

# ANÀLISI ESPACIAL DEL CANVI CLIMÀTIC AL CONTINENT EUROPEU INCERTESES I EXPOSICIONS PRINCIPALS

---

PROJECTE DE FINAL DE CARRERA DE CIÈNCIES  
AMBIENTALS  
SETEMBRE DE 2011

Mònica Povedano Perez  
Directors Miquel Ninyerola i Josep Serra-Díaz

## Resum

*El canvi climàtic del segle XXI és una realitat, hi ha moltes evidències científiques que indiquen que l'escalfament del sistema climàtic és inequívoc. Malgrat això, també hi ha moltes incerteses respecte els impactes que pot comportar aquest canvi climàtic global.*

*L'objectiu d'aquest projecte és estudiar la possible evolució futura de tres variables climàtiques, que són el rang de la temperatura diürna a prop de la superfície (DTR), la temperatura mitjana a prop de la superfície (MT) i la precipitació mensual (PL\_mes) i valorar l'exposició que poden experimentar diferents cobertes del sòl i diferents regions biogeogràfiques del continent europeu davant d'aquests possibles patrons de canvi.*

*Per això s'han utilitzat Models Climàtics Globals que fan projeccions de variables climàtiques que permeten preveure el possible clima futur. Mitjançant l'aplicatiu informàtic Tetyan s'han extret els paràmetres climàtics dels conjunts de dades del Tyndall Centre for Climate Change Research, del futur (TYN SC) i del passat (CRU TS). Les variables obtingudes s'han processat amb eines de sistemes d'informació geogràfica (SIG) per obtenir els patrons de canvi de les variables a cada coberta del sòl.*

*Els resultats obtinguts mostren que hi ha una gran variabilitat, que augmenta amb el temps, entre els diferents models climàtics i escenaris considerats, que posa de manifest la incertesa associada a la modelització climàtica, a la generació d'escenaris d'emissions i a la naturalesa dinàmica i no determinista del sistema climàtic. Però en general, mostren que les glaceres seran una de les cobertes més exposades al canvi climàtic, i la mediterrània, una de les regions més vulnerables*

**Paraules Clau:** *Canvi climàtic, modelització climàtica, incertesa, cobertes del sòl, regions biogeogràfiques.*

## Resumen

*El cambio climático del siglo XXI es una realidad, hay muchas evidencias científicas que indican que el calentamiento del sistema climático es inequívoco. Sin embargo, también hay muchas incertidumbres respecto a los impactos que puede conllevar este cambio climático global.*

*El objetivo de este proyecto es estudiar la posible evolución futura de tres variables climáticas, que son el rango de la temperatura diurna cerca de la superficie (DTR), la temperatura media cerca de la superficie (MT) y la precipitación mensual (PL\_mes) y valorar la exposición que pueden experimentar diferentes cubiertas del suelo y diferentes regiones biogeográficas del continente europeo ante estos posibles patrones de cambio.*

*Por eso se han utilizado Modelos Climáticos Globales que hacen proyecciones de variables climáticas para prever el posible clima futuro. Mediante el aplicativo informático Tetyn se han extraído los parámetros climáticos de los conjuntos de datos del Tyndall Centre for Climate Change Research, del futuro (Tyn SC) y del pasado (CRU TS). Las variables obtenidas se han procesado con herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) para obtener los patrones de cambio de las variables en cada cubierta del suelo.*

*Los resultados obtenidos muestran que hay una gran variabilidad, que aumenta con el tiempo, entre los distintos modelos climáticos y escenarios considerados, que pone de manifiesto la incertidumbre asociada a la modelización climática, a la generación de escenarios y a la naturaleza dinámica y no determinista del sistema climático. Pero en general, muestran que los glaciares serán una de las cubiertas más expuestas al cambio climático, y la mediterránea, una de las regiones más vulnerables.*

**Palabras Clave:** Cambio climático, modelización climática, incertidumbre, cubiertas del suelo, regiones biogeográficas

