

Une année dans la vie du GEM15km et nouveau schéma de transfert radiatif

[Travail accompli dans la dernière
année]

Plan de la présentation

1. Modèle régional (GEM 15km) -- A Patoine, D Talbot, A Plante, F Lemay, J Mailhot, S Belair, A Zadra, Y Delage
2. Projet « Ménage dans les nuages » -- L Spacek, B Bilodeau
3. Projet « Nouveau schéma de transfert radiatif et nouveaux intrants » -- J Li, D Talbot, B Dugas, K Winger, M Charron, JP Toviessi

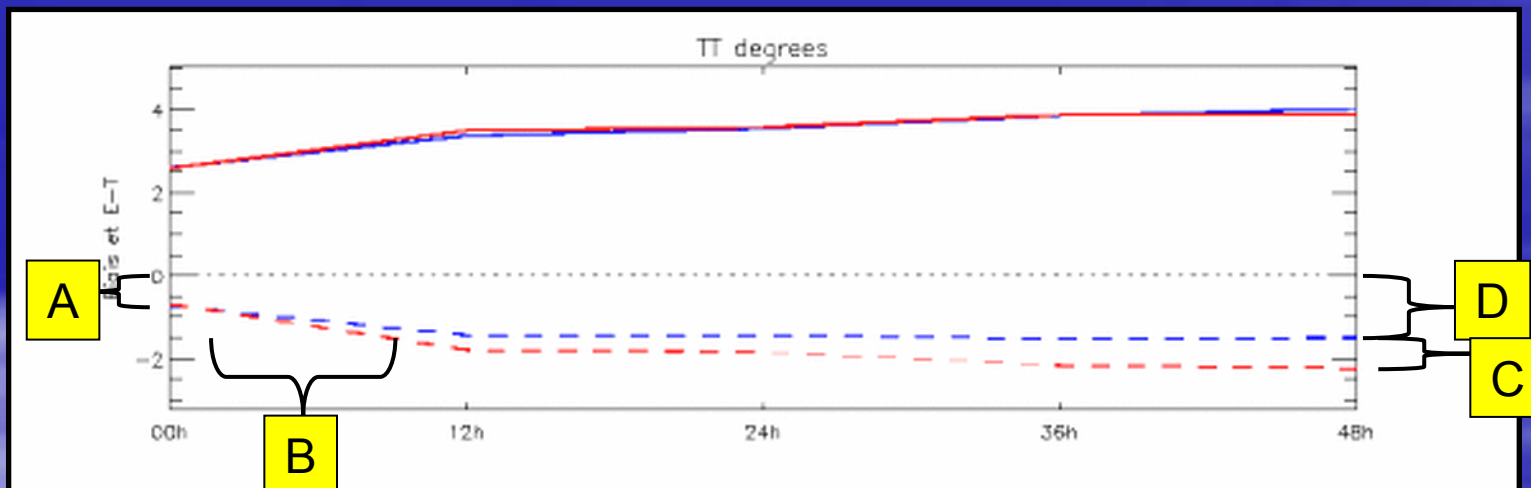
Modèle régional (GEM 15km)

- Depuis l'implantation en mai 2004:
 1. Bugfix TM=0 lorsque LG.ne.0. juillet 2004 + bogus
 2. Données supplémentaires sept 2004
 3. Inversions exagérées janvier 2005
 4. Spinup alimenté du glb 4Dvar mars 2005
 5. Passe parallèle mai-juin 2005
 - Modification à Kain-Fritsch
 - Nouvelles librairies
 - TM de 1080x540 au lieu de 400x200 (Bruce Brasnett)

Modèle régional (GEM 15km)

3. Inversions exagérées

- Point de départ : Comprendre A,B,C,D

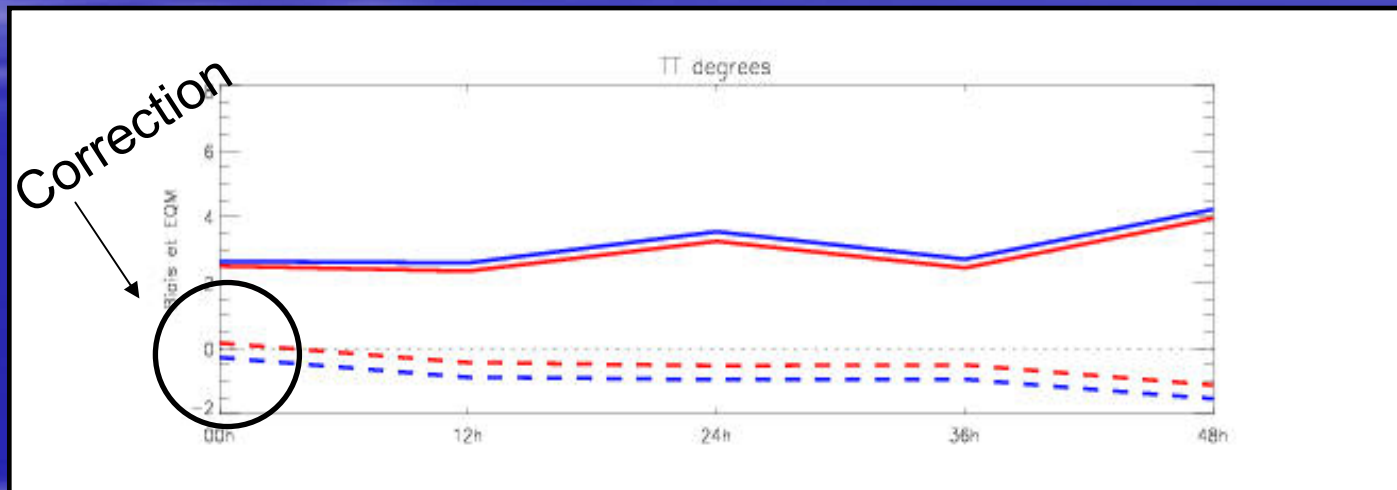


Vérification de TT(2m) sur 15 cas d'hiver– Ouest de Amérique du Nord
GEM15 en rouge vs GEM24 en bleu

Modèle régional (GEM 15km)

3. Inversions exagérées

- Comprendre A:




Vérification de la TT(2m) contre les données de surface doit se faire avec une TT(2m) corrigée pour la différence en altitude entre le modèle et la station.

Modèle régional (GEM 15km)

3. Inversions exagérées

- Comprendre B:

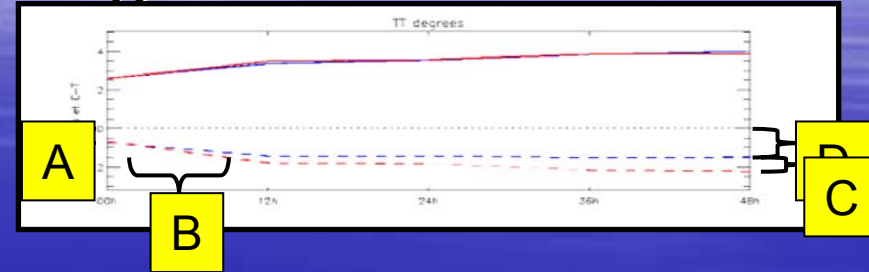


À 00hr, TT(2m) vient de l'analyse.
Après 1 Δt , TT(2m) est un fit entre la TT(40m) et la "Tskin".
Dans ce cas (en hiver), la "Tskin" initiale est trop froide
et se refroidi davantage en cour d'intégration.

Modèle régional (GEM 15km)

3. Inversions exagérées

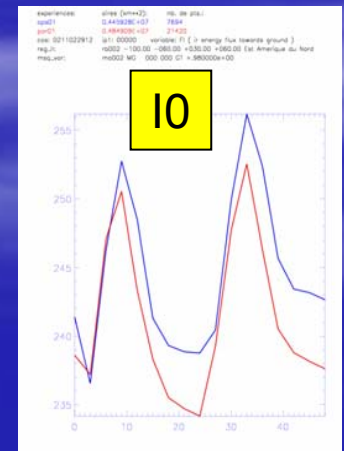
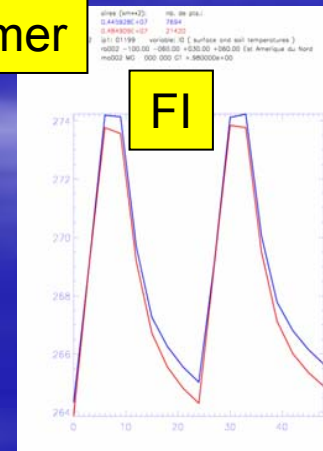
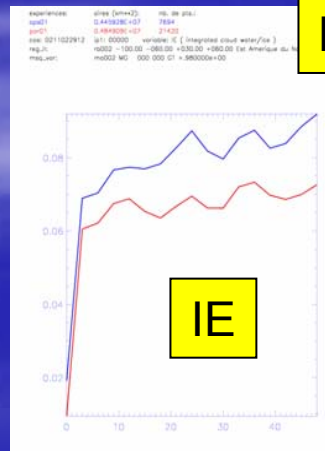
- Comprendre C:



- Différences entre le 24 et le 15km:

- différences systématiques de IH, IE, NT..., et donc de FI, et IO
- Ajout du blocage: impact sur les vents et sur les nuages

Moyenne de
19 cas sur
l'est de l'Amer



Modèle régional (GEM 15km)

3. Inversions exagérées

- Comprendre D (biais froid total)
 - T_{skin} est trop froide = Manque d'énergie
 - De l'atmosphère et/ou du sol(eau) ???

↓

- nuages
- flux infrarouge
- échange turbulent
- vents trop faible dans les montagnes

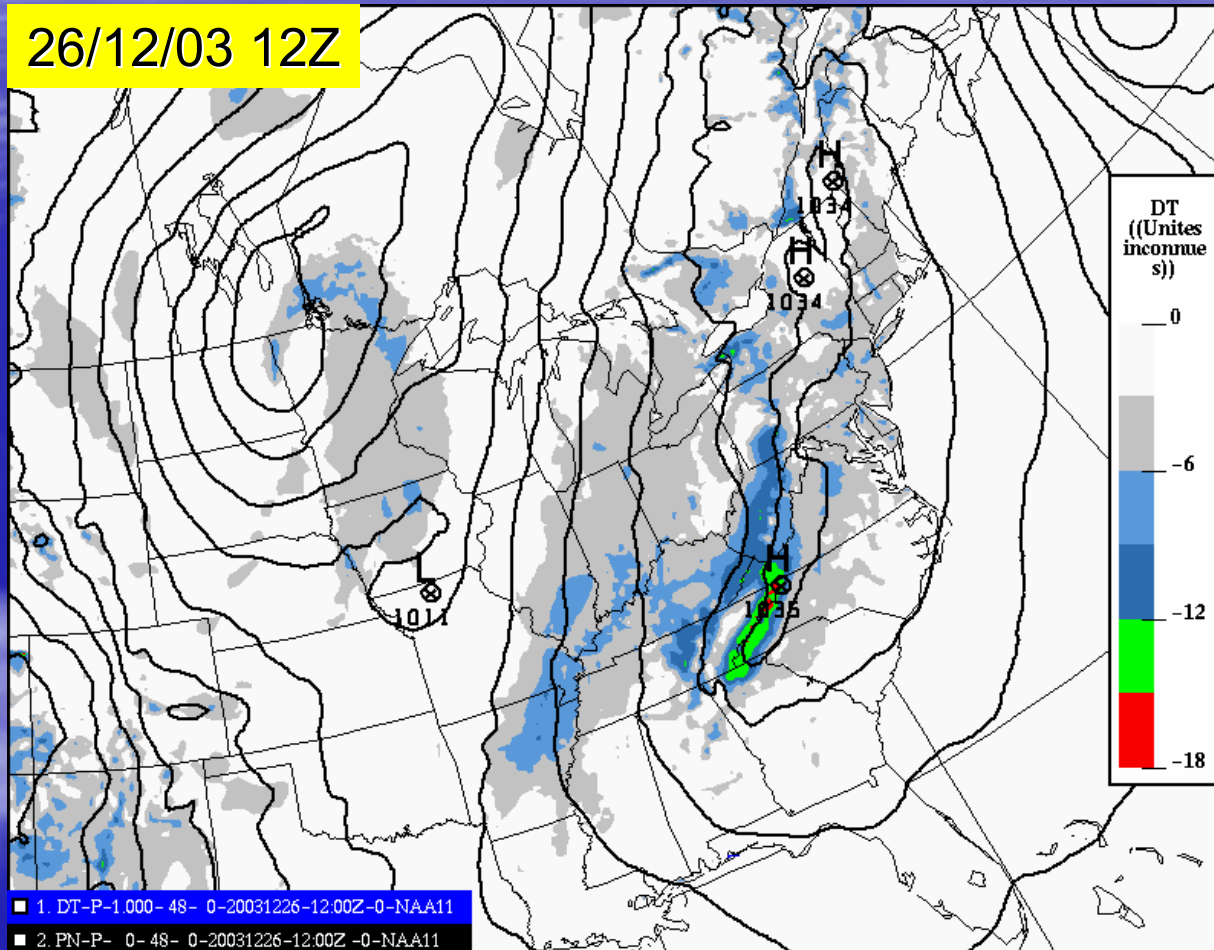
↓

- température profonde
- épaisseur et/ou conductivité de la neige

➔ Nous savons qu'une solution durable proviendra d'améliorations au transfert radiatif, aux champs géophysiques, aux champs de surface (neige, glace), au schéma de surface, mais en attendant ...

