# Projections hydro-climatiques pour le XXIe siècle de l'échelle globale au bassin de la Durance

#### **Eric Sauquet**

Irstea, Unité de recherche Hydrologie-Hydraulique Lyon-Villeurbanne

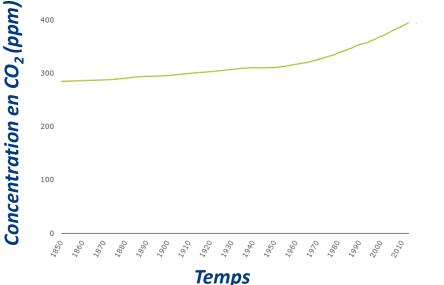


#### Au fil du temps

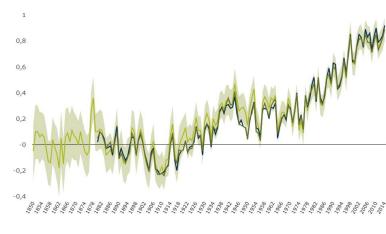
Un retour sur le passé :

Évolution de la température moyenne du globe

Tendance marquée sur le XX<sup>e</sup> siècle imputable pour une grande partie à l'augmentation des gaz à effet de serre (GES)



## Anomalie de température (°C)



**Temps** 

Augmentation fortement probable de la composition en GES au cours du XXI<sup>e</sup> siècle

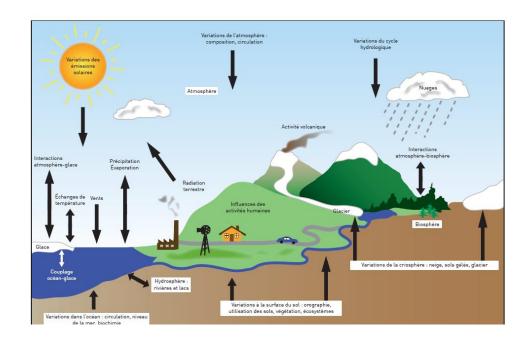
- → Un réchauffement probable du climat à l'échelle du globe
  - → Des outils pour anticiper les modifications du climat et ses conséquences sur d'autres secteurs

Source: European Environment Agency (http://www.eea.europa.eu)

### Les outils pour décrire le climat

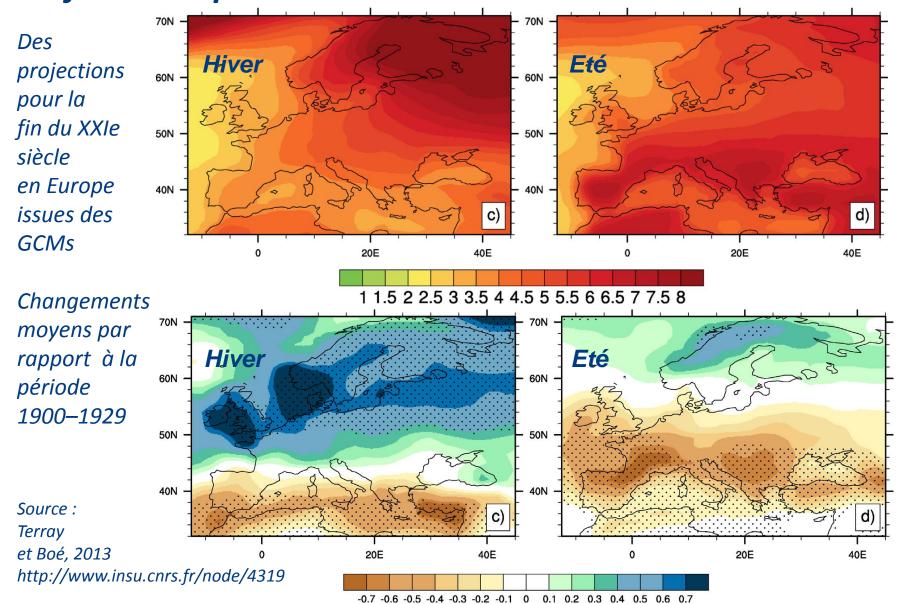
Sur des bases physiques, les « Modèles de Circulation Générale » (GCM en anglais) cherchent à reproduire les processus dans l'atmosphère et les interactions avec l'océan et les surfaces continentales