## Abstract

*Climate change of the 21st century is a reality. There are many scientific evidences that show that the global warming is unequivocal. However, there are many uncertainties regarding the impacts that the global climate change may lead.*

*The aim of this project is to study the possible future evolution of three climate variables which are diurnal temperature near the surface (DTR), the average temperature near the surface (MT), and monthly rainfall (PL\_mes), and assess the exposure that different land cover and different biogeographic regions of Europe can experience in front of these possible patterns of change.*

*Global climate models make projections of climate variables that can predict the possible future climate. By Tetyn computer application, have been extracted climatic parameters from the climate datasets from the Tyndall Centre for Climate Change Research, for the future (Tyn SC) and the past (CRU TS). The variables were obtained in a vector format shp type, spatially explicit that is compatible with more common geographic information systems (SIG), as the Miramon. This program has processed the data for patterns of change in variables for each land cover.*

*The results show that there is great variability, which increases with time, between different climate models and scenarios considered, demonstrating the uncertainty in climate modeling, in generation of emission scenarios and in non-deterministic and dynamic nature of climatic system. But generally, show that glaciers will be one of the covers most exposed to climate change, and Mediterranean one of the most vulnerable regions.*

**Keywords:** Climate change, climate modelling, uncertainty, land cover, biogeographic regions.

## Introducció

Actualment, existeix un fort consens científic que l'augment de concentracions dels **gasos d'efecte hivernacle** tals com el diòxid de carboni, metà, òxids nitrosos i clorofluorocarbonats **alterarà significativament el clima global en el segle XXI** (Houghton et al., 1990, 1992).

Tot i així, també existeix una plataforma científica alternativa, denominada Coalició Científica Internacional del Clima (ICSC, en les sigles en anglès) que nega que el canvi climàtic tingui un origen antropogènic, i afirma que el clima global sempre està canviant d'acord a causes naturals i que els canvis que s'han produït recentment no són inusuals.

Però, sigui com sigui, no es pot negar que hi ha una considerable incertesa respecte a les implicacions del canvi climàtic global i les respostes dels ecosistemes.

Existeixen molts organismes que es dediquen a estudiar el canvi climàtic desde perspectives diverses. Un dels més rellevants és el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), que fins ara ha elaborat quatre informes globals (1990, 1995, 2001 i 2007) on es presenten les principals evidències científiques sobre el canvi climàtic. L'IPCC també ha elaborat diversos informes especials sobre qüestions de interès com els possibles escenaris futurs d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH). Els últims escenaris es van publicar a l'informe Especial del IPCC sobre escenaris d'emissions (Nakicenovic i Swart., 2000) (IEEE, 2000).

A l'informe es defineix un **escenari com una descripció plausible de l'evolució futura de les emissions de substàncies que podrien ser radiativament actives** (per exemple, gasos d'efecte hivernacle, aerosols), **basada en un conjunt coherent de supòsits sobre les forces que les determinen** (per exemple, el desenvolupament demogràfic i socioeconòmic, l'evolució tecnològica) **i les principals relacions entre ells**. Els escenaris de concentracions, obtinguts en base a uns escenaris d'emissió, s'introdueixen en un model climàtic per a obtenir projeccions del clima.

L'IPCC ha definit **4 famílies d'escenaris (A1, A2, B1 i B2)** que quantifiquen les possibles evolucions d'emissions antropogèniques de GEHs al llarg del segle 21, però actualment, ja hi ha evidències de **que les concentracions de gasos d'efecte hivernacle creixen per sobre del pitjor dels escenaris previstos** (Canadell et al, 2007).

En aquest treball també s'han tingut en compte altres organismes dedicats a l'estudi del canvi climàtic, com el Tyndall Center for Climate Change Research que ha creat conjunts de dades climàtiques del passat (CRU TS 2.1) (Mitchell i Jones, 2005) per al període 1901-2002 i del futur (TYN SC 2.0) (Mitchell et al, 2003). per al període del 2001-2100. La base de dades del futur s'ha creat a partir de models climàtics globals (GCM en anglès) que han utilitzat els escenaris definits per l'IPCC per crear projeccions del clima futur. Els conjunts de dades del CRU i del TYN tenen un format de grids cartogràfiques d'alta resolució, aptes per utilitzar-les amb sistemes d'informació geogràfica (SIGs).

