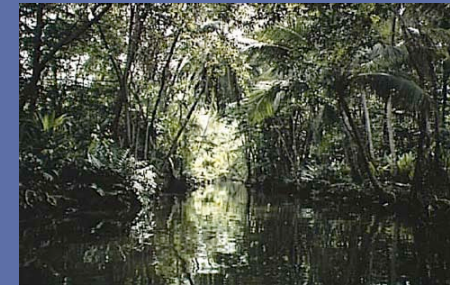


Evolutions du modèle couplé du CNRM- GAME : d'un GIEC à l'autre



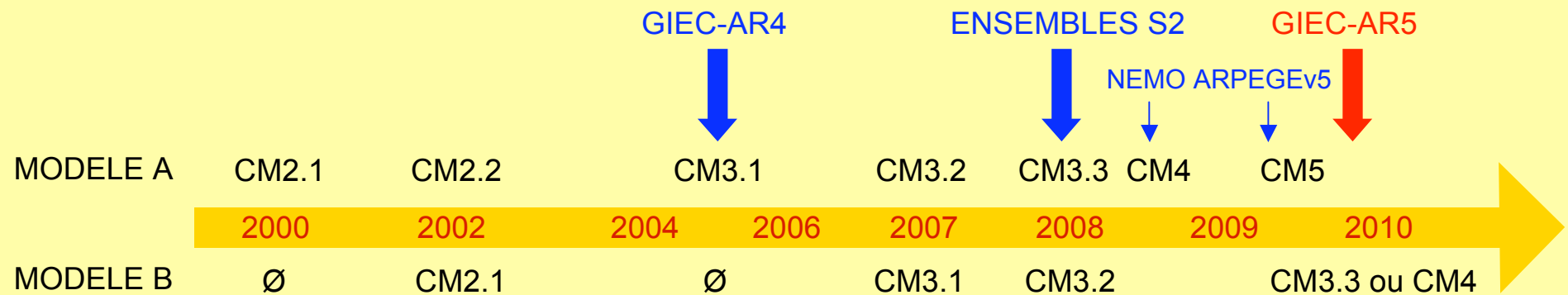
CNRM-GAME et Cerfacs

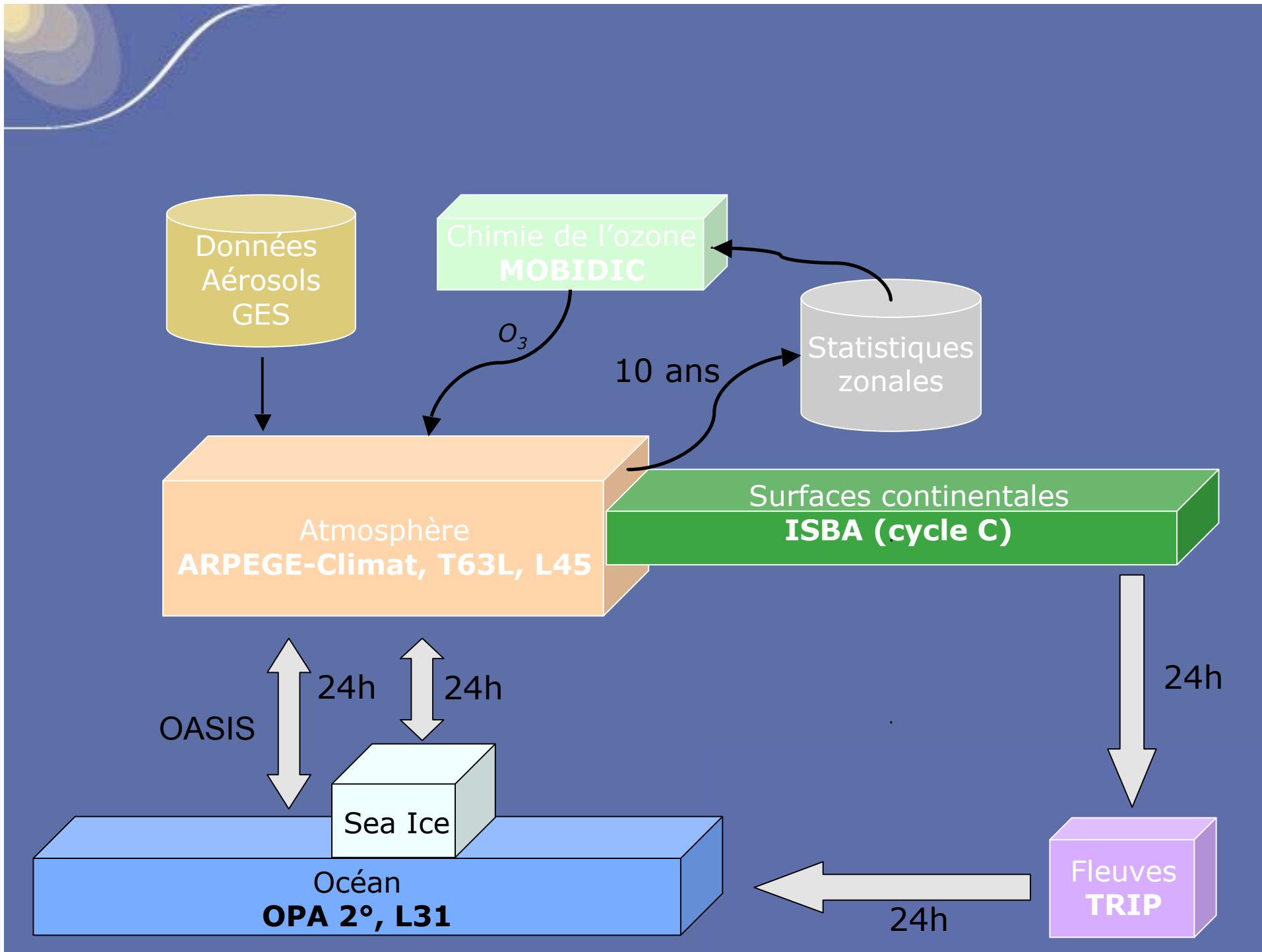
Journées MISSTERRE
Paris 12/05/09

Introduction

- **Disposer d'un modèle couplé : CNRM-CM**

- Coeur couplé: OPA / ARPEGE-Climat (collaboration CERFACS)
- FP6 / ENSEMBLES "stream2" ~ Simulations GIEC-AR4 bis
- IPCC AR5 (rapport 2013) : fin des simulations CMIP5 en 2010
- Mise à disposition des données pour utilisateurs (analyses, impacts...) + GEOCC





1. De la version IPCC-AR4 à la version « ENSEMBLES » de CNRM-CM

▪ **ENSEMBLES : un projet FP6**

- « stream 1 » : ensemble de simulations pour l'IPCC-AR4 (CNRM-CM3.1)
- Création d'une base de données de forçages pour modèles régionaux (fréquence 6h pour plusieurs scénarios sur 1950-2100)
- Analyse des simulations produites par les modèles
- Amélioration des modèles
- « stream 2 » : simulations avec les nouvelles versions de modèles (CNRM-CM3.3)

