

**1ères rencontres nationales
Gestion des baignades en eau
douce
Changement climatique et impact
sur les cours d'eau**

Rémi RINCK

Délégué Départemental Lot et Garonne de Météo-France

25 juin 2009

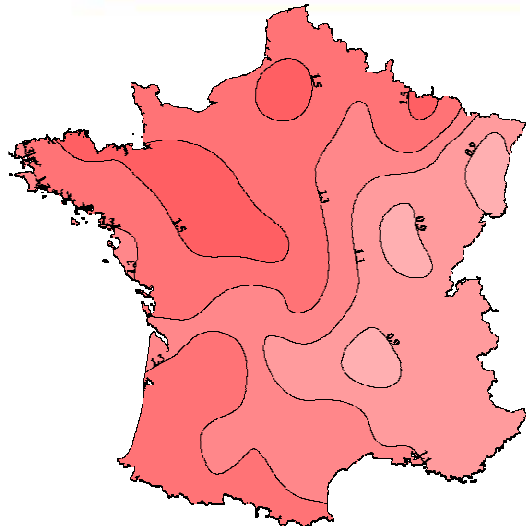
Plan

- 1) Le changement climatique observé en France**
- 2) Éléments explicatifs et contributions au phénomène**
- 3) Les projections pour le 21ème siècle**
- 4) Modification du régime hydrologique et impact sur les cours d'eau**

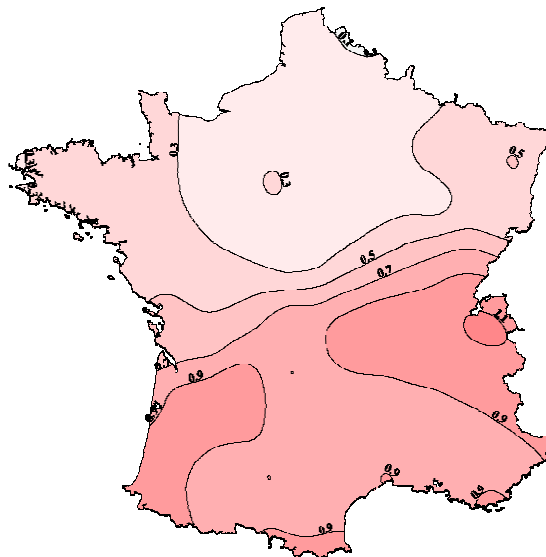
Plan

- 1) Le changement climatique observé en France**
- 2) Éléments explicatifs et contributions au phénomène**
- 3) Les projections pour le 21ème siècle**
- 4) Modification du régime hydrologique et impact sur les cours d'eau**

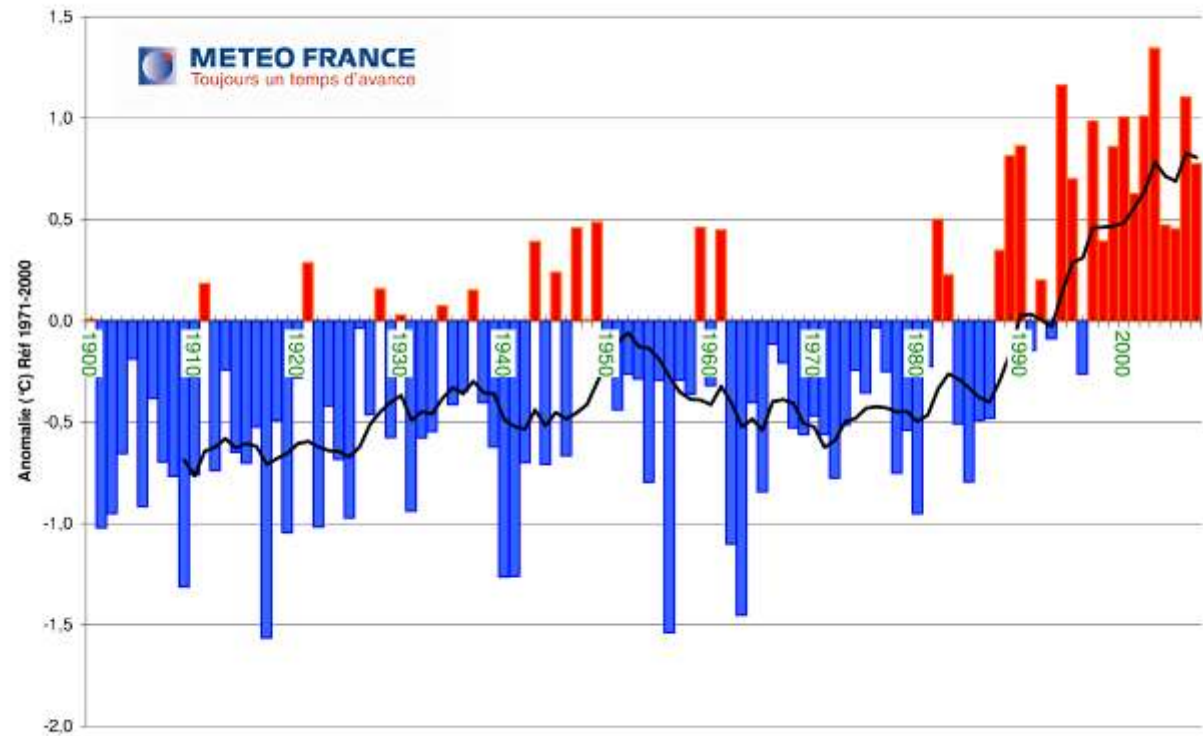
Évolution des températures en métropole (1901-2007)



Minimales (Tn)



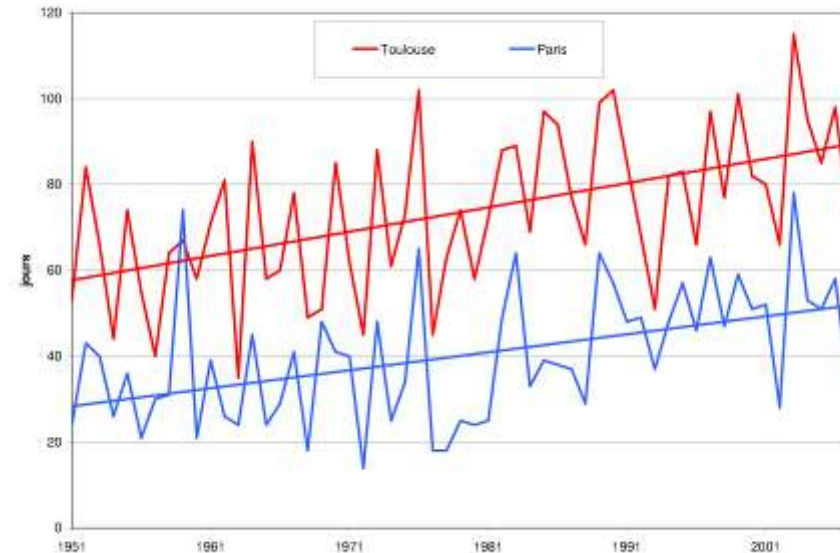
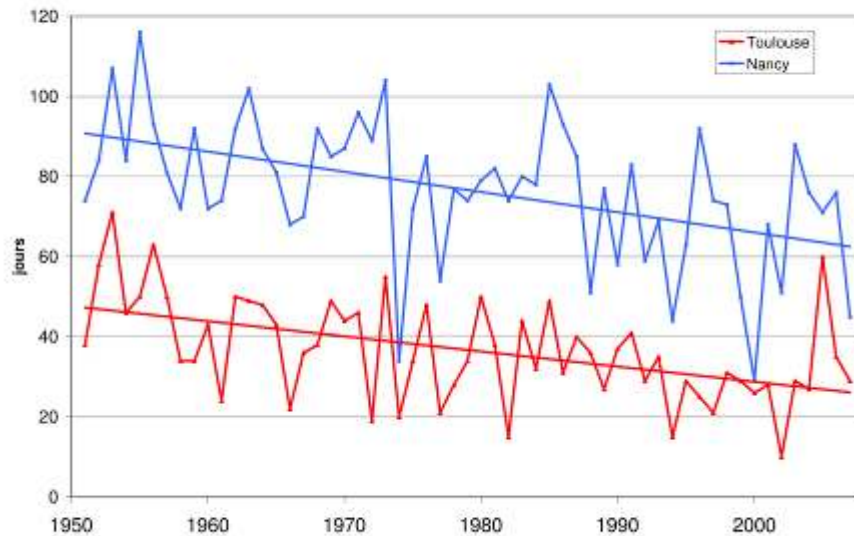
Maximales (Tx)



