

Projeccions i escenaris de futur

Josep Calbó (Universitat de Girona)

Arturo Sánchez-Lorenzo (Parc Científic de Barcelona)

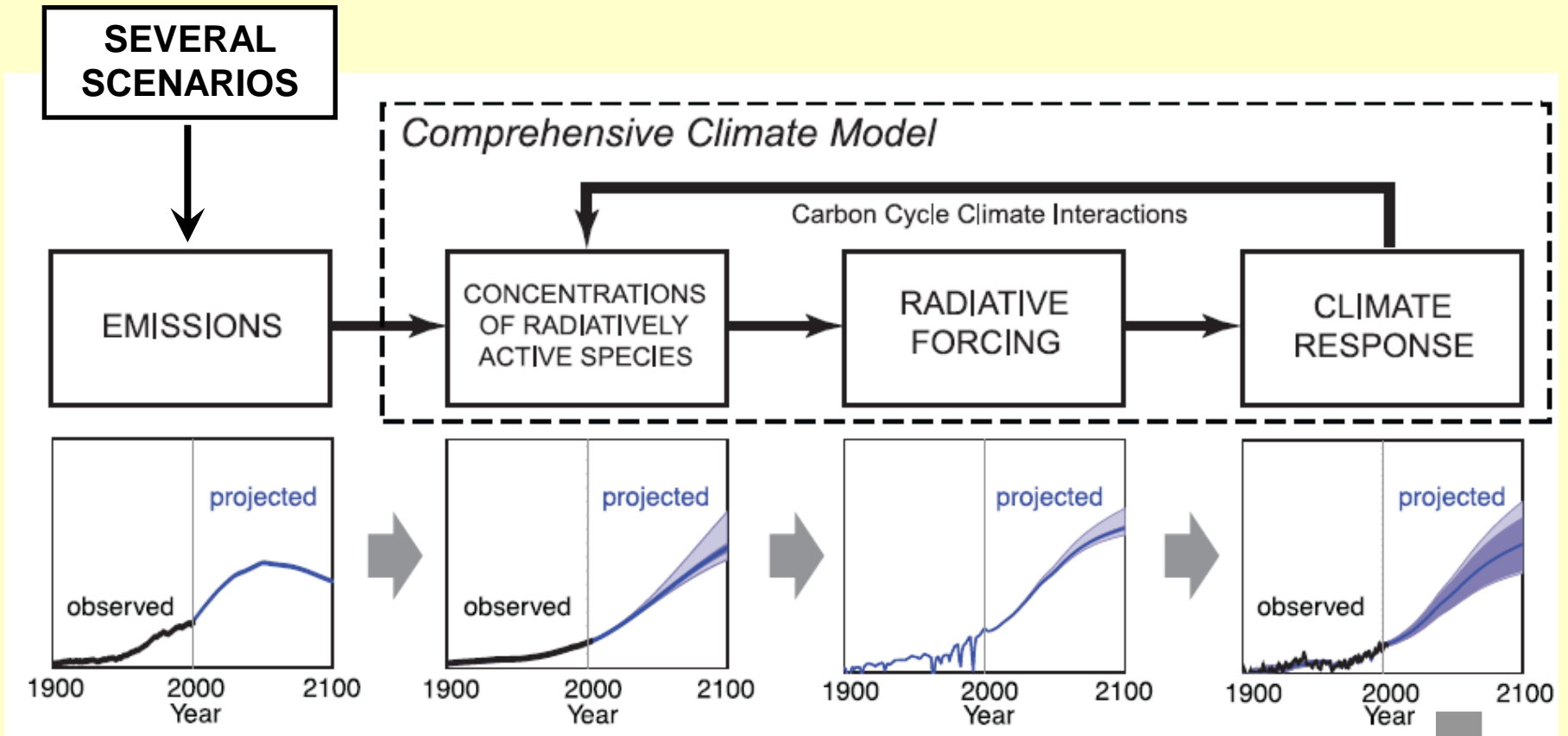
Jordi Cunillera (Servei Meteorològic de Catalunya)

Antoni Barrera-Escoda (Servei Meteorològic de Catalunya)

Context

- ❑ 4 AR IPCC:
 - ❑ el clima de la Terra està canviant d'una manera que no té precedents coneguts. El canvi és inequívoc, i les seves causes són (si més no parcialment) les emissions antropogèniques.
 - ❑ el canvi climàtic recent és un fenomen d'escala global, i es reflecteix a escala local.
- ❑ Han passat 5 anys des del PICCC → s'impulsa el SICCC.
- ❑ Projeccions climàtiques en el SICCC (aquest capítol)
 - ❑ 4AR IPCC → escala global i continental
 - ❑ PRUDENCE i ENSEMBLES → escala subcontinental, discriminen regions europees.
 - ❑ AEMET → projeccions "regionalitzades"
 - ❑ SMC → treballa per a produir projeccions climàtiques a escala del nostre país.
- ❑ Els escenaris climàtics futurs descriuen les diverses possibilitats, atenent a les incerteses de les projeccions
- ❑ Hi ha molta literatura sobre projeccions per a finals del present segle, i per a temperatura i precipitació
 - ❑ Es detecta una necessitat per definir escenaris climàtics més propers.

Projectant el clima: mètodes i incerteses



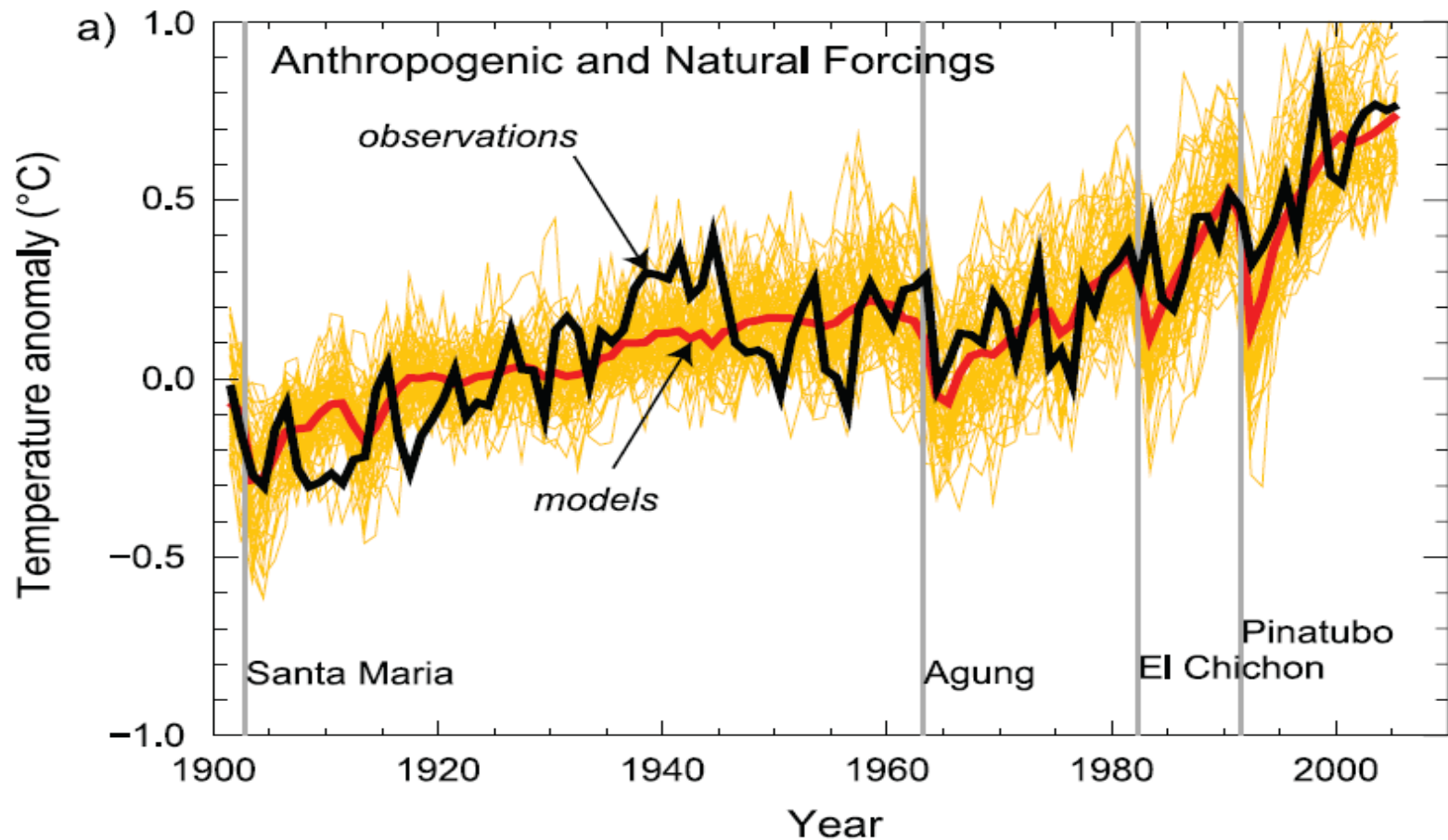
[modificat de IPCC-AR4, 2007]

