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

CNRM-GAME et Cerfacs

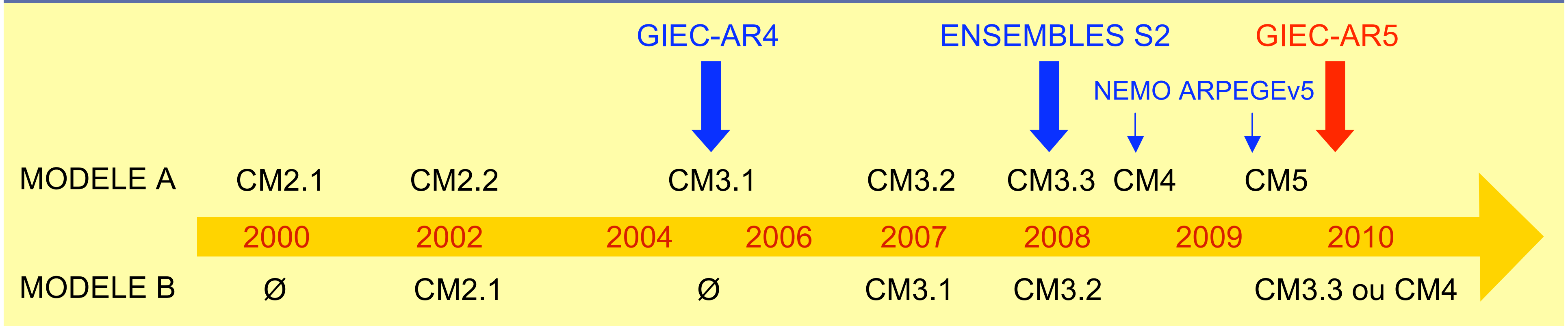
Journées MISSTERRE
Paris 12/05/09

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

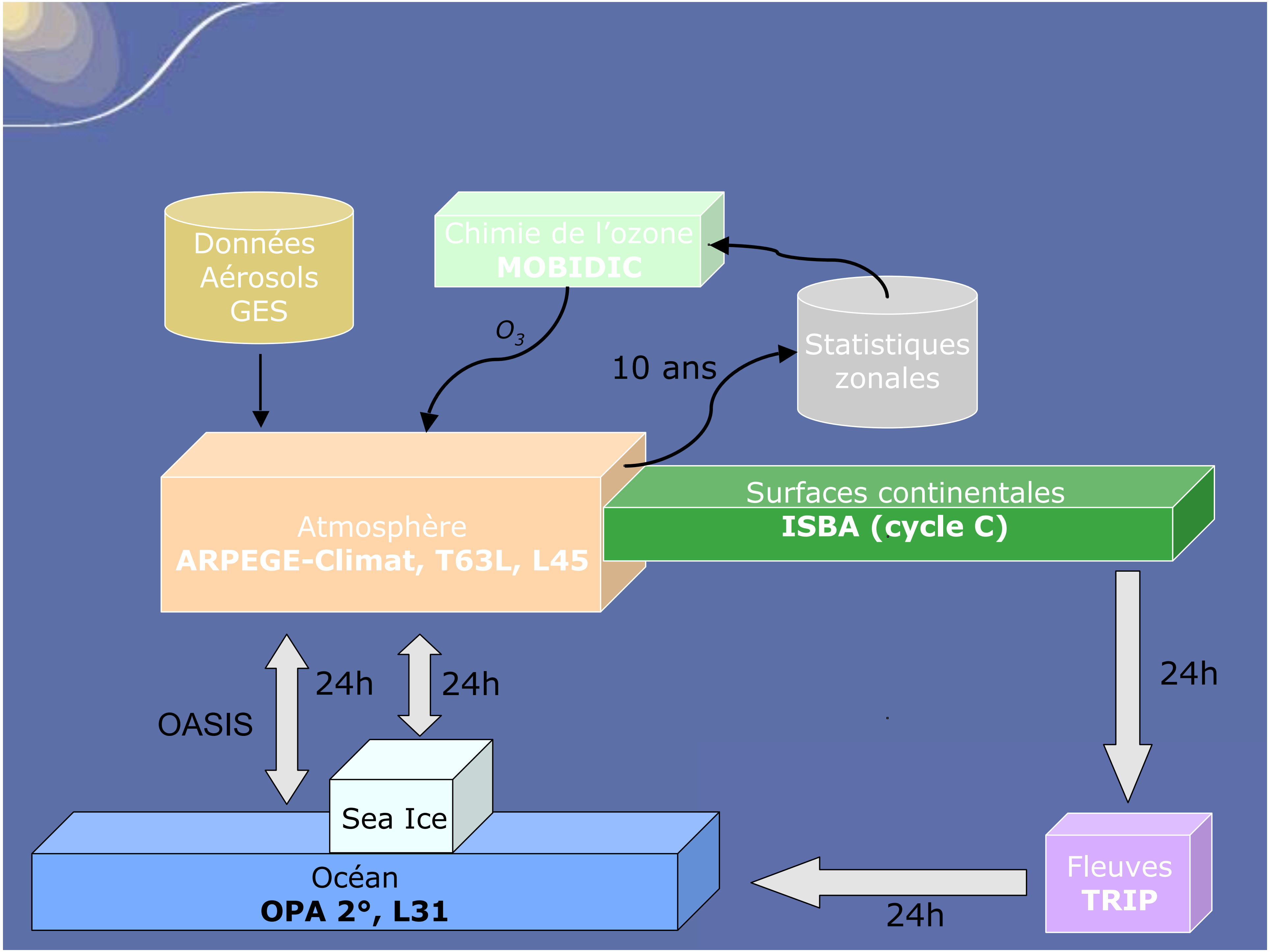
METEO FRANCE

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



METEO FRANCE


Données
Aérosols
GES
Chimie de l'ozone
MOBIDIC
O_3
10 ans
Statistiques
zonales
Atmosphère
ARPEGE-Climat, T63L, L45
Surfaces continentales
ISBA (cycle C)
24h
24h
OASIS
24h
Sea Ice
Océan
OPA 2°, L31
24h
Fleuves
TRIP