Températures moyennes annuelles

Évolution des jours de gel et journées chaudes (1951 – 2007)

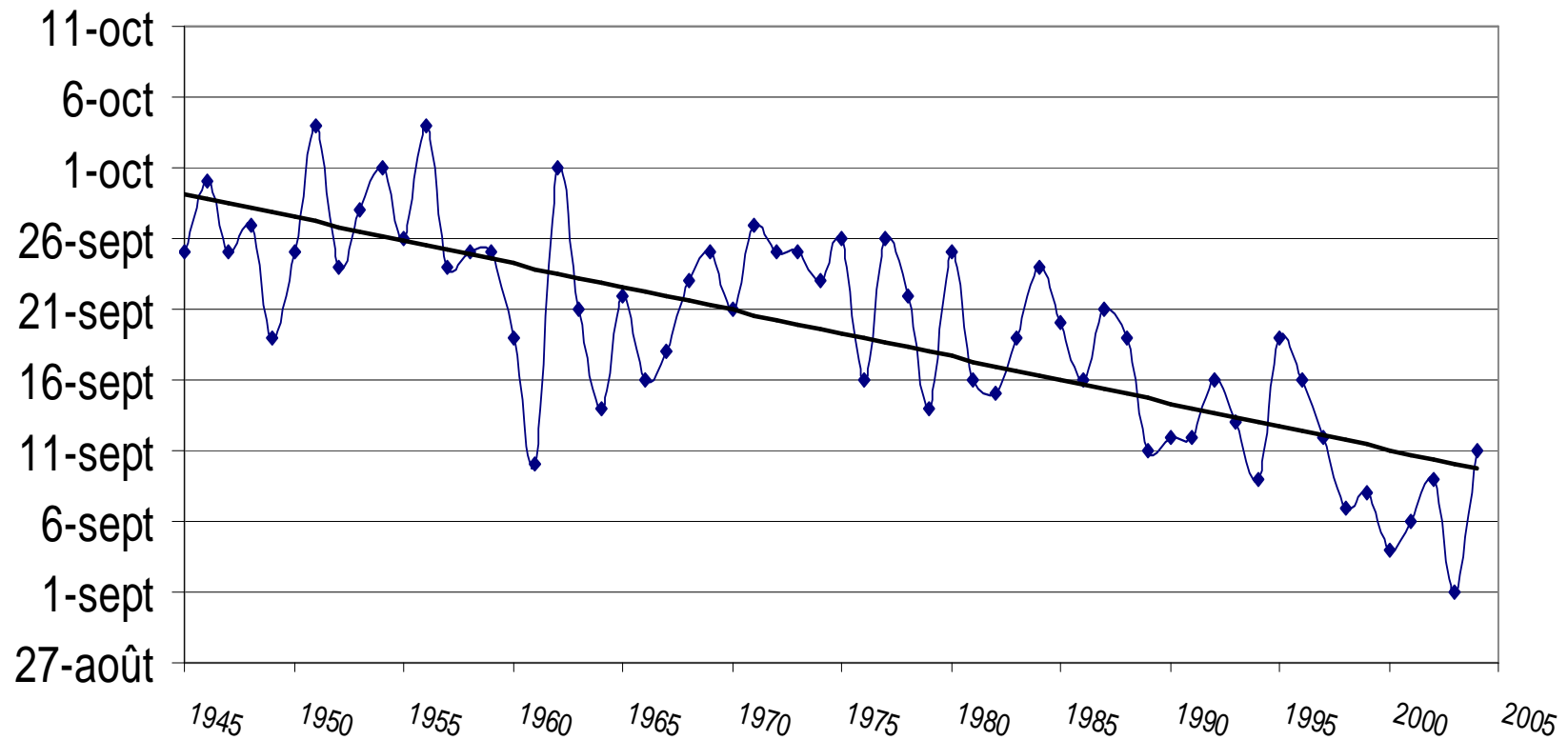
Évolution du nombre de jour de gel à
Nancy et Toulouse entre 1951 et 2007



