

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Canvi climàtic i aigua: Podem conèixer el cicle hidrològic del futur?

Pere Quintana Seguí

Observatori de l'Ebre (URL-CSIC)

Jornada de portes obertes
Diumenge 20 de novembre de 2011

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

- 1 L'Observatori
- 2 Objectiu
- 3 Clima i aigua
- 4 Simulació
- 5 Certesa i incertesa
- 6 Conclusions

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Fundació

Fou fundat l'any 1904 per la Companyia de Jesús.

La idea original

Investigar els diversos aspectes de la relació Sol-Terra en un
únic observatori, organitzat *ad hoc*.

L'observatori avui en dia

- 1 **Recerca:** Geomagnetisme i aeronomia; Clima i hidrologia.
- 2 **Observació:** Geomagnetisme, ionosfera, sismicitat, atmosfera, fotosfera solar.

Presentació de l'Observatori de l'Ebre

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Nova línia de recerca

- L'any 2008 l'Observatori de l'Ebre creà una nova línia de recerca.
- Aquesta s'uneix a la recerca que ja realitza l'OE en altres àmbits.

Impactes del canvi climàtic sobre el cicle hidrològic

- Un tema proper a la societat
- L'aigua és una temàtica fonamental per la societat humana en general i per la societat de les Terres de l'Ebre en concret.
- El canvi climàtic és també una temàtica que ha agafat molt de protagonisme a la llista de problemes a resoldre.

Acomiadament dels Jesuïtes

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

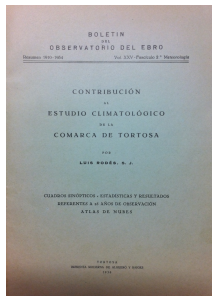
Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

- Després de més de 100 anys, aquest nadal els Jesuïtes s'acomiaden de nosaltres.
- Dia 14 de desembre hi haurà un acte públic d'acomiadament.
- A la biblioteca hi trobaran una petita exposició sobre els Jesuïtes a l'Observatori de l'Ebre



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Canvi climàtic i aigua: podem conèixer el cicle hidrològic del futur?

Temes que tractarem

- 1 Què és el sistema climàtic i el cicle hidrològic.
- 2 Com els estudiem.
- 3 Què podem saber i què no podem saber.

Temes que no tractarem

- Descripció dels escenaris climàtics previstos.

El cicle de l'aigua

Canvi climàtic i aigua:
Podem conèixer el cicle hidrològic del futur?

Pere Quintana Seguí

L'Observatori

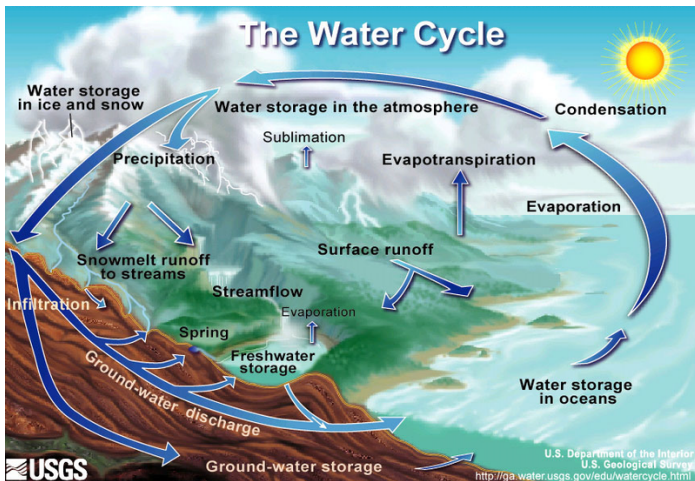
Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i incertesa

Conclusions



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

El cicle de l'aigua en nombres

Fluxos entre els diferents compartiments del cicle hidrològic (en $10^3 km^3 dia^{-1}$).

	Oceans	Atmosfera	Continents
<i>Stock (%)</i>	96.5	0.001	3.46
Evaporació	-505	577	-72
Precipitació	458	-577	119
Escorrentia	47		-47

El cicle de l'aigua és molt important

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

El pantà de Sau quasi sec



El cicle de l'aigua és molt important

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

L'Ebre a punt de desbordar a Tortosa



El cicle de l'aigua és molt important

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Necessitem l'aigua per viure

- Agricultura
- Indústria
- Serveis

Té riscos associats

- Sequeres
- Precipitacions intenses
- Inundacions

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Són correctes aquestes frases?

- 1 La climatologia no ha permès que es jugui el partit.
- 2 El clima no ha permès que es jugui el partit.
- 3 La meteorologia no ha permès que es jugui el partit.
- 4 El temps no ha permès que es jugui el partit.