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

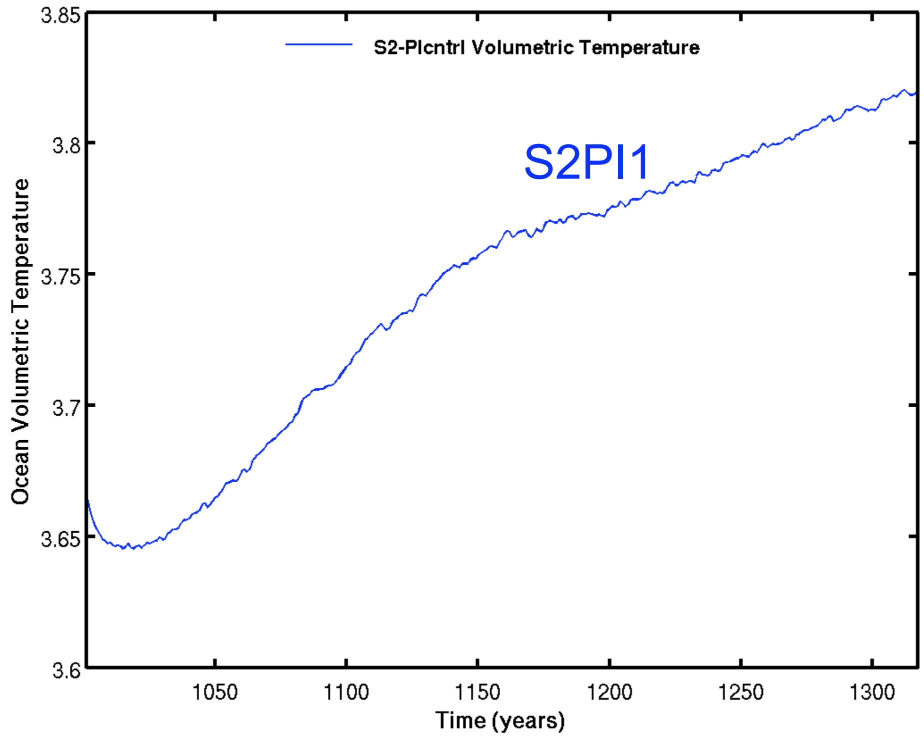
- **ENSEMBLES : un projet FP6**
  - « stream 1 » : **ensemble de simulations pour l'IPCC-AR4** (CNRM-CM3.1)
  - **Création d'une base de données de forçages pour modèles régionaux** (fréquence 6h pour plusieurs scénarios sur 1950-2100)
  - **Analyse des simulations produites par les modèles**
  - **Amélioration des modèles**
  - « stream 2 » : **simulations avec les nouvelles versions de modèles (CNRM**-CM3.3)

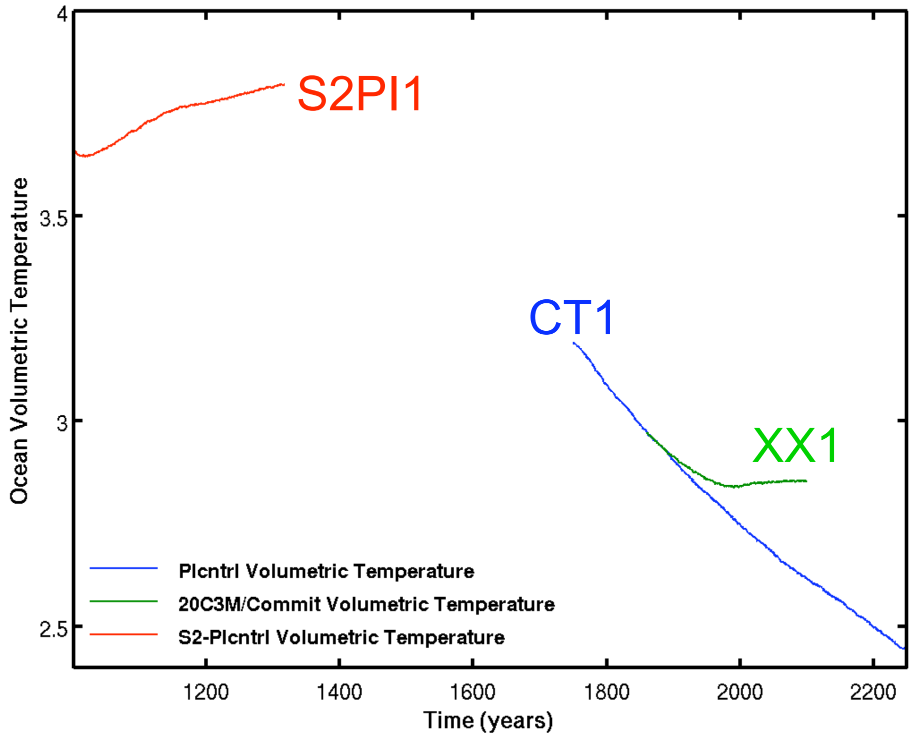
- **Développements effectués**
  - **Version 4 d'ARPEGE-Climat (nouvelle dynamique)**
  - **Effet indirect des aérosols sulfatés**
  - **Révision du couplage ARPEGE-OPA** (conservativité énergétique)
  - **Impact climatique des changements d'utilisation des sols**
  - **Nouvelle carte de végétation**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