## Objectius

Els objectius d'aquest estudi són:

Valorar **la incertesa associada als GCM en la projecció del clima futur**, comparant les projeccions de les variables climàtiques de diferents GCM i analitzant els patrons generals de les sèries temporals d'aquests paràmetres, a l'àmbit del continent europeu.

Valorar els **patrons generals de canvi de les variables climàtiques** sobre les principals cobertes del sòl a les principals regions biogeogràfiques del continent europeu i estimar quines cobertes i regions poden resultar més exposades al canvi climàtic.

## Metodologia

El projecte es basa en l'anàlisi de la possible evolució futura de tres variables climàtiques durant quatre períodes: 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, 2081-2100. L'àmbit general de treball ve donat per l'envolupant de les coordenades següents, en el sistema de referència latitud-longitud amb Datum WGS84:

Longitud mínima: -25° 30'

Longitud màxima: 75° 30'

Latitud mínima: 18° 30'

Latitud màxima: 84° 30'

L'àmbit específic es redueix a les principals cobertes i regions del continent europeu.

Les variables estudiades són:

- DTR: Rang de la temperatura diürna a prop de la superfície (en graus Celsius °C)
- MT: Temperatura mitjana a prop de la superfície (en graus Celsius °C)
- PL: Precipitació (mm, equivalent a litres/m<sup>2</sup>)

Tots els valors són mitjanes mensuals. Per conèixer els possibles valors futurs d'aquestes variables climàtiques s'ha utilitzat **l'aplicatiu informàtic TETYN**, mitjançant el qual s'han processat les dades del **Tyndall** per a **extreure les dades** dels models climàtics (HADCM3, CSIRO2, ECHAM4, CGCM2 i PCM) i escenaris futurs (A1FI i A2) del clima de l'IPCC per al períodes 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 i 2081-2100 i les dades del **CRU** del període 1983-2002 per crear un model de referència per a les variables climàtiques d'estudi.

Amb el SIG Miramon (Pons, 1994) i amb programes de càlcul s'han processat les dades de les projeccions extretes per cada variable, model, escenari i període, per obtenir les mitjanes globals de les variables. Així s'han obtingut els patrons generals de les sèries temporals de cada variable a tot l'àmbit d'estudi, que permet **comparar la variabilitat entre models i/o entre escenaris** i valorar la **incertesa** associada a la **modelització climàtica**.

Per altra banda, s'han calculat les variacions que es preveu que patiran aquestes variables en el futur respecte el període de referència i s'ha obtingut la representació en format ràster (mapa de bits) d'aquests valors. Els mapes obtinguts permeten fer **un primer anàlisi visual** de les zones que poden resultar més afectades pel canvi climàtic, així com de la variabilitat entre models i escenaris.

Aquestes **patrons de canvi** s'han aplicat a les diferents cobertes del sòl i regions biogeogràfiques del continent europeu, per valorar la seva exposició al canvi climàtic. Les cobertes s'han obtingut a partir de la base de dades **Land Cover Corine**, de l'European

Environmental Agency (EEA) que a partir de la fotointerpretació d'imatges satèl·lit homogènies, ha digitalitzat les cobertes i usos al continent europeu. La base de dades original és un raster categòric amb 50 categories, que s'han reclassificat per obtenir només 11 categories d'estudi, que són les següents:

- Aigües continentals (AGC)
- Aiguamolls continentals (AMC)
- Aiguamolls marítims (AMM)
- Superfícies artificials (ART)
- Bosc (BSC)
- Àrees amb escassa vegetació (ESC)
- Glaceres i neus perpètuas (GLA)
- Zones de matolls i vegetacions herbàcies (MAT)
- Platges, dunes i sorres (PLA)
- Zones agrícoles de regadiu (REG)
- Zones agrícoles de secà (SEC)
- Aigües marines
- Zones no classificades

Les regions biogeogràfiques s'han obtingut a partir del **Centre Temàtic Europeu Sobre La Diversitat Biològica**, de l'Agència Europea del Medi Ambient, va definir les Bio-Regions Geogràfiques de la Unió Europea, d'acord amb les delimitacions oficials utilitzades en la Directiva Hàbitats (92/43/CEE) i de la Xarxa EMERALD

Les regions estan en un format digital vectorial (polígons), que permet el seu tractament cartogràfic i estadístic amb sistemes de informació geogràfica.