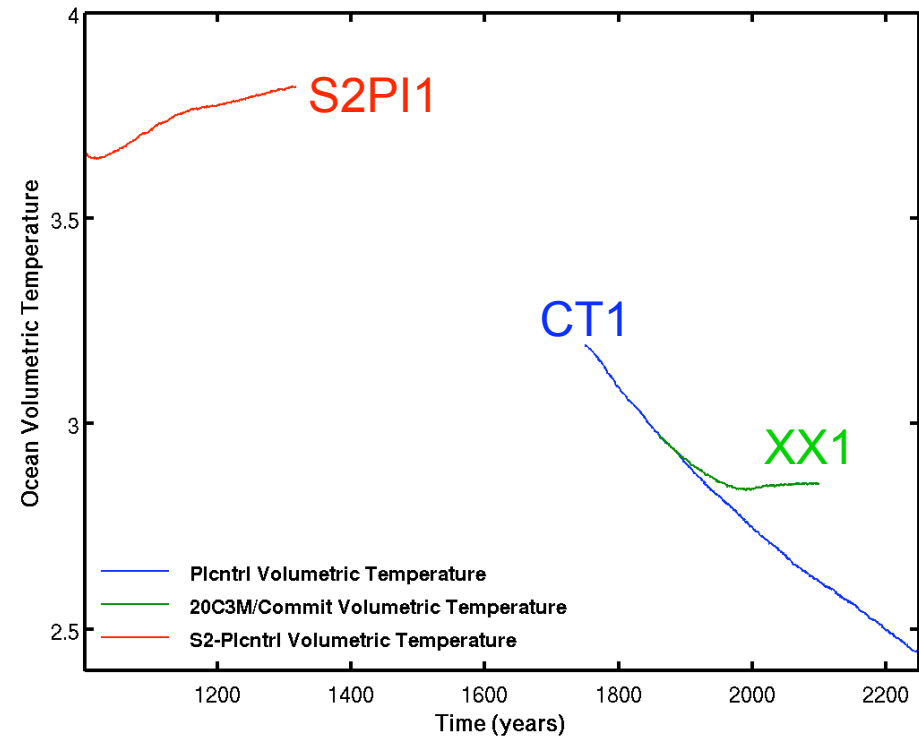
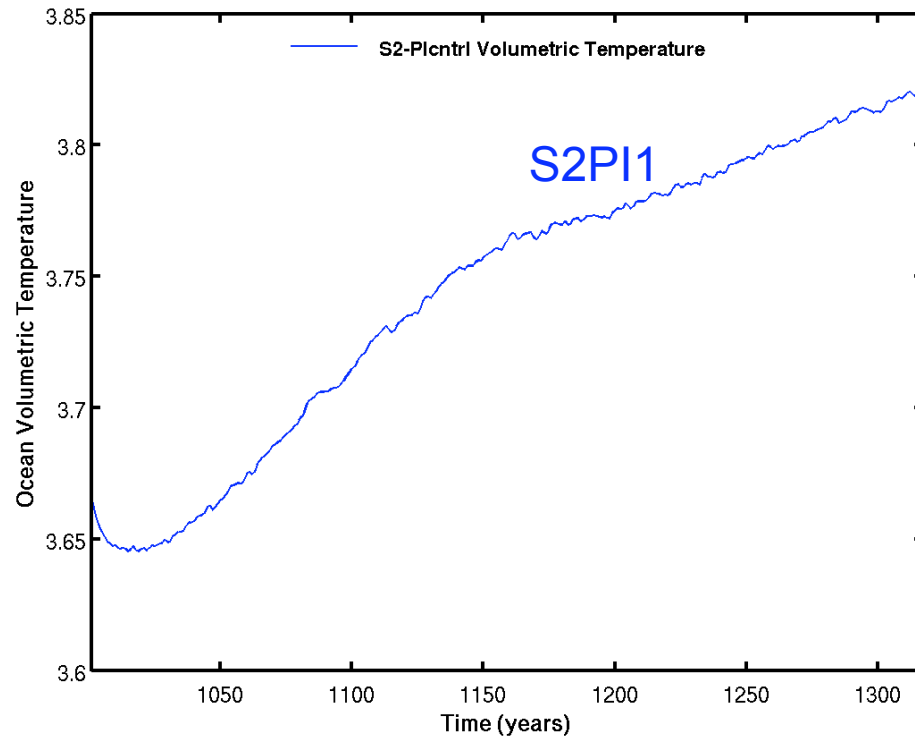
▪ **Développements effectués**

- Version 4 d'ARPEGE-Climat (nouvelle dynamique)
- Effet indirect des aérosols sulfatés
- Révision du couplage ARPEGE-OPA (conservativité énergétique)
- Impact climatique des changements d'utilisation des sols
- Nouvelle carte de végétation
- Portage sur NEC SX8
- Conservativité du système océan-glace
- Nouveau schéma linéaire d'ozone
- Impact climatique des volcans (concentration stratosphériques d'aérosols)



Le S2 ENSEMBLES avec CNRM-3.3 (2008) – Exp contrôle PI1

Une dérive plus faible... $+0.04^\circ$ / siècle contre -0.1° /siècle

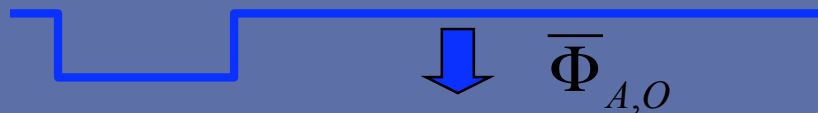
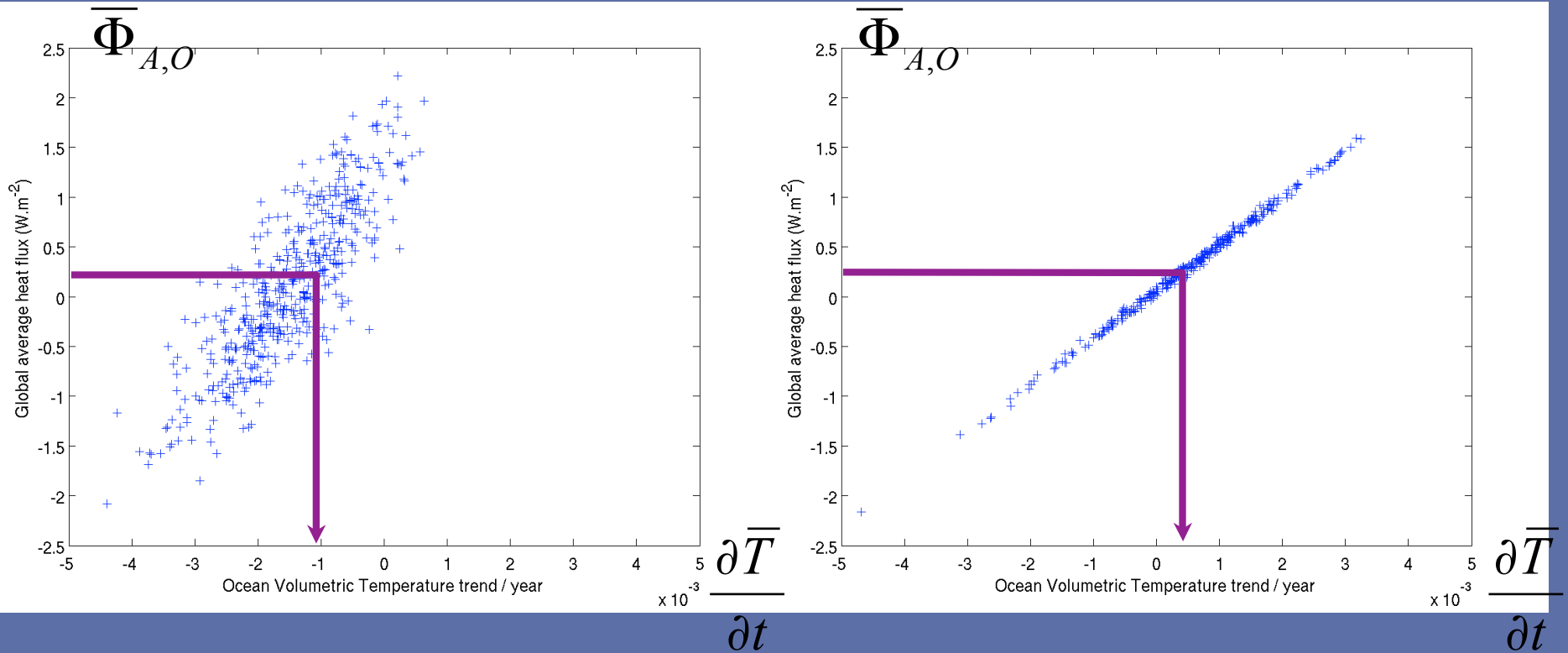