- → Des équations numériques (thermodynamique, mécanique des fluides)... à résoudre nécessitant de lourds moyens de calculs
- → Pour limiter les temps de calculs, un travail sur un maillage « grossier » recouvrant le globe



- → De nombreux GCMs existent (différences = taille de la maille, manière d'intégrer les lois physiques, etc.), d'où des réponses forcément différentes sous changement de composition en GES
- → Des outils en constante amélioration
- → Des incertitudes nombreuses inhérentes à une représentation simplifiée d'une réalité complexe – comme tout modèle

#### Au fil du temps

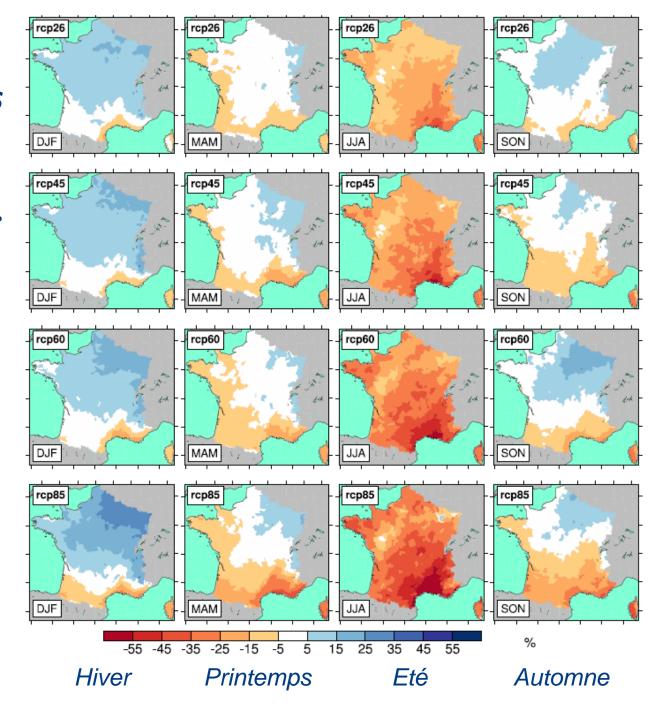


#### Au fil du temps

Des projections
fines pour la fin du XXIe
siècle en France
obtenues par
désagrégation
des sorties de GCM
selon quatre scénarios
(RCP) d'évolution de la
concentration en GES

Changements moyens par rapport à la période 1960–1990

Source: Dayon, 2015



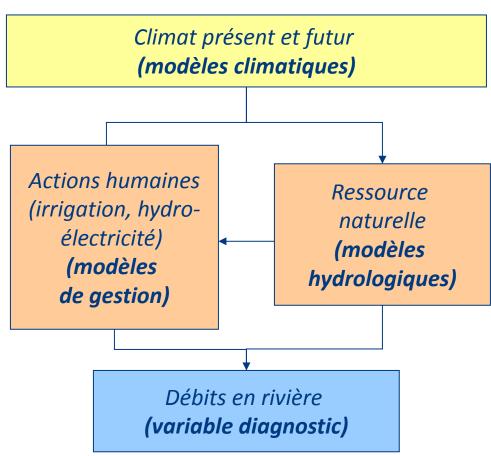
Les principes d'une étude d'impact du changement

climatique sur la ressource

Les études d'impact du changement climatique

Objectif: caractériser au mieux le système étudié (diagnostic, sensibilité et réponse du milieu) soumis à différentes perturbations