El temps i el clima

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

El temps

És l'estat de l'atmosfera en un moment donat.

El clima

És el temps que s'espera que faci.

Fa mal temps



El clima és àrtic



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

El temps

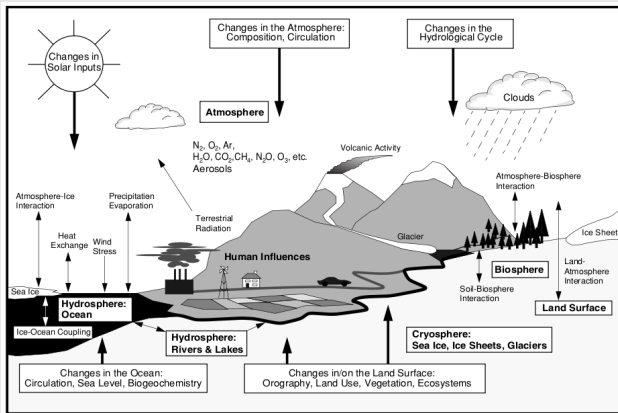
- Avui plou.
- Dimarts bufarà de mestral.
- Quina dia més humit!

El clima

- A Roquetes hi fa molta calor durant l'estiu.
- A Tortosa sol ploure per la Cinta.
- A les Terres de l'Ebre hi fa molt de vent.

- Però el clima no només és un concepte estadístic.

El sistema climàtic



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Complex

No és simple, inclou moltes parts diverses.

- Sistema amb moltes parts.
- Hi ha molta interacció entre aquestes parts.
- Els petits canvis tenen conseqüències inesperades.

Cal que tinguem en compte totes les parts del sistema.

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

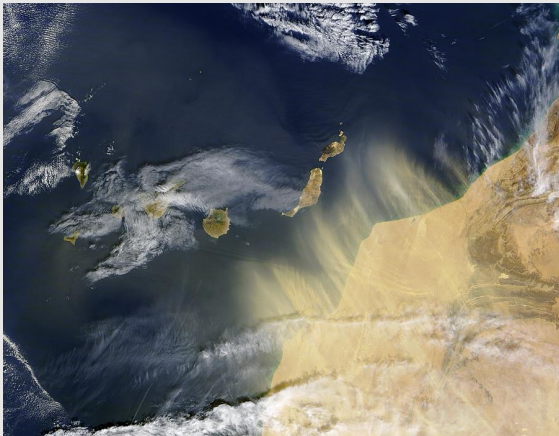
Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Pols del Sàhara sobre l'Atlàntic



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Sistemes complexos i prediccions

“És difícil fer prediccions, especialment si són sobre el futur”

Predicció del temps

- Les prediccions del temps són prou bones a cinc dies vista.
- Només cal tenir en compte l'atmosfera

Predicció del clima

- Fer prediccions sobre el clima és més difícil.
- Cal tenir en compte tot el sistema climàtic (oceà, atmosfera, superfície continental, ...).
- **Parlem d'escenaris no de prediccions**

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

- El clima ha canviat sempre i sempre canviarà.
- Ara els homes estem fent canviar el clima de manera global i ràpida!



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

- Els humans estem emetent molts gasos d'efecte hivernacle (CO_2).
- La presència d'aquests gasos fa que l'atmosfera retengui més energia de la que rebem del Sol i, per tant, pugi la temperatura.
- Com que el sistema és **complex**, quan canvio quelcom, llanço tota una cadena de canvis, com un dòmino!



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

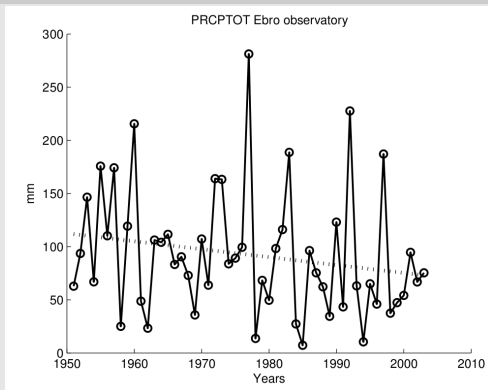
Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Precipitació total (estiu)