Température volumétrique de l'océan



METEO FRANCE

Illustration : simulations préindustrielles AR4 (S1) et ENS (S2)

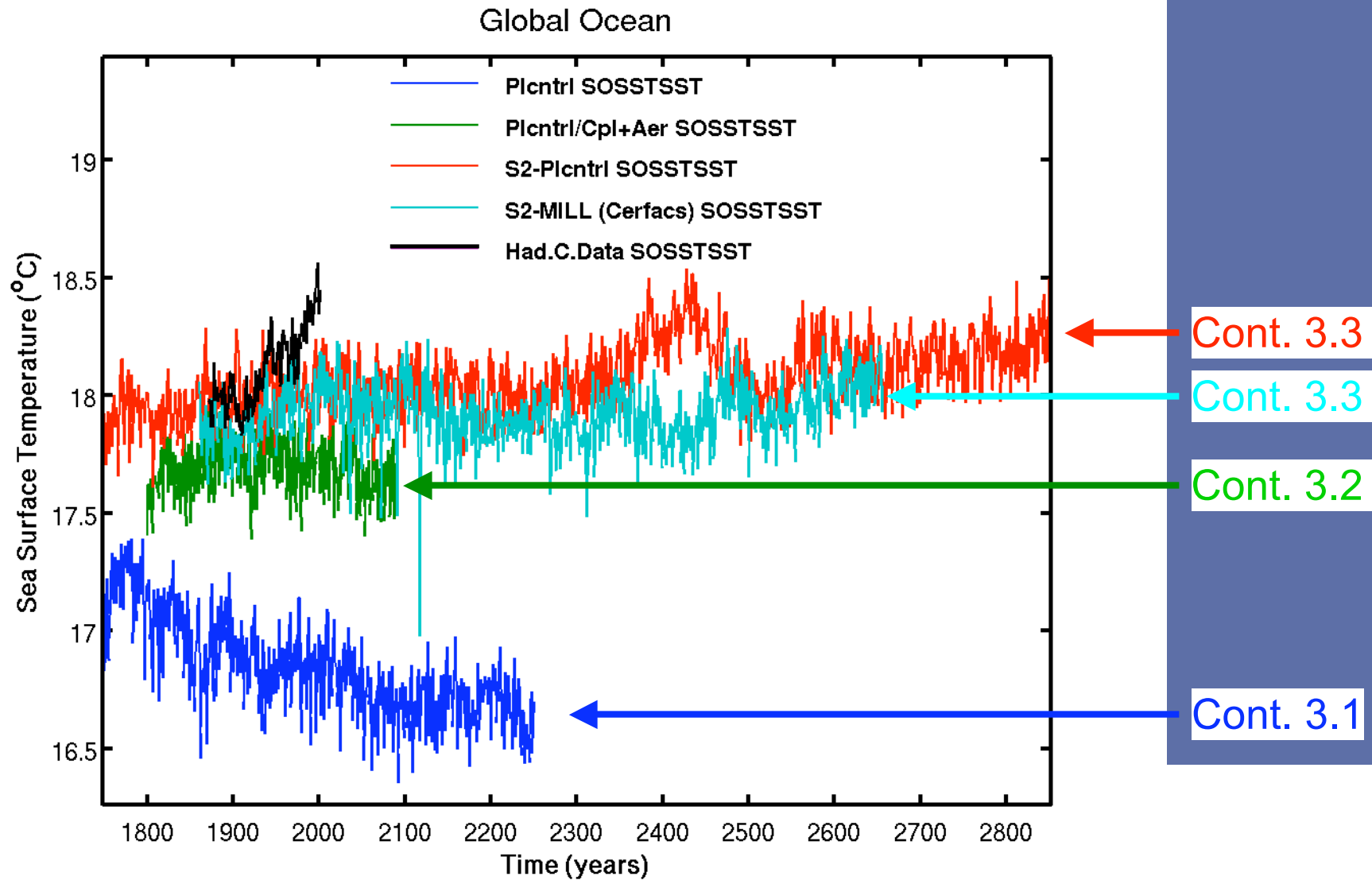


$\sim 0,2^\circ$ / siècle / (W.m⁻²)

$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial t} = \frac{1}{\rho C_p \bar{h}} \bar{\Phi}_{A,O}$$

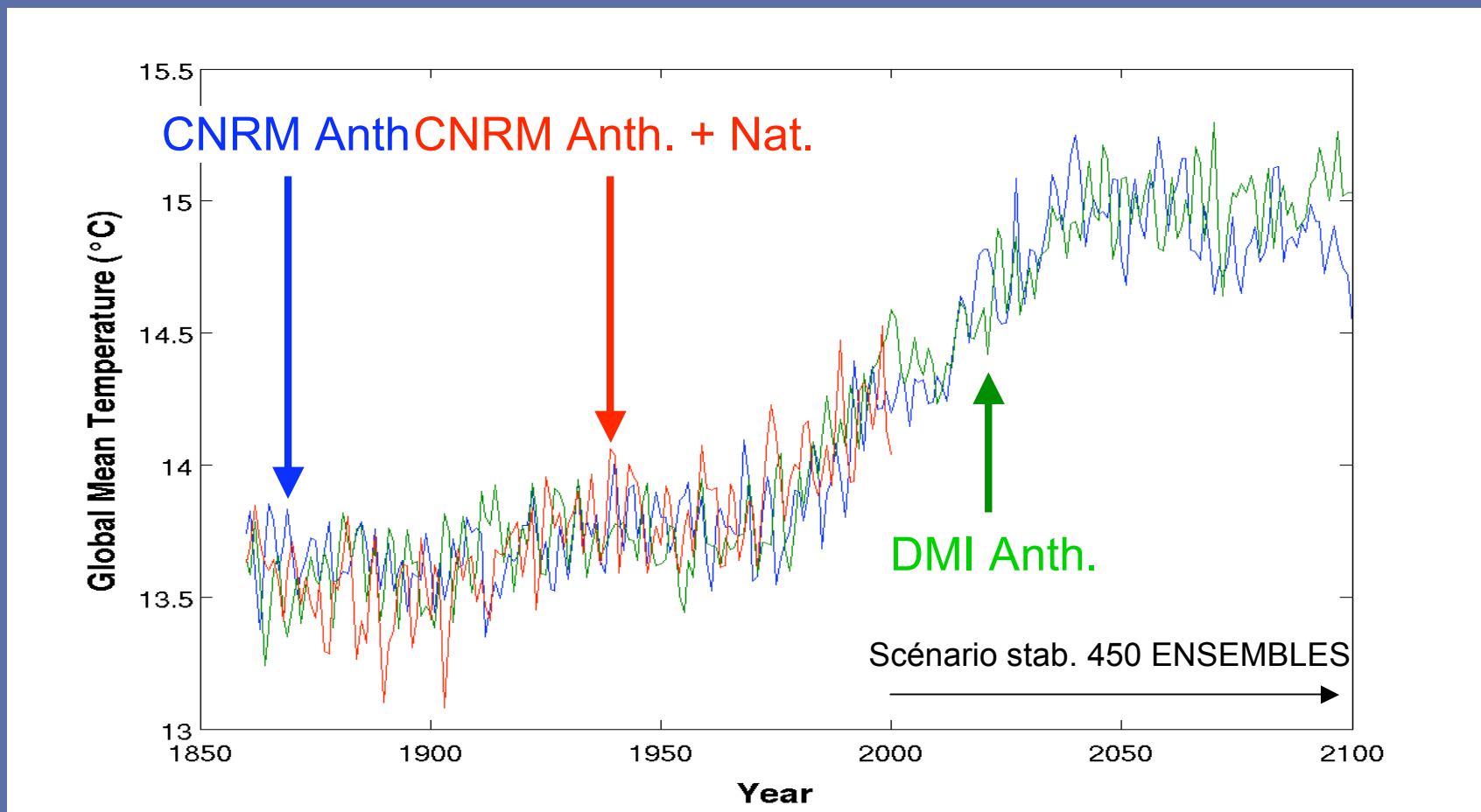
ENSEMBLES Stream 2 - CNRM-3.3 (2008)