DOWNSCALING

Sobre els models

- ❑ La modelització climàtica d'abast global, mitjançant els AOGCM, segueix essent l'eina més utilitzada i fiable per a realitzar projeccions del clima futur.
 - ❑ incorporen el coneixement científic actual del sistema climàtic
 - ❑ cada cop incorporen més elements i fenòmens
 - ❑ es segueixen aplicant amb resolucions baixes
- ❑ Diverses metodologies per tal d'obtenir projeccions climàtiques amb alta resolució
 - ❑ la que necessiten els gestors que han de prendre decisions relatives a l'adaptació als possibles impactes del clima futur
 - ❑ mètodes estadístics o dinàmics
 - ❑ parteixen sempre dels resultats de les simulacions globals.

Validació (conjunts de models)

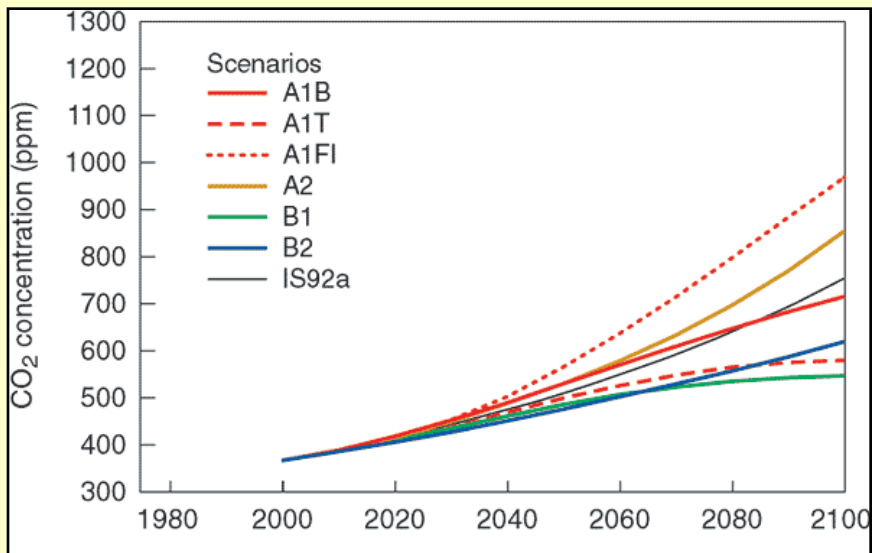
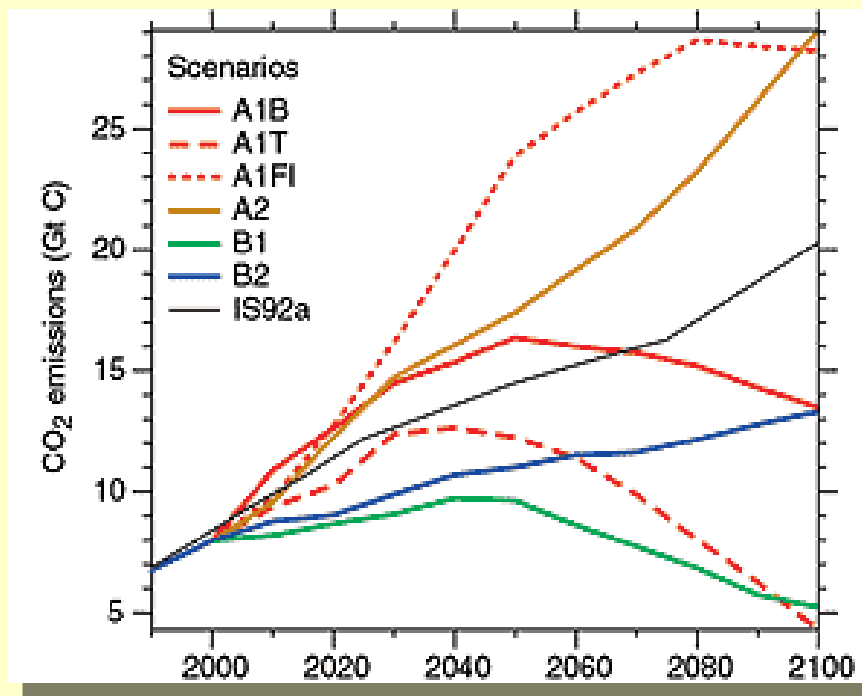


[IPCC 4AR, 2007]

Descripció dels escenaris SRES

- ❑ Totes les projeccions climàtiques encara s'efectuen amb els escenaris del SRES de l'any 2000
 - ❑ Predicció pel que fa al creixement demogràfic, econòmic i a diversos aspectes d'aquest creixement, requerida per a la projecció del clima futur.
 - ❑ Diversos escenaris, que es corresponen a escenaris d'emissions de gasos i aerosols.
 - ❑ De menors a majors emissions acumulades de CO₂ (l'any 2100): **B1**, **B2**, **A1 (A1B)** i **A2**.
- ❑ Alguns científics advoquen per generar nous escenaris d'emissions, en particular els que puguin resultar de l'aplicació de mesures de mitigació.

