



# 5. Projeccions globals: el 4t informe del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el canvi climàtic

Josep Calbó  
Universitat de Girona

## Introducció, objectiu i metodologia

El canvi climàtic recent és un fenomen d'escala global, planetària, encara que, com s'ha vist en capítols anteriors, es reflecteix també a escala local, en aquest cas, a Catalunya. Atesa doncs la dimensió del fenomen i de les seves causes, és a dir, la introducció a l'atmosfera de gasos d'efecte d'hivernacle per part de les activitats humanes, que també tenen una extensió global, és lògic començar l'estudi de les projeccions climàtiques sobre aquesta mateixa escala. És així com presenten els resultats el Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (GIECC): primer, les projeccions climàtiques a escala global, abans de les projeccions a escala regional. Sigui com sigui, quan parlem de projeccions climàtiques hem d'entendre que es tracta d'estimacions de quin podria ser el clima d'aquí a uns decennis, i que aquestes estimacions depenen de manera important d'almenys tres factors: l'evolució futura de les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle, que al seu torn depenen de l'evolució demogràfica, socioeconòmica i tecnològica; la comprensió del sistema climàtic, que va millorant a mesura que es va desenvolupant més i més recerca, i la capacitat dels models per reproduir aquest sistema climàtic, que depèn en part de l'evolució de les tecnologies de computació.

L'objectiu d'aquest capítol és mostrar quines són les projeccions sobre el clima futur que es presenten en el darrer informe (el quart) del GIECC (sovint anomenat AR4, de l'anglès Assessment Report 4), tant a escala global com a l'escala que en el mateix informe s'anomena regional (i que es refereix a regions molt àmplies, en el nostre cas, Europa i la Mediterrània). Aquesta àrea correspon a la zona definida entre els paral·lels 30°N i 75°N i els meridians 10°W i 40°E. En algun moment es distingeix el nord d'Europa (a partir del paral·lel 48°N) del sud i la Mediterrània (per sota d'aquest paral·lel), que és on centrarem la nostra atenció. A més de presentar les projeccions pel que fa a la temperatura, la precipitació i el nivell del mar, comentarem les incerteses associades a aquestes projeccions.

Així doncs, per elaborar aquest capítol hem procedit a una lectura detallada de dos dels capítols de l'AR4, concretament del volum corresponent al grup de treball I, sobre «Les bases físiques» [de la ciència del canvi climàtic]. Aquests dos capítols són, d'una banda, el 10 (Meehl *et al.*, 2007), que presenta les projeccions climàtiques globals, i l'11 (Christensen *et al.*, 2007), que les presenta a l'escala regional ja esmentada. També hem consultat el resum destinat als polítics («Summary for policymakers») i l'informe de síntesi («Synthesis Report») del mateix AR4.

## Dades i resultats

### Escenaris d'emissions

Les projeccions climàtiques s'obtenen majoritàriament com a resultat de la utilització dels models climàtics. En particular, les projeccions més fiables resulten dels models anomenats models acoblats de circulació general atmosfèrica i oceànica (AOGCM), però també s'utilitzen models simplificats del clima (SCM) i models de simulació de la Terra de complexitat intermèdia (EMIC). Les característiques, les limitacions, els avantatges i els inconvenients

de cadascun d'aquests tipus de models els hem tractat ja en capítols anteriors. Simplificant, i pel que aquí ens interessa, es poden entendre els models com a eines que integren tot el coneixement actual del sistema climàtic, de manera que, utilitzant com a dades d'entrada els factors que afecten (o «forcen») el sistema, obtenen com a resultat el clima que cal esperar en un període de temps futur. Pel que fa a aquestes dades d'entrada, que representen la principal incertesa en les projeccions climàtiques, hom parla d'escenaris d'emissions.

El principal factor a l'hora d'intentar estimar quin pot ser el clima del futur és l'evolució de les concentracions de gasos d'efecte d'hivernacle i dels aerosols d'origen antropogènic. Aquests components de l'atmosfera afecten el clima de manera molt important i la seva quantitat depèn en gran manera d'aspectes econòmics, socials i tecnològics vinculats a l'espècie humana. Altres factors que poden afectar el clima són externs al sistema (per exemple, els canvis en la radiació emesa pel Sol o l'erupció d'un volcà) i, per tant, no es poden anticipar de cap manera en les simulacions climàtiques; o són interns al sistema climàtic (per exemple, l'extensió de coberta de glaç en els pols) i, per tant, estan representats pels mecanismes de retroacció inclosos en els models climàtics. En definitiva, per fer projeccions del clima futur cal primer efectuar projeccions de les emissions de gasos i aerosols (com també d'altres factors secundaris, com poden ser els canvis dels usos del sòl) provocades per les activitats humanes.