SST (moyenne globale)



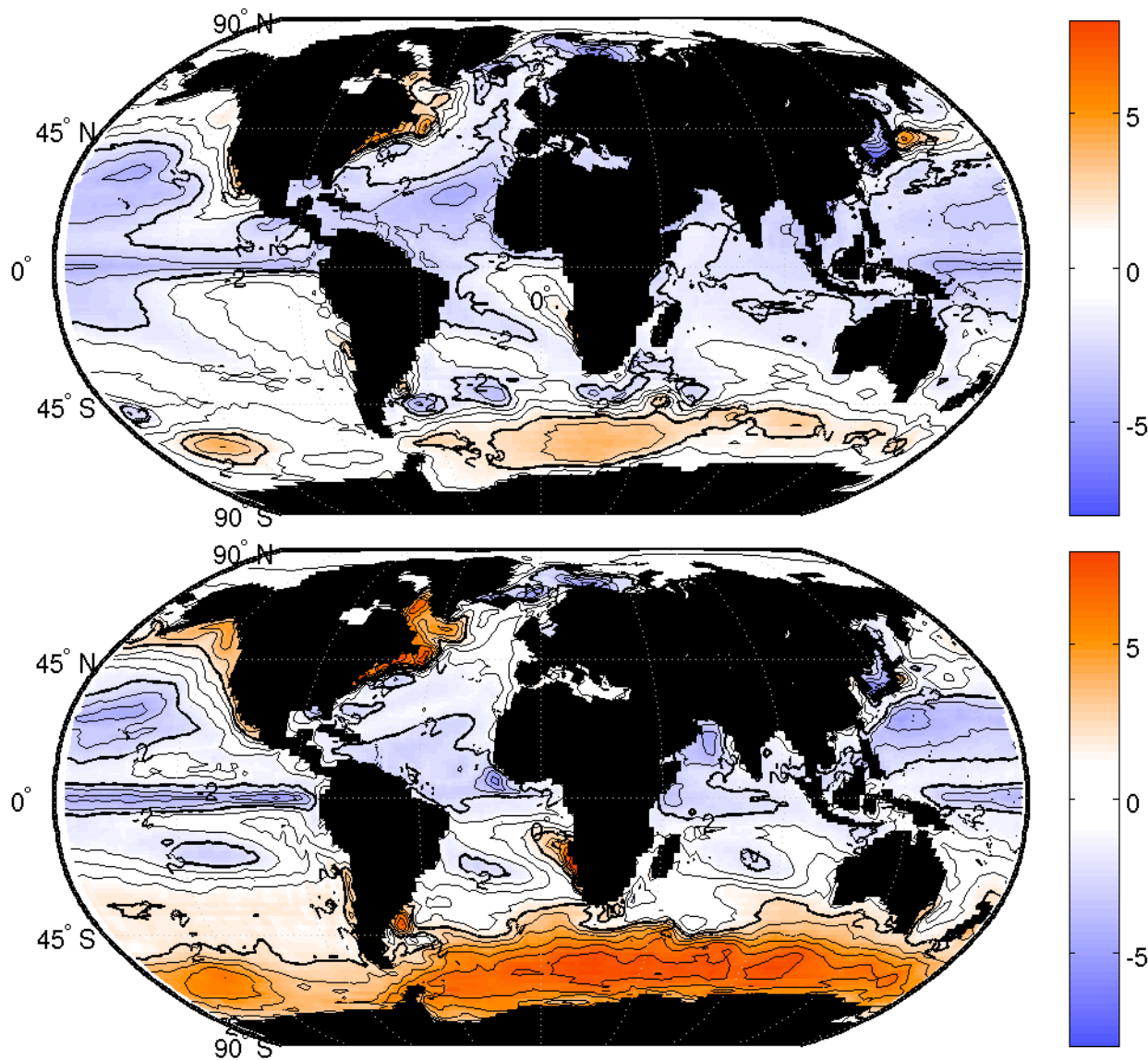
ENSEMBLES Stream 2 - CNRM-3.3 (2008)

T2m (moyenne globale)



ENSEMBLES Stream 2 - CNRM-3.3 (2008)

Biais de SST / HadSST1 1871-1900 (°C)



IPCC-AR4 (3.1)

Ann. 1-30

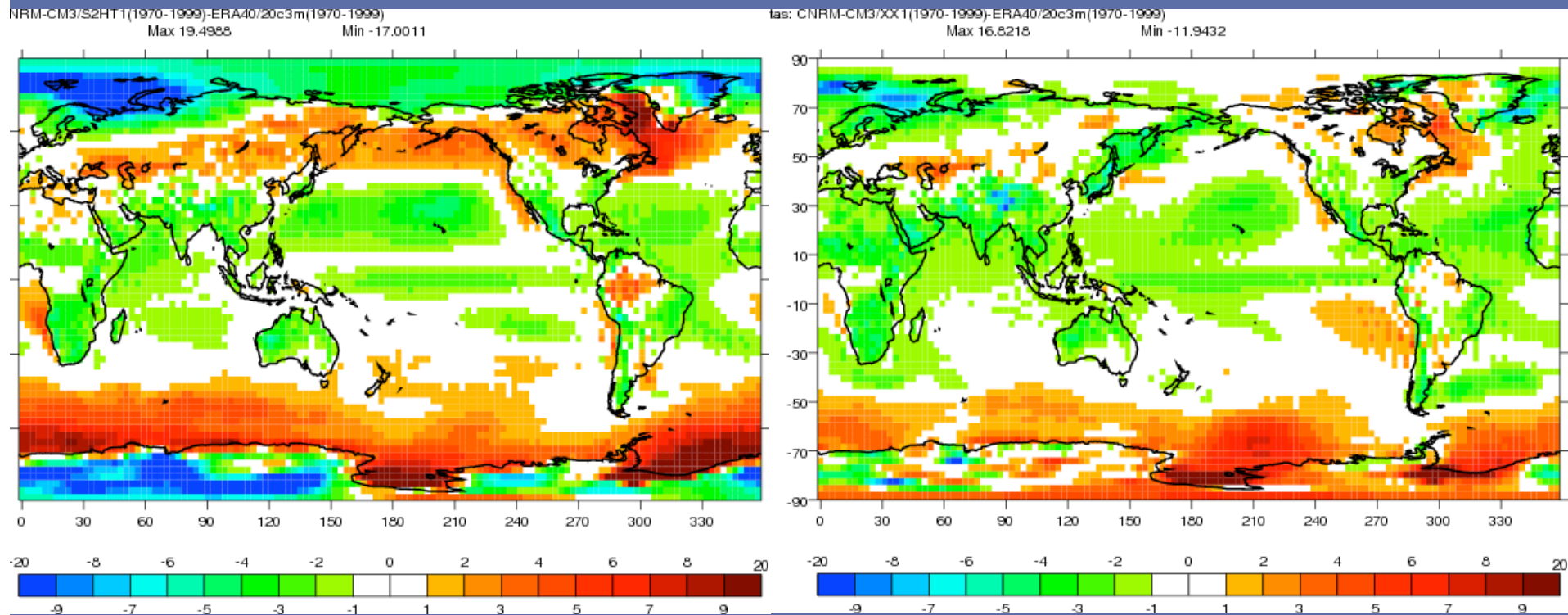
S2 ENS (3.3)