Emissions i concentracions

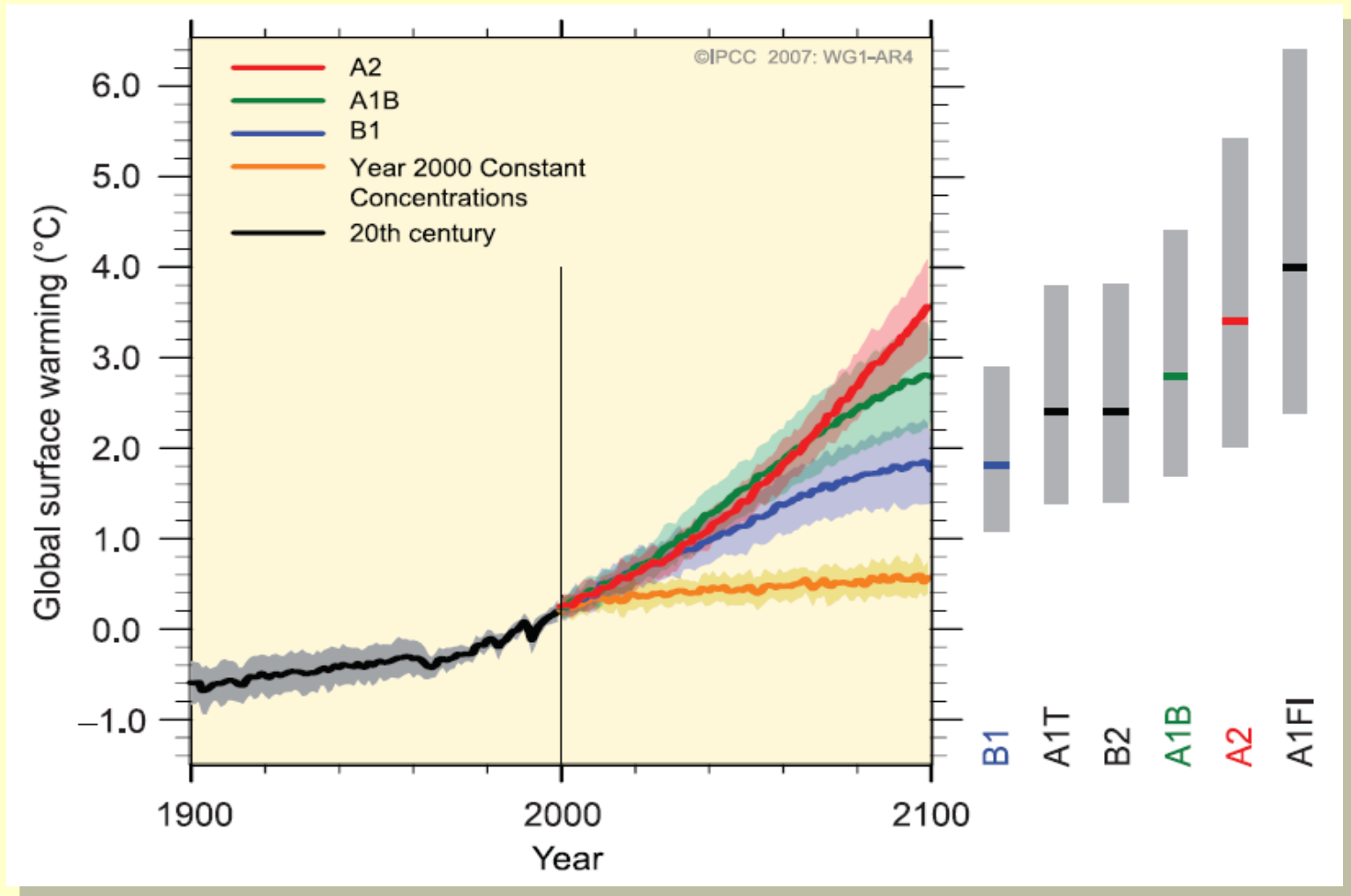


[IPCC TAR, 2001]

Sobre les incerteses

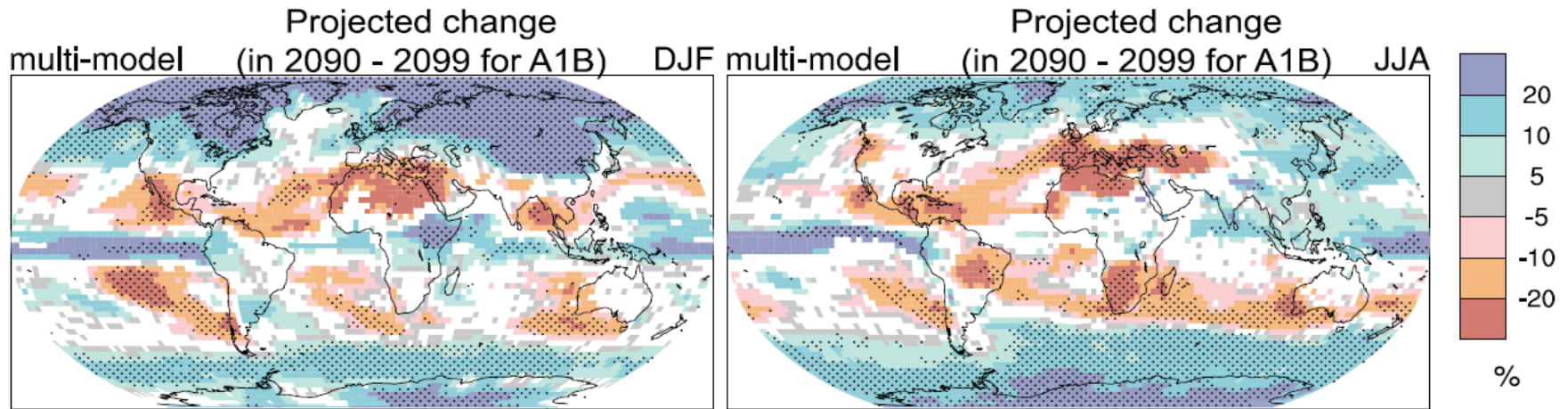
- ❑ desconeixement de les emissions futures
- ❑ incapacitat de descriure, amb les tècniques actuals, els fenòmens atmosfèrics que es produeixen a petita escala
- ❑ limitacions de les tècniques de regionalització emprades, les quals poden tenir una gran influència en el clima sobre un territori tan complex com és Catalunya (en particular, pel que fa a les precipitacions).
- ❑ tendeixen a fer-se més grans quan més lluny en el temps projectem el clima,
- ❑ l'existència d'incerteses no ha de ser excusa per a no reconèixer aquells trets climàtics que, si més no segons els coneixements científics actuals, han de caracteritzar el futur.

Temperatura, global



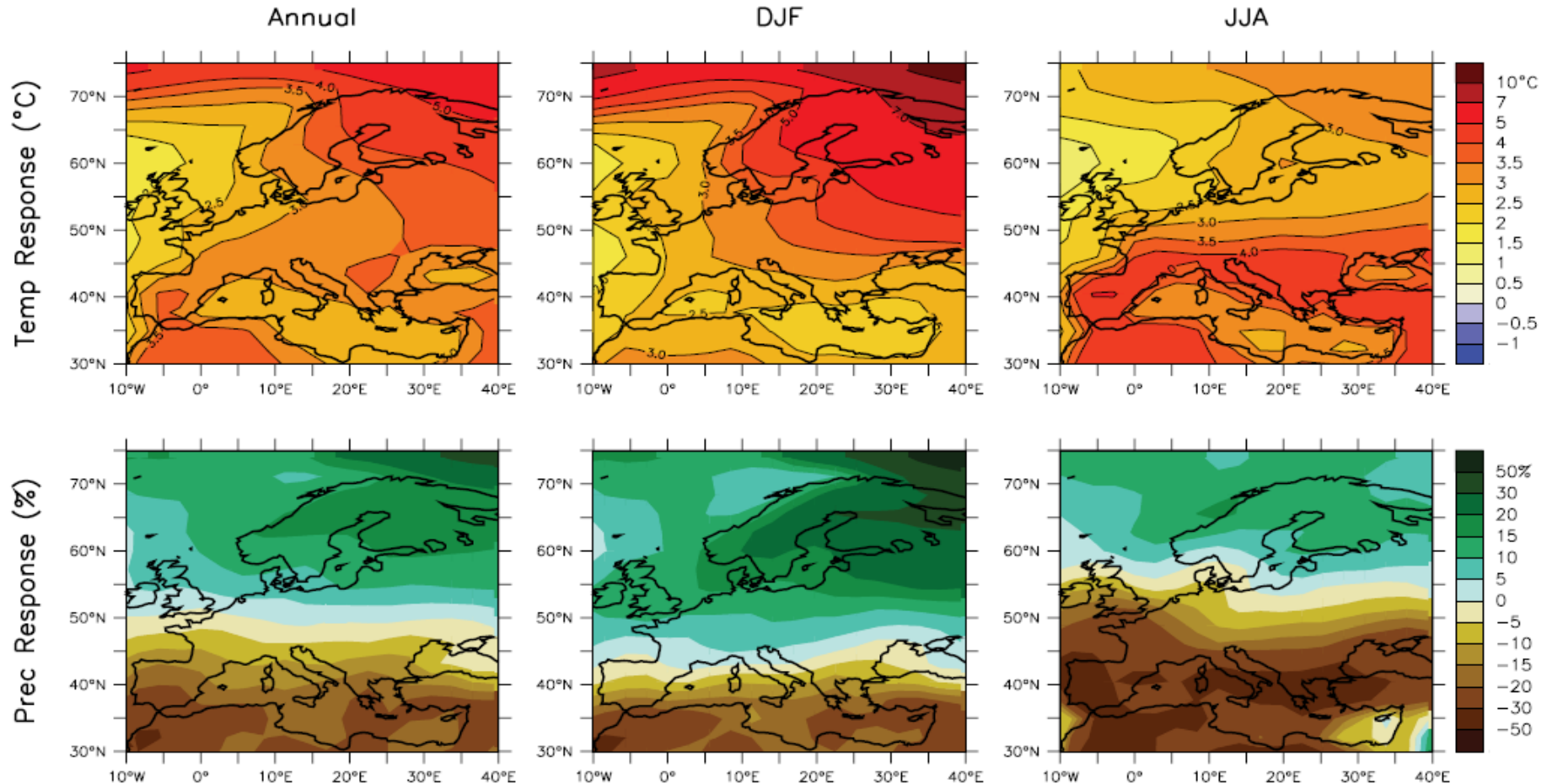
[IPCC 4AR, 2007]

Precipitació, global



[IPCC 4AR, 2007]