La incertesa que hi ha en aquesta evolució futura de les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle i d'aerosols és molt gran. Les emissions depenen, entre altres factors, de l'evolució de la demografia, de l'evolució de l'economia i de l'evolució de la tecnologia. Per tant, el que es fa és assumir diverses hipòtesis relatives a aquestes evolucions, que donen lloc als anomenats «escenaris» d'emissions. Els escenaris que s'han analitzat en l'AR4, i també en els models emprats en el tercer informe del GIECC (TAR), provenen d'un informe especial (SRES, Special Report on Emission Scenarios) que es va publicar l'any 2000 (Nakicenovic i Swart, 2000). En aquest informe es desenvolupen fins a una quarantena de possibles evolucions futures, amb la característica comuna a tots els escenaris presentats que cap no inclou explícitament l'aplicació del Conveni marc pel canvi climàtic de les Nacions Unides, ni del Protocol de Kyoto. En canvi, sí que alguns dels escenaris preveuen canvis en les emissions derivats de l'aplicació de regulacions relatives a la contaminació atmosfèrica. Tots aquests escenaris es poden agrupar en quatre famílies, que corresponen a quatre línies evolutives, que s'han anomenat A1, A2, B1 i B2. Les característiques fonamentals de cadascuna d'aquestes famílies, ja presentades també al capítol 4, es descriuen a continuació:

- A1. Suposa un creixement econòmic ràpid, un creixement demogràfic fins al 2050 i un decreixement subsegüent, i una ràpida introducció de noves tecnologies més eficients. Suposa també convergència entre les diverses regions del planeta, entenent que això vol dir una disminució substancial de les diferències entre les rendes *per càpita* de les diverses zones de la Terra, que s'aconseguiria simultàniament a un augment de les relacions socials i culturals entre aquestes diverses regions. En aquest grup d'escenaris se'n poden distingir tres subgrups, segons el desenvolupament tecnològic en el camp de l'energia. D'aquesta manera, hom hi troba els escenaris A1FI (ús intensiu dels combustibles fòssils), A1T (ús d'energies no basades en combustibles fòssils) i A1B (ús equilibrat de diverses fonts d'energia, incloses també les basades en combustibles fòssils però acceptant millores tecnològiques en totes).
- B1. L'evolució demogràfica suposada és la mateixa que en els escenaris A1. No obstant això, aquí se suposen canvis ràpids en les estructures econòmiques, inclosa una economia basada en els serveis i la informació, la reducció en la intensitat d'ús de materials i la introducció de tecnologies netes i eficients quant a l'ús de recursos. En aquest conjunt d'escenaris, l'aproximació al desenvolupament sostenible, que tendeix també cap a l'equitat, es realitza des d'una perspectiva més aviat global.
- A2. Aquesta família inclou els escenaris que presenten un món heterogeni (com ara el present). És a dir, les diferències en el creixement demogràfic es mantenen, cosa que implica un creixement de població mundial sostingut. Les diferències econòmiques (renda *per càpita*) i tecnològiques entre diverses regions del planeta es mantenen o augmenten.