Modèle régional (GEM 15km)

3. Inversions exagérées



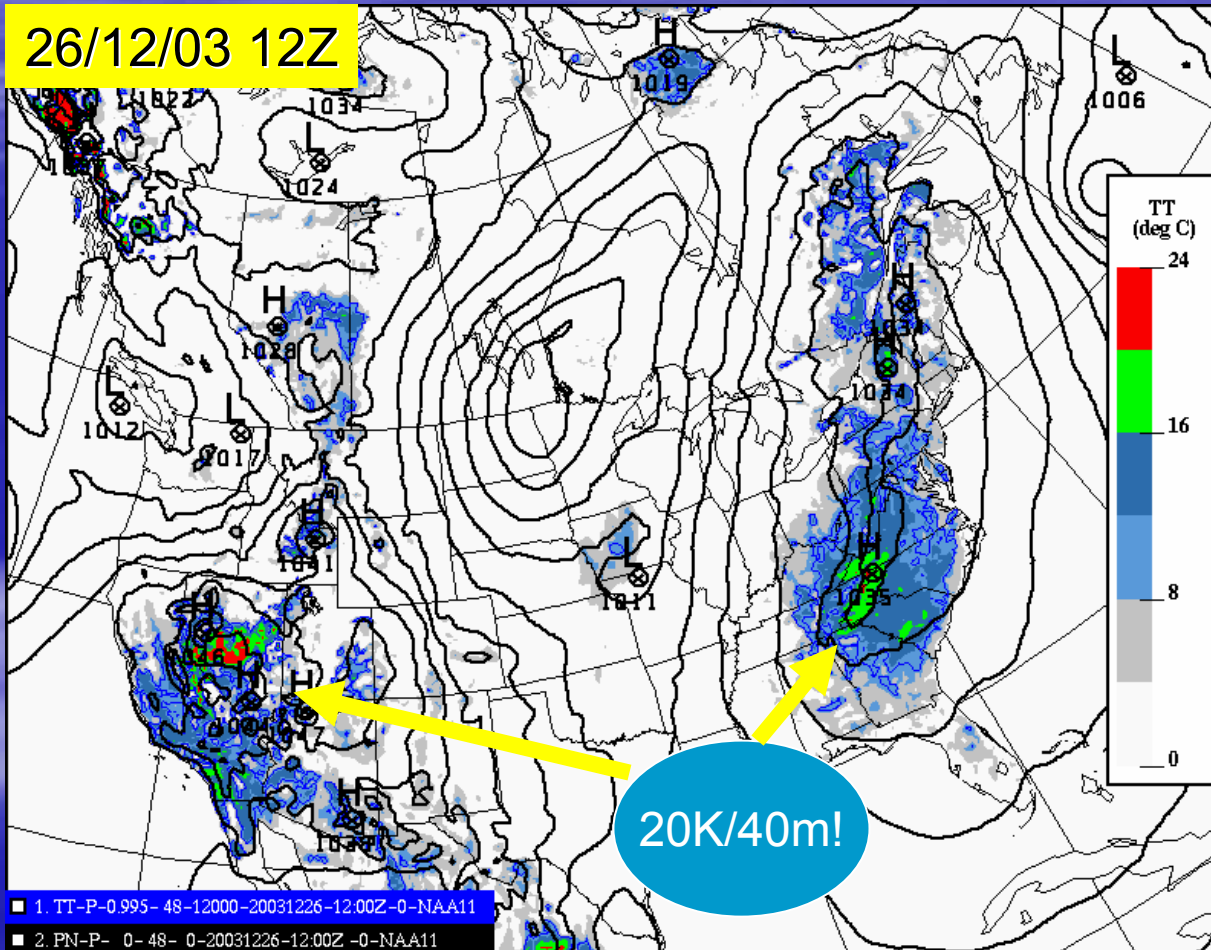
Erreur de
TT(2m) à 48hrs

Contour noir: PN à 48 hrs

Modèle régional (GEM 15km)

3. Inversions exagérées

26/12/03 12Z



TT(40m)-TT(2m)
à 48hrs

- 1. TT-P-0.995-48-12000-20031226-12.00Z-0-NAA11
- 2. PN-P-0-48-0-20031226-12.00Z-0-NAA11

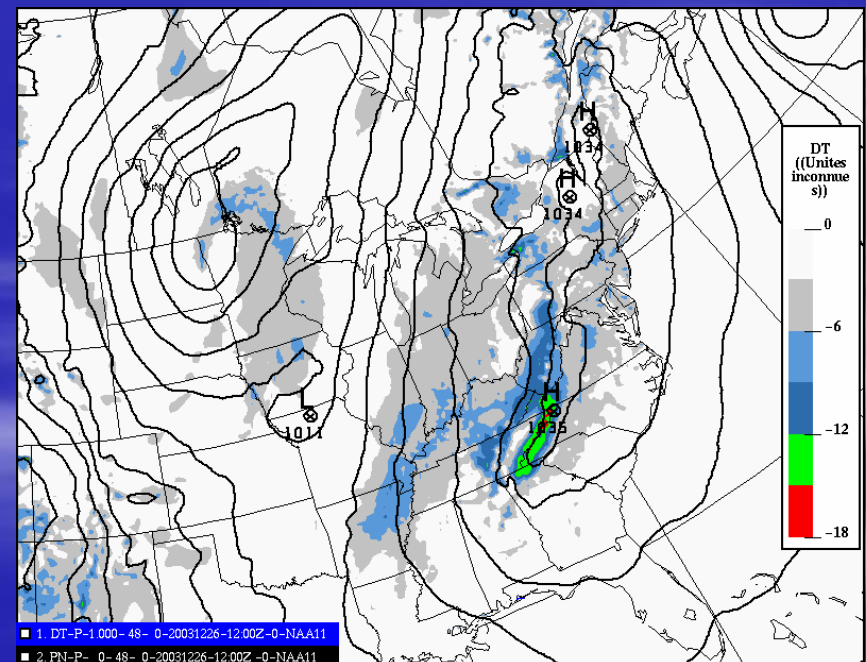
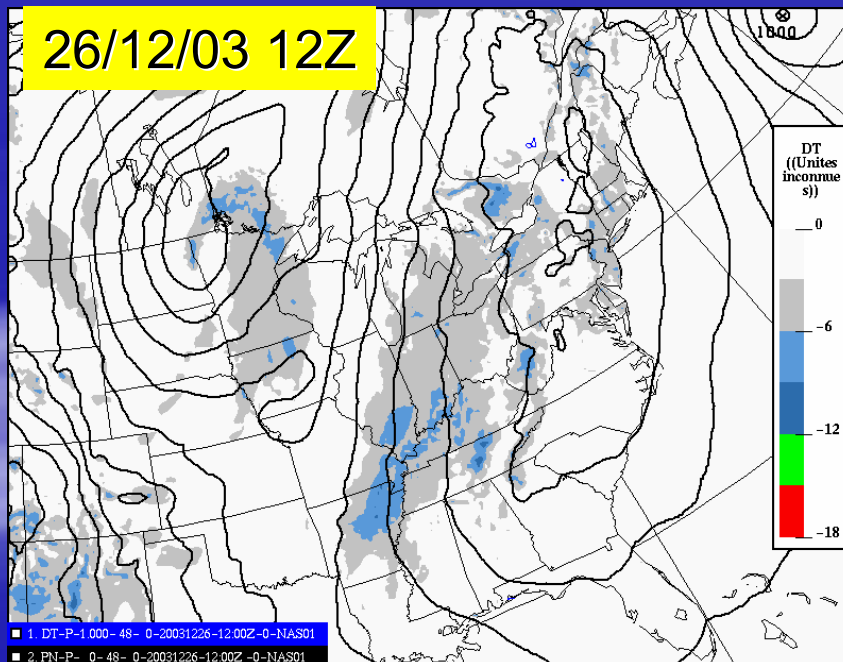
Modèle régional (GEM 15km)

3. Inversions exagérées

- TT(2m) n'est qu'un niveau diagnostique pour la physique, on peut modifier directement ce champ en imposant un gradient maximum de température entre ce niveau et le deuxième niveau du modèle (8K/40m).

Après

Avant

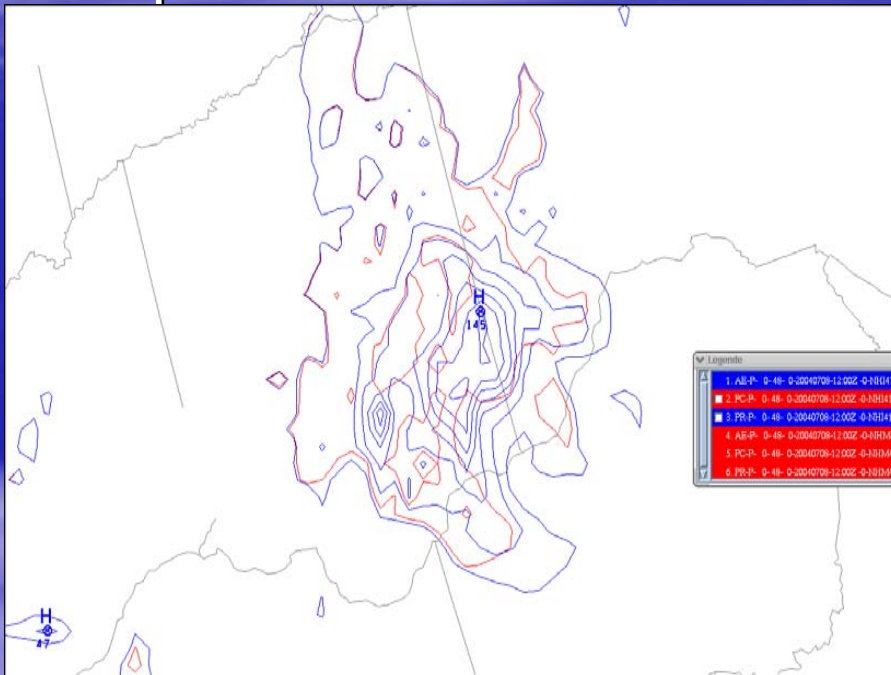


Erreur de TT(2m) à 48hrs

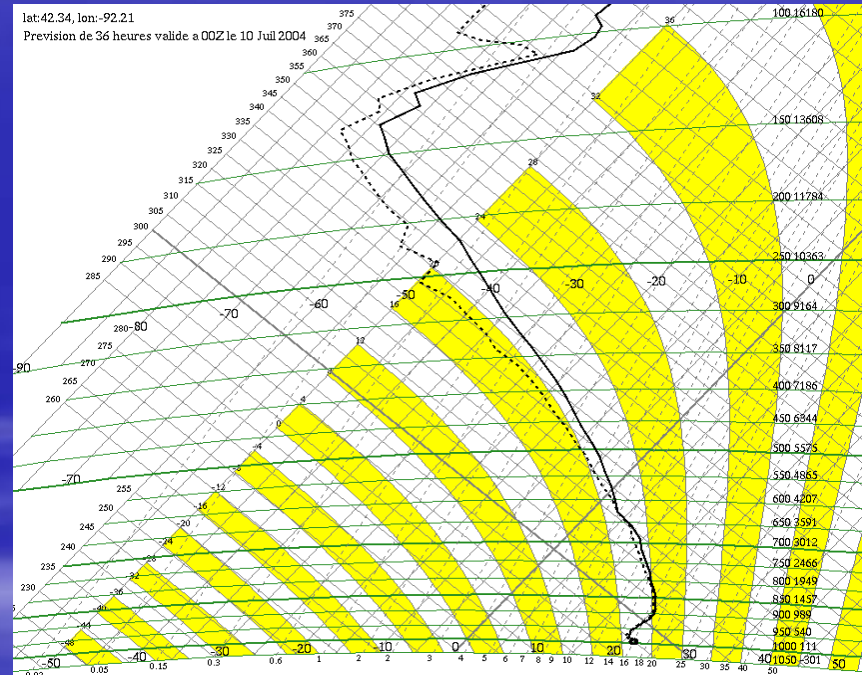
Modèle régional (GEM 15km)

5. Modification à Kain-Fritsch

- Point de départ: Problème rapporté par AetP pour la passe du 2004070812



Bull's eyes explicites sur l'Iowa PR(48h)