Les regions biogeogràfiques considerades són:

- Regió Alpina (ALP)
- Regió Atlàntica (ATL)
- Regió mar negra (BLK)
- Regió Boreal (BOR)
- Regió Continental (CON)
- Regió Mediterrània (MED)
- Regió Panònica (PAN)
- Regió Estèpica (STP)

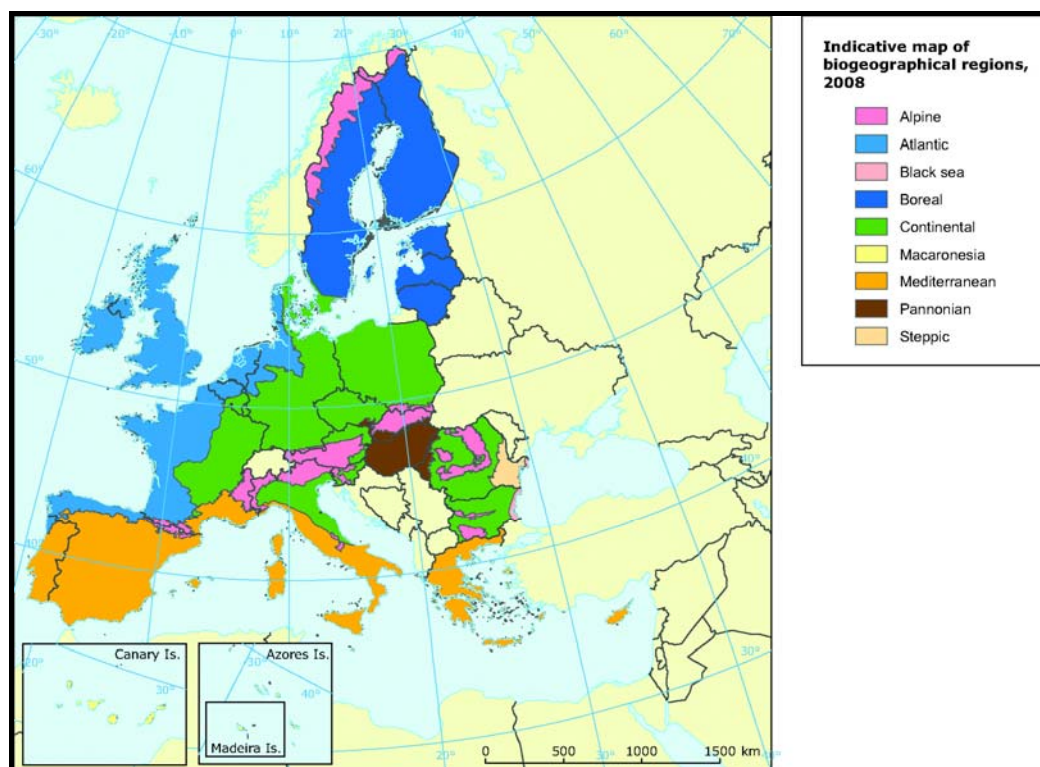


Figura 1: Regions biogeogràfiques d'Europa Font: EEA

## Resultats

Els patrons generals de les sèries temporals obtingudes indiquen que per a la **DTR**, a l'escenari A1FI, el model HadCM3 segueix un patró que divergeix fortament de la resta de models, que segueixen un patró bastant similar. En canvi a l'escenari A2, s'observa que els models CSIRO2, PCM i CGCM2 tenen patrons que pràcticament coincideixen mentre que el model HadCM3 s'allunya bastant de la mitjana de patrons per sobre d'aquesta i el model ECHAM4, s'allunya també bastant, però per sota de la mitjana.