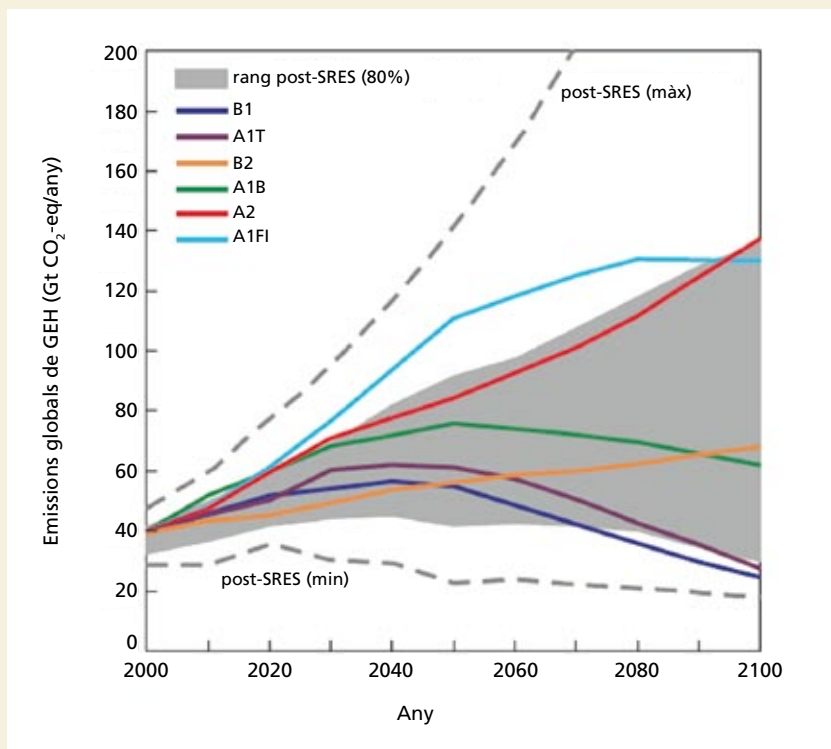


B2. Aquí, la sostenibilitat s'aproxima sota una perspectiva més aviat local o regional. La població creix contínuament, però més lentament que en el cas A2. També el creixement econòmic i els canvis tecnològics són més lents, però, en canvi, s'orienten de més diverses maneres.

Per a cada família (o subfamília, en el cas de la línia evolutiva A1), es van generar una colla d'escenaris diferents. En tot cas, tots els escenaris, fins al total de 40, són en principi igualment plausibles i probables. L'informe no assigna una certesa més gran a cap dels escenaris. Això no obstant, el mateix informe proposa un escenari de cada família (i subfamília) que podem anomenar indicatiu o il·lustratiu, que és el que s'ha utilitzat preferentment en les anàlisis posteriors. Els valors de les emissions dels diferents escenaris indicatius, al llarg del segle XXI, es presenten en la figura 1.

Tots els escenaris previstos indiquen que les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle continuaran creixent, almenys fins a meitat del segle XXI. A més a més, cal dir que, malgrat que en alguns escenaris les emissions comencen a disminuir cap a mitjan segle, la concentració d'aquests gasos a l'atmosfera continua augmentant durant algunes dècades subsegüents, atès que, per exemple, l'escala de temps característica per assolir un nou equilibri en la concentració de CO<sub>2</sub> és d'uns 200 anys.

**Figura 1. Les emissions anuals de gasos d'efecte d'hivernacle (com a Gt de CO<sub>2</sub> equivalent) estimades per als diversos escenaris d'emissions, fins a l'any 2100. [Font: IPCC Synthesis Report, 2007].**