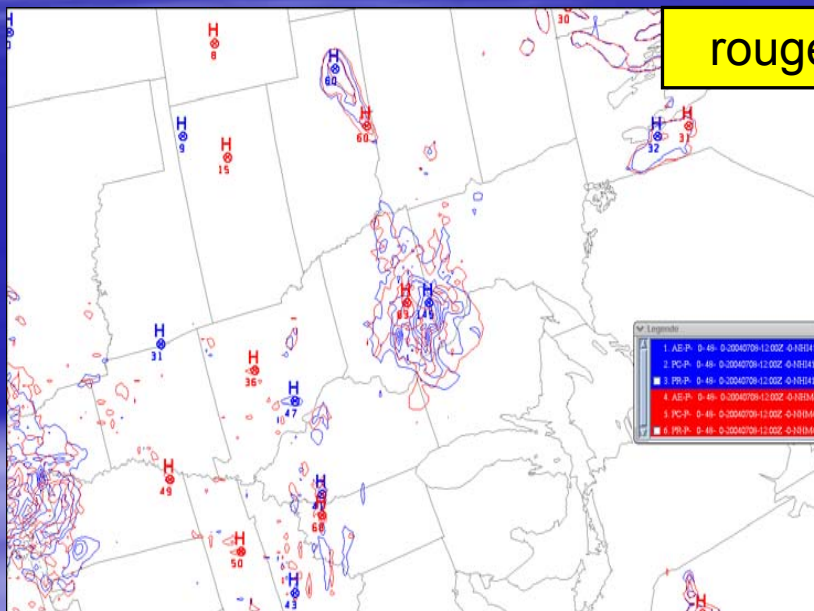
Profil instable, prévision de 36h

merci a Donald pour les graphiques dans cette section

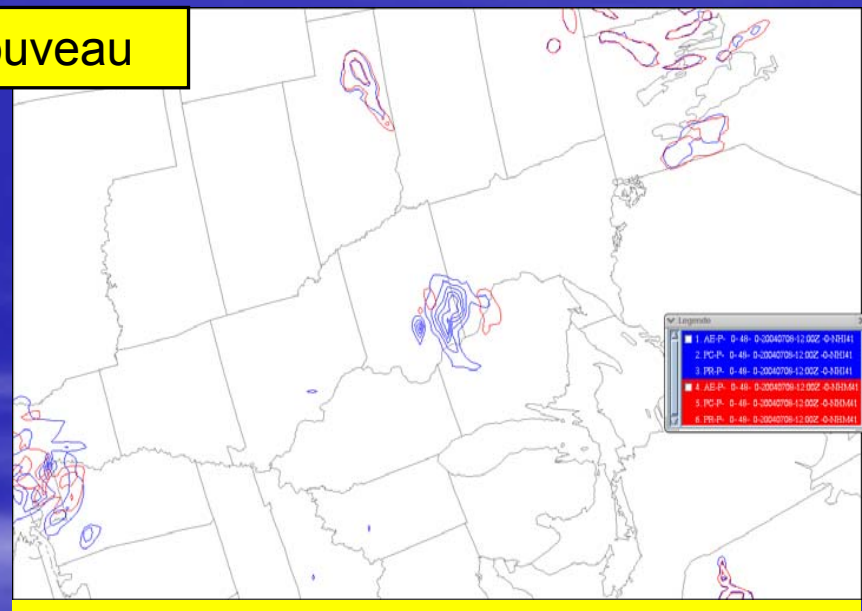
Modèle régional (GEM 15km)

5. Modification à Kain-Fritsch

- Kain-Fritsch a été modifié pour rendre son déclenchement un peu plus facile



PR(48h): diminution significative



AE(48h): diminution de la PR explicite



Meilleurs QPF en été, partition PC/PR augmente légèrement

Ménage dans les nuages

Bientôt dans toutes les bonnes librairies (4.3)

- Objectif: s'attaquer à 5 irritants dans le code nuages-RT
 1. éparpillement des modifications à LWC,IWC et FN
 2. options non-utilisées (istcond,iconvec)
 3. absence de certaines variables
 4. nom des variables
 5. diagnostics incomplets



Ce travail va faciliter les diagnostics sur les nuages ainsi que sur l'interaction rayonnement-nuages

Ménage dans les nuages

Bientôt dans toutes les bonnes librairies (4.3)

- Création de 3 nouveaux sous-programmes appelés par phyexe1:
 1. **prep_cw_rad** - contient des modifications aux champs LWC, IWC et FN, en vue de leur utilisation dans le schéma de rayonnement (code précédemment dispersé dans newrad3, cldoptx4 et inichamp1)
 2. **diagno_cw_rad** - diagnostics des variables de nuage (extrait de cldoptx4). Sortie de 3 nouvelles variables nuageuses telles que vues par le schéma de rayonnement.
 3. **prep_cw** - agrégation des champs de condensé et de fraction nuageuse provenant des divers schémas contributeurs

Nouveau schéma de transfert radiatif et nouveaux intrants

Plan de cette section:

- Historique
- Plan schématique
- L'approche CKD en bref
- Expériences pédagogiques
- Résultats en mode climatique
- Résultats en mode prévision
- Analyse et tests de sensibilité
- La suite

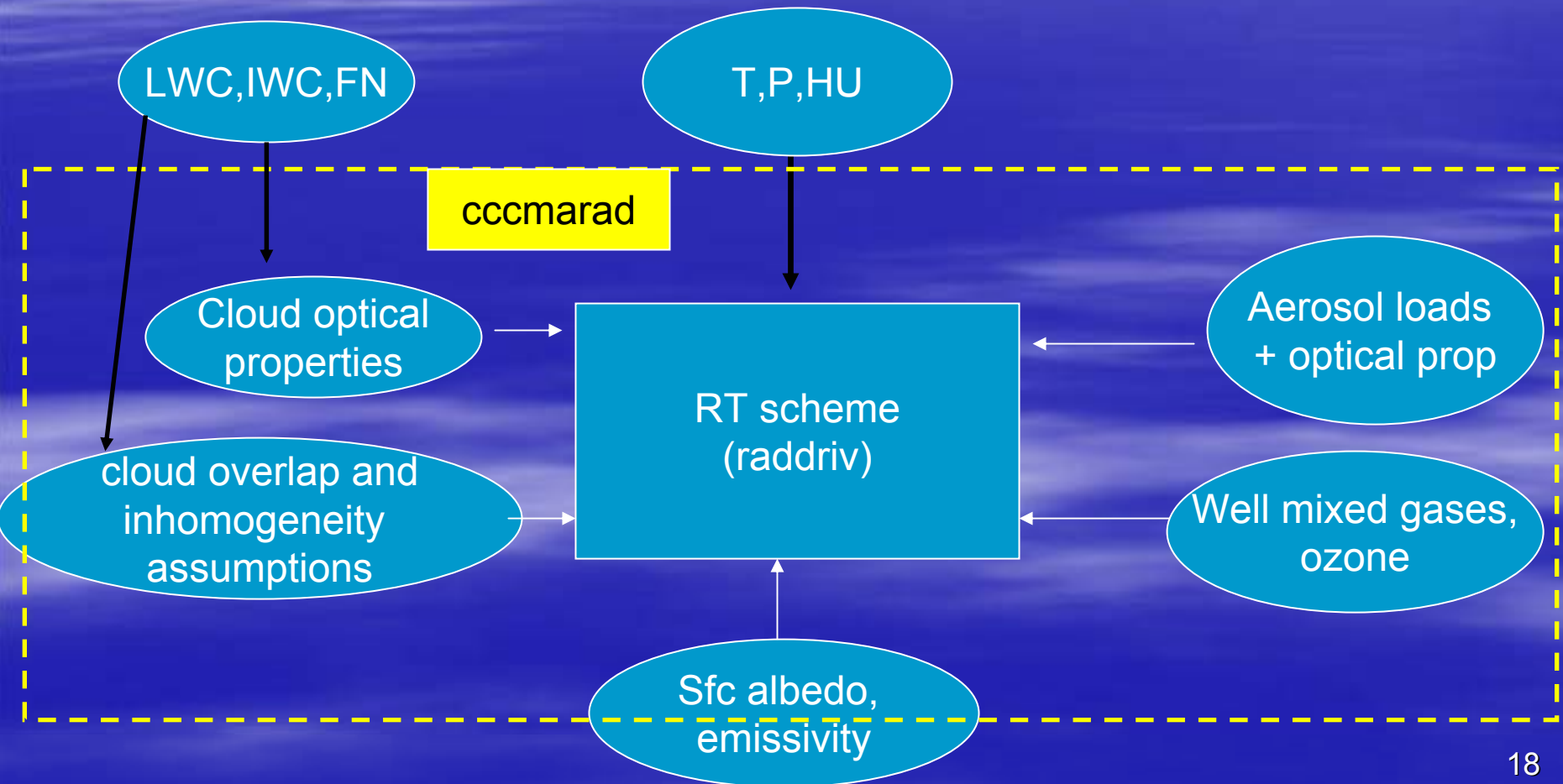
Nouveau schéma de transfert radiatif et nouveaux intrants

■ Historique:

- dès 2002, des discussions ont lieu sur la possibilité d'importer le code de transfert radiatif (CKD) en développement au CCCma pour le GCM4
- sept 2002: atelier sur les paramétrages physiques
- mars 2003: évaluons les avantages/désavantages du code du CCCma vs le code de l'ECMWF
- sept 2003: recevons le code que nous baptisons CCCmarad
- fév 2004: premier raccordement avec notre physique complété
- été 2004: optimisation, « débuggage »
- automne 2004: séries avec le GEM op et le GEM méso', runs climatiques avec le GEM strato et le GEM méso"
- aut/hiv 2004/5: « débuggage », analyse des résultats
- maintenant: tests de sensibilité

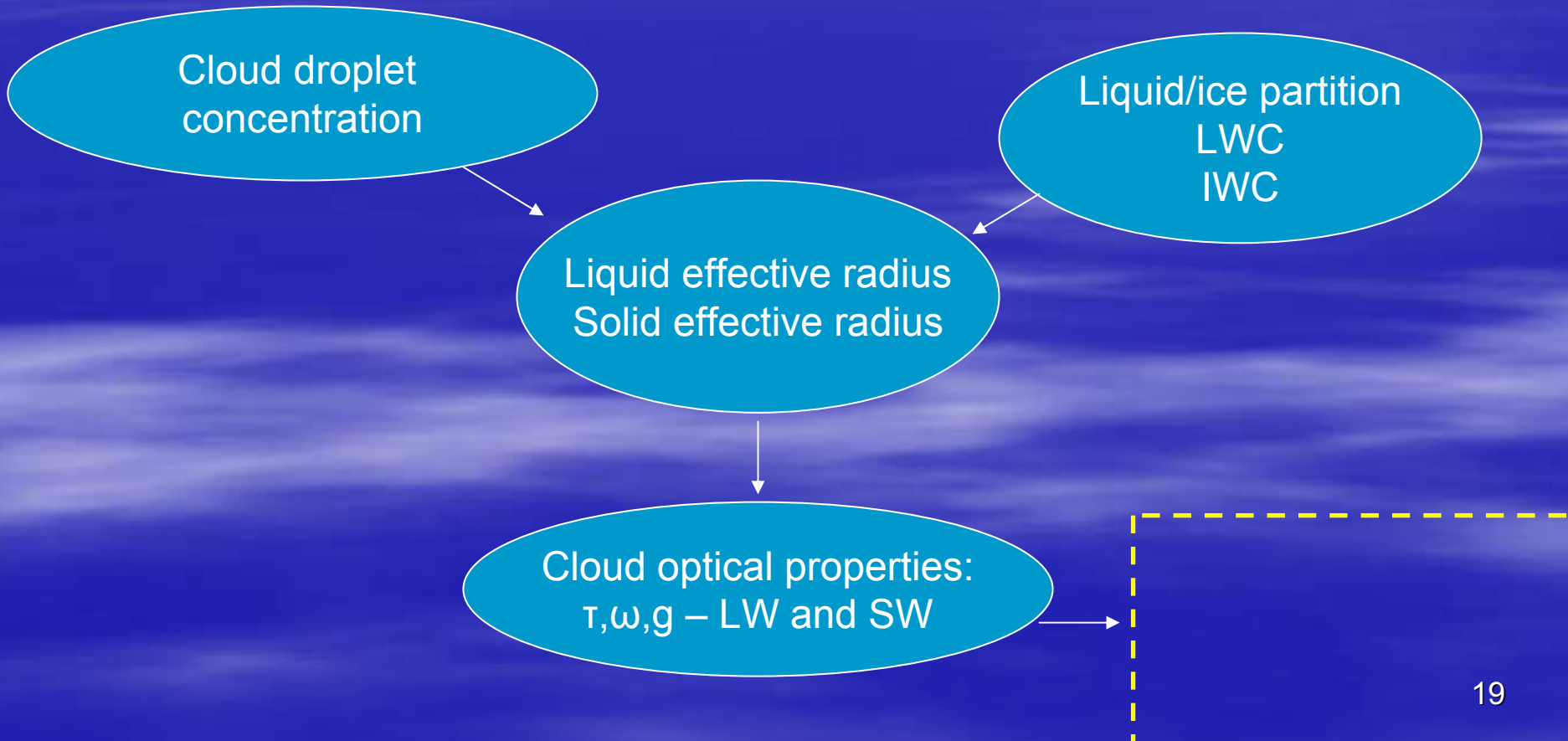
New RT scheme and inputs

- Schematic view:



New RT scheme and inputs

- All inputs are revisited, e.g.:



New RT scheme

- Li and Barker (2005): A Radiation Algorithm with Correlated k-distribution, JAS
- Developed for the GCM4
- CKD method used in many climate models, operational at ECMWF