METEO FRANCE

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

Une dérive plus faible… +0.04° / siècle contre –0.1°/siècle

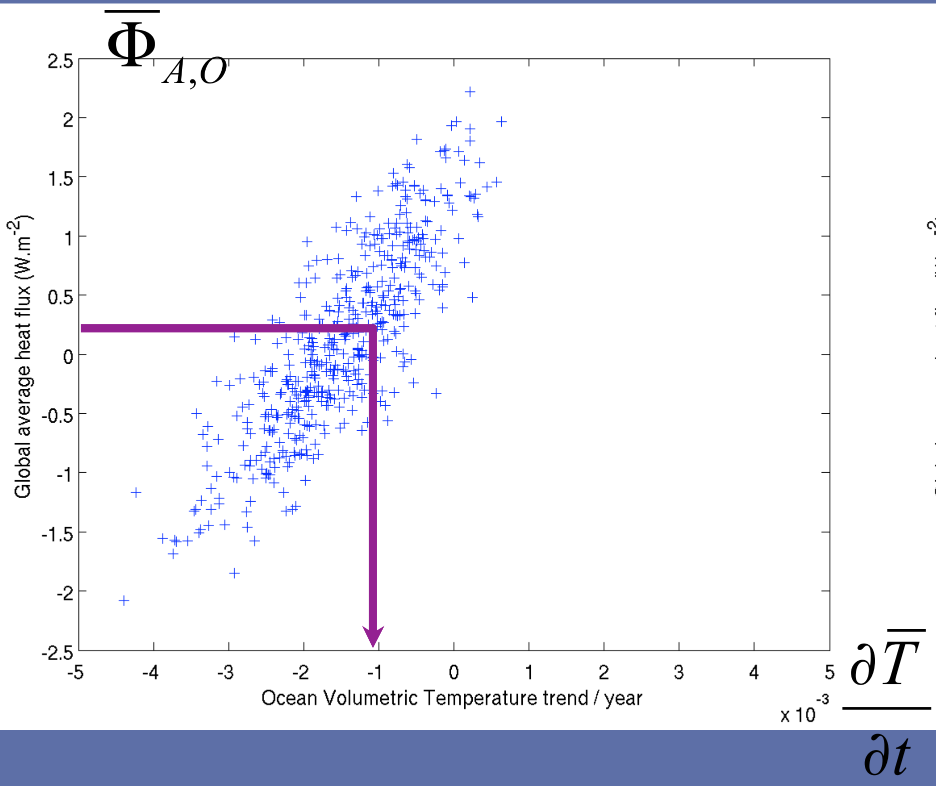


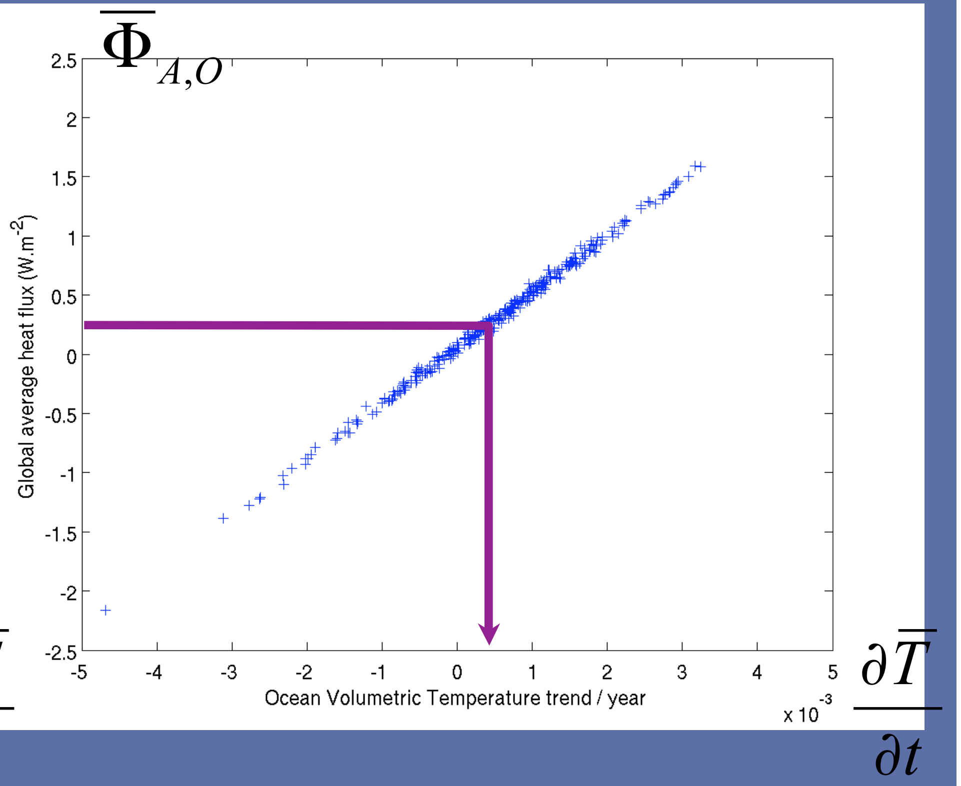


Température volumétrique de l'océan

METEO FRANCE

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





$\overline{\Phi}_{A,O}$

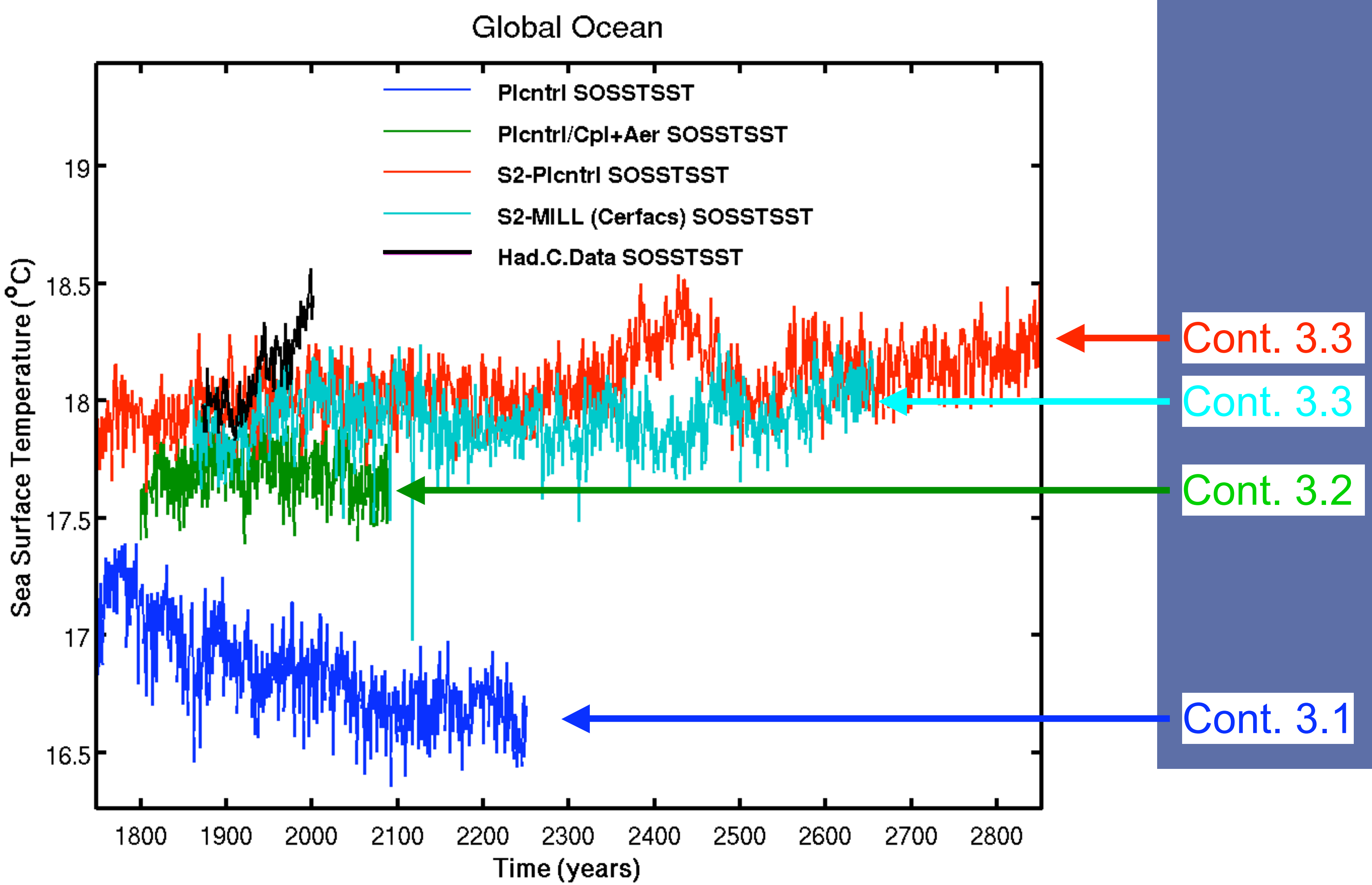
~0,2° / siècle / (W.m^{-2})