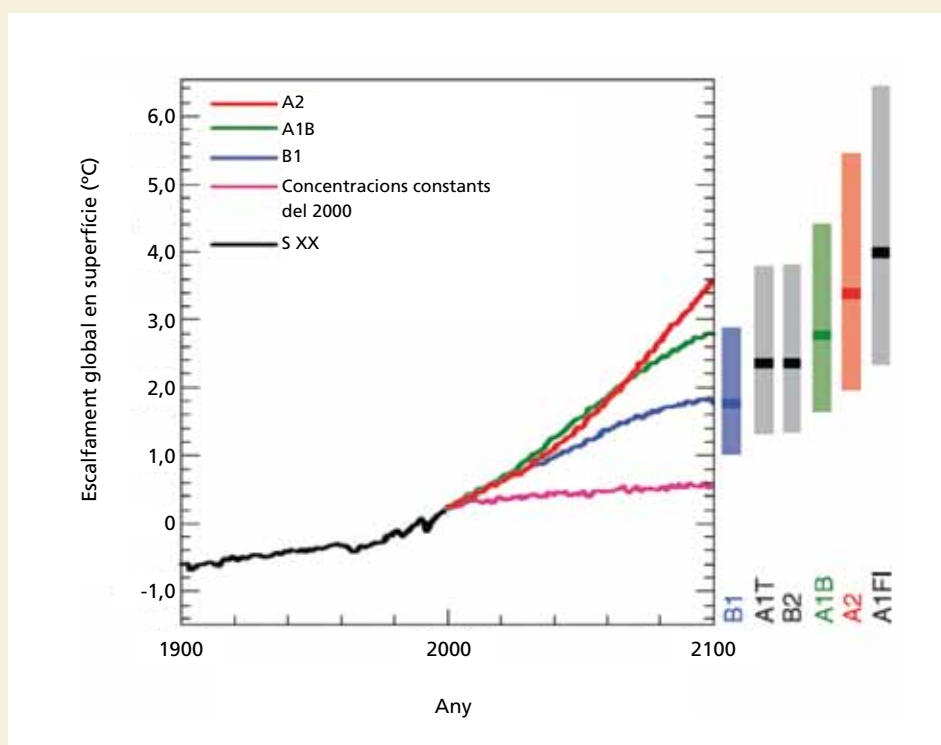
### Augment de temperatura

Com a resultat de l'augment continuat de les concentracions de gasos d'efecte d'hivernacle, es continuarà produint un augment de la temperatura mitjana del planeta. Sobre aquesta afirmació ja no queden dubtes, i, si de cas, la qüestió és quantificar aquest augment de temperatura. En la figura 2 es mostren aquests augments,

per a diversos escenaris d'emissions i relatius al període 1980-1999 (cal recordar que la temperatura mitjana d'aquest període és almenys 0,5 °C més alta que la de finals del segle XIX). Cal destacar, doncs, que per a finals del segle XXI, i depenent de l'escenari d'emissions, el rang d'augment de la temperatura és entre 1,1 i 6,4 °C; la millor estimació per a l'escenari més optimista (B1) és d'1,8 °C, i la corresponent al més pessimista (A1FI), de 4 °C (vegeu també la taula 1). Cal també destacar que, per a les properes dècades, tots els escenaris indiquen augments molt similars: per exemple, per al 2040, al voltant d'1,2 °C.

Aquest augment de temperatura no serà uniforme al llarg de tota la Terra. Com a patró general, podem dir que l'augment serà molt més alt que el de la mitjana en les àrees de latituds altes de l'hemisferi nord, i més baix sobre els oceans, en particular sobre l'oceà Antàrtic. Per a la zona on es troba Catalunya, és a dir, la regió anomenada «sud d'Europa i la Mediterrània», per a un dels escenaris (l'A1B, que és a mig camí entre els més optimistes i els més pessimistes), i per a finals de segle (2080-2099), els resultats resumits de les simulacions efectuades amb 21 models globals (AOGCM) són els que es presenten en la taula 2. En concret, es dona, per a cada estació i també per a l'any sencer, la mediana, els valors mínim i màxim (corresponents a dos models particulars) i els percentils 25 i 75 del conjunt de resultats dels models. En resum, doncs, podríem dir que, segons l'AR4, per a aquesta àmplia regió dins de la qual es troba Catalunya i per a finals de segle, cal esperar per a l'escenari A1B un augment de temperatura mitjana de 3,5 °C [3,0-4,0] (el primer valor és el de la mediana, i el rang entre claudàtors correspon al donat pels percentils 25 i 75). L'augment serà més marcat a l'estiu (4,1 °C [3,7-5,0]) que no pas a l'hivern (2,6 °C [2,5-3,3]). La darrera columna de la taula ens indica que tots els anys de finals de segle, i la majoria d'estacions, serien considerades com a «molt càlides» prenent com a referència el clima actual.

**Figura 2. L'evolució de la temperatura mitjana a la superfície de la Terra al darrer segle i la projecció per a aquest segle XXI. Les barres de la dreta mostren el rang de possibles augments de temperatura a finals de segle, basant-se en diversos models AOGCM, com també en models SCM i EMIC. [Font: IPCC Synthesis Report, 2007].**





**Taula 1. Projeccions globals d'augment de la temperatura i del nivell del mar. Sempre són diferències entre 2080-2099 i 1980-1999. En el cas del nivell del mar, s'ha exclòs la possibilitat de canvis dinàmics ràpids en els fluxos de glaç. [Font: IPCC Synthesis Report, 2007].**

| Escenari d'emissions | Augment de temperatura (°C) |               | Augment del nivell del mar (cm) |
|----------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------------|
|                      | Millor estimació            | Rang probable |                                 |
| B1                   | 1,8                         | 1,1-2,9       | 18-38                           |
| A1T                  | 2,4                         | 1,4-3,8       | 20-45                           |
| B2                   | 2,4                         | 1,4-3,8       | 20-43                           |
| A1B                  | 2,8                         | 1,7-4,4       | 21-48                           |
| A2                   | 3,4                         | 2,0-5,4       | 23-51                           |
| A1FI                 | 4,0                         | 2,4-6,4       | 26-59                           |