New RT scheme

$$\Gamma_r(w) = \frac{1}{\Delta\nu} \int_{\Delta\nu} e^{-w k(\nu)} d\nu,$$

K

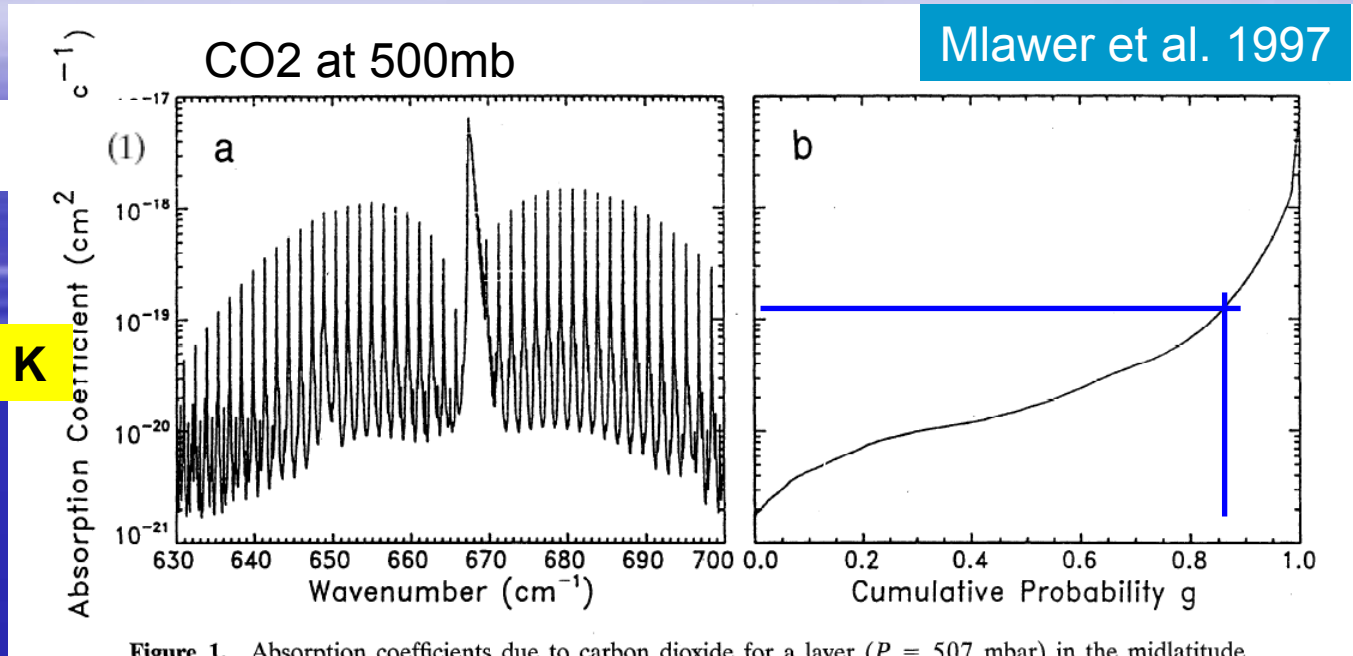


Figure 1. Absorption coefficients due to carbon dioxide for a layer ($P = 507$ mbar) in the midlatitude

“The main point in the correlated-k method is the mapping of the absorption coefficient from the spectral space (where it varies irregularly with wavenumber) to the g -space (where g is the probability distribution function, i.e. the fraction of the absorption coefficients in the set smaller than g).

The effect of this reordering is a rearrangement of the sequence of terms in the integral over wavenumber in the radiative transfer equation (RTE), which makes it equivalent to what would be done for monochromatic radiation.”

New RT scheme

	Band (cm ⁻¹)	Absorber	No. of intervals in CPS				Solar weight (W m ⁻²)
			Major	Minor	Minor (above 1 mb)	Continuum	
Solar	14 500–50 000	O ₃ , O ₂ , H ₂ O	6	3			628.5946
	8400–14 500	H ₂ O, O ₃ , O ₂	4	3	1		438.2265
	4200–8400	H ₂ O, CO ₂	6	3	1		246.9080
	2500–4200	H ₂ O, CO ₂	4	6	3		40.5737
		Total	20	15	5		
	2200–2500	H ₂ O, CO ₂ , N ₂ O	1	1	3	0	3.6754
	1900–2200	H ₂ O, N ₂ O	1	1		(2)	2.7949
	1400–1900	H ₂ O,	2	2	1	(3)	3.2008
	1100–1400	H ₂ O, N ₂ O, CH ₄ , CFC12, CFC113, CFC114	3	4		(3)	1.1388
	Infrared	980–1100	H ₂ O, O ₃ , CO ₂ , CFC11, CFC12, CFC113, CFC114	2	3	1	(4)
800–980		H ₂ O, CO ₂ , CFC11, CFC12, CFC113, CFC114	2	0		(1)	0.3537
540–800		H ₂ O, CO ₂ , N ₂ O, O ₃	3	6	1	(3)	0.2956
340–540		H ₂ O	6	2	1	(4)	0.099 62
0–340		H ₂ O	4	3	3	(4)	0.023 22
		Total	24	22	10		

CKD

Major interval: RT done exactly

Minor interval: optical depth is very large, RT is simplified

Li and Barker, 2005



9 bands in LW and 3 in SW are treated by CKD method

New RT scheme

Visible part of SW spectrum subdivided into 9 bands

Subband	Spectral range (cm ⁻¹)		Absorber	Absorption coefficient (cm ² g ⁻¹) O ₃	Solar weight (W m ⁻²)
1	50 000–42 000	UVC	O ₃ , ray, O ₂	47 069.968 75	1.571 22
2	42 000–37 400	UVC	O ₃ , ray	129 469.968 75	2.788 22
3	37 400–35 700	UVC	O ₃ , ray	82 530.031 25	2.784 86
4	35 700–34 000	UVB	O ₃ , ray	19 933.671 88	5.542 84
5	34 000–32 185	UVB, UVA	O ₃ , ray	3410.008 30	9.711 53
6	32 185–30 300	UVA, <i>J</i> value: 32 185	O ₃ , ray	306.996 03	16.033 34
7	30 300–25 000	UVA	O ₃ , ray	4.050 37	73.073 72
8	25 000–20 000	PAR	O ₃ , ray	4.283 15	187.186 23
9	20 000–14 500	PAR	O ₃ , ray H ₂ O, O ₂	37.313 82	330.385 62

Li and Barker, 2005

New RT scheme (advantages)

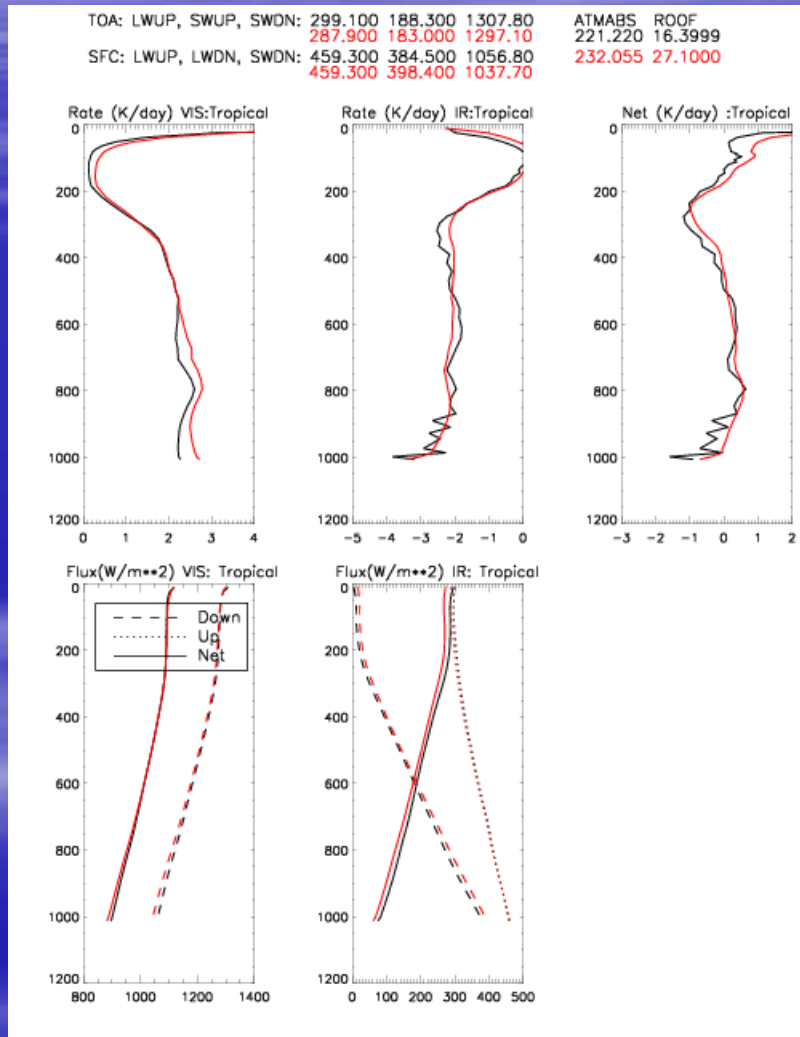
- Valid over most of atmosphere
- Water vapor continuum, more gases
- Proper treatment of SW and LW spectrum overlap
- Cloud and aerosol infrared scattering
- New and more detailed outputs:
 - Diffuse and direct SW flux
 - UVA,UVB,UVC,PAR fluxes
 - Clear sky fluxes

New RT scheme (disadvantages)

- Cost!
- 1 call to cccmarad takes 4 times longer than 1 call to newrad
- Results in 30-50% increase for whole model

Tests with 1D driver

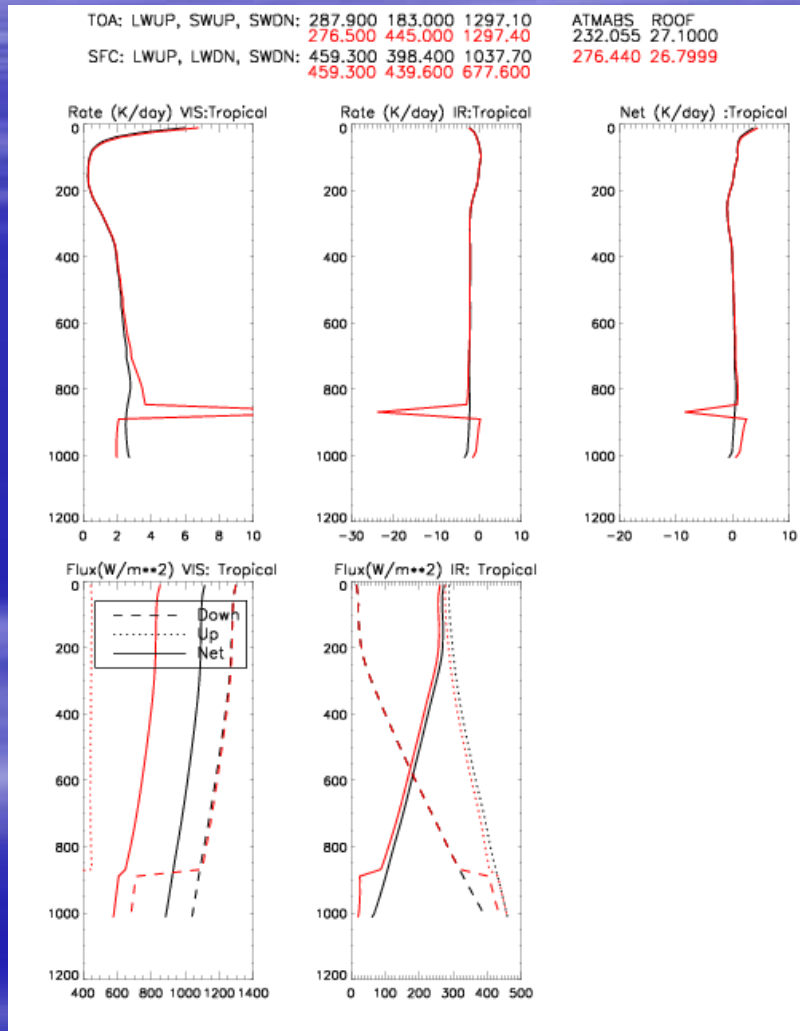
- Clear tropical atmosphere: newrad vs cccmarad