Pel que fa a la variabilitat entre escenaris, s'ha observat que el comportament dels models segons els escenaris són **pràcticament proporcionals**, és a dir, els escenaris segueixen el mateix patró general dins de cada model, però varia la seva intensitat. Aquesta relació proporcional entre escenaris també es produeix per a les variables MT i PL mensual.

Respecte a la variabilitat de models per a la variable **MT**, s'ha observat que a l'escenari A1FI, el model ECHAM4 segueix un patró més extrem que descriu un augment de la temperatura més acusat, en canvi, la resta de models segueixen un patró més similar, sobretot els models HadCM3 i CGCM2 que gairebé coincideixen. A l'escenari A2, s'ha observat que el model PCM presenta un patró general amb augment de temperatura bastant més suaus que la resta de models, i el model ECHAM4 descriu l'augment més acusat, igual que a l'escenari A1FI.

Per a la variable **PL**, s'ha observat que a l'escenari A1FI, el model ECHAM4 s'allunya més de la mitjana de patrons generals de la resta de models, descrivint un augment més acusat. La

resta de models segueixen un patró bastant similar. En canvi a l'escenari A2, s'observa que els models CSIRO2, PCM i CGCM2 tenen patrons generals molt similars, mentre que el model ECHAM4 s'allunya bastant de la mitjana de patrons per sobre d'aquesta i el model HADCM3, s'allunya també bastant, però per sota de la mitjana de patrons.

Per a les tres variables, la **variabilitat és major entre models que entre escenaris**. Els escenaris són pràcticament proporcionals. En general, l'escenari amb més emissions, A1FI, presenta canvis més intensos.

Tot i això, els resultats obtinguts mostren que hi ha una **gran variabilitat entre les diferents projeccions dels diferents GCM**, això posa de manifest una de les principals incerteses que hi ha en les projeccions climàtiques o estimacions de l'evolució futura del clima, que és **la incertesa de la capacitat humana de modelitzar el clima** (Foley, 2010)

Per altra banda, aquesta **falta de convergència entre les diferents projeccions** observades també es deu a la **incertesa inherent al sistema climàtic**, que inclou la incertesa associada al desconeixement de les emissions futures de gasos d'efecte hivernacle i a la incertesa de com el sistema climàtic és probable que respongui a les nostres accions, ja que **no es coneix exactament el destí final de les emissions**, és a dir, no es coneix plenament el cicle del carboni. (IPCC, 2007)

Però malgrat les incerteses associades, les projeccions dels GCM són molt importants per **preveure** com ens afectaran **els possibles impactes** del canvi climàtic.

Els **patrons de canvi** de les variables obtinguts a les diferents cobertes indiquen que:

A la coberta **AGC**, la DTR augmentaria més a la regió atlàntica, fins a 1°C i a disminuiria més a la regió alpina i a la regió boreal. La MT podria augmentar entre 4 i 6°C a tot arreu, però l'augment més significatiu es donaria a les regions alpina i boreal. La PL\_mensual presenta més diversitat entre regions, però podria augmentar més a les regions alpina i boreal, i disminuiria la regió atlàntica.

A la coberta **AMC**, la DTR augmentaria a les regions atlàntica, mediterrània i del mar negre, i disminuiria de manera acusada i constant a la regió alpina i boreal. La MT podria augmentar a totes les regions biogeogràfiques, sobretot a les regions boreal i alpina, amb un augment de més de 5°C. La PL presenta més diversitat entre regions, a la regió alpina i boreal la precipitació podria augmentar; en canvi, a la regió mediterrània, la PL disminuiria progressivament.

A la coberta **AMM**, la DTR presenta un patró de canvi amb una tendència general positiva. La MT presenta patrons de canvi bastant proporcionals entre les regions considerades, a la regió boreal és on més augmentaria superant els 5°C i a l'atlàntica, on menys, per sota dels 4 °C. La PL\_mensual presenta més diversitat entre regions. A la regió boreal l'augment podria ser més acusat.