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

METEO FRANCE

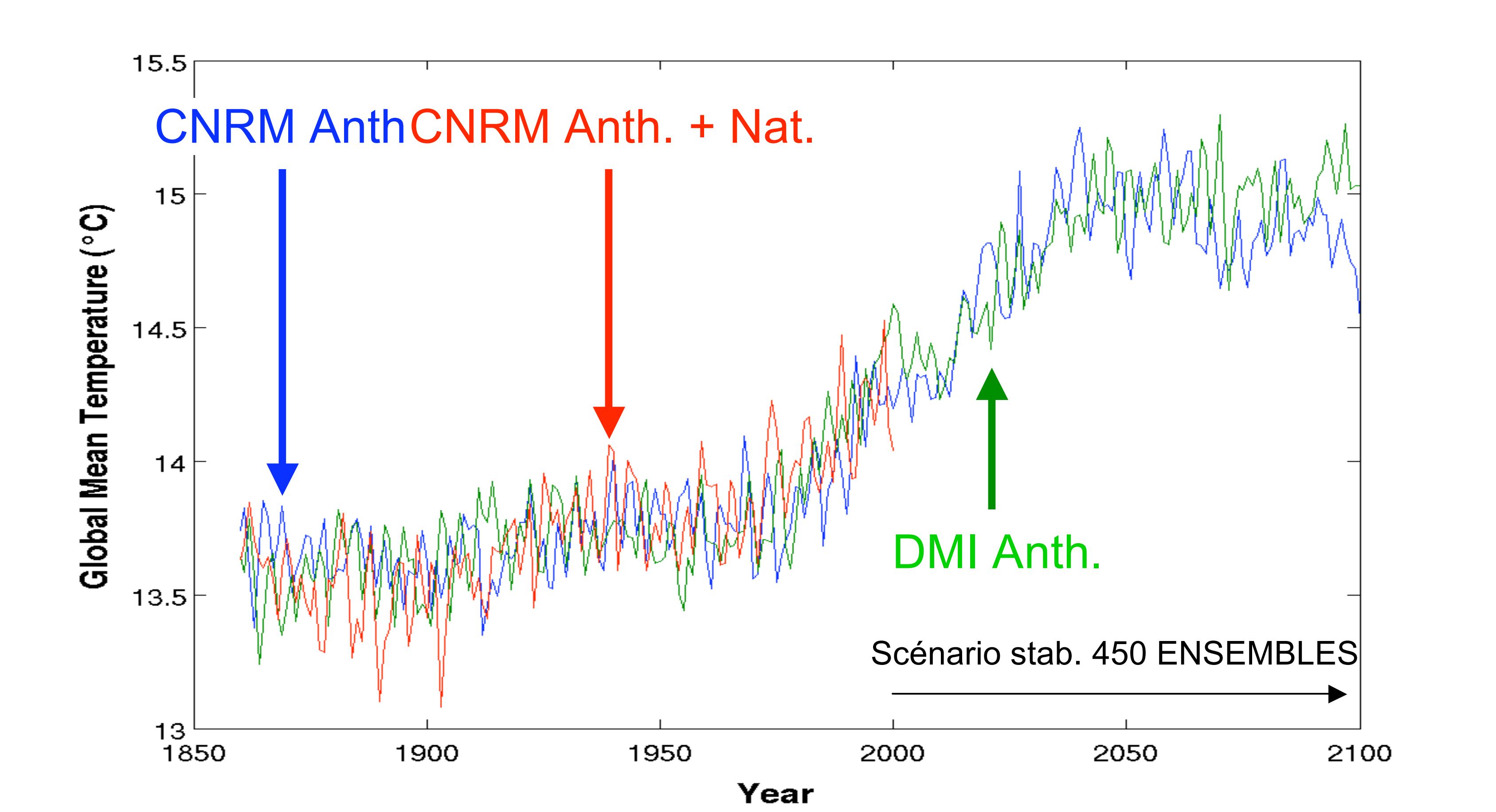
ENSEMBLES Stream 2 - CNRM-3.3 (2008)

SST (moyenne globale)



ENSEMBLES Stream 2 - CNRM-3.3 (2008)

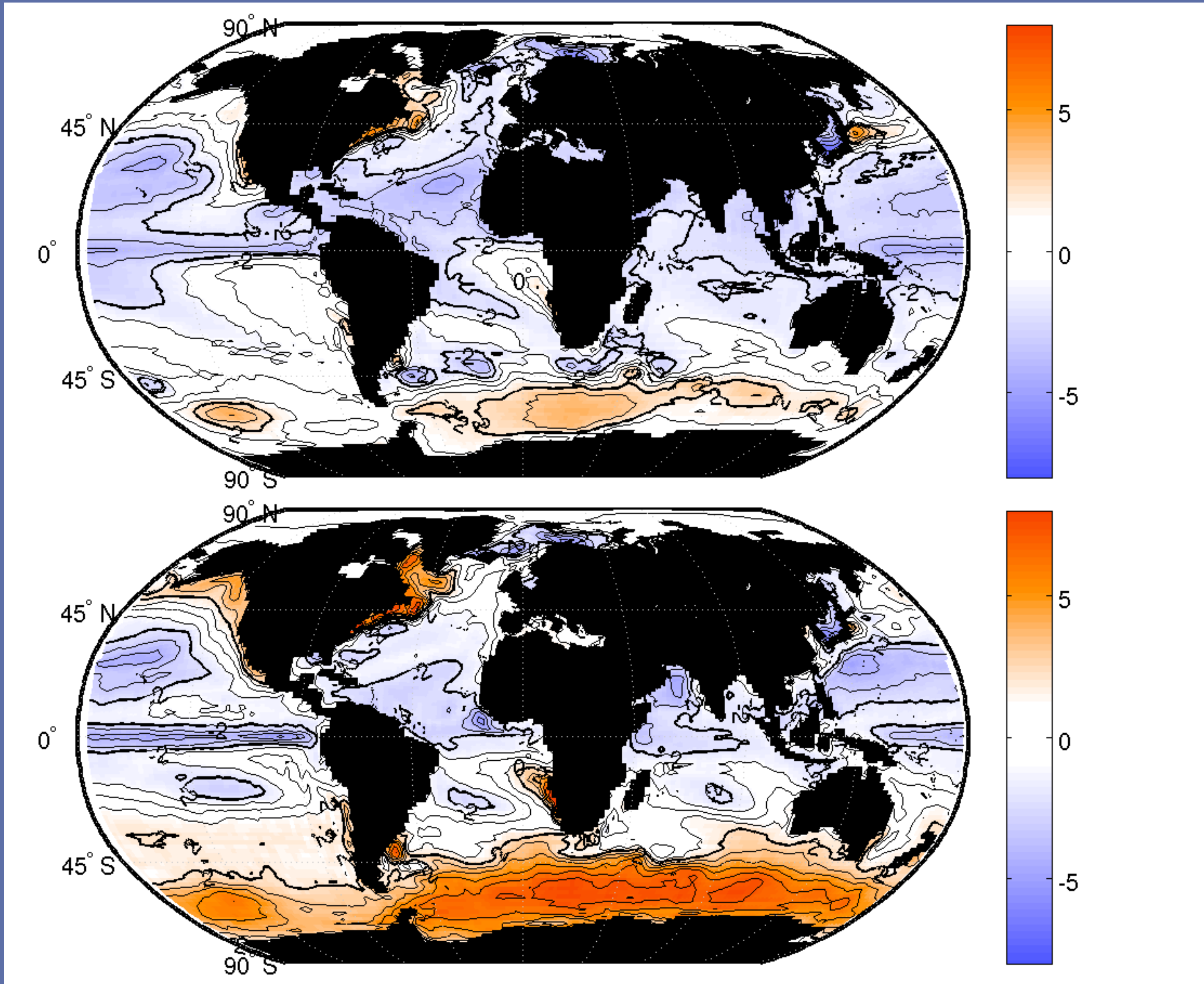
T2m (moyenne globale)