Black: newrad
Red: cccmarad

Tests with 1D driver

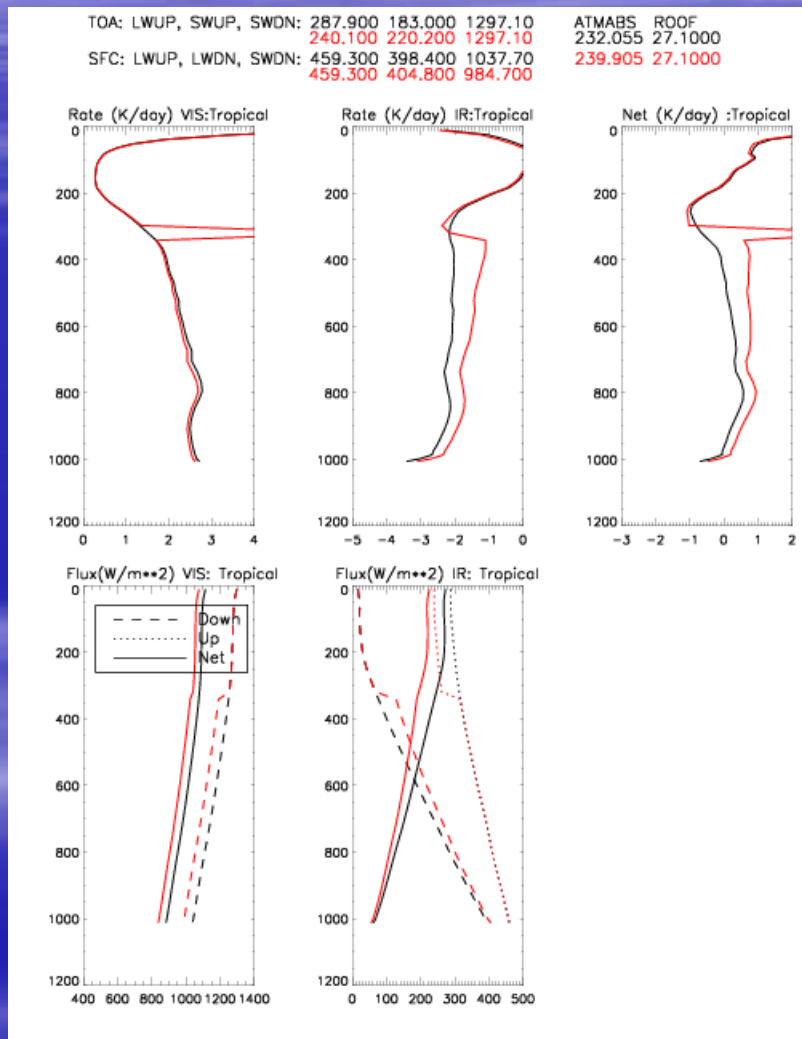
- Cccmarad:Clear vs liquid cloud



Black: clear
Red: liquid cloud

Tests with 1D driver

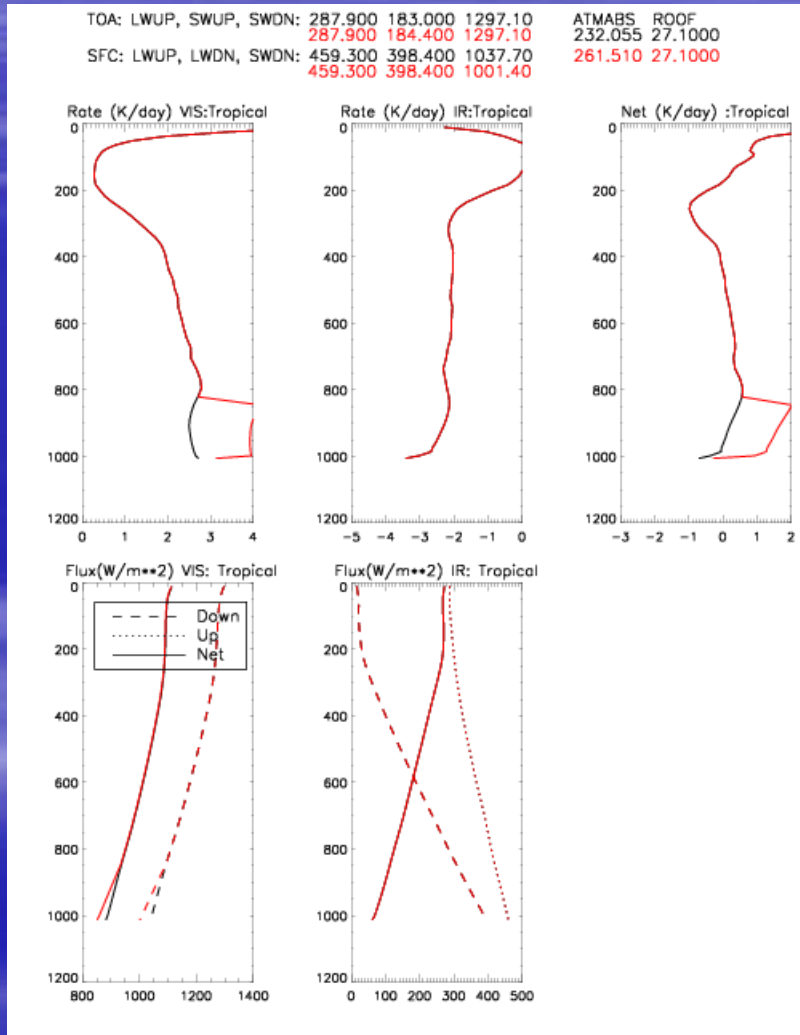
■ Cccmarad:Clear vs ice cloud



Black: clear
Red: ice cloud

Tests with 1D driver

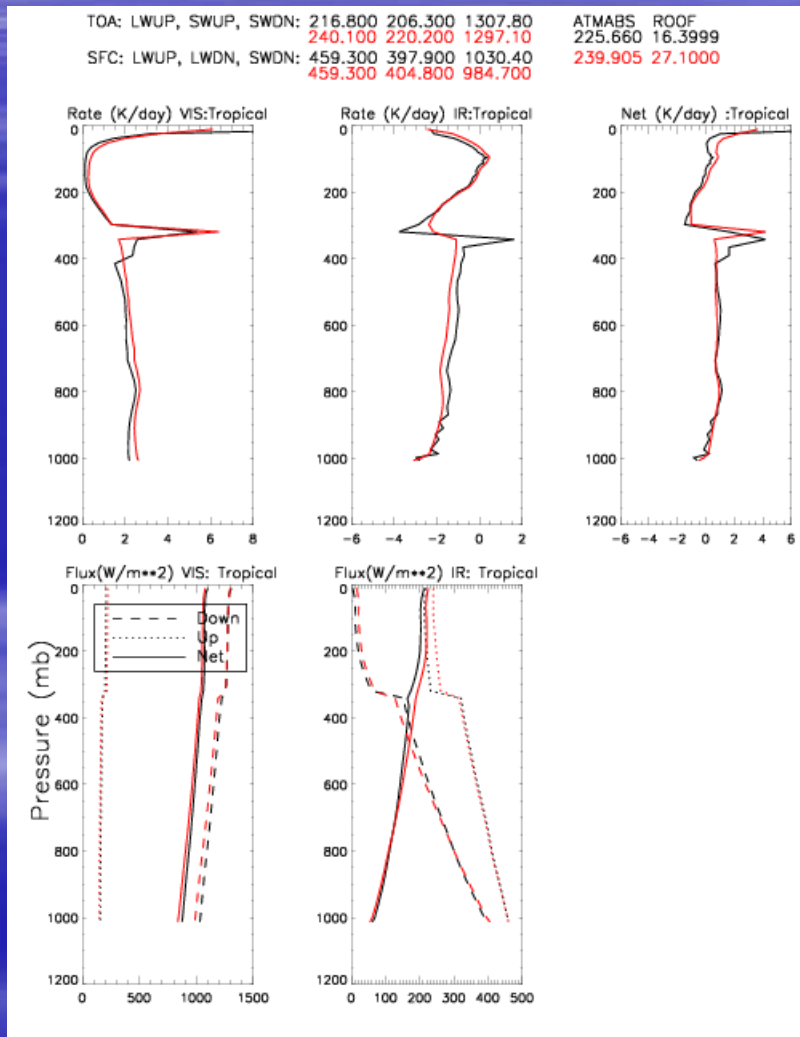
- Cccmarad:Clear vs BL aerosols



Black: clear
Red: with BL aerosols

Tests with 1D driver

- Ice cloud: newrad vs cccmarad



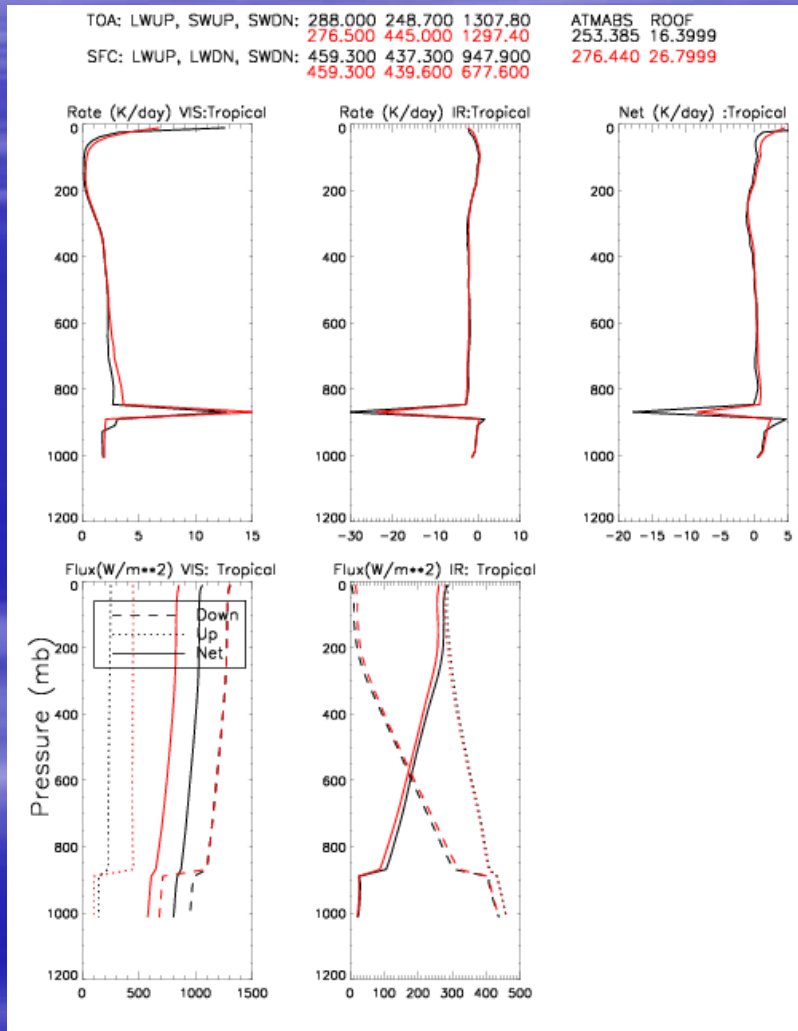
Black: newrad
Red: cccmarad

Note: in newrad, optical thickness of clouds is multiplied by 0.3 (tuneop)