**Taula 2. Resum de les projeccions de 21 models inclosos en l'MMD (multi-model data set), per a la regió mediterrània, escenari A1B. Diferències de temperatura (°C) entre el període 2080-2099 i el període 1980-1999. [Font: Christensen et al., 2007].**

| Regió mediterrània | Estació | Mín. | Percentil 25 | Percentil 50 | Percentil 75 | Màx. | Estacions càlides (%) |
|--------------------|---------|------|--------------|--------------|--------------|------|-----------------------|
|                    | DGF     | 1,7  | 2,5          | 2,6          | 3,3          | 4,6  | 93                    |
| 30°N, 10°W a       | MAM     | 2,0  | 3,0          | 3,2          | 3,5          | 4,5  | 98                    |
| 48°N, 40°E         | JJA     | 2,7  | 3,7          | 4,1          | 5,0          | 6,5  | 100                   |
|                    | SON     | 2,3  | 2,8          | 3,3          | 4,0          | 5,2  | 100                   |
|                    | Anual   | 2,2  | 3,0          | 3,5          | 4,0          | 5,1  | 100                   |

### Canvis en la precipitació i en l'aigua disponible

Encara que la major part dels models indiquen un augment global de la precipitació, atenent la dispersió més gran entre models i l'heterogeneïtat espacial i temporal sens dubte més alta dels canvis de precipitació (comparat en tots dos casos amb els canvis de la temperatura), l'AR4 no dona valors mitjans globals d'aquest augment de precipitació. A grans trets, el conjunt de models AOGCM donen augments de precipitació en la zona intertropical i en latituds altes d'ambdós hemisferis (especialment durant l'hivern) i disminucions en les àrees subtropicals.

Anant a l'escala subcontinental, per a la mateixa regió abans comentada (sud d'Europa i la Mediterrània), l'AR4 fa les estimacions de canvis de precipitació que es presenten en la taula 3. Recordem que es tracta d'estimacions per a l'escenari d'emissions A1B, i són canvis relatius (percentuals) per a finals de segle (2080-2099) respecte a l'actualitat (1980-1999). Es dona, per a cada estació i també per a l'any sencer, la mediana calculada amb els resultats de tots els models, els valors mínim i màxim (corresponents a dos models particulars) i els percentils 25 i 75. En resum, doncs, podríem dir que cal esperar disminucions de precipitació, en mitjana anual del 12% [9-16] (es torna a donar la mediana i els percentils 25 i 75 per indicar el rang de valors que troben la majoria dels models). La disminució seria més marcada a l'estiu (24% [14-35]) que no pas a l'hivern (6% [1-10]). Segons la darrera columna, a finals de segle gairebé la meitat dels anys es considerarien com a «molt secs» prenent com a referència el clima actual, i també molts dels estius. En molt poques ocasions (penúltima columna) es donaran

situacions que actualment correspondrien a valors d'elevada pluviometria. Cal dir que la Mediterrània és una de les regions de les considerades en l'AR4 on hi ha més acord entre els models globals a estimar descensos de la precipitació al llarg de totes les estacions de l'any. Atesa la complexitat de les projeccions pel que fa a la precipitació, es fa difícil donar un valor a la seva possible variació en un horitzó més proper. De totes maneres, interpolant linealment el valor a finals de segle, tenim que pels volts de l'any 2040 la precipitació en aquesta àrea, per a l'escenari A1B que estem considerant, podria disminuir entre el 4% i el 8%.

En aquest apartat, cal fer esment també dels anomenats «fenòmens extrems», que en el cas de la precipitació són bàsicament les pluges i les tempestes intenses (amb possibles inundacions associades) i els períodes de sequera. En aquest sentit, l'AR4 (a escala global) assigna una alta probabilitat que hi hagi més situacions de pluges intenses i, també, una certa probabilitat que augmenti la intensitat i la freqüència de períodes de sequera en els llocs on ja n'hi ha en el clima actual.