A la coberta **ART**, la DTR presenta patrons de canvi bastant similars i proporcionals entre les regions mediterrània, atlàntica, mar negre, continental i estèpica. En aquestes regions la tendència general és positiva. Pel que fa a la regió alpina, la DTR augmenta de manera constant i a la

regió boreal disminueix en general. La MT presenta patrons de canvi bastant proporcionals entre totes les regions considerades, amb augments d'entre 3°C i 5°C. La PL\_mensual presenta més diversitat entre regions. A la regió boreal s'observa el patró de canvi més extrem i augmentaria significativament. En canvi, pràcticament a la resta de regions, hi hauria una tendència negativa.

A la coberta **BSC**, la DTR presenta patrons de canvi bastant similars entre les regions mediterrània, atlàntica, continental, alpina i panònica., sent pràcticament proporcionals al darrer període. En aquestes regions la DTR presenta una tendència general positiva. Pel que fa a la regió boreal disminuiria de manera acusada. La MT presenta patrons de canvi bastant proporcionals entre totes les regions considerades, amb augments d'entre 4°C i 5°C. La PL\_mensual presenta més diversitat entre regions. A la regió boreal s'observa el patró de canvi més extrem, amb un augment més acusat. En canvi, a la resta de regions, hi ha una tendència negativa, sobretot a la regió mediterrània. A la regió alpina, presenta un lleuger increment.

A la coberta **ESC**, la DTR presenta molta diversitat entre regions, a la regió mediterrània augmenta de manera acusada i constant, mentre que a la regió alpina disminueix i a l'atlàntica no hi ha canvis significatius. La MT presenta patrons de canvi bastant proporcionals entre totes les regions considerades, sobretot entre les regions alpina i mediterrània, amb augments d'entre 4°C i 5°C. La PL\_mensual presenta patrons més heterogenis. A la regió alpina augmenta i a la regió mediterrània la tendència és negativa.

A la coberta **GLA**, la DTR presenta un patró de canvi amb una tendència

negativa. La DTR disminueix de manera acusada i constant fins a 1°C. En canvi, la MT presenta una tendència positiva i augmenta constantment. La PL\_mensual presenta un patró més irregular, augmentaria i disminuiria alternativament.

A la coberta **MAT**, la DTR presentaria una tendència general positiva a les regions mediterrània, atlàntica i continental. En canvi a la regió boreal disminuiria de manera acusada. La MT presenta patrons de canvi bastant proporcionals entre totes les regions considerades, amb augments d'entre 3,75°C i 5,25°C, aproximadament. La PL\_mensual presentaria més diversitat entre regions. A la regió boreal s'ha observat el patró de canvi més extrem, amb un augment més acusat. En canvi, a la resta de regions, hi hauria una tendència negativa, sobretot a la regió mediterrània. A la regió alpina, presentaria un lleuger increment.

A la coberta **PLA** la DTR presenta un patró de canvi amb una tendència positiva. La MT presentaria patrons de canvi bastant proporcionals entre les regions considerades, amb augments d'entre 3,75°C i 4,75°C, aproximadament. La PL\_mensual presentaria patrons de canvi bastant proporcionals entre regions però amb fluctuacions, i disminuiria durant els últims períodes, sobretot a la regió mediterrània.

A la coberta **REG**, la DTR presentaria patrons de canvi molt similars a totes les regions considerades, excepte a la regió boreal, que és la única on la DTR disminuiria. La MT presentaria patrons de canvi bastant proporcionals entre les regions considerades, amb augments d'entre 3,5°C i 5°C, aproximadament. La regió estèpica és la que presentaria un augment superior i l'atlàntica, inferior. La PL\_mensual presentaria

patrons de canvi més heterogenis entre regions. A la regió boreal la tendència seria sempre positiva i a la regió mediterrània és on més disminuiria la PL\_mensual.