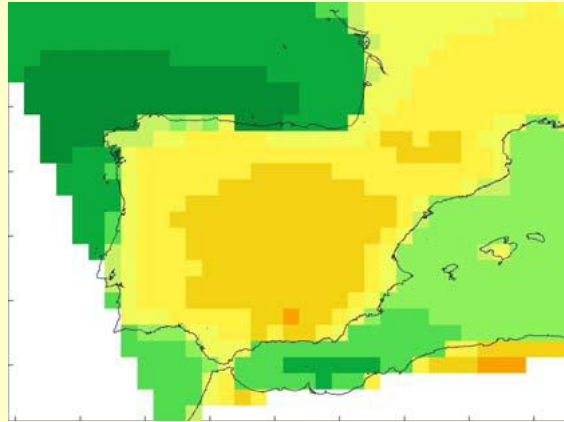
Temp. i precip., Europa i la Mediterrània



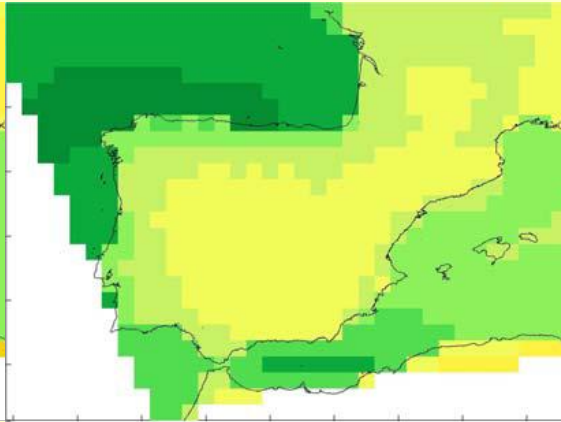
2080-2099, A1B [IPCC 4AR, 2007]

Temp. i precip., Península Ibèrica

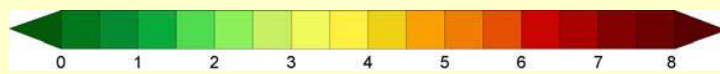
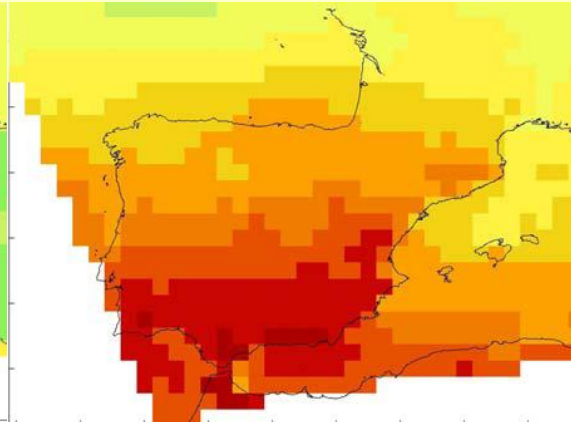
$\Delta T_{\text{màx}}$ (°C)



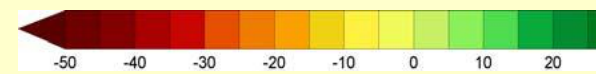
$\Delta T_{\text{mín}}$ (°C)



Δprec (%)

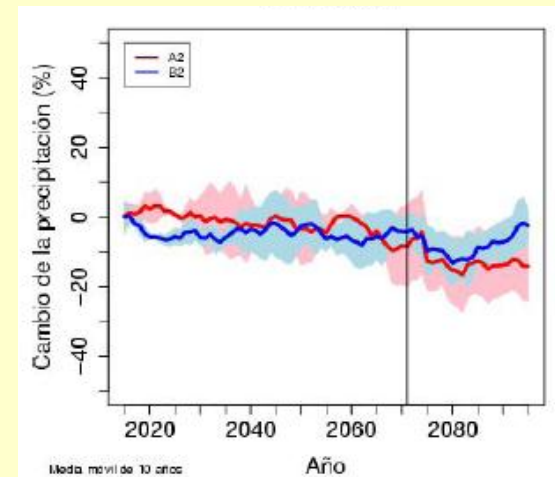
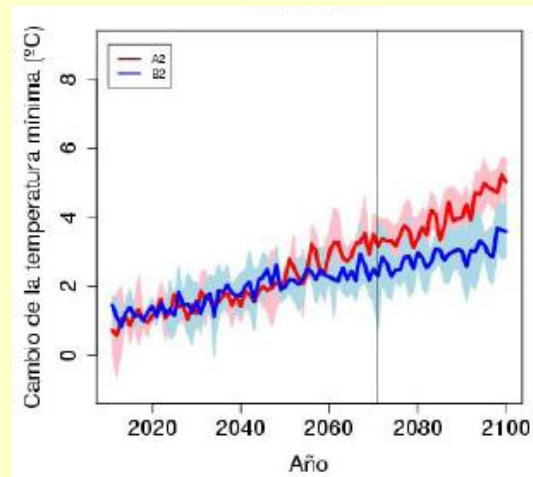
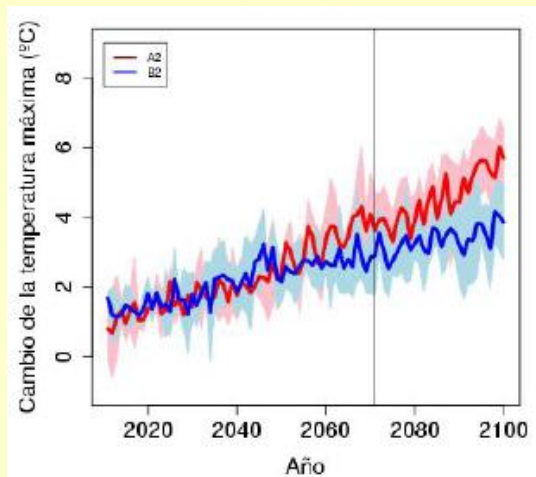


$\Delta T_{\text{màx}}$ (°C)



$\Delta T_{\text{mín}}$ (°C)

Δprec (%)



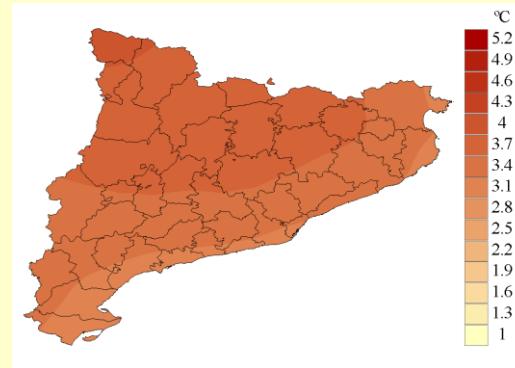
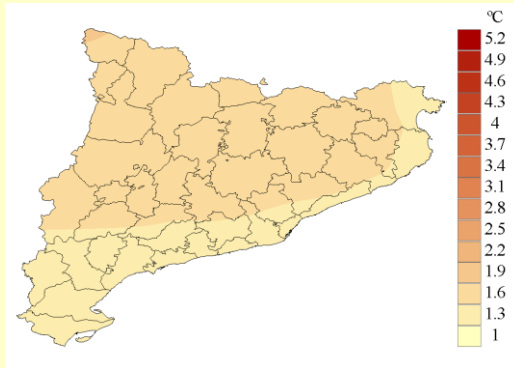
A2, 2070-2100 [Aemet, 2007]

Temperatura, Catalunya (ENSEMBLES)

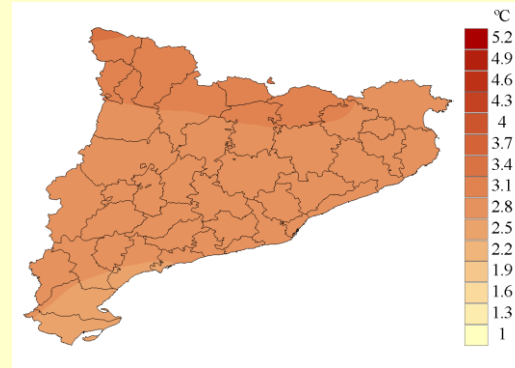
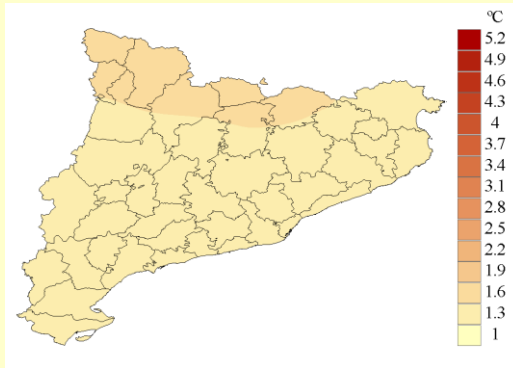
2021-2050