Évolution du nombre de journées chaudes
à Toulouse et Paris entre 1951 et 2007

Adaptation de la nature

DATE DE DEBUT DES VENDANGES A CHATEAUNEUF DU PAPE depuis 1945



Source : Service technique Inter Rhône

Résumé 1951-2000

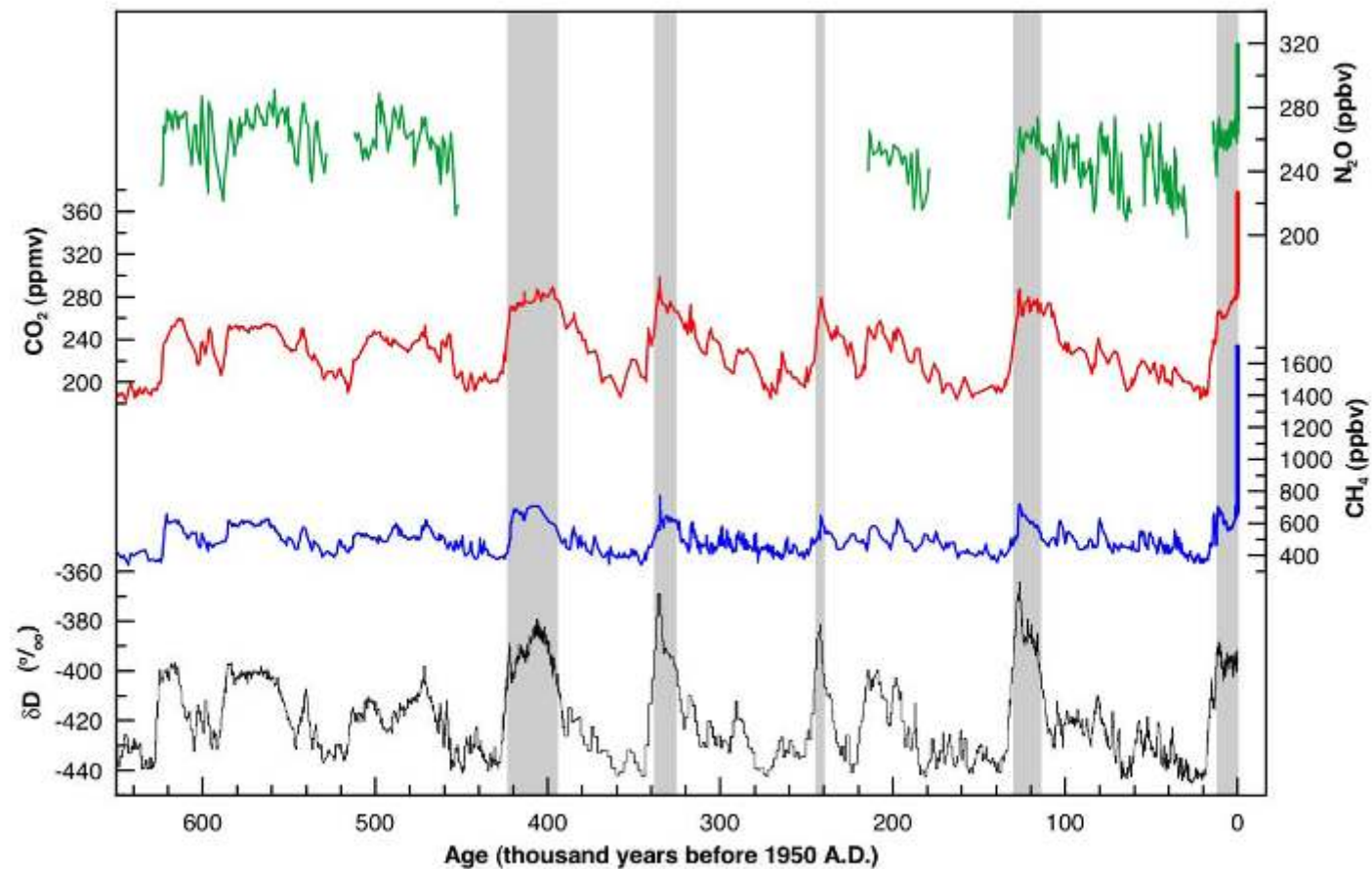
on note des évolutions :

- **Nettes** sur : «Tx plus élevées» (0.15 à 0.3°C/décennie), «plus d'étés chauds» (températures moyennes en hausse de 0.2 à 0.3°C/décennie), «Tn plus élevées» (de 0.2 à 0.35°C/décennie), «moins de jours de gel» mais aussi, une photosynthèse plus importante et une précocité des plantes.
- **Relativement nettes** pour «plus de vagues de chaleur», «moins de vagues de froid», «plus d'évènements pluvieux» et, en été, pour des «sécheresses aggravées»
- **Peu évidentes ou contrastées** sur «plus d'évènements générant des cumuls journaliers intenses», «plus d'évènements générant des cumuls multi-journaliers intenses», sur les vents forts et tempêtes, sur l'activité électrique ...

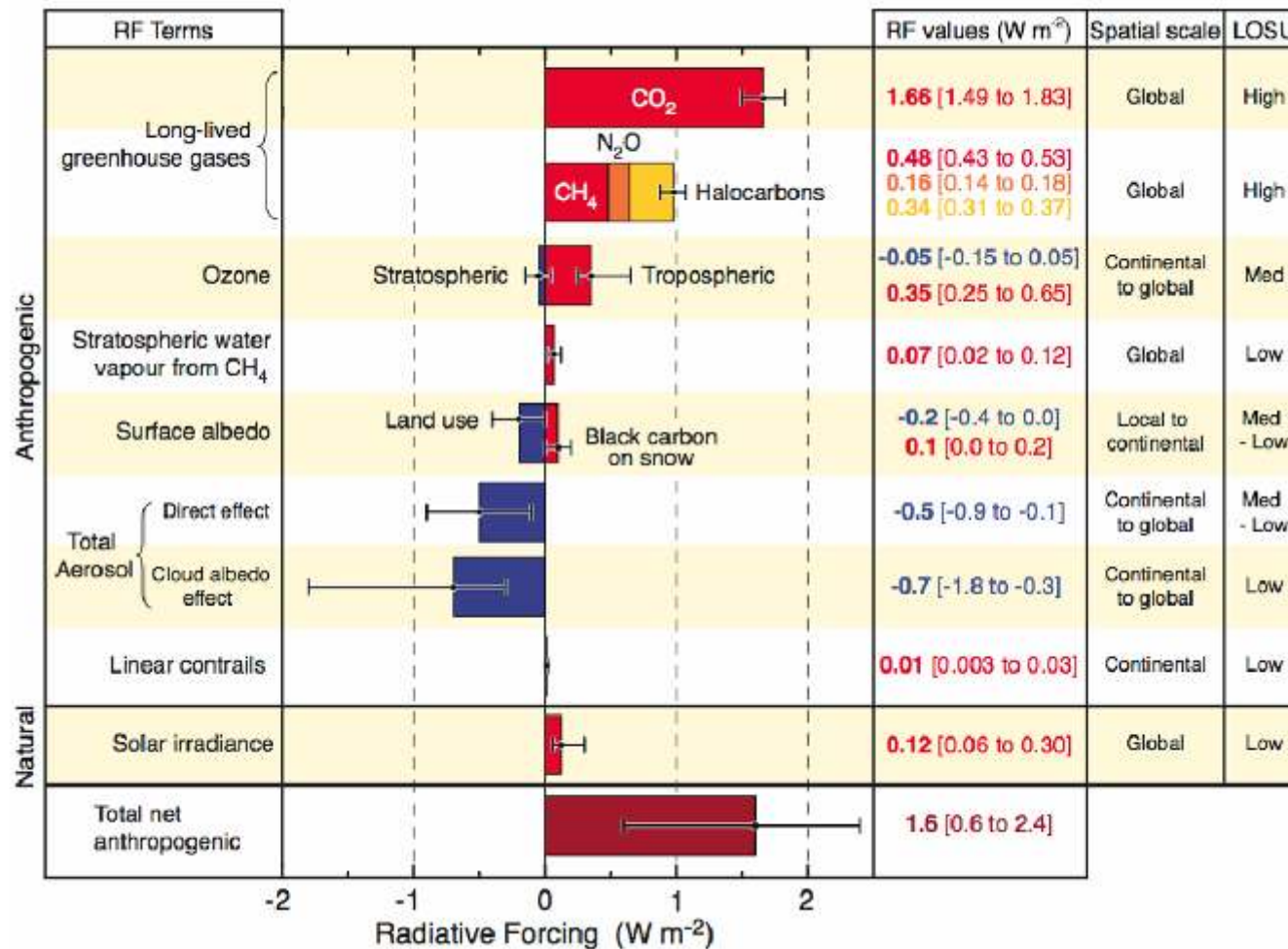
Plan

- 1) Le changement climatique observé en France**
- 2) Éléments explicatifs et contributions au phénomène**
- 3) Les projections pour le 21ème siècle**
- 4) Modification du régime hydrologique et impact sur les cours d'eau**