Ann. 1-30

METEO FRANCE

ENSEMBLES Stream 2 – T2m

S2-20C3M (Anthro) – ERA 40 (1970-1999) AR4-20C3M (anthro) – ERA 40 (1970-1999)



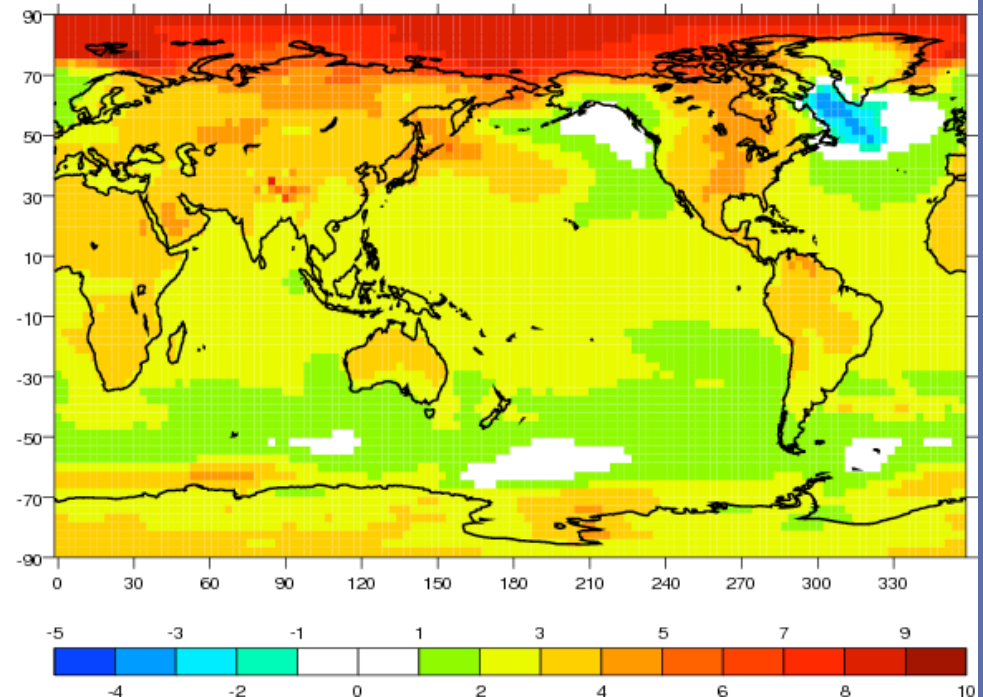
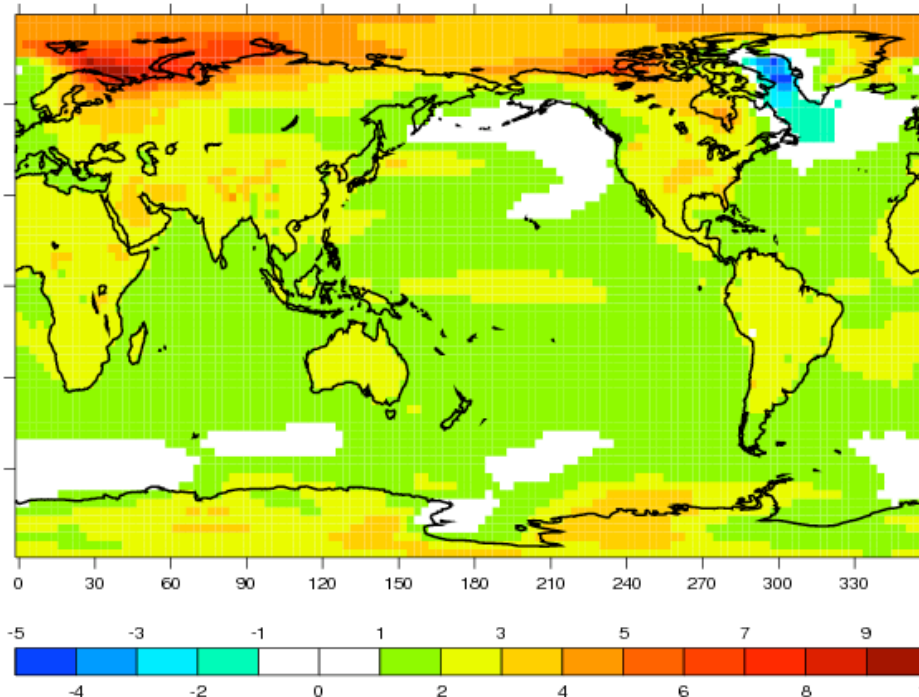
ENSEMBLES Stream 2 – T2m

**S2-A1B (2070-2099) –
S2-20C3M (anthro, 1970-1999)**

**AR4-A1B (2070-2099) –
AR4-20C3M (anthro, 1970-1999)**

NRM-CM3/S2A1B(2070-2099)-CNRM-CM3/S2HT1(1970-1999)
Max 10.0836 Min -4.19224

las: CNRM-CM3/A1B(2070-2099)-CNRM-CM3/XX1(1970-1999)
Max 9.36173 Min -3.86859



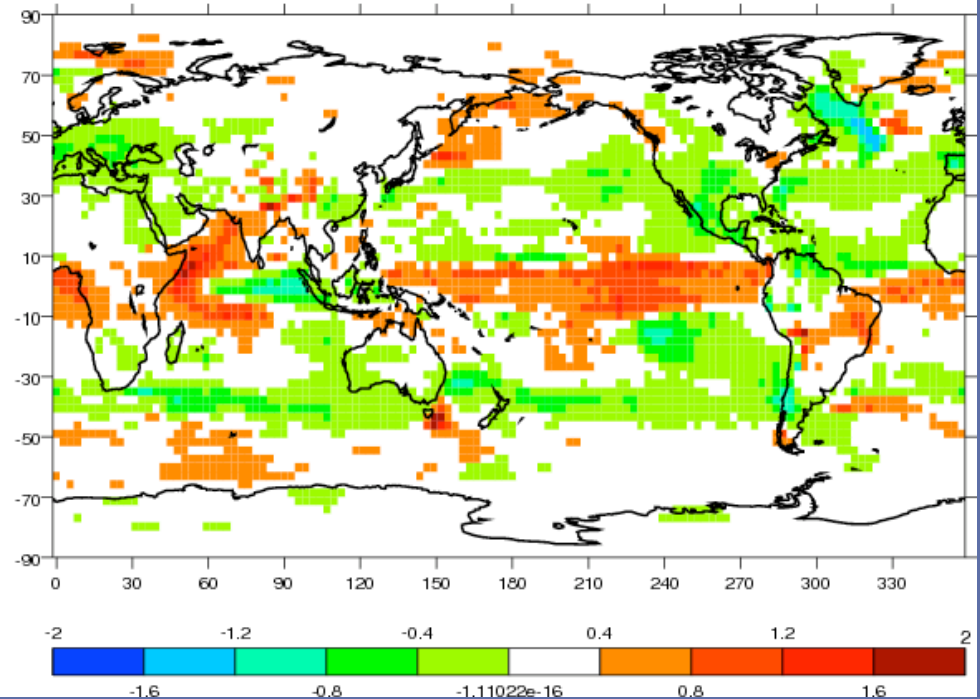
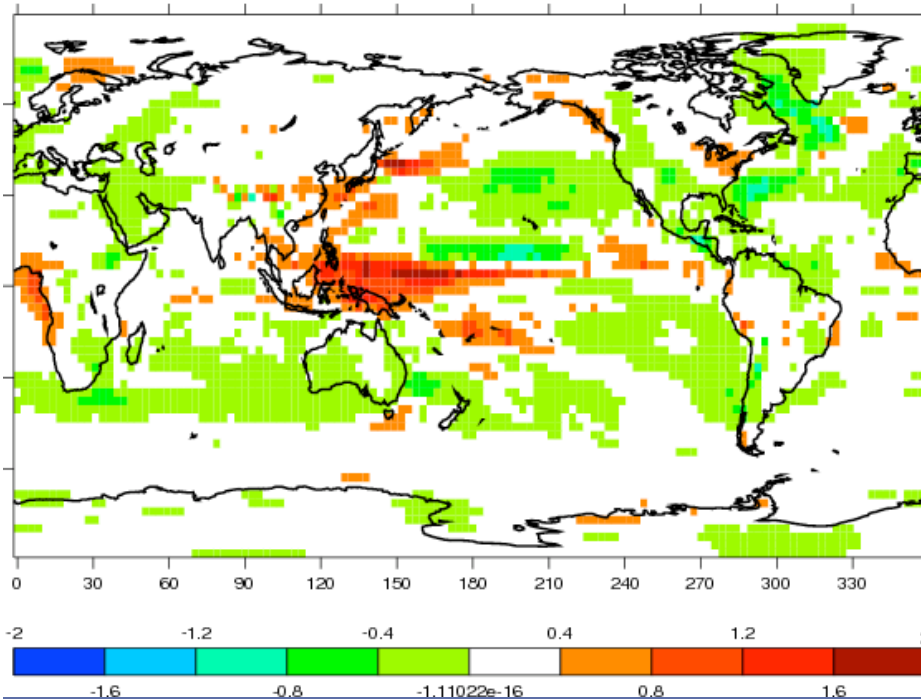
ENSEMBLES Stream 2 – Precip.