Tuneop=1 will double or triple the peak heating rate

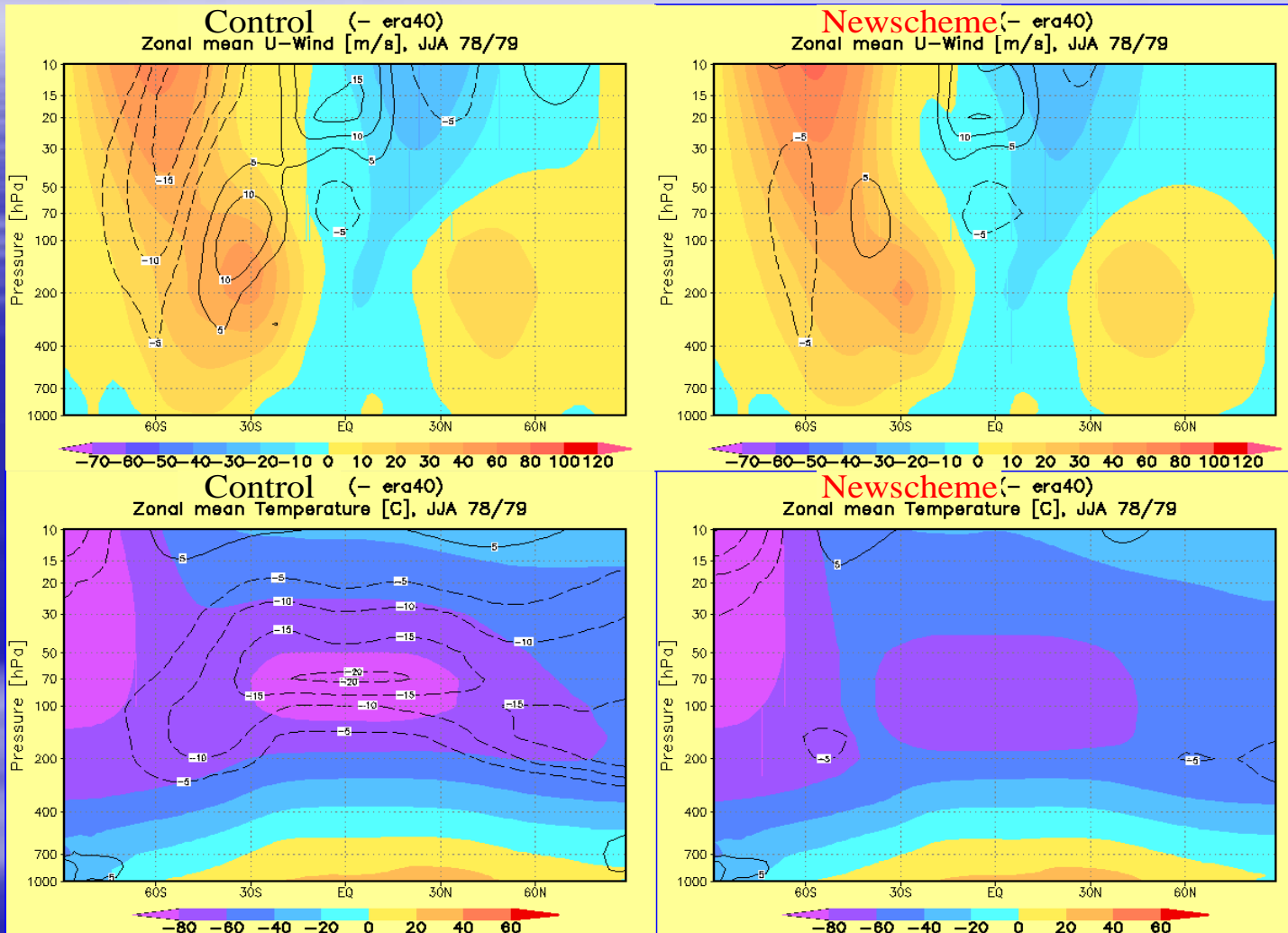
Tests with 1D driver

- Liquid cloud: newrad vs cccmarad



Black: newrad
Red: cccmarad

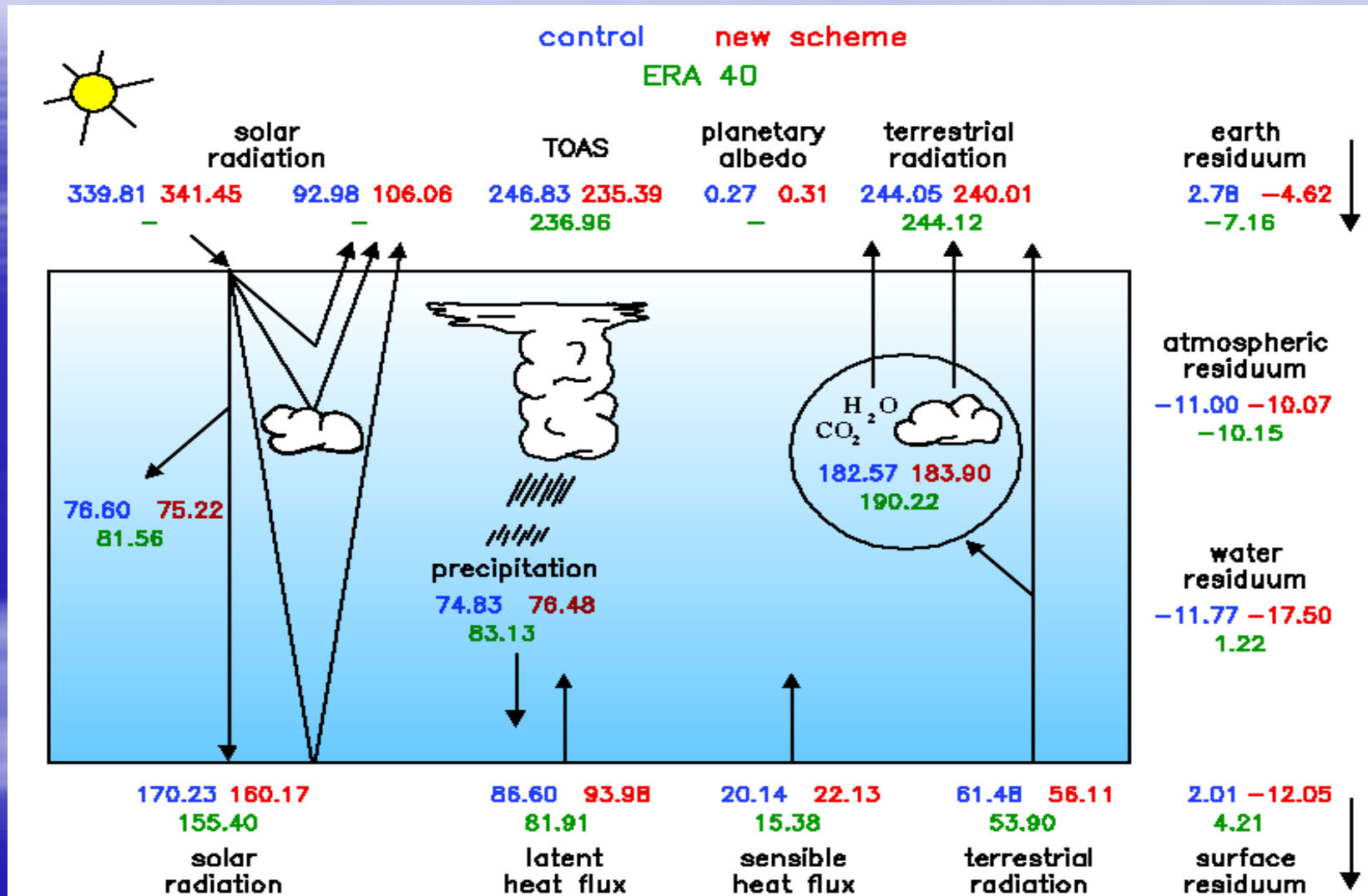
Results in climate runs



...OLR,
Tglob,
HU strato...

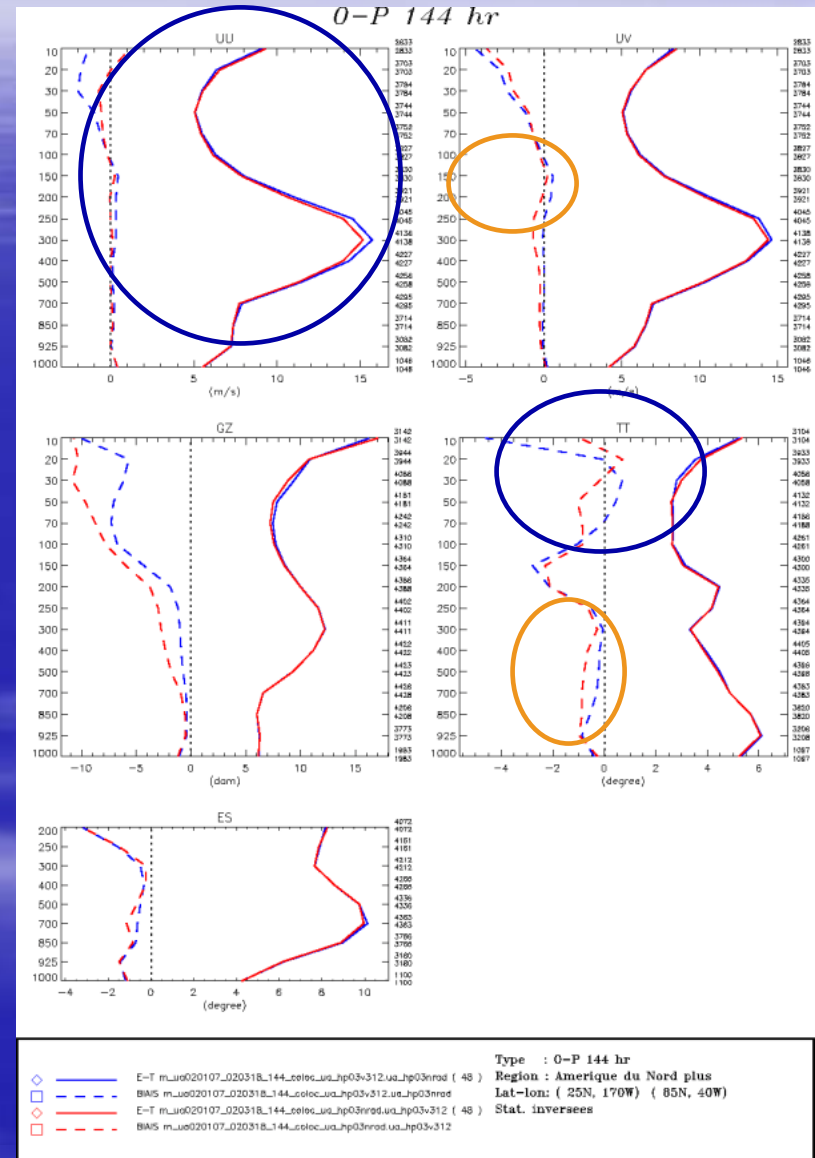
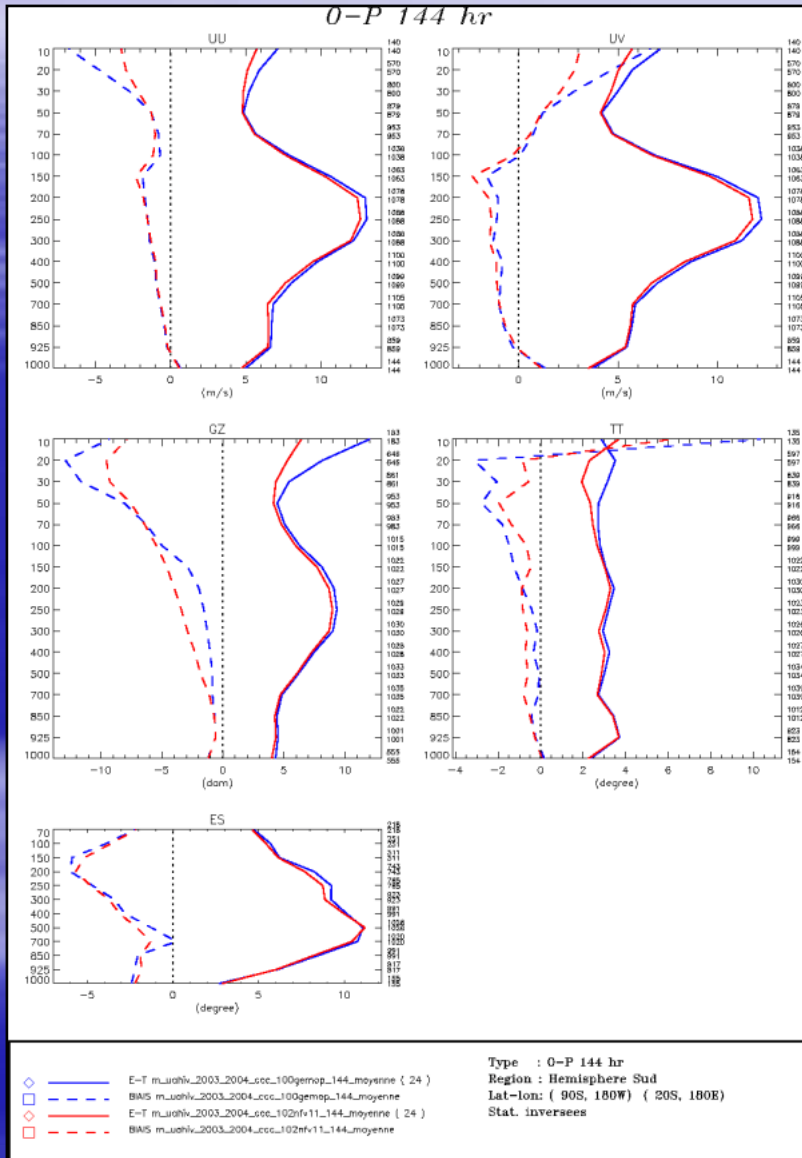
Model fields (color) and contours of the difference (model – ERA40) for the average of two summer seasons.

Results in climate runs (2yr average)



merci a Bernard et Katja pour graphiques dans la partie climat

Series of 6 day runs



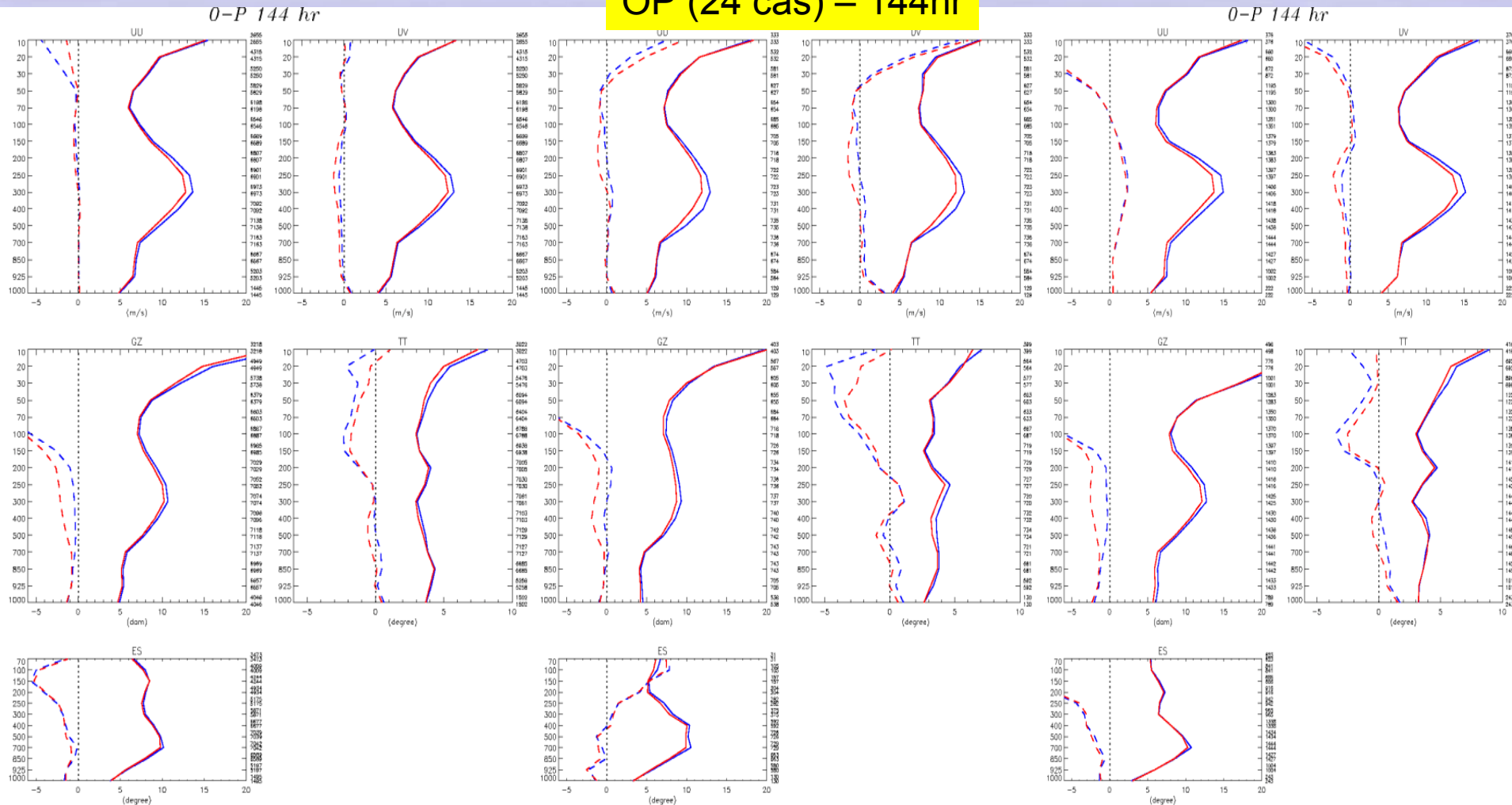
OP (24 cas)