Reconstructions à partir de carottages glaciaires et observations récentes

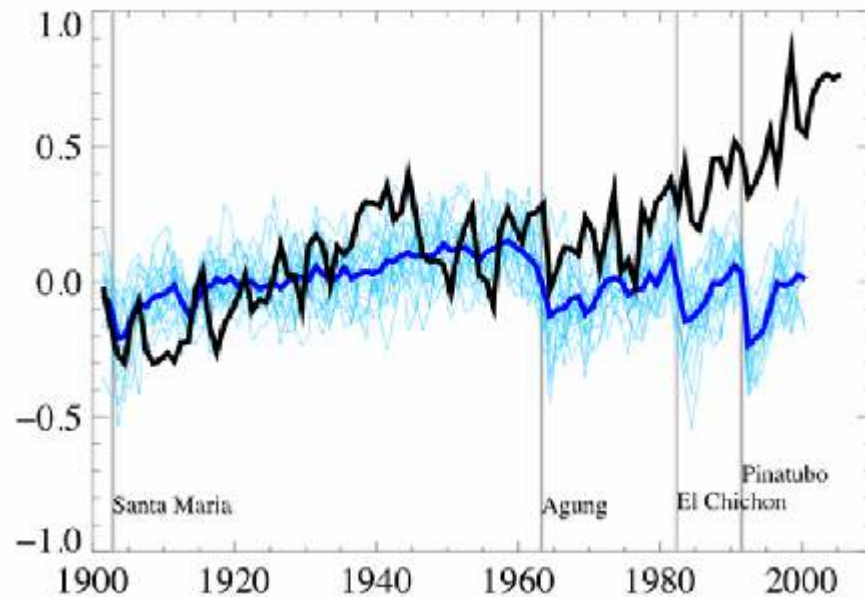


Composantes du forçage radiatif entre 1750 et 2005

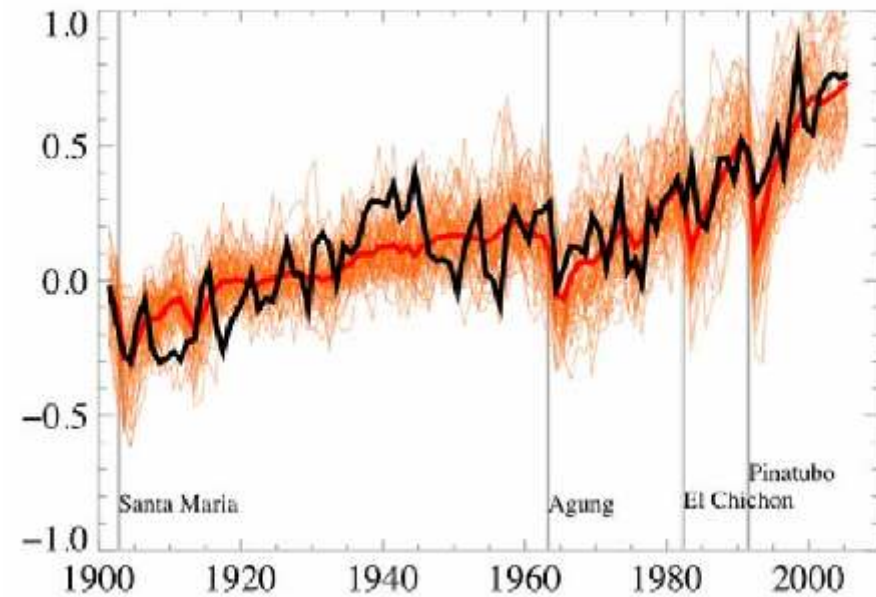


Variations de la température moyenne globale en surface simulées et observées au XX^{ème} siècle