**S2-A1B (2070-2099) –
S2-20C3M (anthro, 1970-1999)**

**AR4-A1B (2070-2099) –
AR4-20C3M (anthro, 1970-1999)**

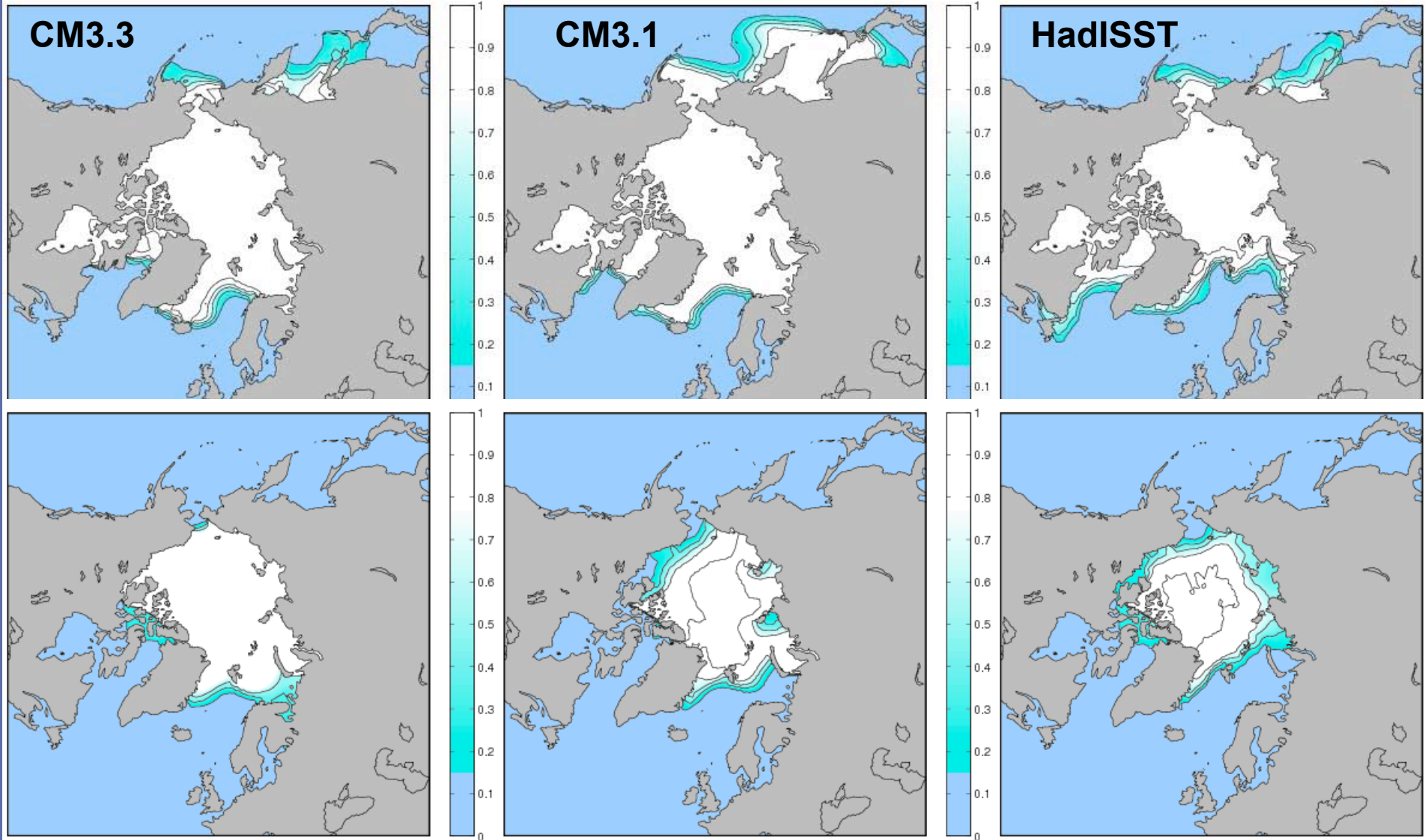
RM-CM3/S2A1B(2070-2099)-CNRM-CM3/S2R11(1970-1999)
Max 1.89708 Min -1.08149