Meso (48 cas)

Merci a Michel Roch

Series of 6 day runs

OP (24 cas) – 144hr



- ◇ — E-T m_uahv_2003_2004_ccc_100gemop_144_moyenne (24)
- — BIAS m_uahv_2003_2004_ccc_100gemop_144_moyenne
- ◇ — E-T m_uahv_2003_2004_ccc_102rfv11_144_moyenne (24)
- — BIAS m_uahv_2003_2004_ccc_102rfv11_144_moyenne

Type : 0-P 144 hr
 Region : Monde
 Lat-lon : ()
 Stat. inv : **Monde**

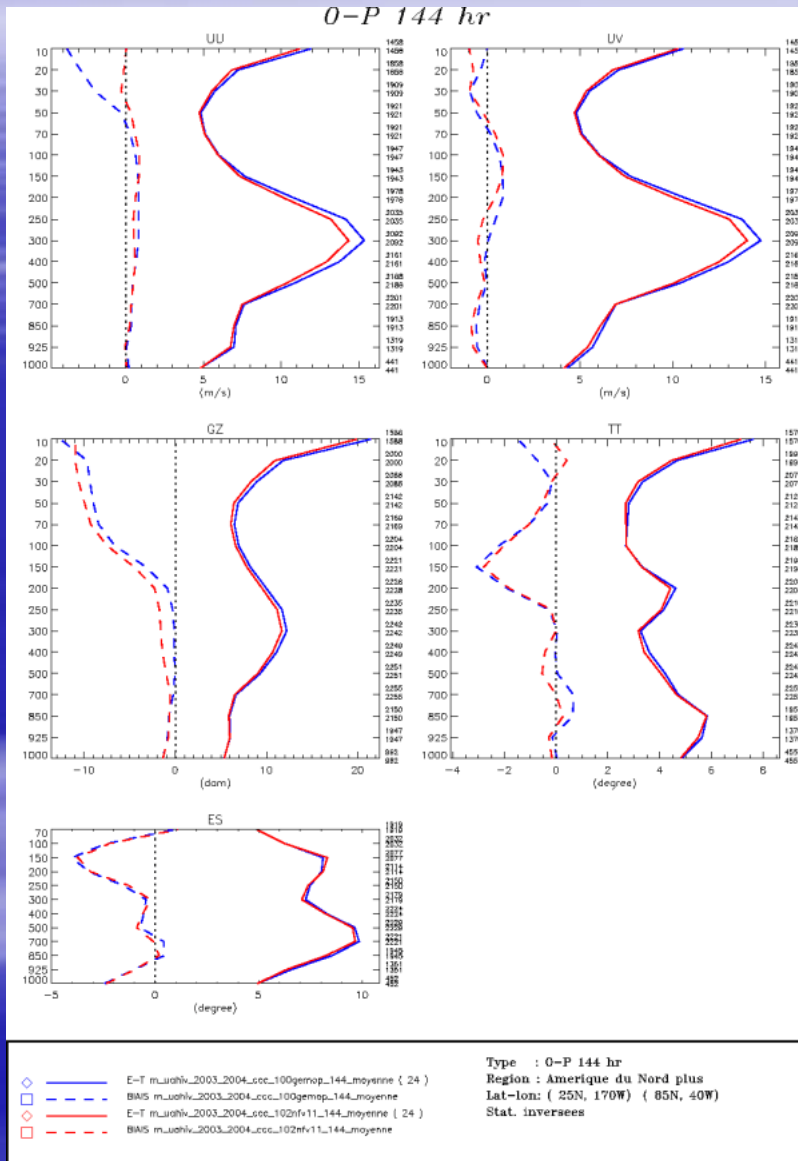
- ◇ — E-T m_uahv_2003_2004_ccc_100gemop_144_moyenne (24)
- — BIAS m_uahv_2003_2004_ccc_100gemop_144_moyenne
- ◇ — E-T m_uahv_2003_2004_ccc_102rfv11_144_moyenne (24)
- — BIAS m_uahv_2003_2004_ccc_102rfv11_144_moyenne

Type : 0-P 144 hr
 Region : Asie
 Lat-lon : ()
 Stat. inv : **Asie**

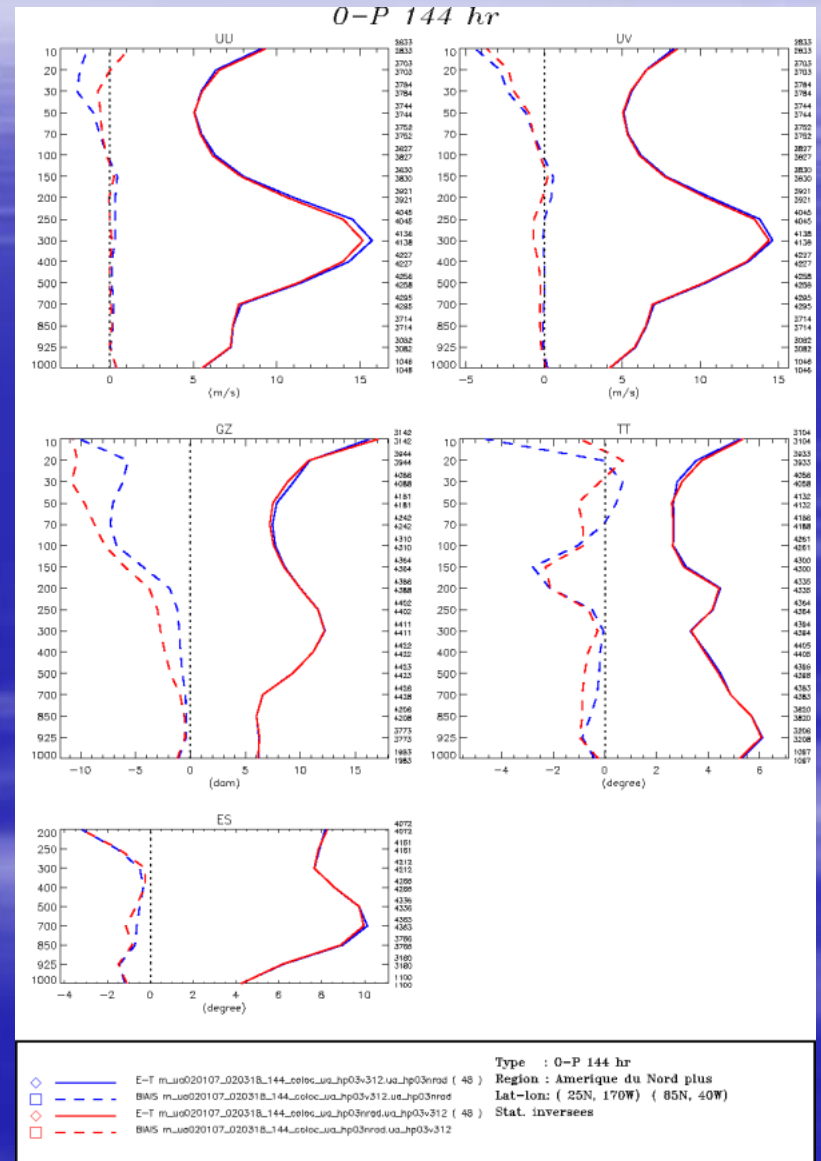
- ◇ — E-T m_uahv_2003_2004_ccc_100gemop_144_moyenne (24)
- — BIAS m_uahv_2003_2004_ccc_100gemop_144_moyenne
- ◇ — E-T m_uahv_2003_2004_ccc_102rfv11_144_moyenne (24)
- — BIAS m_uahv_2003_2004_ccc_102rfv11_144_moyenne

Type : 0-P 144 hr
 Region : Europe
 Lat-lon : ()
 Stat. inv : **Europe**

Series of 6 day runs



OP (24 cas)



Meso (48 cas)

Tropospheric cooling in climate runs?

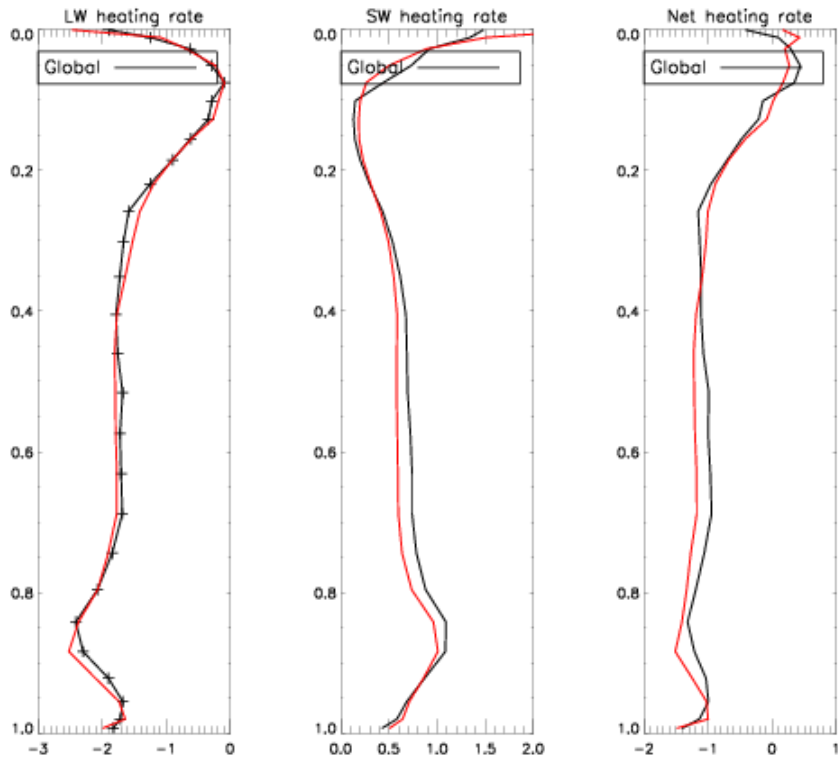


Yes, 1-3K

Cccmarad-newrad: Zonal average of DJF seasonal mean TT

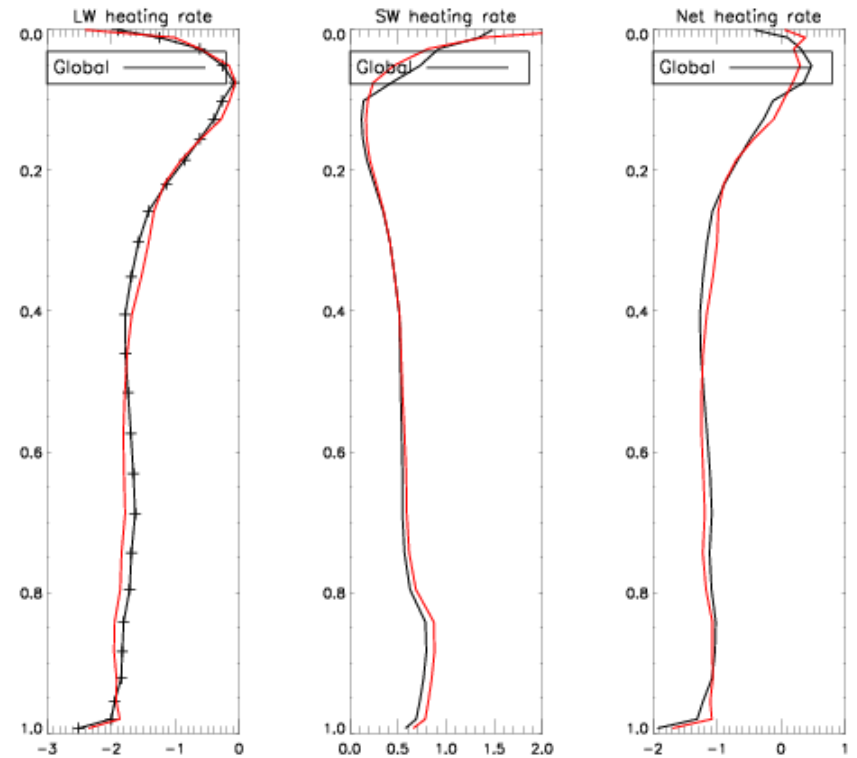
GEMGLB: heating rates after 24hr

TOA: LWUP, AP, SWUP, SWDN: 245.139 0.300039 105.937 353.077
242.008 0.310839 109.750 353.077
SFC:LWDN,SWDN,SWDNA,SWABS: 330.484 196.977 168.107 79.0330
335.629 193.568 166.786 76.5410



