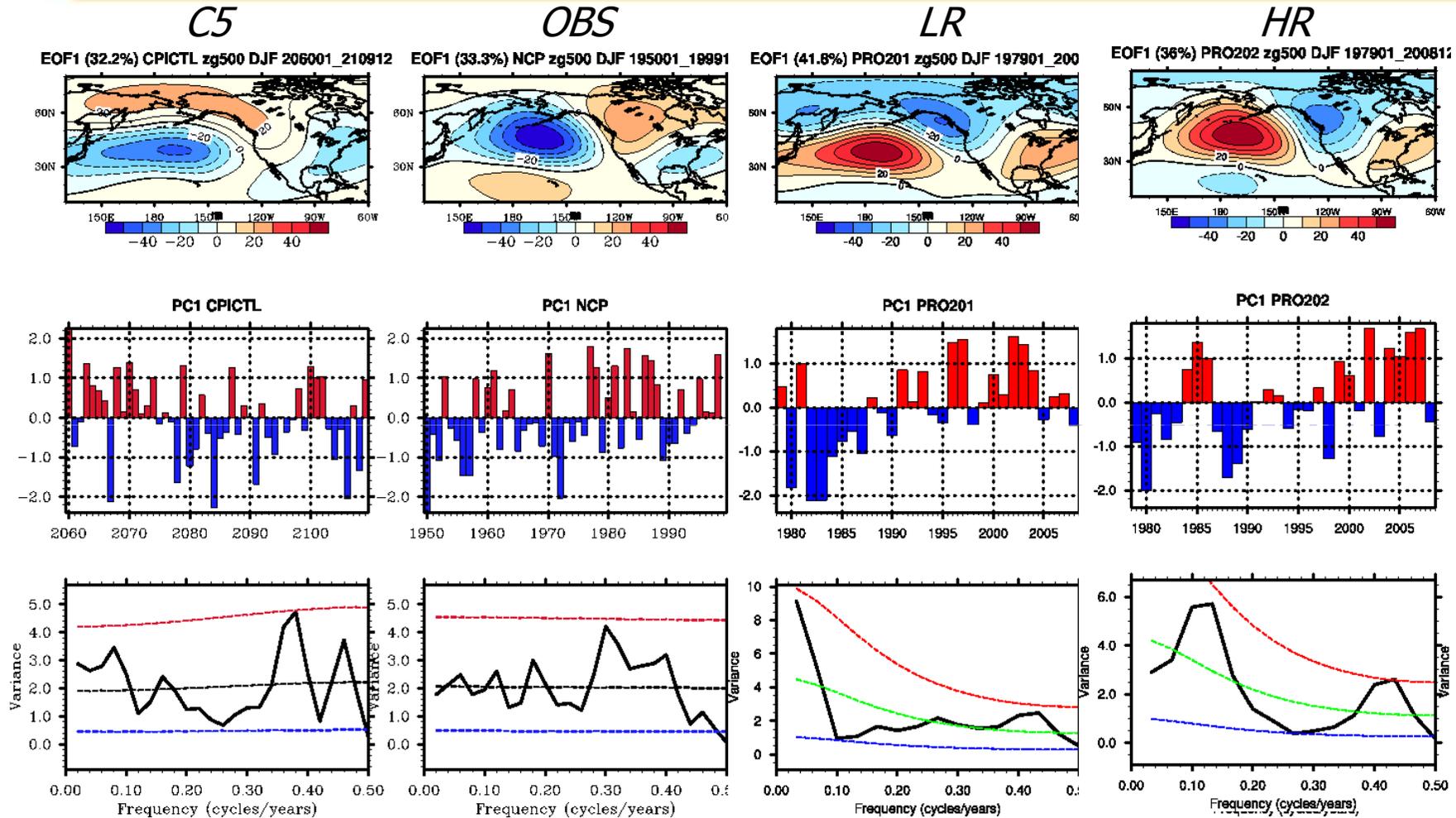


ARM idéalisé (Guichard et al., 2004)

Évolution temporelle (heure locale) de la nébulosité (en %):



Modes de variabilité interannuels Z500 dans le Pacifique nord (DJF)



C5 trop aplatie et période 2 ans trop marquée, LR un peu mieux et HR la meilleure (dans l'espace et le temps).

Conclusion et perspectives

- Choix des principaux éléments de la physique atmosphérique du futur exercice au printemps: à ce stade, résultats de la version V0 de PCMT- Environnement climat plus satisfaisants que V1-Clim et que V1-PNT.
- Configuration T127I70 en forcé: nécessite un pas de temps de 900 s. Traitement du déséquilibre hydrologique (hors PCMT). Biais thermiques.
- Elargissement à d'autres environnements d'évaluation: Transpose-Amip, Aladin-Climat (REMEMBER), simulateurs, prévisibilité climatique.
- Mise en place d'autres cas 1D: cas « longs » + selon priorité des processus à étudier.
- Sensibilité au choix relatifs à la nébulosité (PDF?)
- Introduction dans PCMT des travaux LMD: déclenchement, poches froides, downdrafts (ANR Remember).
- Couplage avec la convection peu profonde « EDKF »
- Intérêt même code que PNT/ARPEGE; synergie en terme de maintenance, développement, progrès/ batterie de cas 1D/ évaluation type TA/ palette complète d'évaluation multi-environnements.