2071-2100

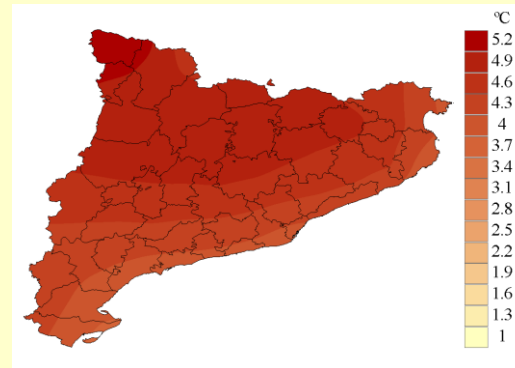
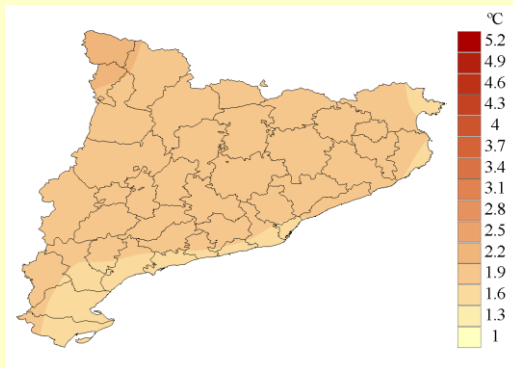
A
n
y



H
i
v
e
r
n



E
s
t
i
u

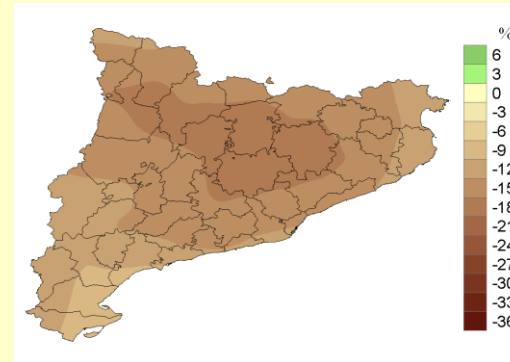
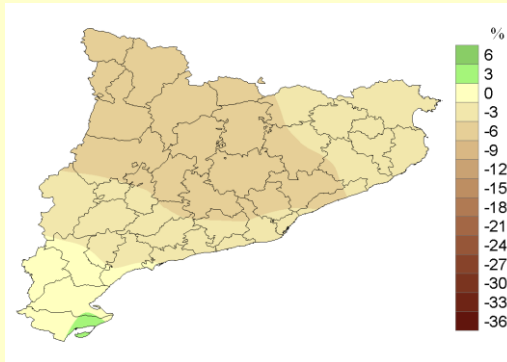


Precipitació, Catalunya (ENSEMBLES)

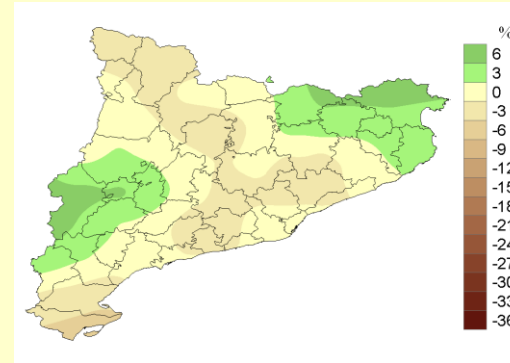
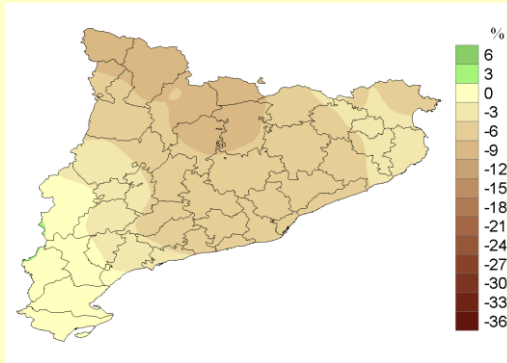
2021-2050

2071-2100

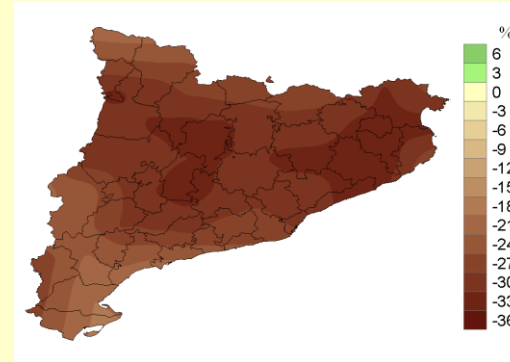
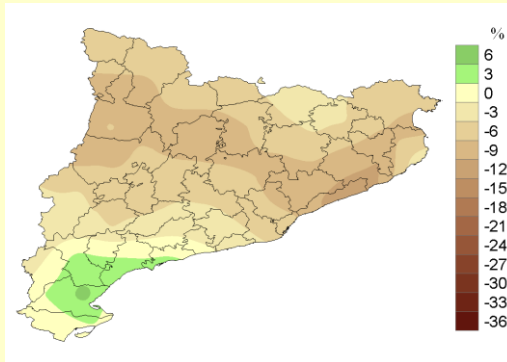
A
n
y



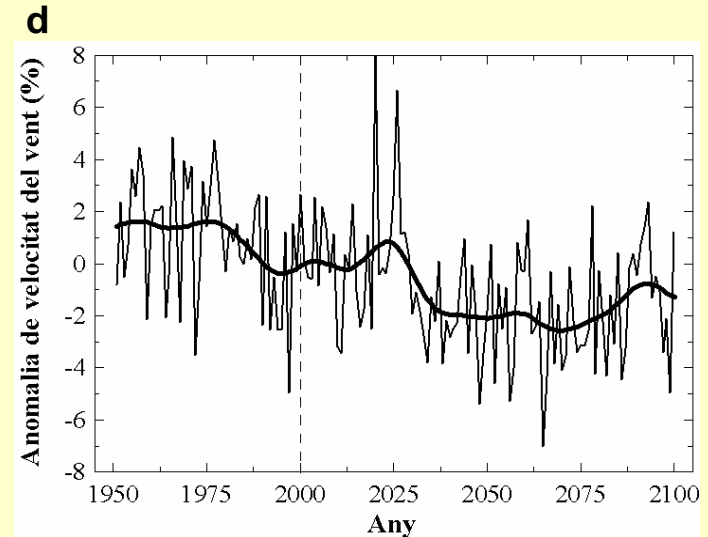
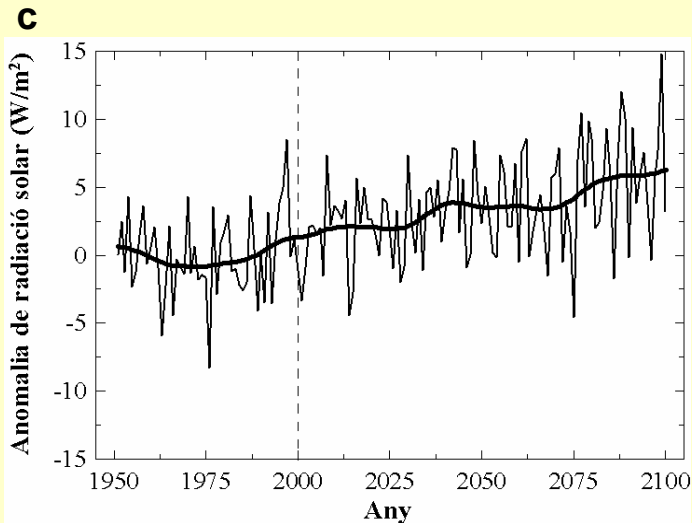
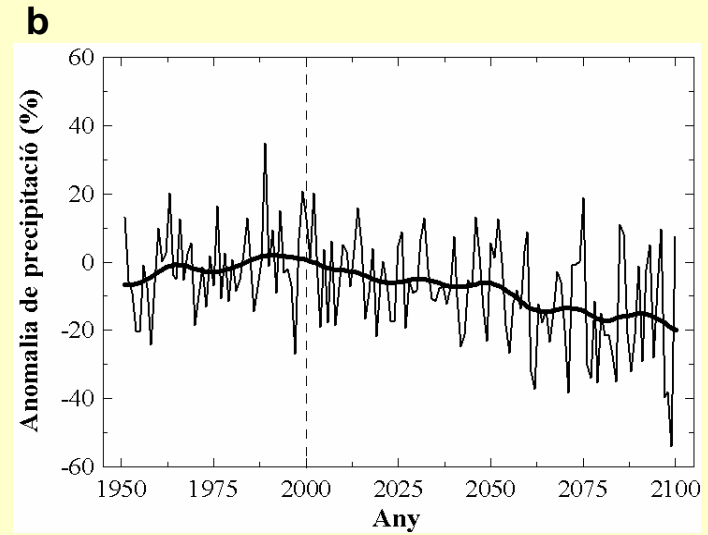
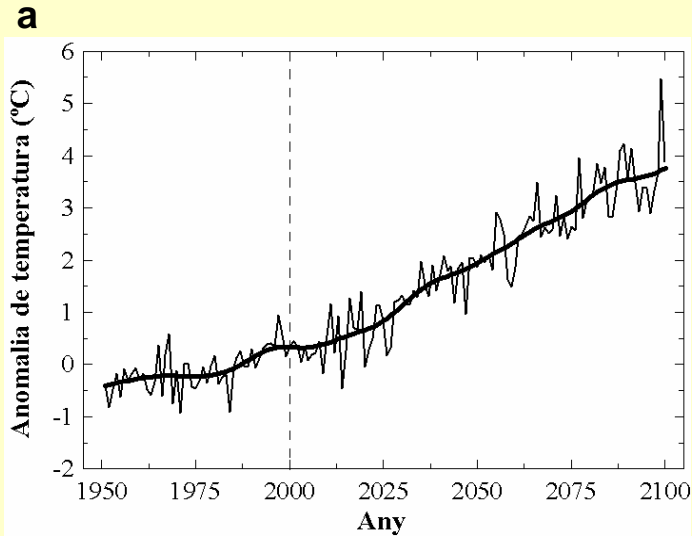
H
i
v
e
r
n