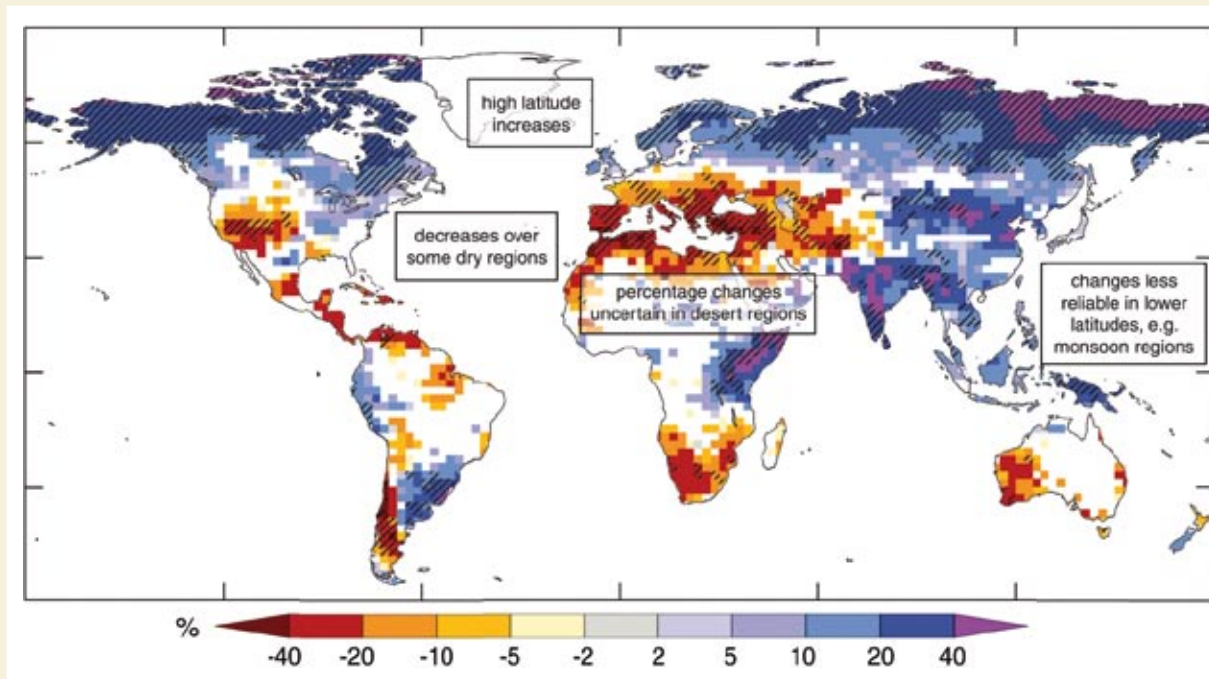
**Taula 3. Resum de les projeccions de 21 models inclosos en l'MMD (multi-model data set), per a la regió mediterrània, escenari A1B. Diferències en la precipitació (en tant per cent) entre el període 2080-2099 i el període 1980-1999. [Font: Christensen *et al.*, 2007].**

| Regió mediterrànea      | Estació | Mín. | Percentil 25 | Percentil 50 | Percentil 75 | Màx. | Estacions humides (%) | Estacions seques (%) |
|-------------------------|---------|------|--------------|--------------|--------------|------|-----------------------|----------------------|
| 30°N, 10°W a 48°N, 40°E | DGF     | -16  | -10          | -6           | -1           | 6    | 3                     | 12                   |
|                         | MAM     | -24  | -17          | -16          | -8           | -2   | 1                     | 31                   |
|                         | JJA     | -53  | -35          | -24          | -14          | -3   | 1                     | 42                   |
|                         | SON     | -29  | -15          | -12          | -9           | -2   | 1                     | 21                   |
|                         | Anual   | -27  | -16          | -12          | -9           | -4   | 0                     | 46                   |

En el mateix informe, s'afirma amb un alt nivell de fiabilitat que algunes àrees del món (actualment semiàrides) patiran una clara disminució dels recursos hídrics. Entre aquestes àrees destaca tota la conca mediterrània. En efecte, en la figura 3 es presenten els canvis en l'escorrentia superficial (conseqüència dels canvis en la precipitació i en la temperatura, bàsicament) i és ben clar que la Mediterrània en general i la península Ibèrica en particular són regions amb un descens ben important (entre el 20% i el 40%) i significatiu. Cal dir, però, que els resultats d'escorrentia no es consideren gaire bons; en el cas d'Espanya, l'aplicació dels mateixos models al període 1960-1990 resulta en importants diferències amb els valors observats. A escala continental, el mateix AR4 confirma que, al sud d'Europa, el canvi climàtic (i en especial l'increment de temperatura i l'allargament dels períodes de sequera) reduirà la disponibilitat d'aigua. Més endavant (vegeu capítols posteriors) es detallen aquests aspectes hidrològics per mitjà d'exemples particulars estudiats a Europa, Espanya i Catalunya.