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

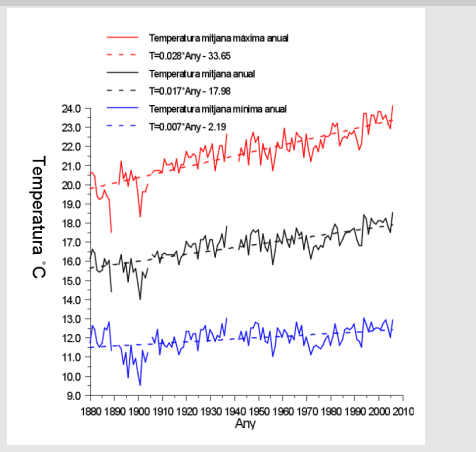
Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Temperatura màxima i mínima



El sistema sòl-vegetació-atmosfera

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

- És part del sistema climàtic
- Nosaltres vivim dins d'aquest sistema.
- L'estem canviant molt
- Fonamental per entendre el cicle hidrològic



L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

El sistema sòl-vegetació-atmosfera

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

No només canviem el clima global, també canviem el paisatge i això té impactes importants:

- en el cicle de l'aigua.
- també en el clima, sobretot a l'escala regional.



Com podem estudiar aquests sistemes?

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

- Els humans estem fent molts canvis al nostre planeta.
- Aquests canvis afecten el **clima** i el **cicle de l'aigua**, entre d'altres.
- Com podem entendre aquests sistemes complexos?
- Com podem saber **com serà el cicle hidrològic del futur?**

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

- Els científics intentem explicar el món amb teories.
- Sense dades no podem fer teories sòlides.

Teoria

Teoria: Principi general, fórmula, ideats per tal d'explicar cert ordre de fets.

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions



**Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?**

**Pere
Quintana
Seguí**

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions



Exemple de simulació

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

- Amb un model podem fer moltes experiències que no es poden fer al món real.
- Però el model no és el món real.
- El model només conté allò que coneixem.
- El perill és confondre el model amb la realitat.

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

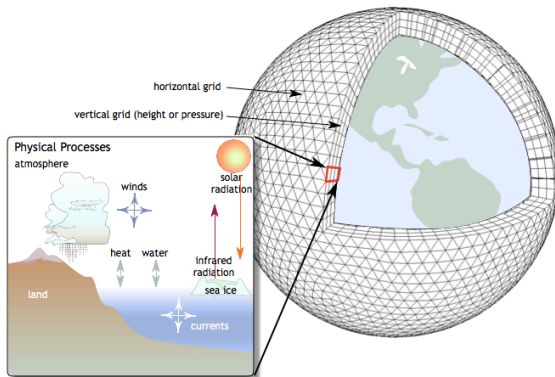
Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

- Simulen el clima global de la Terra.
- ~ 100 km de resolució.



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

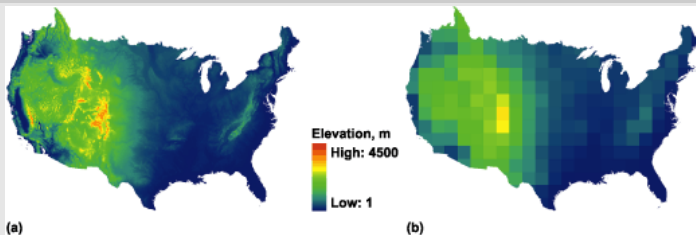
Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Efecte de la resolució sobre la topografia



Canvi climàtic i aigua:
Podem conèixer el
cicle hidrològic del futur?

Pere Quintana Seguí

L'Observatori

Objectiu

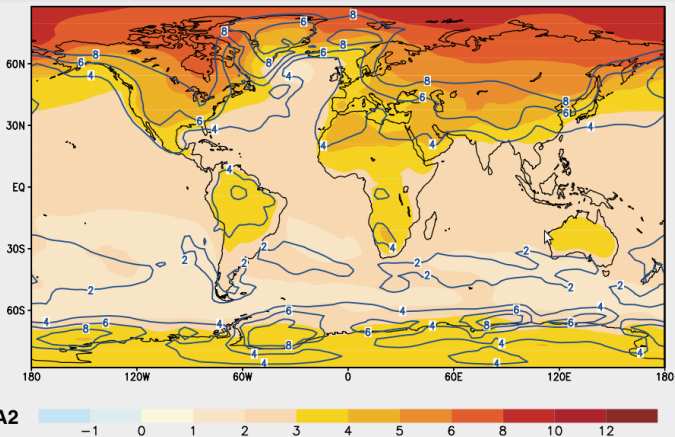
Clima i aigua

Simulació

Certesa i incertesa

Conclusions

Canvi de la Temperatura a finals de sXXI (C)