E
s
t
i
u

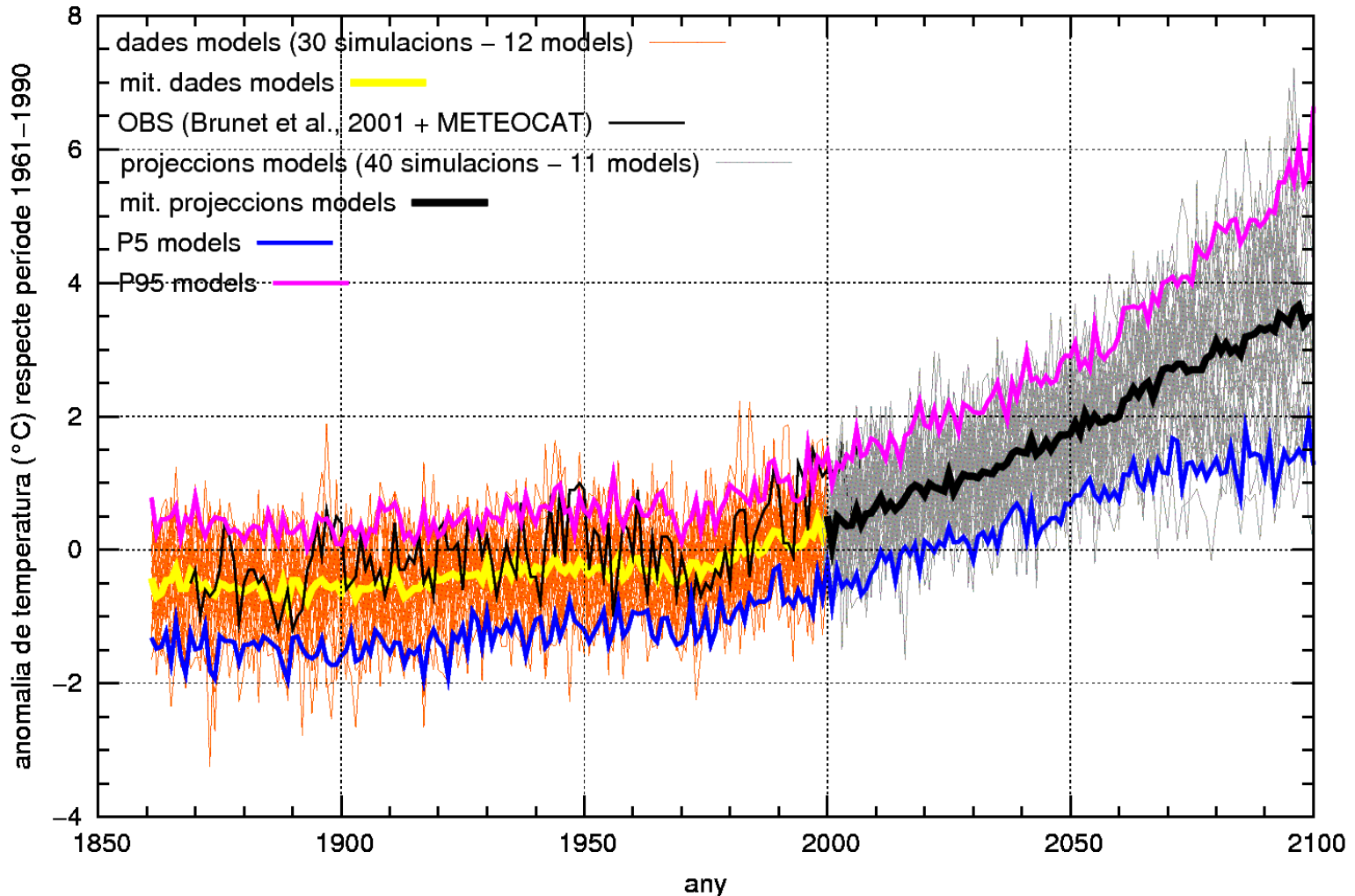


ENSEMBLES, Catalunya



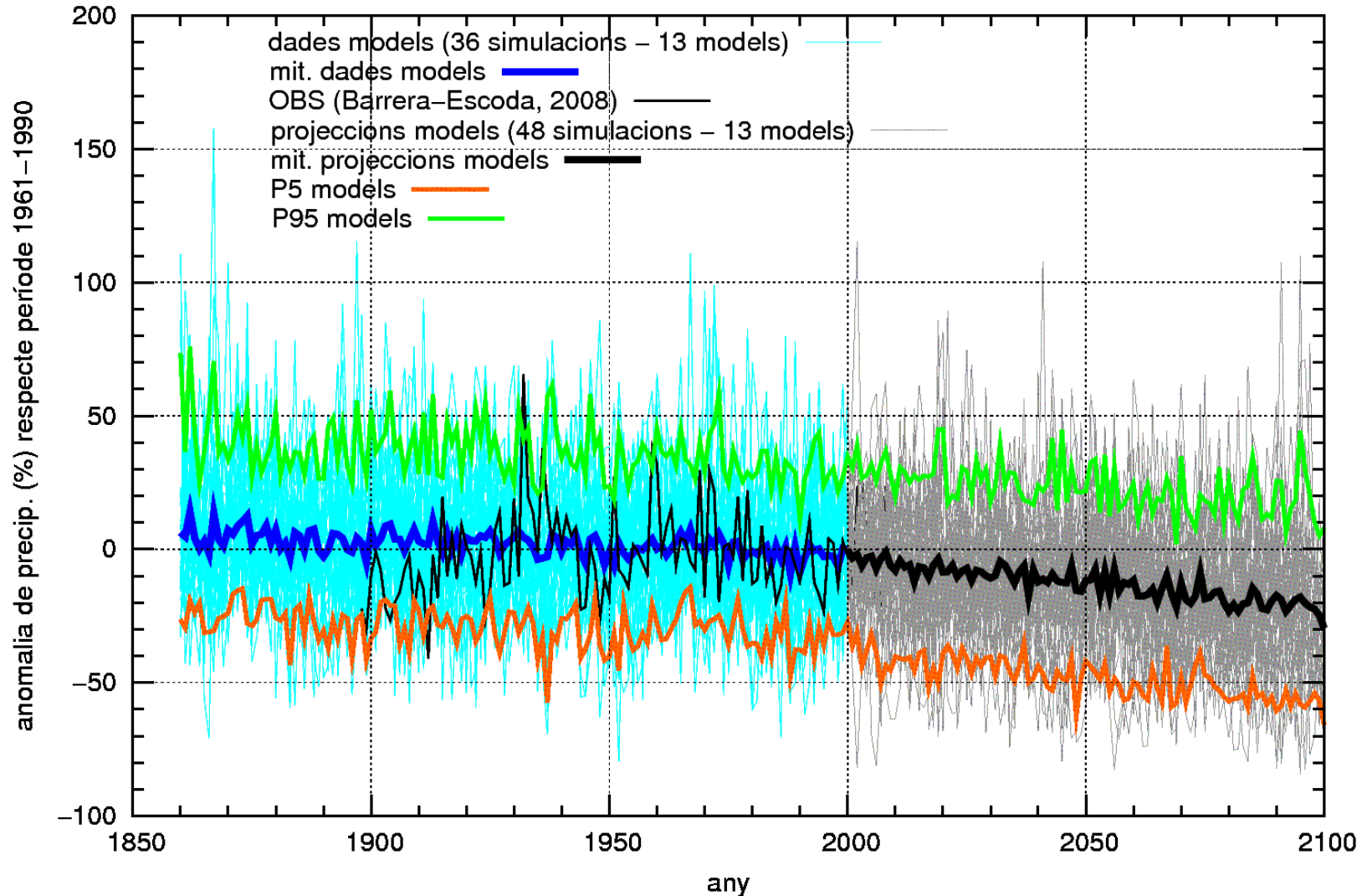
Temperatura, Catalunya (models globals, SMC)