**Figura 3. Canvis relatius (entre el període 2080-2099 i l'actual 1980-1999) de l'escorrenia anual (aigua disponible) a escala global, a partir dels resultats de diversos models climàtics, per a l'escenari A1B. Les zones ratllades indiquen que més del 90% dels models estan d'acord en el signe del canvi. [Font: IPCC Synthesis Report, 2007].**



### Augment del nivell del mar

El nivell del mar augmentarà globalment, a causa principalment de dos factors: l'expansió tèrmica de l'aigua dels oceans i la fosa de geleres i superfícies cobertes de neu. Ambdós fenòmens són conseqüència de l'augment de temperatura. En el segon cas, cal indicar que l'aportació principal vindria de geleres de muntanyes o àrees fora de l'Antàrtida i de Grenlàndia. De fet, la majoria de models indiquen que la massa de glaç augmentarà sobre el continent antàrtic (com a conseqüència d'un increment significatiu de les precipitacions en forma de neu), mentre que la fosa de glaç de Grenlàndia podria contribuir positivament a l'augment del mar, però menys que el conjunt de la resta de geleres i superfícies nevades continentals. Depenent de l'escenari d'emissions (i dels models emprats per fer les estimacions), els increments del nivell del mar mitjà per a tot el globus oscil·len entre els 18 i els 59 cm, per a finals del segle XXI, en comparació del nivell actual (vegeu la taula 1). Aquest increment no seria uniforme: en algunes àrees podria ser més de 20 cm superior (per exemple, a l'oceà Àrtic) i en altres (l'oceà Antàrtic) podria ser 20 cm inferior (Meehl *et al.*, 2007). Malauradament, en el mapa on l'AR4 reflecteix aquestes diferències regionals, el mar Mediterrani no hi és considerat. L'augment del nivell de l'oceà Atlàntic, a les nostres latituds, seria semblant a la mitjana global. Sigui com sigui, l'informe del GIECC reconeix que hi ha importants dificultats a fer una projecció de l'augment del nivell del mar, derivades de l'escassa comprensió d'alguns factors que hi influeixen. Per això només es donen rangs d'increment, i no una estimació més probable.

## Incerteses

Les projeccions climàtiques que es presenten en els informes del GIECC, resumides més amunt, no estan pas exemptes d'incertesa. Tot el contrari, hi ha molts factors que introdueixen incertesa i que expliquen les diferències entre els resultats dels diversos models climàtics emprats. Alguns d'aquests factors tenen a veure amb el desconeixement de les dades i la informació necessària, mentre que altres estan associats a una comprensió limitada del funcionament d'alguns components del sistema climàtic, que afecten d'una manera especialment important les projeccions de les precipitacions futures.

Entre les incerteses associades a la manca o la insuficiència de dades, la més important és la que correspon al desconeixement de les futures emissions de gasos d'efecte d'hivernacle, d'aerosols, i de canvis futurs d'altres factors que afecten el clima (com ara el canvi d'usos del sòl). Aquesta incertesa s'ha mirat d'atacar mitjançant l'anàlisi de diversos escenaris, com ja hem comentat, però no es pot descartar que el que passi finalment estigui fora del rang previst. Per exemple, alguns estudis publicats després de l'informe SRES modifiquen a la baixa les projeccions de l'augment de població. Ara bé, en general també modifiquen a l'alça el creixement econòmic (excepte per a Amèrica Llatina, Àfrica i l'Orient Mitjà), amb la qual cosa les emissions resultants són similars. D'altra banda, l'estimació de les emissions d'aerosols i els seus precursors (inclosos el diòxid de sofre, el carboni negre i el carboni orgànic) també han millorat i, en general, s'estima que seran inferiors a les presentades en els escenaris SRES (disminuint potser el seu efecte de refredament).