A la coberta **SEC**, la DTR presenta patrons de canvi molt similars a totes les regions considerades, excepte a la regió boreal, que és la única on la DTR disminuiria. La MT presentaria patrons de canvi bastant proporcionals entre les regions considerades. Les regions alpina i estèpica són les que presentarien un augment superior (5°C) i l'atlàntica, inferior (3,5°C). La PL\_mensual presentaria patrons de canvi més heterogenis entre regions. La regió boreal presentaria una tendència positiva, en canvi a la mediterrània seria negativa. A la resta de regions, la PL\_mensual presentaria fluctuacions.

Els resultats obtinguts mostren una **gran variabilitat geogràfica** que indiquen que **l'exposició al canvi climàtic** diferirà entre unes regions i unes altres, aquesta exposició dependrà de la velocitat i magnitud del canvi climàtic.

**Per regions**, els resultats obtinguts per al quart període d'estudi (2081-2100) indiquen que hi haurà canvis més significatius a les regions següents:

La **regió boreal** és la que patirà **patrons** de canvi sempre **més extrems**, és la regió on podria disminuir més la DTR (una mica més d'1°C), on augmentaria més la MT (per sobre dels 5°C) i on hi hauria un increment superior de PL\_mensual (per sobre dels 10 mm mensuals de mitjana). Entre cobertes variaria la magnitud del canvi, però els patrons serien els mateixos.

A la regió **mediterrània** també s'han observat els **mateixos patrons** de canvi a totes les cobertes, variarien només en



la intensitat. En general, la DTR i la MT augmentarien però la PL\_mensual es reduiria a totes les cobertes.

A la regió **alpina**, tot i que en general les **tendències serien similars**, els patrons de canvi varien en funció de la coberta. Per la DTR, s'han observat tendències negatives a totes les cobertes, excepte a la coberta de superfícies artificials (ART) i a la coberta de platges, dunes i sorres (PLA), agricultura de regadiu (REG) i agricultura de secà (SEC). La MT, augmentaria a totes les cobertes per damunt dels 4°C i pel que fa a la PL\_mensual, augmentaria a tot arreu, excepte a les cobertes de superfícies artificials (ART), platges, dunes i sorres (PLA) i agricultura de secà (SEC), on disminuiria lleugerament.

Dels resultats obtinguts s'extreu que les variables climàtiques tenen **comportaments més heterogenis a les diferents cobertes**. Pel que fa a les **regions biogeogràfiques**, presenten **patrons més similars**, sobretot a la **regió boreal i a la regió mediterrània**.

### Conclusions

Els patrons generals a l'àmbit del continent europeu indiquen que hi haurà un progressiu increment de les temperatures mitjanes tot i que hi ha molta variabilitat pel que fa a la intensitat dels efectes o canvis previstos; que la DTR disminuirà sobretot al nord i que la PL\_mensual presenta molta heterogeneïtat, però a grans trets, es pot dir que disminuirà més al sud i augmentarà més al nord del continent. **La variabilitat observada es major entre GCM** que entre escenaris, els quals són bastant similars i fins i tot són proporcionals en alguns models, tot i així, entre els escenaris de la família A, els canvis són més significatius al de més emissions (A1FI).

Com és d'esperar la **variabilitat i la incertesa associada als models i als escenaris augmenta amb el temps**. Les projeccions convergeixen més als períodes inicials però a mesura que l'horitzó de la projecció és més llunyà, la variabilitat augmenta. Per reduir-la, s'haurien de conèixer amb més profunditat les fonts d'incertesa associades i introduir millores en les projeccions.

Les variables **mostren canvis en el seu comportament** al llarg dels quatre períodes estudiats, sobretot la PL\_Mensual, que presenta més punts d'inflexió entre els diferents períodes. En canvi, la MT i la DTR descriuen patrons més regulars. Aquest fet posa de manifest que la confiança en les projeccions és més gran quan es tracta de la temperatura que quan es tracta de la precipitació.

Les projeccions presenten **patrons de canvi més heterogenis a les cobertes que a les regions**. Les cobertes tenen una variabilitat més gran i el seu comportament varia en funció de a quina regió es trobin, en canvi, a les regions es troben patrons més homogenis.