Simulations avec forçages naturels



Simulations avec forçages naturels et anthropiques

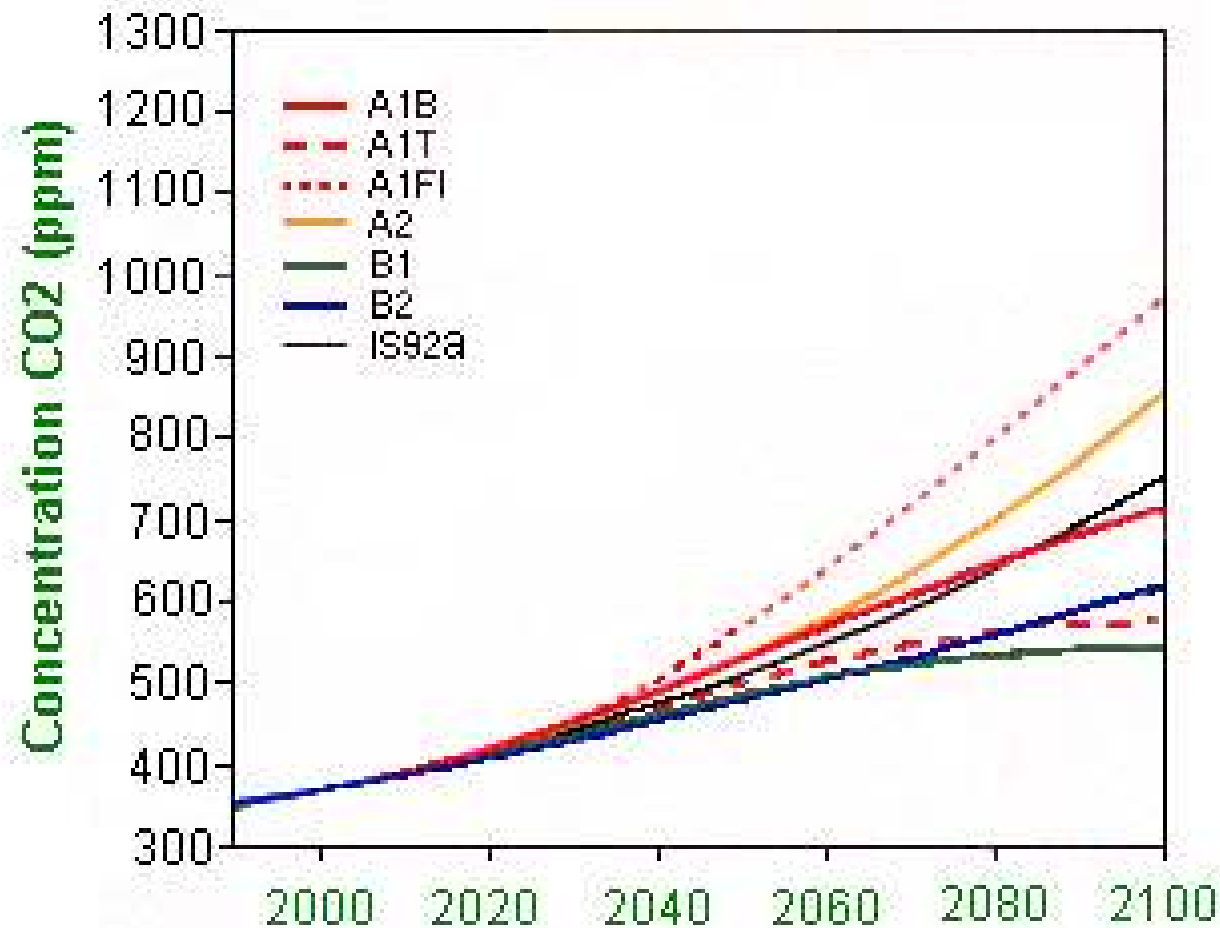


Plan

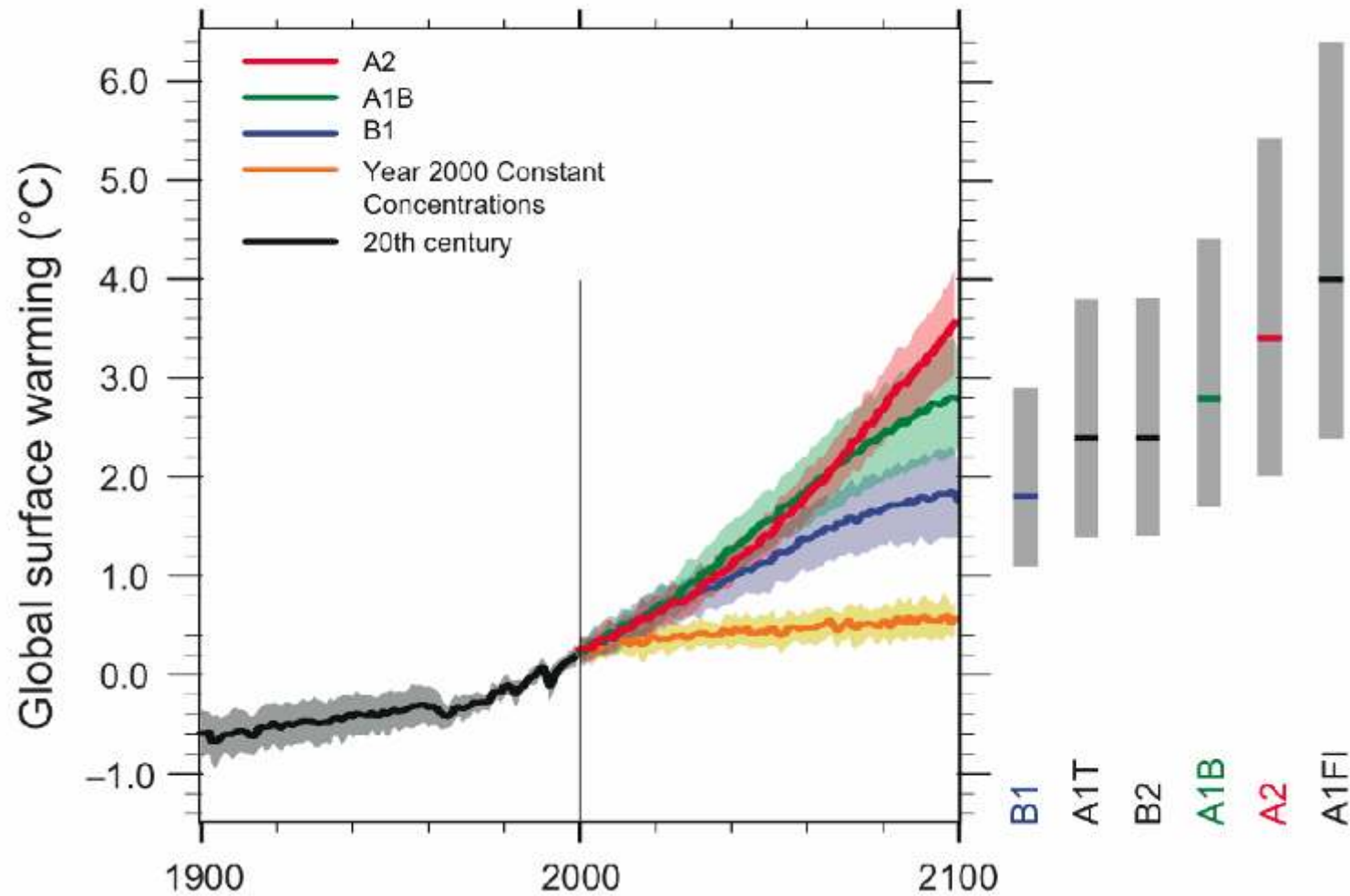
- 1) Le changement climatique observé en France**
- 2) Éléments explicatifs et contributions au phénomène**
- 3) Les projections pour le 21ème siècle**
- 4) Modification du régime hydrologique et impact sur les cours d'eau**

Scénarios pour le XXI^{ème} siècle

Concentration du Gaz carbonique (ppm)

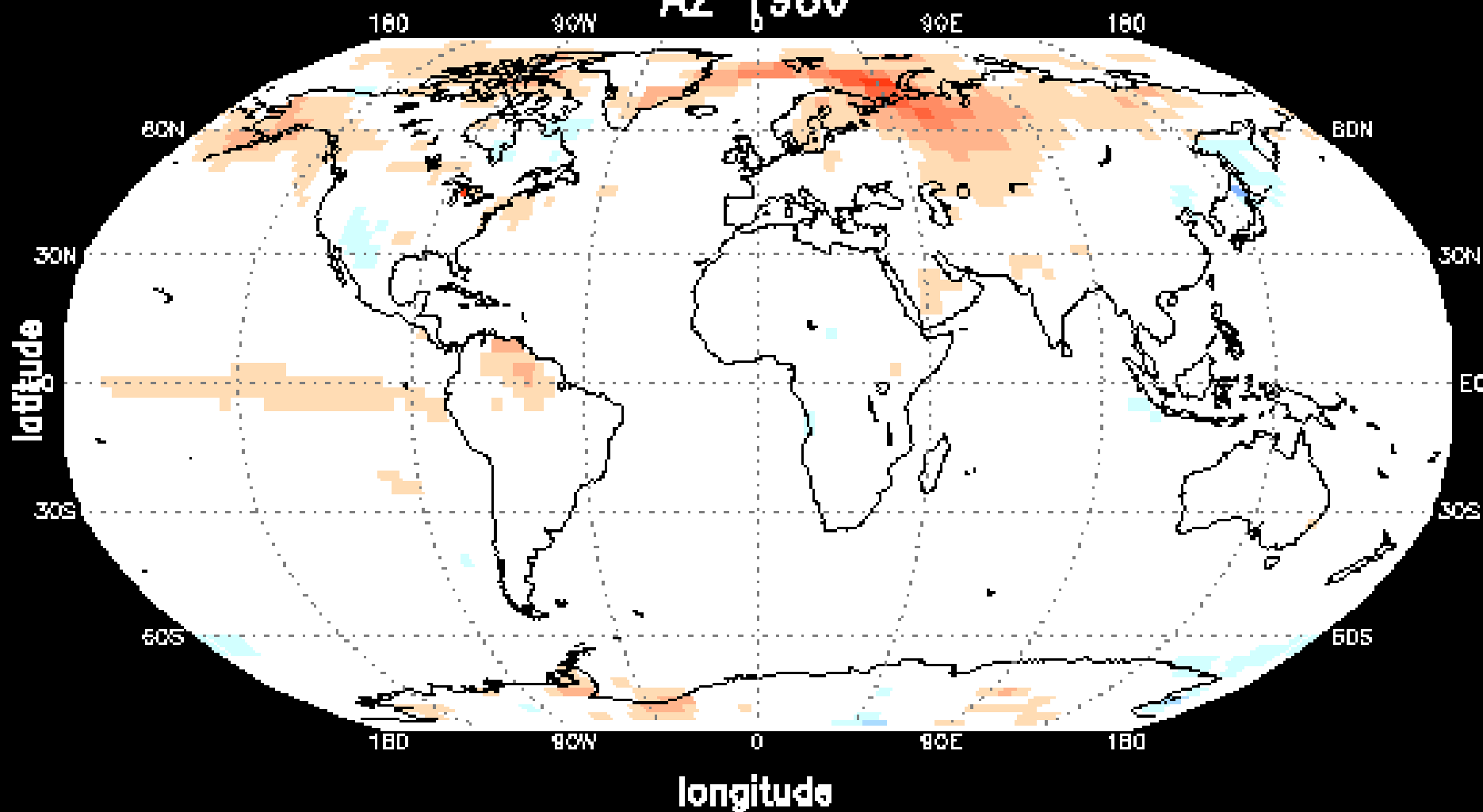


Moyennes multimodèles et intervalles estimés du réchauffement global en surface



Simulation Meteo-France/CNRM
Temperature (anomalie /1950-79)

A2 1980



Quelles sont les projections du changement climatique ?