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

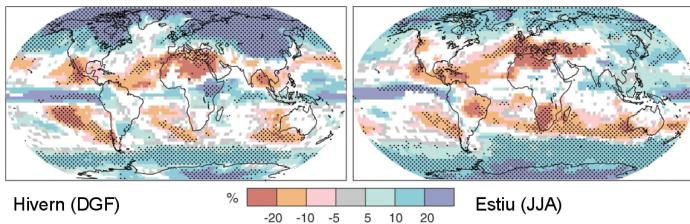
Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Canvi de la Precipitació a finals de sXXI (%)



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

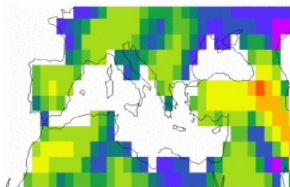
Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

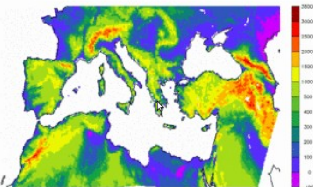
Nosaltres vivim a 1 km de resolució!

El relleu que veu el model



200 km

El relleu que voldríem



1 km



Desagregació estadística

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

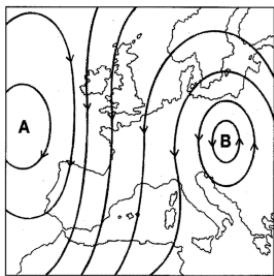
Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Gran escala (~ 100 km)



Petita escala (~ 1 km)



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

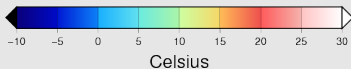
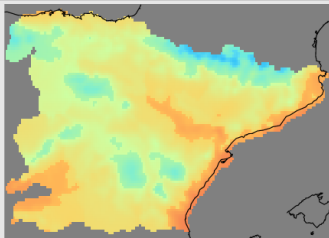
Simulació

Certesa i
incertesa

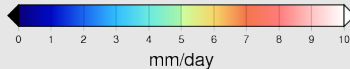
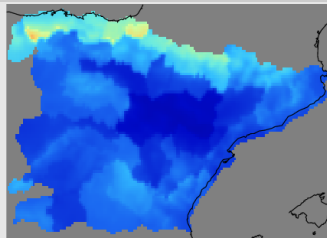
Conclusions

Temperatura i precipitació mitjanes.

Temperatura (C)



Precipitació (mm/dia)



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Aplicant una tècnica de **desagregació** als resultats d'un **model global** aconseguirem conèixer el clima a l'escala a la qual vivim.

- Temperatura
- Precipitació
- Vent
- etc.

Però i el cabal? I la humitat del sòl?

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Utilitzarem un model que simuli el sistema
sòl-vegetació-atmosfera a l'escala que ens interessa.



Canvi climàtic i aigua:
Podem conèixer el cicle hidrològic del futur?

Pere Quintana Seguí

L'Observatori

Objectiu

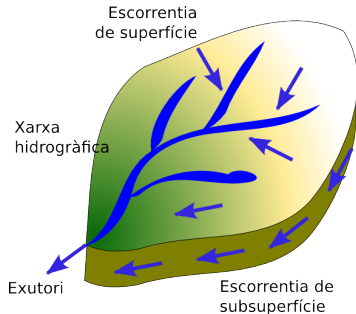
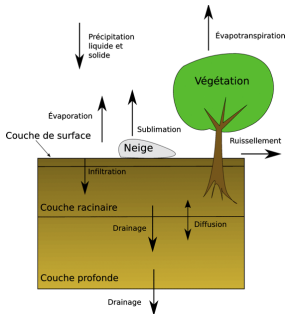
Clima i aigua

Simulació

Certesa i incertesa

Conclusions

Utilitzarem un model que simuli el sistema sòl-vegetació-atmosfera a l'escala que ens interessa.



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Reproducció del passat

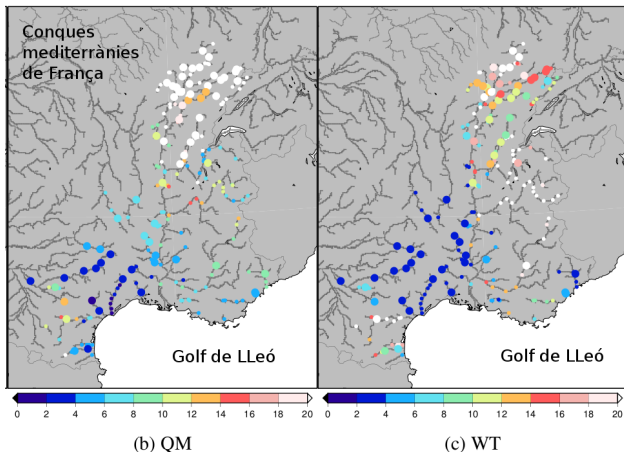
Si al model li donem la precipitació i la temperatura, entre d'altres, observades en el passat, podrà reproduir els cabals del passat.