a) Evol. anomalies TMA a CATALUNYA segons diferents models climàtics i projeccions futures de l'IPCC-AR4

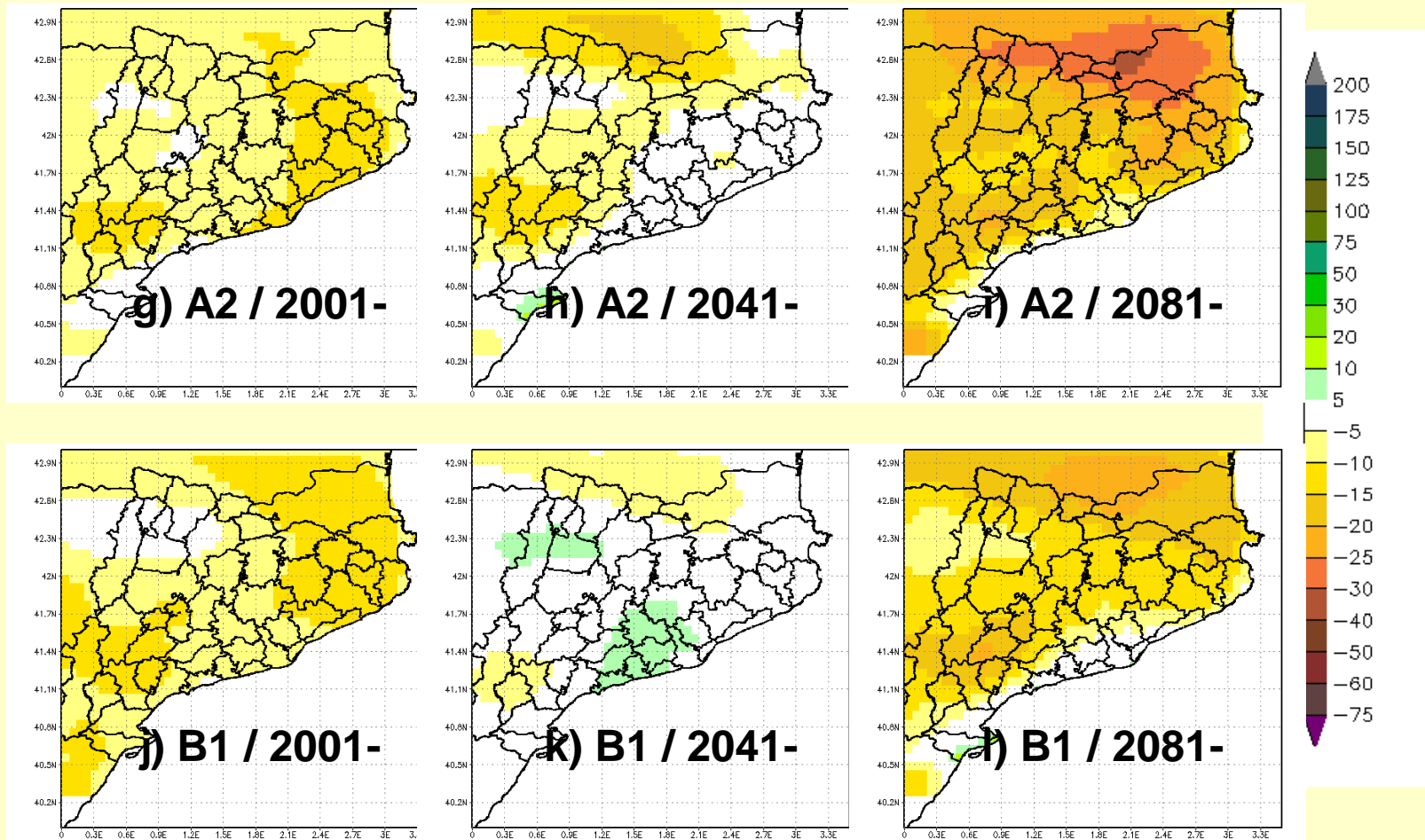


Precipitació, Catalunya (models globals, SMC)

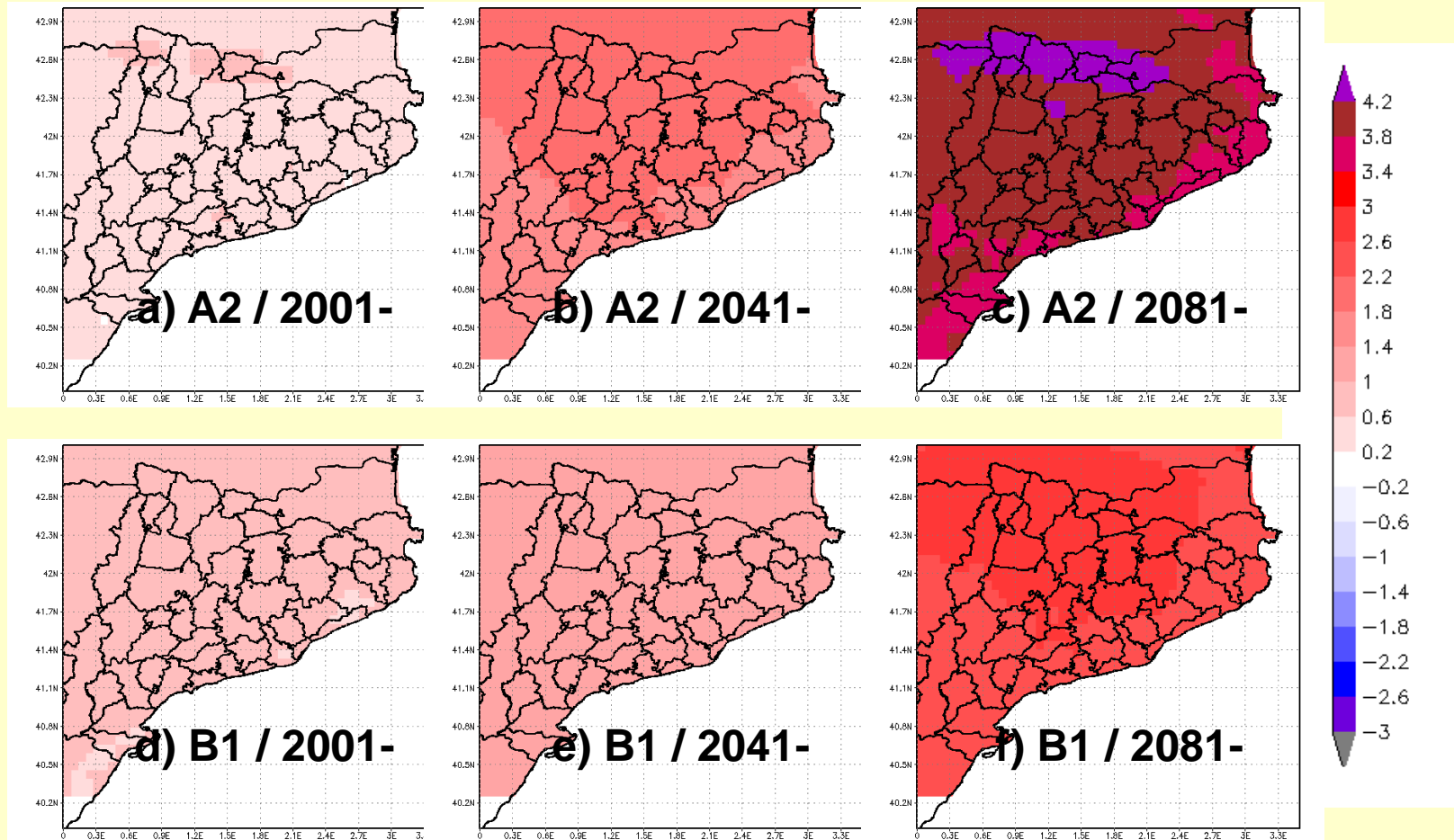
b) Evol. anomalies PMA a CATALUNYA segons diferents models climàtics i projeccions futures de l'IPCC-AR4