METEO FRANCE

ENSEMBLES Stream 2 - CNRM-3.3 (2008)

Biais de SST / HadSST1 1871-1900 (°C)



IPCC-AR4 (3.1)

Ann. 1-30

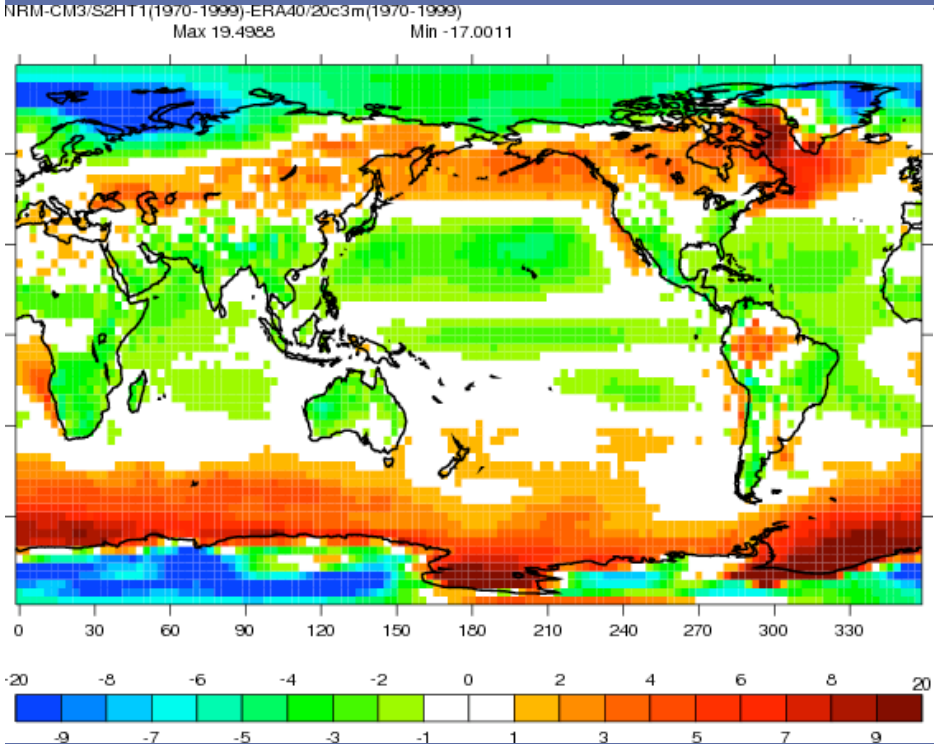
S2 ENS (3.3)