Escenaris futurs

Si al model li donem la precipitació i la temperatura, entre d'altres, simulades pel **model global** i corregides pel mètode de **desagregació** obtindrem els cabals del futur.

Exemple

Finals de sXXI: Canvi en el període de retorn del del cabal amb un període de retorn de 10 anys calculat amb dos mètodes diferents.



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

**Certesa i
incertesa**

Conclusions

- A l'exemple anterior hem vist que dos mètodes diferents donen resultats diferents!
- **Ens els podem creure?!**

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

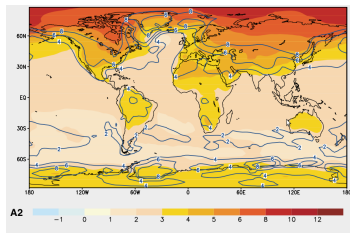
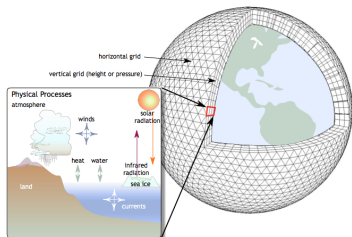
Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Els models globals tenen limitacions.

- 1 D'entrada només contempen les parts del sistema climàtic que coneixem.
- 2 De les parts que coneixem, no totes les simulen bé.
 - Resolució
 - Oceans
 - etc.



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

No sabem a quin ritme consumirem el petroli.



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Coneixem molt bé

- 1 La física de l'efecte hivernacle.
- 2 La física del cicle de l'aigua.

Podem afirmar

- 1 Que la temperatura global pujarà
- 2 Que la precipitació global augmentarà
- 3 Que la precipitació augmentarà al nord d'Europa
- 4 Que la precipitació disminuirà al nord d'Àfrica
- 5 etc.

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Però no podem dir exactament a quin ritme ni quina serà exactament l'estructura espacial dels canvis.

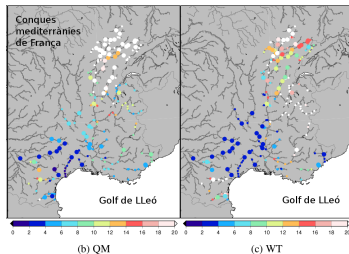
Treballem amb escenaris diferents

- Diferents escenaris d'emissions.
- Diferents models

Podem imaginar diferents futurs possibles i comparar-los

- Què passaria si?

- Els mètodes de desagregació tenen errors.
- No podem quantificar exactament els canvis per cada riu de Catalunya.
- Podem dir que és possible que hi hagi més riuades i més sequeres a Catalunya!
- Podem dir que segur que els nostres rius no portaran més aigua.



No és poc!

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cycle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

- Podem estimar com canviaran els cabals degut a l'escalfament global.
- No podem dir com canviaran els cabals degut als canvis al creixement de les ciutats, els canvis en l'agricultura, els trasvassaments, etc.



Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

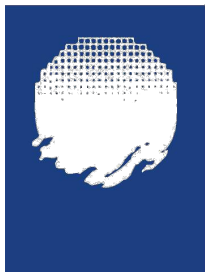
Certesa i
incertesa

Conclusions

- 1 El **clima** i el **cicle de l'aigua** són molt **importants**.
- 2 És un sistema **complex**: és difícil fer prediccions!
- 3 Necessitem saber com serà el **futur**.
- 4 La **simulació** ens permet “experimentar” amb la natura per **comprendre** millor com funciona.
- 5 Hi ha moltes fonts d'**incertesa**.
- 6 Però també tenim **certesa** en moltes coses.
- 7 **Ningú coneix el futur**.
- 8 Sabem el **que és possible** i el **que no ho és**.
- 9 Sabem el **que és probable** i el **que no ho és**.
- 10 Podem fer polítiques d'**adaptació**

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí



Observatori
de
l'Ebre

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

- 1 Biblioteca
- 2 Taller de meteorologia (Antic pavelló d'oficines)
- 3 Pavelló sísmic
- 4 Pavelló solar
- 5 Instrumentació Ionosfera

Canvi
climàtic i
aigua:
Podem
conèixer el
cicle
hidrològic
del futur?

Pere
Quintana
Seguí

L'Observatori

Objectiu

Clima i aigua

Simulació

Certesa i
incertesa

Conclusions

Com que plou, hem de canviar el programa previst per la visita:

- 1 Biblioteca.
- 2 Taller de meteorologia (es farà aquí mateix).