- Les estimations les plus probables du réchauffement au 21^{ème} siècle sont comprises entre 1,8° et 4° pour différents scénarios, et probablement comprises entre 1,1° à 6,4° en tenant compte des incertitudes de la simulation du climat.
- Le réchauffement et l'élévation du niveau de la mer dus à l'homme continueraient pendant des siècles à cause des échelles de temps associées aux processus climatiques et aux rétroactions, même si les concentrations des gaz à effet de serre étaient stabilisées.

Plan

- 1) Le changement climatique observé en France**
- 2) Éléments explicatifs et contributions au phénomène**
- 3) Les projections pour le 21ème siècle**
- 4) Modification du régime hydrologique et impact sur les cours d'eau**

Schéma études d'impact

Scénarios
socio-économiques
globaux

Évolution du climat :
modélisation du
système Terre

Désagrégation des scénarios :
estimation des variables
météorologiques à échelle fine

Impact

Adaptation

Systemes

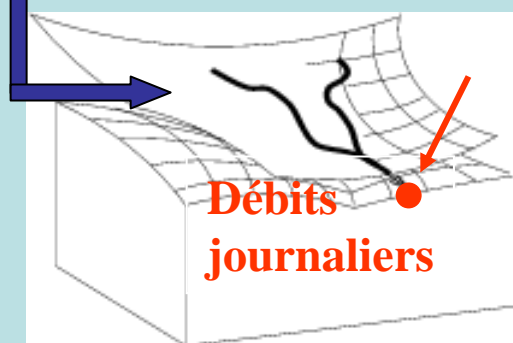
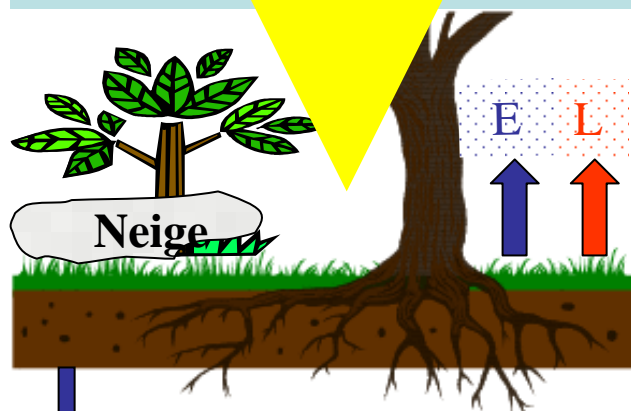
Vulnérabilité

Evaluation en parallèle des incertitudes :

- Scénarios globaux
- Évolution climatique et désagrégation
- Connaissance des systèmes, de leur vulnérabilité et capacité d'adaptation

Modèle d'impact pour l'hydrologie

Météorologie



- **SAFRAN** : analyse des paramètres météorologiques

- **ISBA** : flux d'eau et d'énergie à la surface du sol (évaporation, neige ruissellement, infiltration, ...)

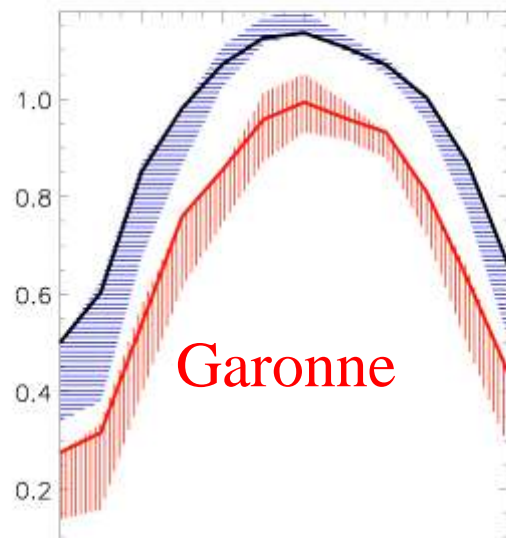
- **MODCOU** : modèle hydrologique (débits nappes)

La Chaîne SIM

Bilan Hydrique Rhône et Garonne

Assèchement des sols
au printemps

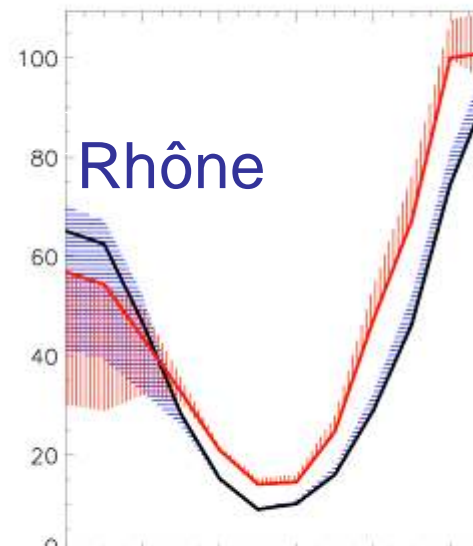
Indice d'humidité des sols



Aou Oct Dec Fev Avr Jui

Malgré des sols plus secs,
augmentation de
l'évapotranspiration au printemps
Diminution en été et automne

Évaporation

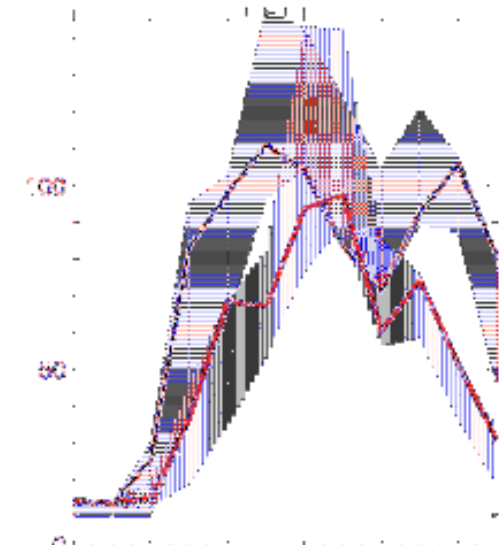


Aou Oct Dec Fev Avr Jui

Écoulement plus fort en
hiver/printemps (neige)