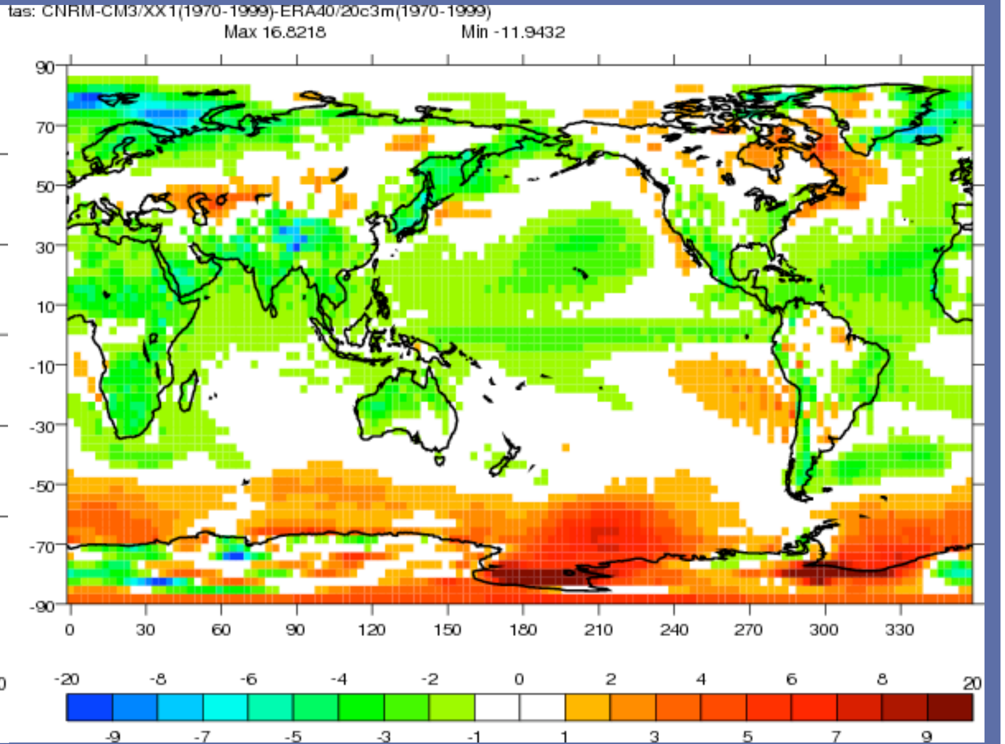
Ann. 1-30

METEO FRANCE

ENSEMBLES Stream 2 – T2m

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



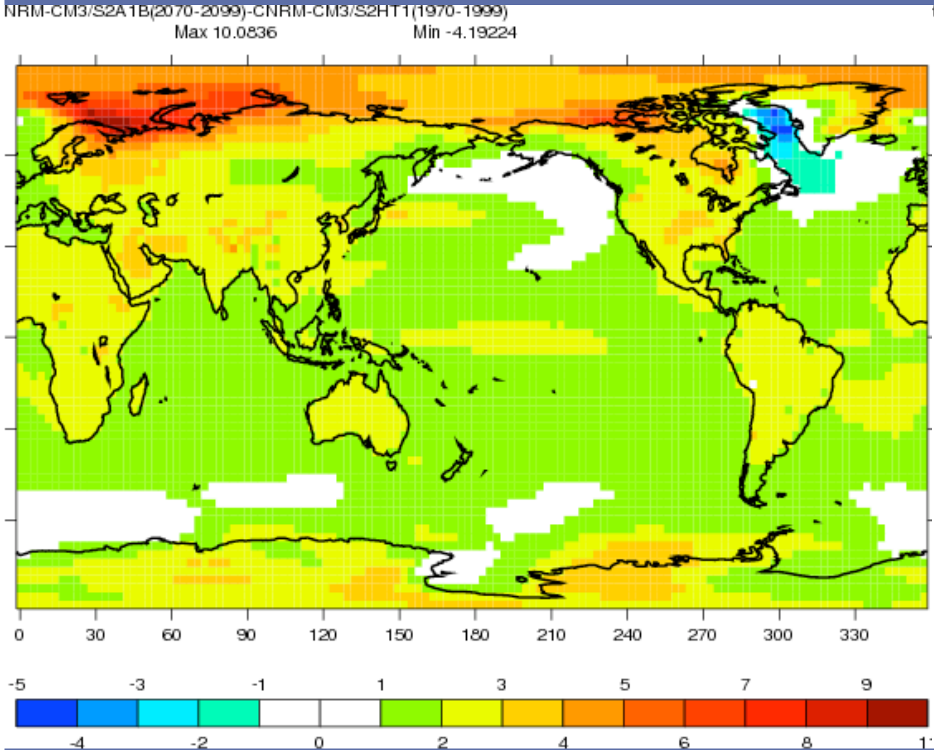


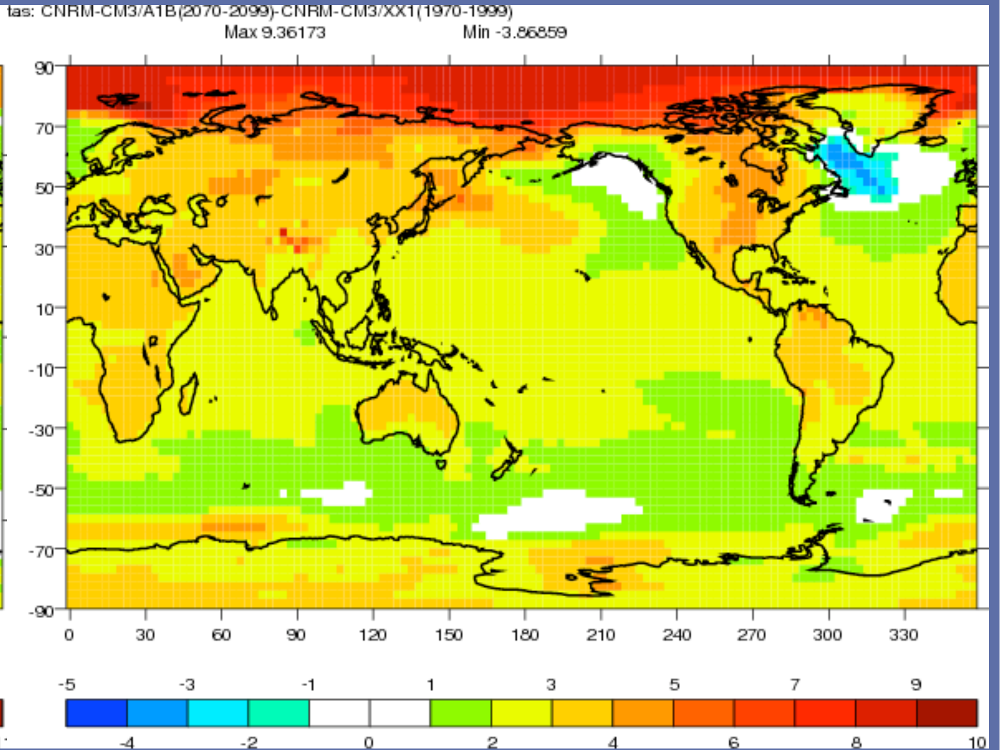
METEO FRANCE