Precipitació, Catalunya (downscaling SMC)



Temperatura, Catalunya (downscaling SMC)



Resumint, a Catalunya

	Escenari A2, període 2071-2100				
	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor	Any
Costa	2,5;3,5	3,0;4,0	5,0;6,5	3,5;5,0	3,5;5,0
	-10;0	-15;0	-40;-20	-20;-5	-20;-5
Interior	2,5;4,0	3,5;5,0	6,0;7,0	4,5;6,5	4,0;5,5
	+5;+10	-15;-5	-35;-15	-20;-5	-15;-5
Pirineus	2,5;4,0	3,0;4,5	6,5;7,5	5,0;6,0	4,0;5,5
	0;+15	-5;+10	-25;0	-15;0	-10;+5
Catalunya	2,5;4,0	3,0;4,5	5,5;7,0	4,0;5,5	4,0;5,5
	-5;+10	-10;0	-30;-10	-15;-5	-15;-5

Temperatura (°C)

Precipitació (%)

Resumint, a Catalunya

	Diversos escenaris, meitat de segle				
	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor	Any
Costa	1,0;1,6	-	1,3;1,9	-	0,8;1,6
	-5;+15	-10;+5	-40;+30	-5;+20	-5;+10
Interior	1,0;1,6	-	1,6;2,2	-	1,4;2,2
	-5;+15	-10;0	-50;+20	-10;+20	-15;+5
Pirineus	1,3;1,9	-	1,6;2,2	-	1,4;2,2
	-5;+5	-20;-5	-25;+20	-10;+20	-20;-5
Catalunya	1,1;1,9	0,9;1,7	1,3;2,3	1,3;1,9	1,2;1,9
	-5;+5	-10;-5	-30;+20	-5;+10	-5;0

Temperatura (°C)

Precipitació (%)

En poques paraules...

- ❑ a finals del segle XXI la temperatura podria ser fins uns 5 C més alta, mentre que la precipitació mitjana anual podria disminuir un 10%. Els augments de temperatura serien més elevats a l'estiu i a les àrees més allunyades de la costa. Les precipitacions disminuirien especialment durant l'estiu, i podrien fins i tot augmentar a l'hivern en zones de muntanya com ara el Pirineu.
- ❑ en els propers anys (fins el 2020), la temperatura tendirà a augmentar, com ja ho ha fet en els darrers anys, i podria ser 0,5 C més alta. La precipitació ja començaria a disminuir (fins a un 10% en mitjana anual), especialment a la primavera i la tardor, i de forma una mica més marcada, a l'àrea del Pirineu.
- ❑ per a la meitat del segle XXI, diversos treballs indiquen que la temperatura podria arribar a pujar fins gairebé 2 C, respecte a la de finals del segle XX. Aquests augments serien més alts a l'estiu que a l'hivern i una mica menors a la primavera; generals en tot el territori però menys acusats a les zones litorals. Les precipitacions, en canvi (i sorprenentment) no haurien de canviar gaire (disminució d'un 5% per al conjunt del territori català). La distribució estacional i territorial d'aquest descens és força incerta: diferents tècniques i escenaris donen resultats diferents.

I per acabar...

- En relació a la variabilitat climàtica, diversos resultats semblen indicar un possible reforçament d'aquesta, tant pel que fa a les temperatures com a les precipitacions. Aquesta major variabilitat ja s'insinua en l'informe de l'IPCC, i es deriva també de diversos treballs desenvolupats sobre les modelitzacions del projecte PRUDENCE. Les simulacions realitzades pel Servei Meteorològic de Catalunya també confirmen un possible augment de la variabilitat interanual.
- Existeixen treballs dedicats als possibles canvis en els fenòmens extrems. No obstant, és difícil afirmar res en relació a aquests fenòmens, atesa la incertesa existent que es reflecteix en resultats fins i tot contradictoris. Només l'increment de les onades de calor (freqüència i intensitat) sembla estar assegurat, així com els períodes de dies seguits sense precipitació, és a dir, les sequeres; les pluges més intenses no es descarten, però encara no hi ha una gran unanimitat sobre aquesta possibilitat.

Models AOGCM en el AR4

N	Nom del model	Centre	País	Resolució a l'atmosfera	Resolució als oceans
1	BCC-CM1	Beijing Climate Center	Xina	1.9°x1.9°, L16	1.9°x1.9°, L30
2	BCCR-BCM2.0	Bjerknes Centr for Climate research	Noruega	1.9°x1.9°, L31	0.5°-1.5°x1.5°, L35
3	CCSM3	National Center for Atmospheric Research	Estats Units	1.4°x1.4°, L26	0.3°-1.0°x1.0°, L40
4	CGCM3.1(T47)	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	Canadà	2.8°x2.8°, L31	1.9°x1.9°, L29
5	CGCM3.1(T63)			1.9°x1.9°, L31	0.9°x1.4°, L29
6	CNRM-CM3	Météo-France	França	1.9°x1.9°, L45	0.5°-2.0°x2.0°, L31
7	CSIRO-MK3.0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation	Austràlia	1.9°x1.9°, L18	0.8°x1.9°, L31
8	ECHAM5/MPI-OM	Max Planck Institute for Meteorology	Alemanya	1.9°x1.9°, L31	1.5°x1.5°, L40
9	ECHO-G	Meteorological Institute (UBonn), Korea Meteorological Administration	Alemanya / Corea	3.9°x3.9°, L19	0.5°-2.8°x2.8°, L20
10	FGOALS-g1.0	Institute of Atmospheric Physics	Xina	2.8°x2.8°, L26	1.0°x1.0°, L16
11	GFDL-CM2.0	National Aeronautics and Space Administration / Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	Estats Units d'Amèrica	2.0°x2.5°, L24	0.3°-1.0°x1.0°
12	GFDL-CM2.12.1			2.0°x2.5°, L24	0.3°-1.0°x1.0°
13	GISS-AOM	NASA / Goddard Institute for Space Studies	Estats Units d'Amèrica	3°x4°, L12	3°x4°, L16
14	GISS-EH			4°x5°, L20	2°x2°, L16
15	GISS-ER			4°x5°, L20	4°x5°, L13
16	INM-CM3.0	Institute for Numerical Mathematics	Rússia	4°x5°, L21	2°x2.5°, L33
17	IPSL-CM4	Institute Pierre Simon Laplace	França	2.5°x3.75°, L19	2°x2°, L31
18	MIROC3.2(hires)	Center for Climate System Research / Frontier research center for global change	Japó	1.1°x1.1°, L56	0.2°x0.3°, L47
19	MIROC3.2(medres)			2.8°x2.8°, L20	0.5-1.4°x1.4°, L43
20	MRI-CGCM2.3.2	Meteorological Research Institute	Japó	2.8°x2.8°, L30	0.5-2.0°x2.5° L23
21	PCM	National Center for Atmospheric Research	Estats Units	2.8°x2.8°, L26	0.5-0.7°x1.1°, L40
22	UKM0-HadCM3	Hadley Centre for Climate Prediction and research / MetOffice	Regne Unit	2.5°x3.75°, L19	1.25°x1.25°, L20
23	UKM0-HadGEM1			1.3°x1.9°, L38	0.3-1.0°x1.0°, L40