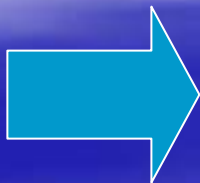
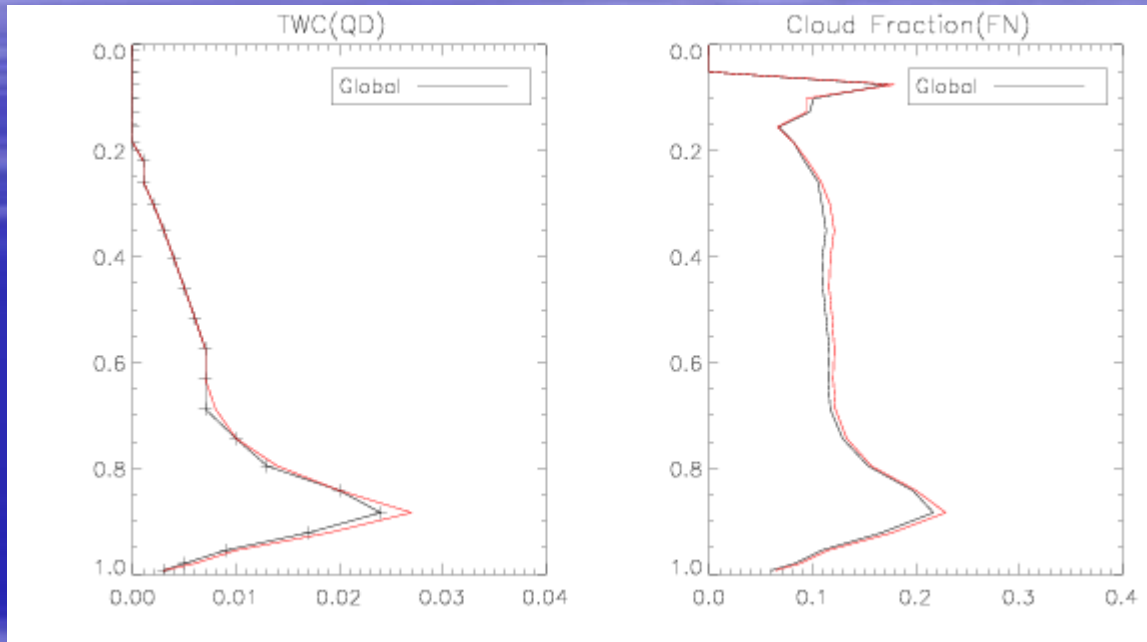
All skies

TOA: LWUP, AP, SWUP, SWDN: 270.367 0.169552 59.8650 353.077
260.887 0.157696 55.6790 353.077
SFC:LWDN,SWDN,SWDNA,SWABS: 296.054 266.465 229.492 63.7200
307.842 259.206 225.212 72.1860



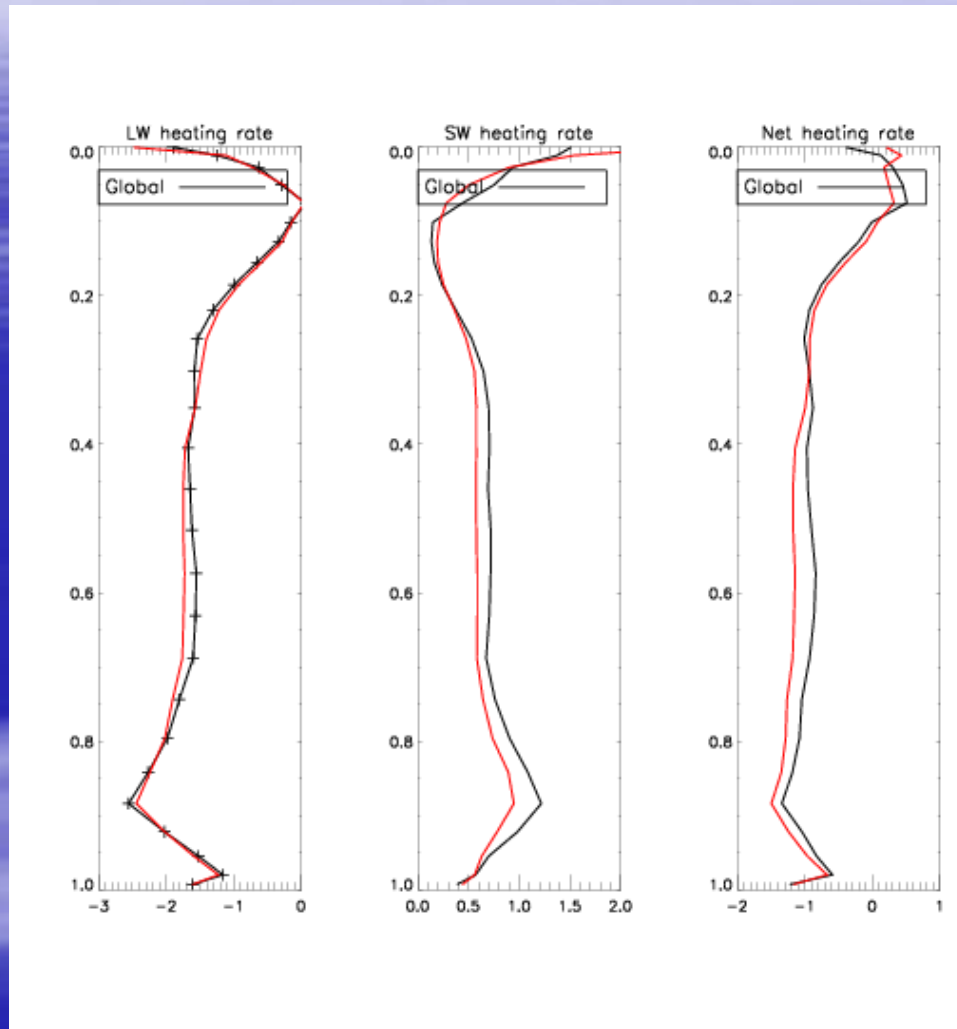
Clear skies

GEMGLB: clouds after 24hr



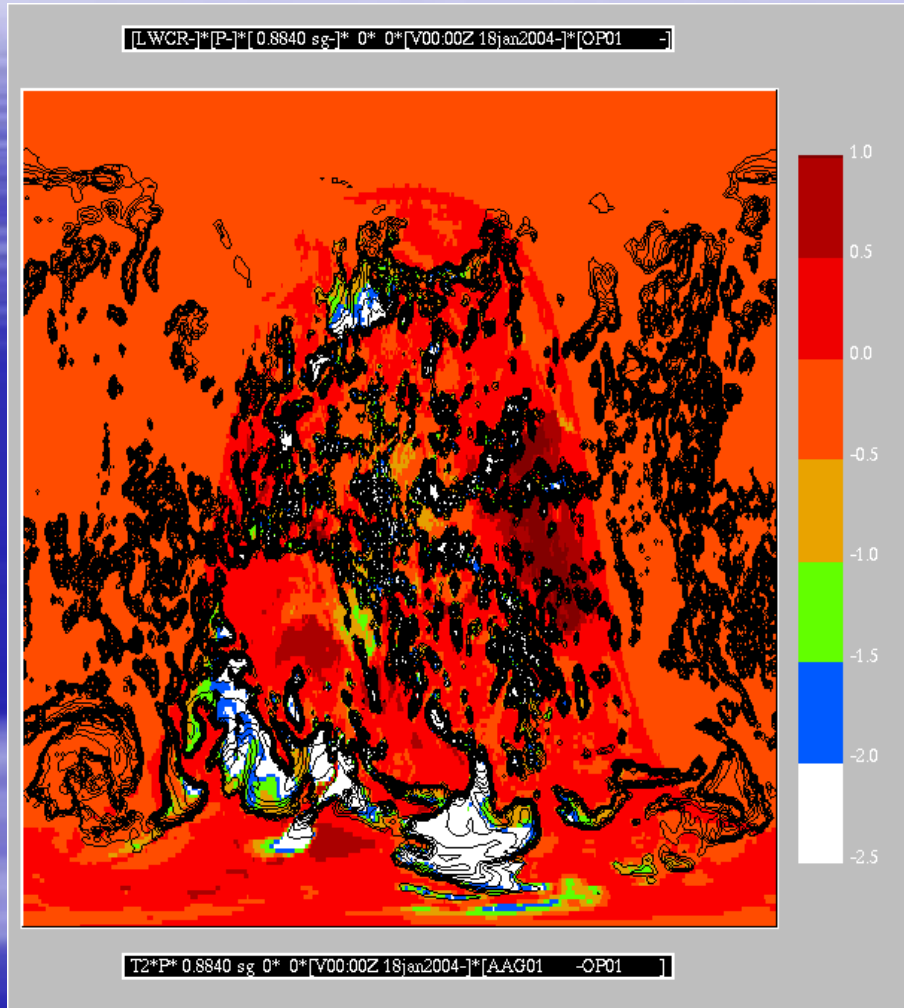
More clouds with cccmarad

GEMGLB: heating rates at 0hr



Same conclusions
when both RT
schemes exposed
to same clouds

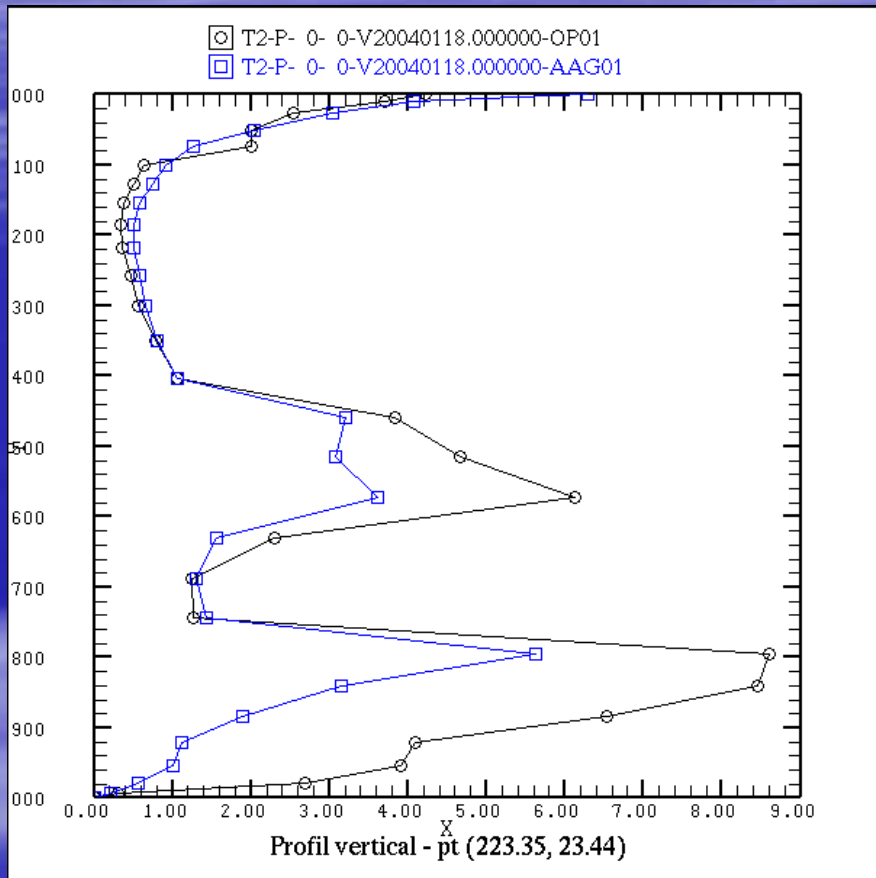
GEMGLB: SW heating rate at 0hr



Significant differences in SW heating rates in clouds

Cccmarad-newrad, sigma=.884, contours for LWC

GEMGLB: SW heating rate profile at 0hr



Black: newrad

Blue: cccmarad

? Different than 1D tests

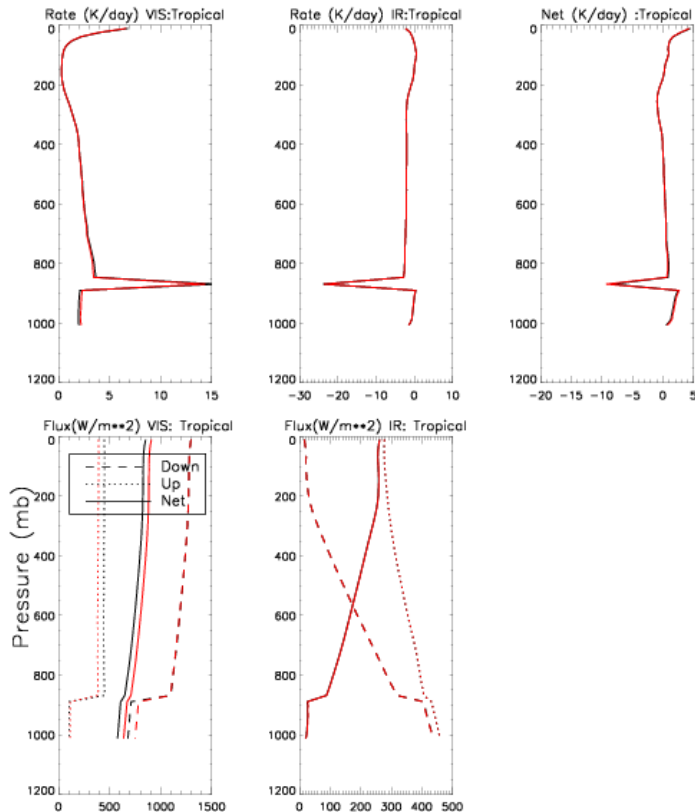
? Which is better

Sensitivity tests

1 example:

TOA: LWUP, SWUP, SWDN: 276.500 445.000 1297.40
277.100 388.500 1297.30
SFC: LWUP, LWDN, SWDN: 459.300 439.600 677.600
459.300 438.900 748.000

ATMABS ROOF
276.440 26.7999
273.000 26.8999



Conclusions:

- top of atmosphere and surface fluxes are very sensitive to “free” parameters
- sw absorbed in clouds not very sensitive
- in all sensitivity experiments performed, Albedo and SW absorbed vary in the same direction

Half assumed cloud droplet concentration

It is necessary to constrain problem with more observations

- GCSS – ARM-2000
- ISCCP simulator
- CAVE
- GOES

Conclusions and futur work

- Significant improvements in climate
- Encouraging results in forecast mode
- Cold tropospheric bias problem
- Need better diagnostics of clouds and more observations (GCSS)
- Find and implement recent aerosol and ozone climatologies
- Refine interface to surface characteristics
- Optimize