ENSEMBLES Stream 2 – T2m

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

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

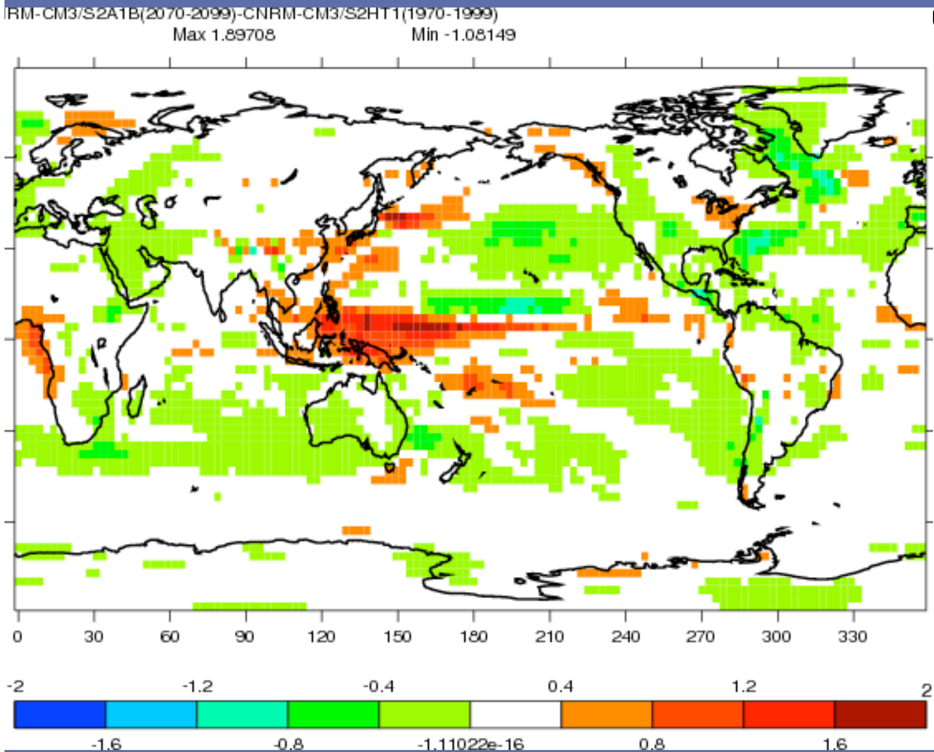


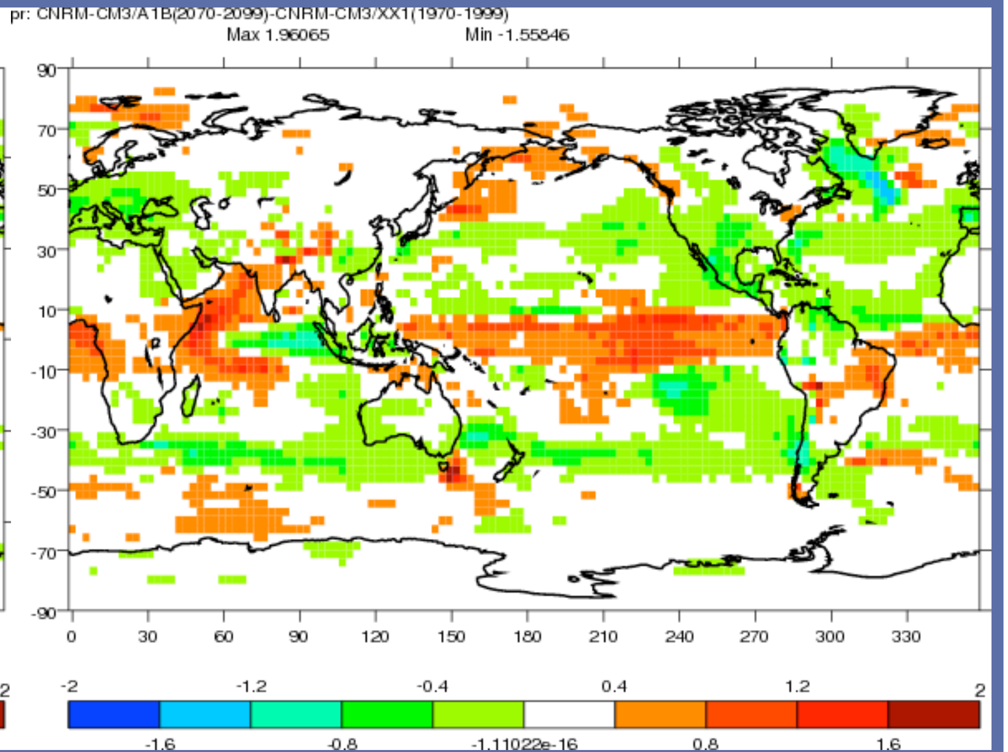


ENSEMBLES Stream 2 – Precip.