pr: CNRM-CM3/A1B(2070-2099)-CNRM-CM3/XX1(1970-1999)
Max 1.96065 Min -1.55846



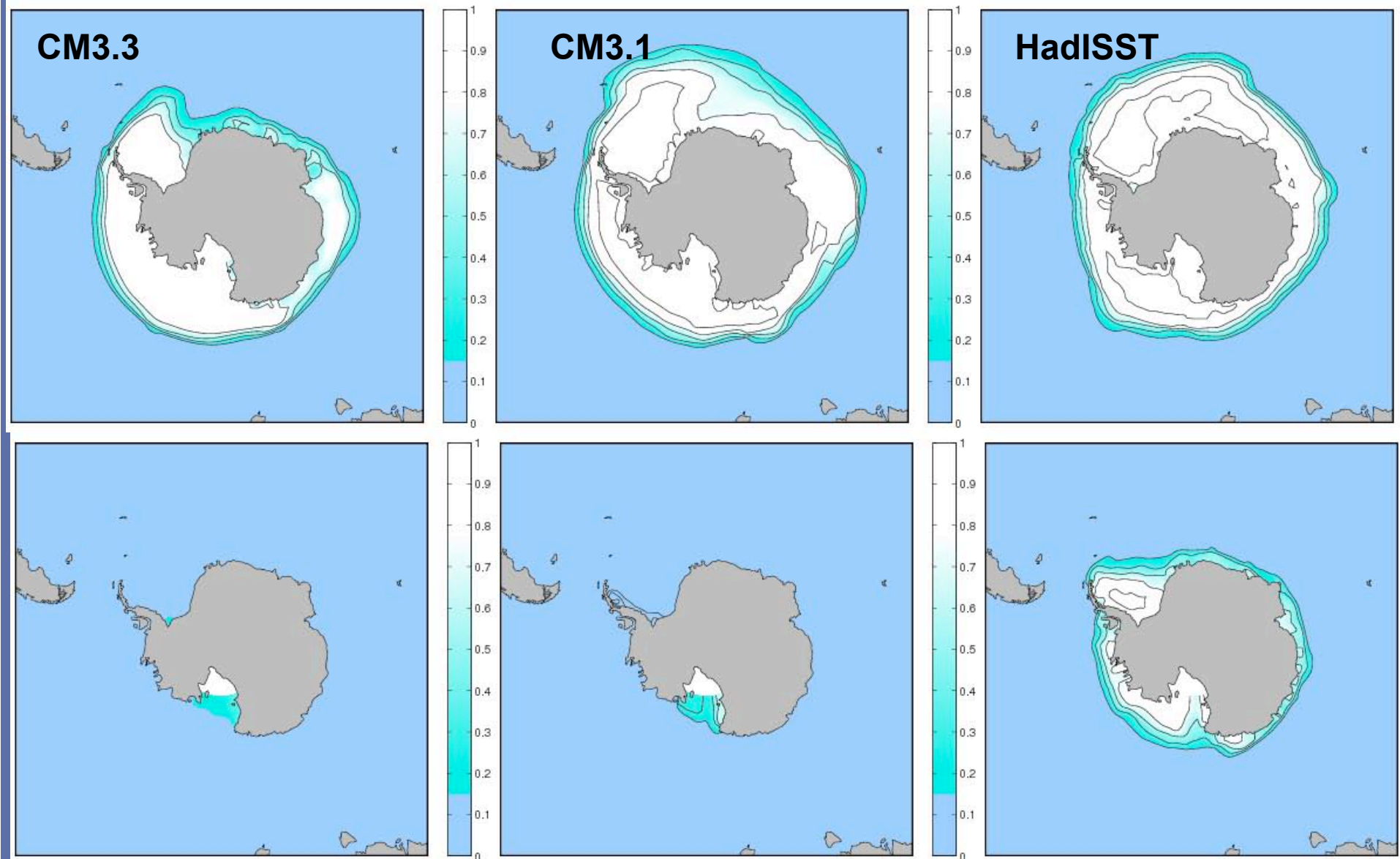
Le stream 2 ENSEMBLES avec CNRM-3.3 (2008) – Exp Contrôle

Concentration de banquise (mars) an 1200-1299 (m)



Le stream 2 ENSEMBLES avec CNRM-3.3 (2008) – Exp Contrôle

Concentration de banquise (mars) an 1200-1299 (m)



2. En route pour l'AR5

■ Quel modèle ?

- Collaboration renforcée avec le CERFACS
- ARPEGE-Climat version 5 – physique à préciser (viser la nouvelle physique pronostique + le nouveau rayonnement RRTM)
- Surface externalisée
- NEMO3-Gelato5
- OASIS3
- TRIP

■ Quelles simulations ?

- « core simulations »
- a priori, pas de simulation avec cycle du carbone
- pas de simulations avec aérosols interactifs (trop coûteuses)
- Simulations décennales (CERFACS)



Expériences prévues pour CMIP5 (2010)

AOGCM (pas de cycle du carbone)

42 What experiments focusing on the "longer-term" do you plan to perform?									
43	Experiment Name	Experiment Description	Experiment number	CMIP5 designated tier	Years requested per run	Ensemble size requested	Likelihood that you will perform experiment (enter 1-5; see key at top of page)	Planned ensemble size (i.e., number of runs)	
44	pre-industrial control	coupled atmosphere/ocean control run	3,1	core	≥500	1	1	500	
45	historical	simulation of recent past (1850-2005)	3,2	core	156	1	1	156	
46	AMIP	AMIP (1979-2008)	3,3	core	30	1	1	30	
47	historical	increase ensemble size of expt. 3.2	3.2-E	tier 1	156	≥2	3	5	780
48	AMIP	increase ensemble size of expt. 3.3	3.3-E	tier 1	30	≥2	4	5	
49	mid-Holocene	consistent with PMIP, impose Mid-Holocene conditions	3,4	tier 1	≥100	1	4		
50	last glacial maximum	consistent with PMIP, impose last glacial maximum conditions	3,5	tier 1	≥100	1	1	200	
51	last millennium	consistent with PMIP, impose forcing for 850-1850	3,6	tier 2	1000	1	4		
52	RCP4.5	future projection (2006-2100) forced by RCP4.5	4,1	core	95	1	1	95	
53	RCP8.5	future projection (2006-2100) forced by RCP8.5	4,2	core	95	1	1	95	
54	RCP2.X	future projection (2006-2100) forced by RCP2.X	4,3	tier 1	95	1	1	95	
55	RCP6	future projection (2006-2100) forced by RCP6	4,4	tier 1	95	1	4		
56	RCP4.5	extension of expt. 4.1 through 2300	4.1-L	tier 1	200	1	3	200	
57	RCP8.5	extension of expt. 4.2 through 2300	4.2-L	tier 2	200	1	3	200	
58	RCP2.X	extension of expt. 4.3 through 2300	4.3-L	tier 2	200	1	3	200	



Expériences prévues pour CMIP5 (2010)

AOGCM

Total simulations couplées : entre ~1800 et 5500 ans

66	1 percent per year CO2	imposed 1%/yr increase in CO2 to quadrupling	6,1	core	140	1	1		140
67	control SST climatology	AMIP-style experiment with control run climatological SSTs & sea ice	6.2a	core	≥30	1	1		30
68	CO2 forcing	as in expt. 6.2a, but with 4XCO2 imposed	6.2b	core	≥30	1	1		30
69	abrupt 4XCO2	impose an instantaneous quadrupling of CO2, then hold fixed	6,3	core	150	1	1		150
70	abrupt 4XCO2	generate an ensemble of runs like expt. 6.3, initialized in different months, and terminated after 5 years	6.3-E	tier 1	5	11	4		
71	aerosol forcing	as in expt. 6.2a, but with aerosols from year 2000 of expt. 3.2	6,4	tier 1	≥30	1	3		30
72	4xCO2 AMIP	AMIP (1979-2008) conditions (expt. 3.3) but with 4xCO2	6,5	tier 1	30	1	3		30
73	AMIP plus patterned anomaly	consistent with CFMIP, patterned SST anomalies added to AMIP conditions (expt. 3.3)	6,6	tier 1	30	1	1		30
74	aqua planet control	consistent with CFMIP, zonally uniform SSTs for ocean-covered earth	6.7a	tier 1	5	1	1		5
75	4xCO2 aqua planet	as in expt. 6.7a, but with 4XCO2	6.7b	tier 1	5	1	1		5
76	aqua planet plus 4K anomaly	as in expt. 6.7a, but with a uniform 4K increase in SST	6.7c	tier 1	5	1	1		5
77	AMIP plus 4K anomaly	as in expt. 3.3, but with a uniform 4K increase in SST	6,8	tier 2	30	1	1		30
78	natural-only	historical simulation but with natural forcing only	7,1	tier 1	156	1	2		156
79	GHG-only	historical simulation but with greenhouse gas forcing only	7,2	tier 1	156	1	3		
80	other-only	historical simulation but with other individual forcing agents	7,3	tier 1	156	1	3		
81	natural-only	increase ensemble size of expt. 7.1	7.1-E	tier 2	156	≥2	3	5	780
82	GHG-only	increase ensemble size of expt. 7.2	7.2-E	tier 2	156	≥2	3	5	780
83	other-only	increase ensemble size of expt. 7.3	7.3-E	tier 2	156	≥2	3	5	780