Pel que fa als fenòmens que es comprenen només parcialment o qualitativament però no quantitativament, la majoria corresponen a processos de retroacció. Aquests processos poden amplificar o reduir la resposta del sistema climàtic a un determinat forçament. El principal mecanisme de retroacció positiu és el del vapor d'aigua: quan la temperatura augmenta, també ho fa el contingut de vapor a la troposfera, fet que comporta, consegüentment, l'augment de l'efecte d'hivernacle. Aquest mecanisme s'entén millor ara que en informes anteriors del GIECC, i està més ben representat en els models climàtics. En canvi, els processos de retroacció en què intervenen els núvols (alguns dels quals influenciats també pels aerosols) continuen representant la principal font d'incertesa en les simulacions. Cal afegir aquí que les emissions antropogèniques directes de vapor d'aigua són negligibles pel que fa al forçament radiatiu que afegeixen.

Altres mecanismes semblants que encara requereixen més coneixement són, per exemple, el del cicle del carboni i el de transport de calor cap als oceans. El primer consisteix en la reducció de la capacitat d'absorció de CO<sub>2</sub> per part dels oceans i els ecosistemes continentals amb l'augment de temperatura. La importància d'aquesta retroacció positiva difereix molt entre els diversos models. El segon es refereix a la capacitat calorífica, la inèrcia tèrmica i el ritme amb què els oceans podran transportar la calor des de les capes superficials cap a les grans fondàries. Això influeix en les projeccions de l'escalfament global i també, lògicament, en la de l'augment del nivell del mar. En aquesta darrera projecció també hi ha la incertesa del comportament de les grans masses de glaç continental de Groenlàndia i l'Antàrtida. Precisament el comportament del glaç de Groenlàndia podria influir, en gran manera, en la circulació oceànica global, tot i que els canvis en aquest escenari no s'espera que seran importants, almenys en aquest segle.

Aquestes i altres incerteses expliquen la diversitat de valors del que s'anomena la sensibilitat climàtica en equilibri, que és una mesura de la resposta del sistema climàtic a un forçament radiatiu. Concretament, es tracta de l'augment de temperatura associat a la duplicació de la concentració de CO<sub>2</sub>. Actualment, els diversos models indiquen que aquesta sensibilitat està molt probablement en el rang [2-4,4 °C], on la millor estimació és de 3 °C, i es descarten gairebé totalment valors inferiors a 1,5 °C. Sigui com sigui, s'observa que les divergències entre models són encara importants.

Per tant, tal com diu l'AR4, és clar que les projeccions climàtiques i els seus impactes, més enllà del 2050, depenen molt de l'escenari i del model escollit. Per això, els rangs d'augment de temperatura (per no parlar dels encara





més incerts canvis en la precipitació) són força grans. Donant la volta a l'argument, però, podem assenyalar que les projeccions per a les properes 2-4 dècades són força més robustes, gairebé independents de l'escenari d'emissions i poc dependents de la representació de les retroaccions, ja que aquestes retroaccions acostumen a tenir efecte sobre escales temporals més llargues.

## Referències bibliogràfiques

CHRISTENSEN, J. H.; HEWITSON, B.; BUSUIOC, A.; CHEN, A.; GAO, X.; HELD, I.; JONES, R.; KOLL, R. K.; KWON, W.-T.; LAPRISE, R.; MAGAÑA RUEDA, V.; MEARN, L.; MENÉNDEZ, C. G.; RÄISÄNEN, J.; RINKE, A.; SARR, A.; WHETTON, P. (2007). «Regional Climate Projections». A: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. (ed.). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge (Regne Unit) i Nova York (Estats Units).

MEEHL, G. A.; STOCKER, T. F.; COLLINS, W. D.; FRIEDLINGSTEIN, P.; GAYE, A. T.; GREGORY, J. M.; KITOH, A.; KNUTTI, R.; MURPHY, J. M.; NODA, A.; RAPER, S. C. B.; WATTERSON, I. G.; WEAVER, A. J.; ZHAO, Z.-C. (2007). «Global Climate Projections». A: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. (ed.). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge (Regne Unit) i Nova York (Estats Units).

NAKICENOVIC, N.; SWART, R. (ed.) (2000). *IPCC Special report on emission scenarios*. Cambridge University Press. Cambridge (Regne Unit) i Nova York (Estats Units). 570 pàg.