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

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

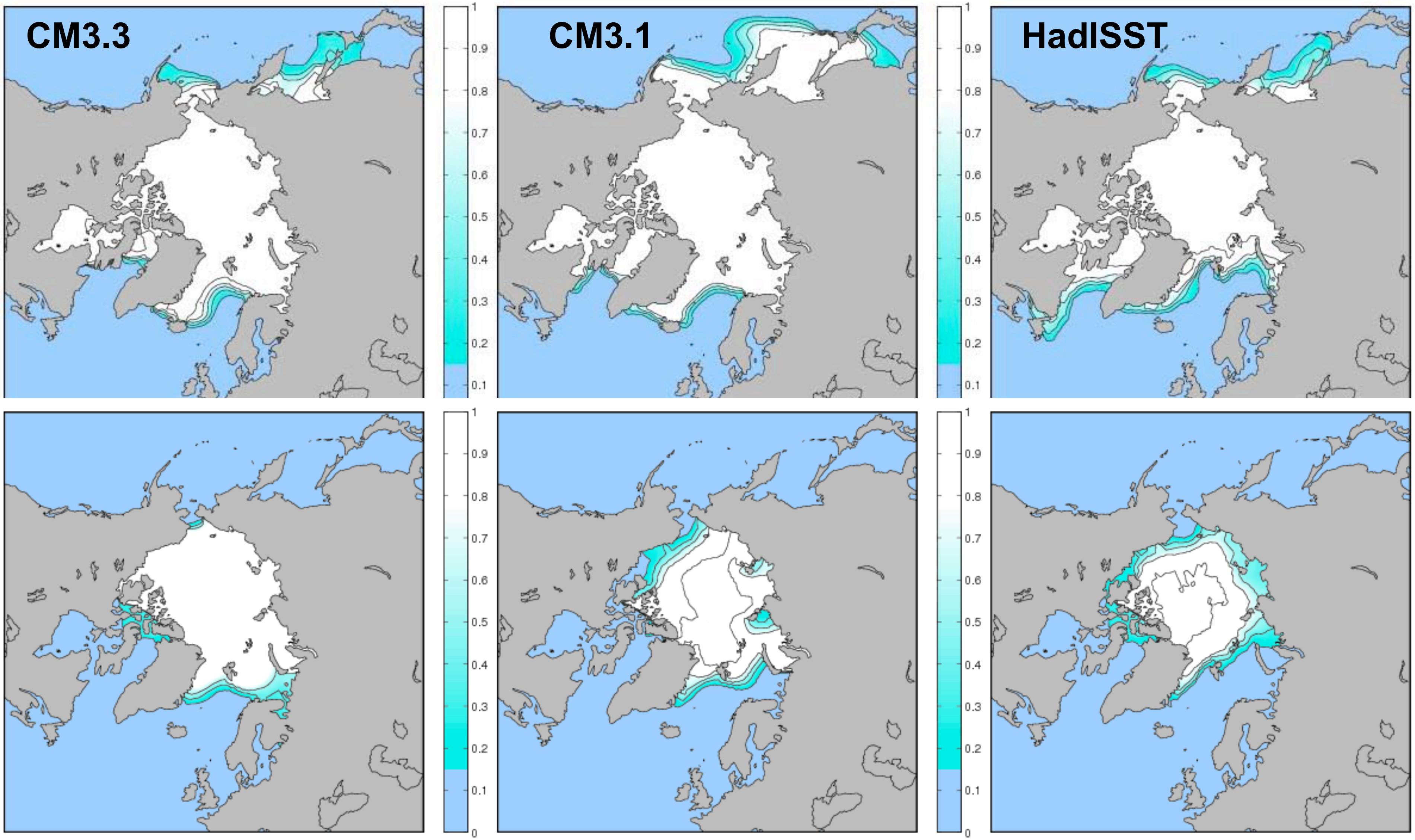




METEO FRANCE

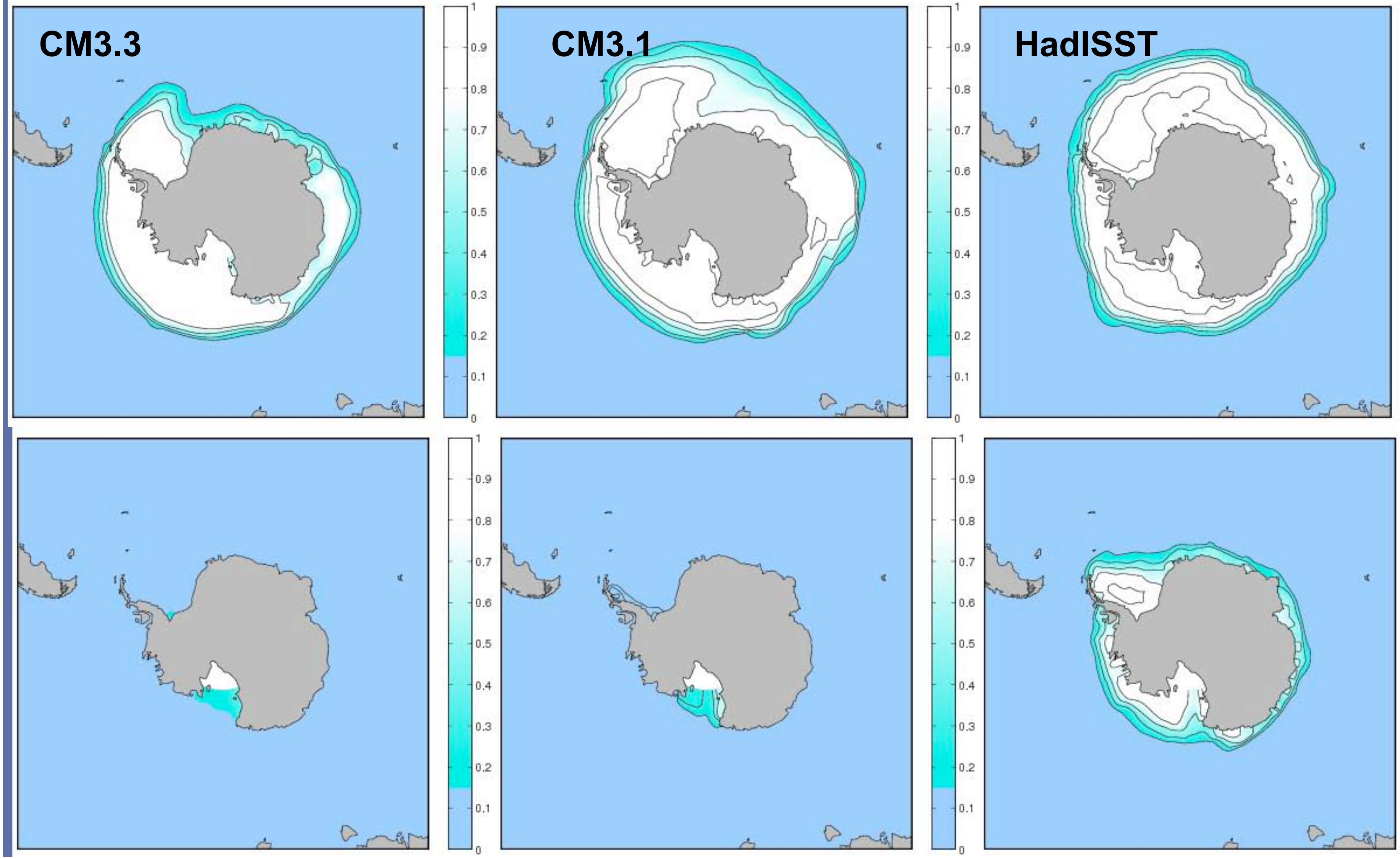
Le stream 2 ENSEMBLES avec CNRM-3.3 (2008) – Exp Contrôle

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**	**Experi-ment number**	**CMIP5 desig-nated tier**	**Years requested per run**	**Ensemble size requested**	**Liklihood 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

METEO FRANCE

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.)

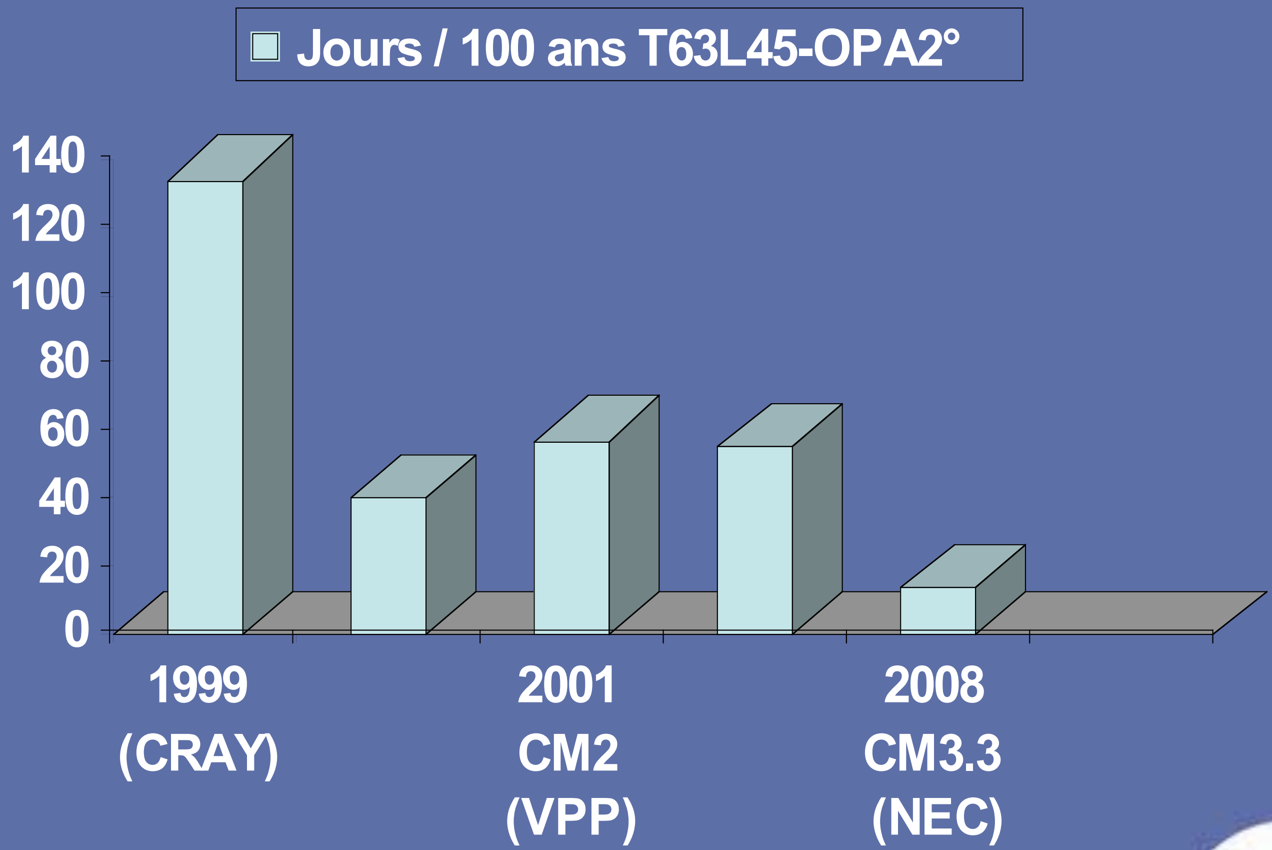
	Experiment Name	Experiment Description	Experi-ment number	CMIP5 desig-nated tier	Years requested per run	Ensemble size requested	Liklihood that you will perform experiment (enter 1-5; see key at top of page)	Planned ensemble size (i.e., number of runs)
86								
87	AMIP	AMIP (1979-2008)	3,3	core	30	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	

METEO FRANCE

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

METEO FRANCE