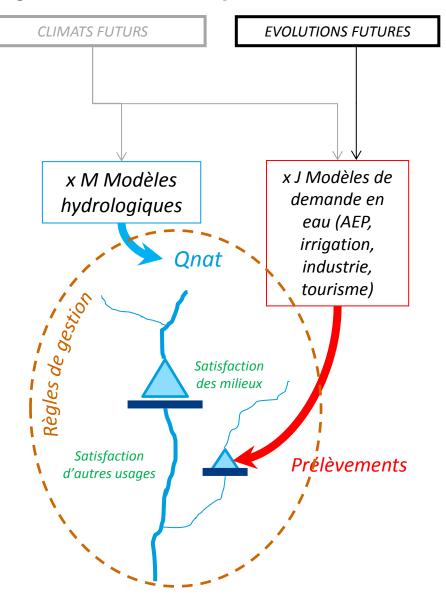
Approche employée: une chaîne de modélisation reproduisant le passé et susceptible de décrire le futur avec, en entrée une représentation du climat et en sortie la (les) variable(s) d'intérêt, caractérisant le devenir du système



Un modèle = représentation simplifiée de la réalité

#### *Un exemple : la Durance (projet R<sup>2</sup>D<sup>2</sup> 2050)*

- Projeter le futur des territoires connectés au système Durance-Verdon et de leur demande en eau
- Construire des projections hydro-climatiques à partir des modèles « physiques »
- Envisager des évolutions du territoire
- Mettre en œuvre une chaine de modélisation sous hypothèses futures en appliquant les règles de gestion actuelles
- Elaborer un diagnostic sur la durabilité du système dans une configuration de gestion actuelle

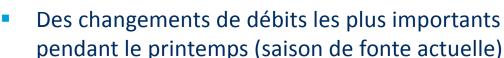


#### *Un exemple : la Durance (projet R<sup>2</sup>D<sup>2</sup> 2050)*

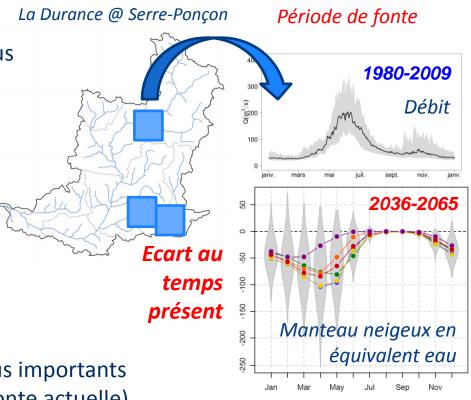
 Une augmentation de l'ordre de 1.5° C sur l'ensemble du bassin plus importante en été qu'en hiver

 Une évolution incertaine des précipitations

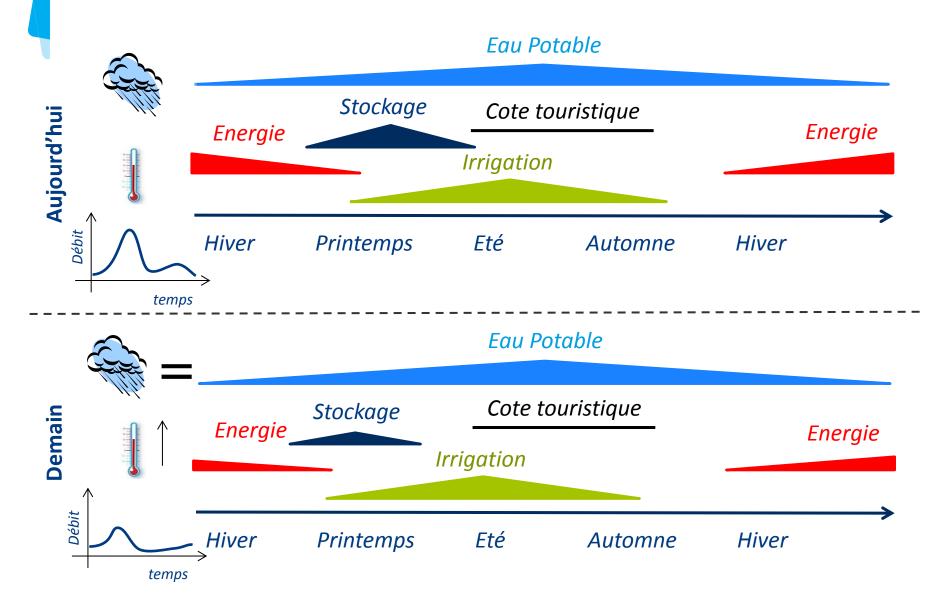
 Des modifications portant sur la constitution du stock de neige et sur sa fonte à Serre-Ponçon qui se propagent vers l'aval