Prévisions décennales → CERFACS



METEO FRANCE

Expériences prévues pour CMIP5 (2010)

Simulations AGCM forcé

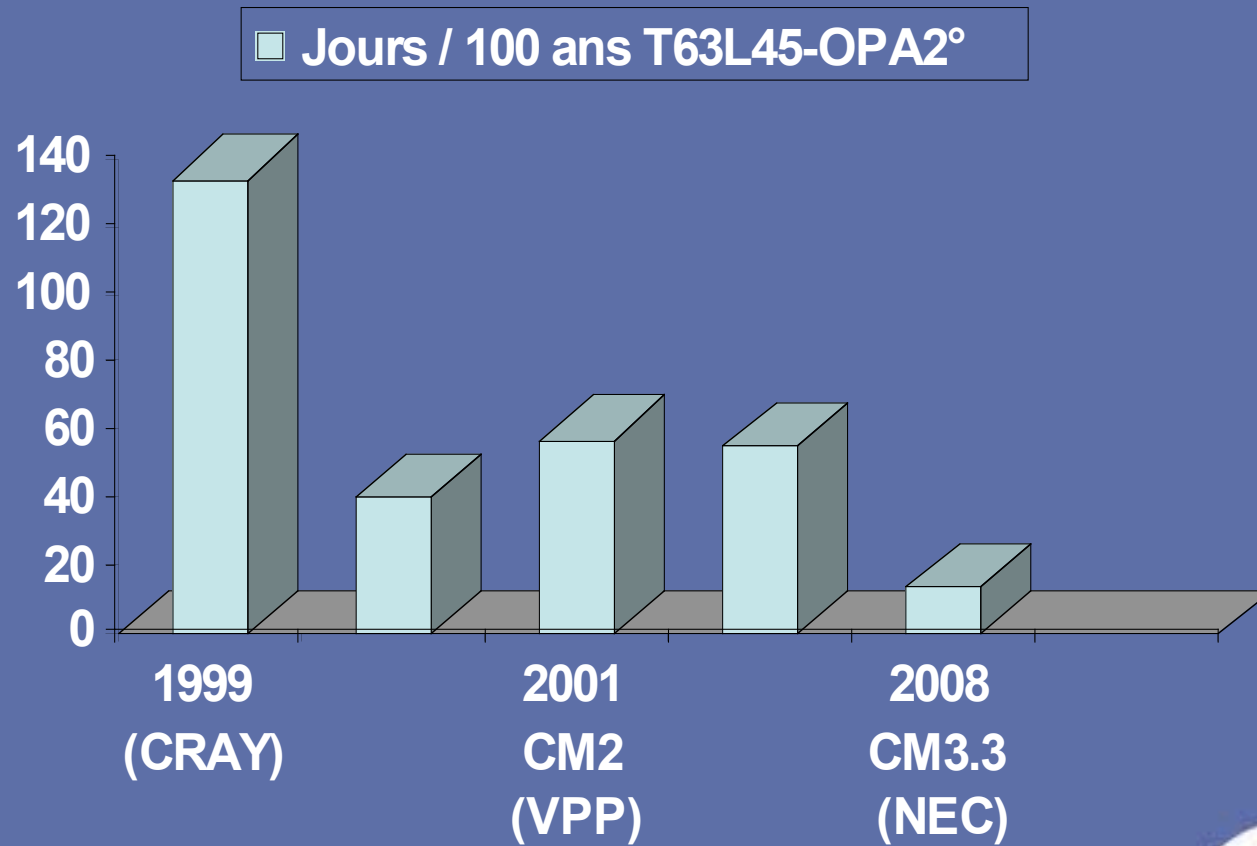
85 **What atmosphere-only experiments do you plan to perform?** (Note: Some of the following experiments also appear in previous tables. For a given model, there is no need to duplicate any information already entered above.)

86	Experiment Name	Experiment Description	Experiment number	CMIP5 designated tier	Years requested per run	Ensemble size requested	Likelihood that you will perform experiment (enter 1-5; see key at top of page)	Planned ensemble size (i.e., number of runs)
87	AMIP	AMIP (1979-2008)	3,3	core	30	1	1	
88	2030 time-slice	conditions for 2026-2035 imposed	2,1	core	10	1	1	
89	AMIP	increase ensemble size of expt. 3.3	3.3-E	tier 1	30	≥2	4	5
90	2030 time-slice	increase ensemble size of expt. 2.1	2.1-E	tier 1	10	≥2	3	5
91	4xCO2 AMIP	AMIP (1979-2008) conditions (expt. 3.3) but with 4xCO2	6.5	tier 1	30	1	1	
92	AMIP plus patterned anomaly	consistent with CFMIP, patterned SST anomalies added to AMIP conditions (expt. 3.3)	6.6	tier 1	30	1	1	
93	aqua planet control	consistent with CFMIP, zonally uniform SSTs for ocean-covered earth	6.7a	tier 1	5	1	1	
94	4xCO2 aqua planet	as in expt. 6.7a, but with 4XCO2	6.7b	tier 1	5	1	1	
95	aqua planet plus 4K anomaly	as in expt. 6.7a, but with a uniform 4K increase in SST	6.7c	tier 1	5	1	1	
96	AMIP plus 4K anomaly	as in expt. 3.3, but with a uniform 4K increase in SST	6.8	tier 2	30	1	1	

Vers CNRM-CM5

Quel modèle pour le CNRM / CERFACS ?

Evolution du temps de calcul moyen pour 100 ans de simulations (en jours)



Vers CNRM-CM5

Quel modèle pour le CNRM / CERFACS ?

■ Trouver un compromis...

- Augmentation nécessaire de la résolution d'ARPEGE-Climat (réduction de biais, particulièrement en Antarctique et en Arctique) → T127 (1,4° de résolution horizontale)
- Augmentation souhaitable de la résolution verticale d'ARPEGE-Climat (L91 ?)
 - Meilleure résolution de la stratosphère (interagit avec NAO et AO → exposé H. Douville)
 - Prise en compte améliorée du rôle climatique de l'ozone
 - Possibilité de mieux résoudre les nuages en Arctique
 - Impact positif sur la modélisation de la convection atmosphérique
 - Surcoût de 91 niveaux + RRTM raisonnable par rapport à 31 niveaux FMR
- NEMO à 1°
 - Utilisation directe de restarts CEP en prévision décennale
 - Intérêt scientifique ?
 - Pas de maintenance par le LOCEAN
- Le modèle doit simuler 5 ans / 24h pour mener l'exercice : A tester...



Vers CNRM-CM5

Quel modèle pour le CNRM / CERFACS ?

■ La contrainte du temps de calcul

- Le modèle doit simuler 5 ans / 24h pour mener l'exercice «sereinement »
- Premiers tests effectués sur la nouvelle SX9 (cf. exposé C. Cassou – résultats préliminaires ARPEGE-Climat T127 L31 + NEMO 1°)

■ Les échéances

- Version CNRM-CM5 assemblée informatiquement ~disponible actuellement
- CNRM-CM5.0 (cohérence des couplages) : juin 2009
- Surfex dans le modèle couplé : septembre 2009 (après tests intensifs dans ARPEGE-Climat v5)
- Ajustements de la physique atmosphérique (incluant les premières simulations couplées longues): automne 2009.
- - Récupération des forçages (GHG, aérosols, ...) septembre 2009 → collaboration IPSL ?
- Question du stockage – automne 2009
- Simulations CMIP5 : 2010