Les cobertes que patiran canvis més significatius i que poden resultar més exposades al canvi climàtic són les glaceres, les platges, els aiguamolls i els boscos mediterranis. Pel que fa a les regions, les més exposades seran la mediterrània i l'alpina. Aquesta falta d'homogeneïtat entre cobertes posa de manifest la necessitat de diversificar les polítiques globals i estratègies de la UE per tal de mitigar els efectes del canvi climàtic.

## **Bibliografia**

- CANADELL, J. ET AL,** (2007): "Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks"
- CORINE** Land Cover technical guide. Office for Official Publications of the European Communities, 1994.
- FOLEY, A. M.,** (2010): "Uncertainty in regional climate modelling: A review" *Progress in Physical Geography*, 1-24
- HARE, W.** (2003): "Assessment of knowledge on impacts of climate change-contribution to the specification of Art. 2 of the UNFCCC. Background report to the WBGU" special report 94.
- HOUGHTON, J.T., CALLANDER, B.A., AND VARNEY, S.K.,** (1990). "Climate Change: The IPCC Scientific Assessment" Cambridge University Press. pp. 365
- HOUGHTON, J.T., CALLANDER, B.A., AND VARNEY, S.K.,** (1992). "Climate Change 1992: The Supplemental Report to the IPCC Scientific Assessment". Cambridge University Press. pp. 200
- IPCC** (2001) "Climate change 2001: The scientific basis". Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, pp 881
- IPCC,** (2007) "Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" [Parry, Martin L., Canziani, Osvaldo F., Palutikof, Jean P., van der Linden, Paul J., and Hanson, Clair E. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp 1000.
- MEEHL, G.A.; STOCKER, T. F.; COLLINS, W. D.; FRIEDLINGSTEIN, P.; GAYE, A. T.; GREGORY, J. M.; KITO, 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, in: 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, United Kingdom and New York, NY, USA.
- PONS, X.** (1994) "MIRAMON". CREA, UAB
- MITCHELL, T. AND JONES, P.:**(2005) "An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high resolution grids" *Int. J. Climatol.*, 25, 693–712.
- MITCHELL, T. D., ET AL,** (2003): "A comprehensive set of climate scenarios for Europe and the globe". Tyndall Centre Working Paper 55.
- MITCHELL, T. D.; HULME, M.** (1999) "Predicting regional climate change: Living with uncertainty" *progress in Physical Geography* 23:57-78.
- NAKICENOVIC N, ALCAMO J, DAVIS G, DE VRIES B, FENHANN J, GAFFIN S, GREGORY K, GRUBLER A, JUNG TY, KRAM T, LA ROVERE EL, MICHAELIS L, MORI S, MORITA T, PEPPER W, PITCHER H, PRICE L, RAIHI K, ROEHL A, ROGNER H-H, SANKOVSKI A, SCHLESINGER M, SHUKLA P, SMITH S, SWART R, VAN ROOIJEN S, VICTOR N, DADI Z** (2000) "IPCC Special Report on Emissions Scenarios". Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press. p 599
- PEÑUELAS, J.; OGAYA, R.; BOADA, M.; JUMP, A. S.** (2007) "Migration, invasion and decline: changes in recruitment and forest structure in a warming-linked shift of European beech forest in catalonia (NE Spain)". *Ecography*, 30(6): 829-837
- SCHNEIDER, S.H. ET AL.** (2007) "Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 779-810.
- SOLYMOSI, N.; KERN, A.; MARÓTI-AGÓCS, A.; HORVÁTH, L.** (2007) "An easy to use tool for extracting climatic parameters from Tyndall datasets" *Environmentak Modelling-software*, 948-949
- TANNERT, C.; ELVERS, H. D.; JANDRIG, B.** (2007) "The ethics of uncertainty: In the light of possible dangers, research becomes a moral duty" *Embo Reports* 10: 892-896.
- TIMOTHY D. MITCHELL, TIMOTHY R. CARTER, PHILIP D. JONES, MIKE HULME, AND MARK NEW** (2004) "A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: The observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100)". Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper 55