Forte diminution été /automne

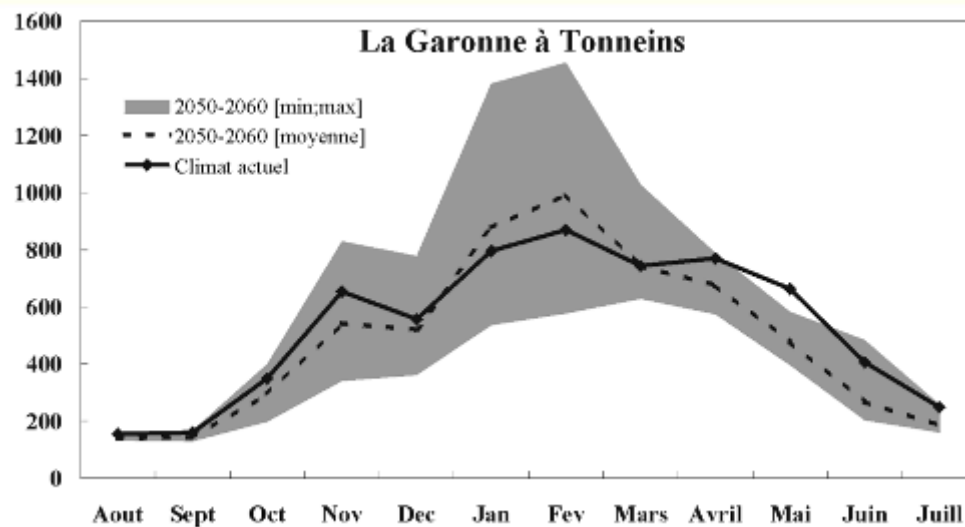
Écoulement



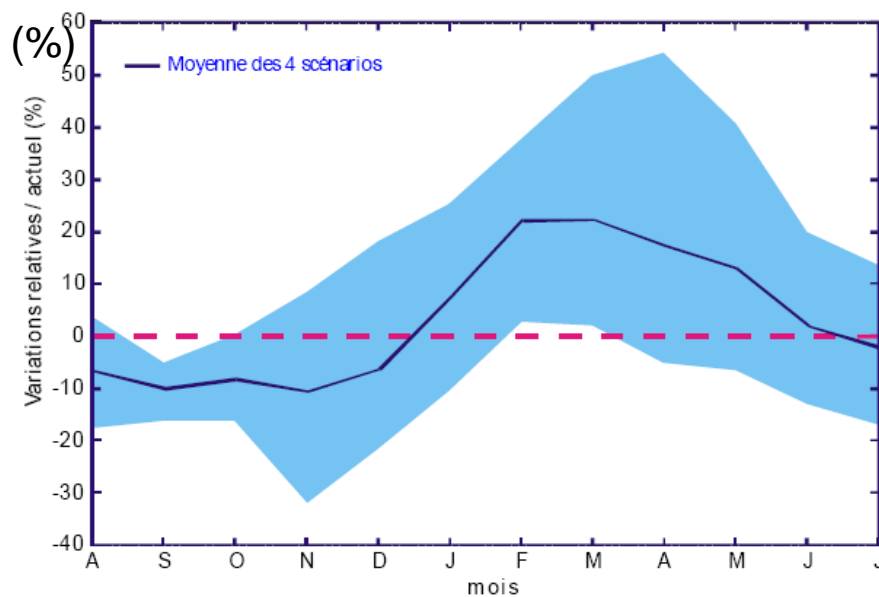
Aou Oct Dec Fev Avr Jui

Débits des fleuves

- Débits hivernaux et début du printemps augmentés
- Étiages estivaux : débits diminués de 10% environ (Seine, Garonne), mais plus dans certains cas