- Une réduction des débits d'étiage estivaux, de l'ordre de -20 m³/s sur le débit moyen d'août à Cadarache
- Une évolution incertaine des crues, mais une dynamique vraisemblablement modifiée sur les bassins à dominante nivale



#### La gestion des ouvrages de la Durance



#### La gestion des ouvrages de la Durance en 2050

- Diminution de la demande globale en eau à l'échelle du territoire, cette demande étant fortement conditionnée par les scénarios territoriaux élaborés
- Capacité à satisfaire des demandes en eau en aval des ouvrages considérées comme prioritaires, au détriment de la production d'énergie en hiver (flexibilité moindre de l'hydro-électricité en période de pointe) et du maintien de cotes touristiques en été
- Diminution de la production d'énergie due notamment à la réduction des apports en amont des ouvrages hydroélectriques
- Même si les réserves physiques en eau semblent suffisantes à l'horizon 2050, les changements climatiques et socio-économiques (eux les premiers d'ailleurs dans un contexte de « bassin déversant ») vont modifier sensiblement la capacité à satisfaire les différents usages, sur la Durance comme sur le Verdon. Il faudra donc aux acteurs trouver les voies qui leur permettront de parvenir à un nouvel équilibre qui sera un compromis (→ la priorisation actuelle à mettre en débat ?)

Source: Sauquet et al., 2015

#### **Conclusions**

- A la fin du siècle :
  - en hiver, augmentation de  $0.6\pm0.7^{\circ}$ C pour le scénario RCP2.6 et  $2.6\pm0.8^{\circ}$ C pour le scénario RCP8.5.
  - en été, augmentation de 1,0  $\pm$  1,5°C pour le scénario RCP2.6 et 6,3  $\pm$  2.0°C pour le RCP8.5.
  - en hiver, augmentation des précipitations d'environ  $0.30 \pm 0.15$  mm/jour pour le scénario RCP2.6 et de  $0.38 \pm 0.40$  mm/jour pour le RCP8.5
  - en été, diminution des précipitations de 0,30  $\pm$  0,30 mm/jour pour le scénario RCP2.6 et de 0,80  $\pm$  0,25 mm/jour pour le scénario RCP8.5.
  - hausse des précipitations en automne et en hiver sur la moitié nord du pays et diminution sur le sud
- De manière générale :
  - une diminution de la ressource en eau en période estivale
  - une diminution des stocks de neige et une fonte avancée dans l'année qui induisent une réduction des débits au printemps

Sources: Dayon, 2015; Chauveau et al., 2013

#### Pour en savoir plus...

- Chauveau M., Chazot S., Perrin C., Bourgin P.-Y., Sauquet E., Vidal J.-P., Rouchy N., Martin E., David J., Norotte T., Maugis P. & de Lacaze X. (2013). Quels impacts des changements climatiques sur les eaux de surface en France à l'horizon 2070 ? La Houille Blanche, 4 : 5-15, doi : 10.1051/lhb/2013027.
- Dayon G., 2015. Evolution du cycle hydrologique continental en France au cours des prochaines décennies. Université Toulouse 3, novembre 2015, 207 pages.
- Sauquet et al., 2015. Projet R<sup>2</sup>D<sup>2</sup> 2050 Risque, Ressource en eau et gestion Durable de la Durance en 2050, MEDDE, Rapport final, convention 10-GCMOT-GICC-3-CVS-102, 2015, http://cemadoc.irstea.fr/cemoa/PUB00044634
- Terray L. et Boé J., 2013. Quantifying 21st-century France climate change and related uncertainties. C. R. Geosci., 345, 136-149, doi:10.1016/j.crte.2013.02.003.