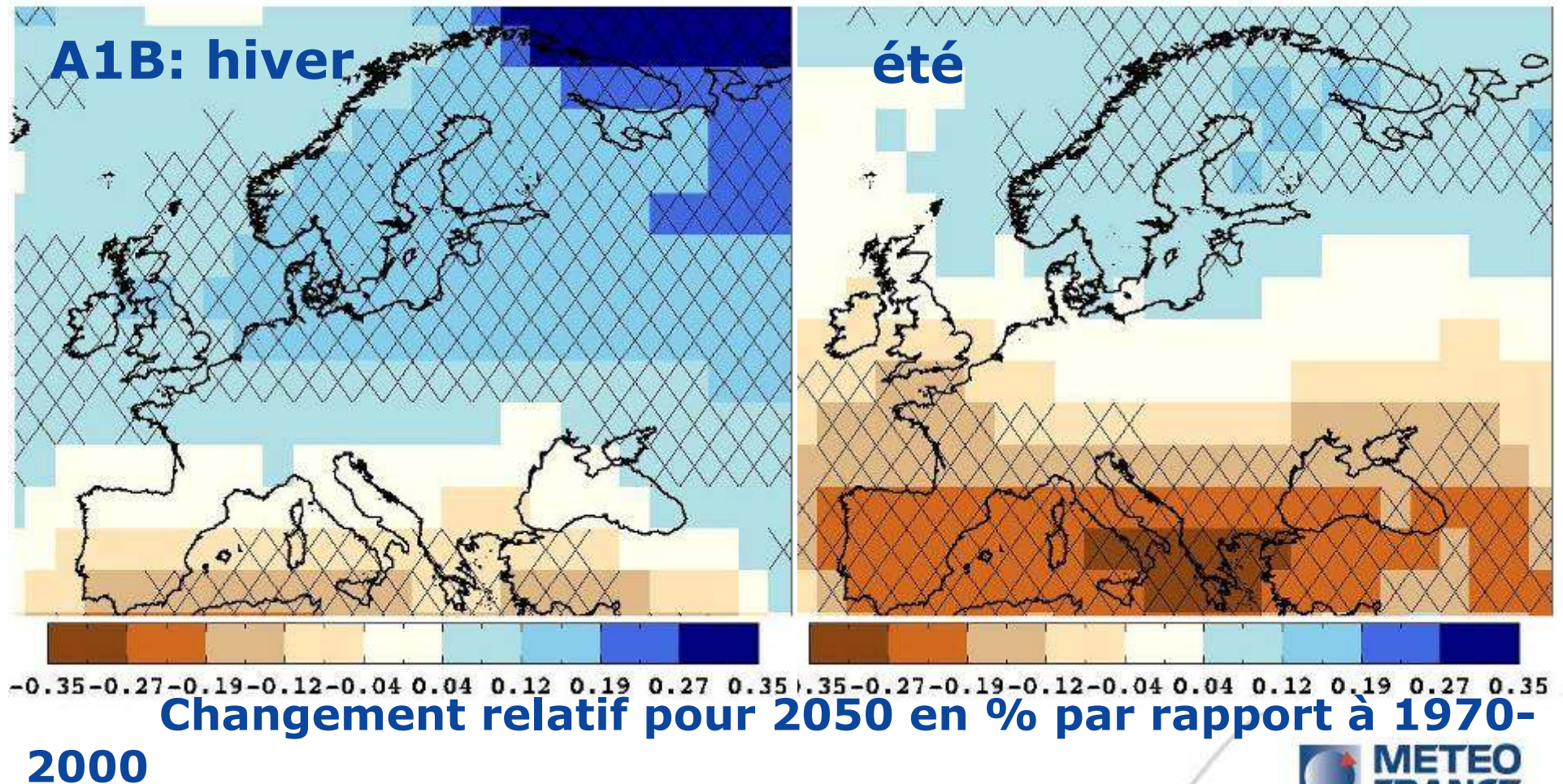


Variation du débit de la Seine

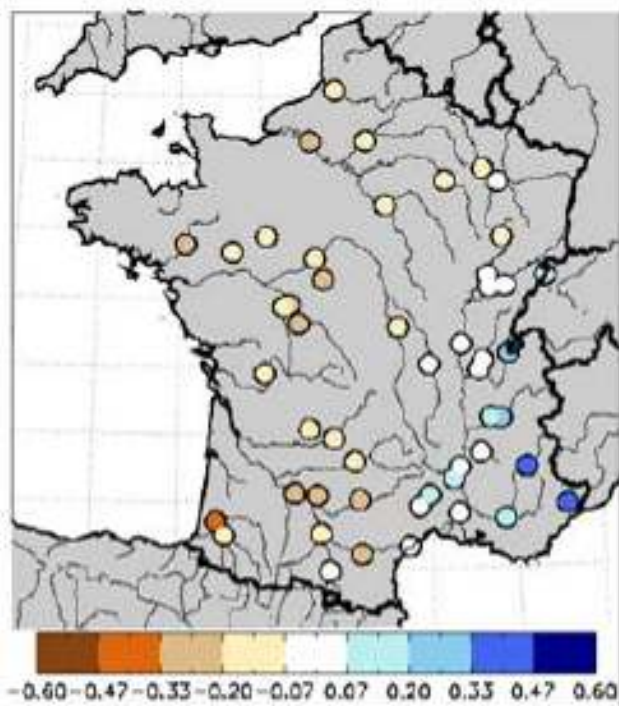


Les précipitations en France au 21ème siècle ?

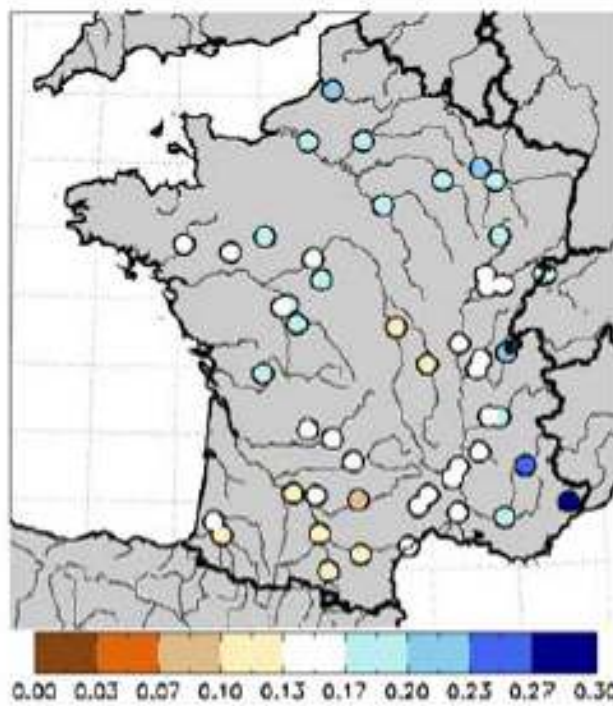
X: cohérence de signe (accord d'au moins 85% des modèles)



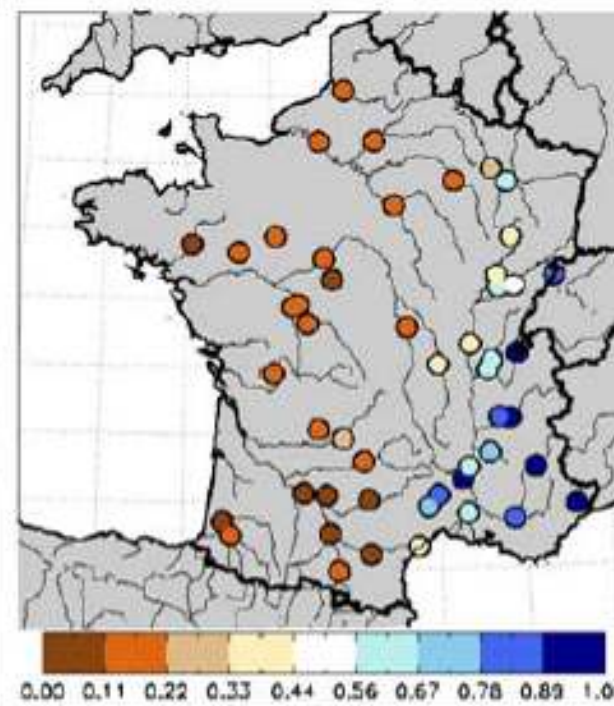
Source : IPCC 2007, J. Boé, L. Terray CERFACS



Moyenne d'ensemble



Ecart-type intermodèle

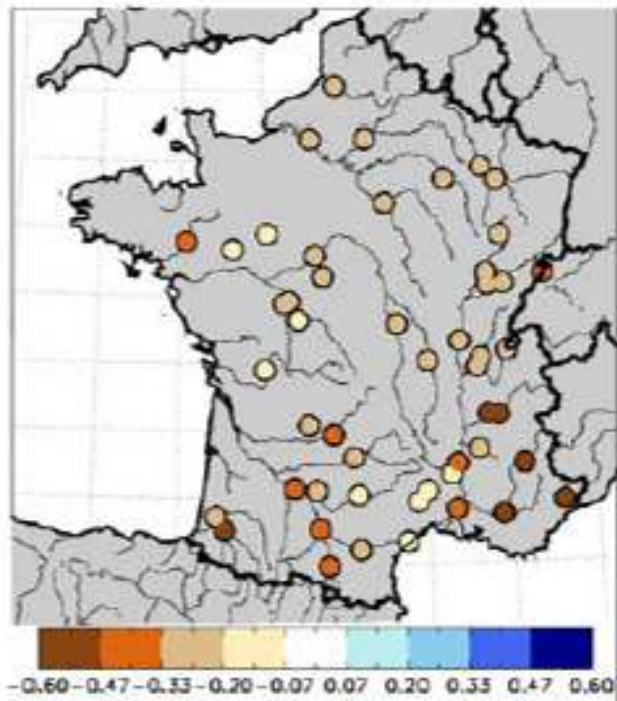


proportion de modèles
donnant une augmentation

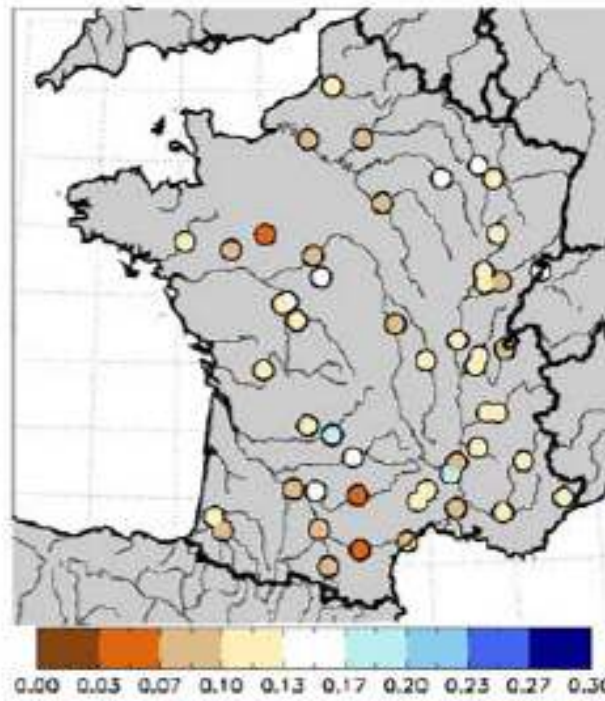
HIVER (DJF)

Changement relatif des débits (désagrégation des scénarios du GIEC par la méthode statistique) 2046/2065 par rapport à la période de référence 1970-1999.

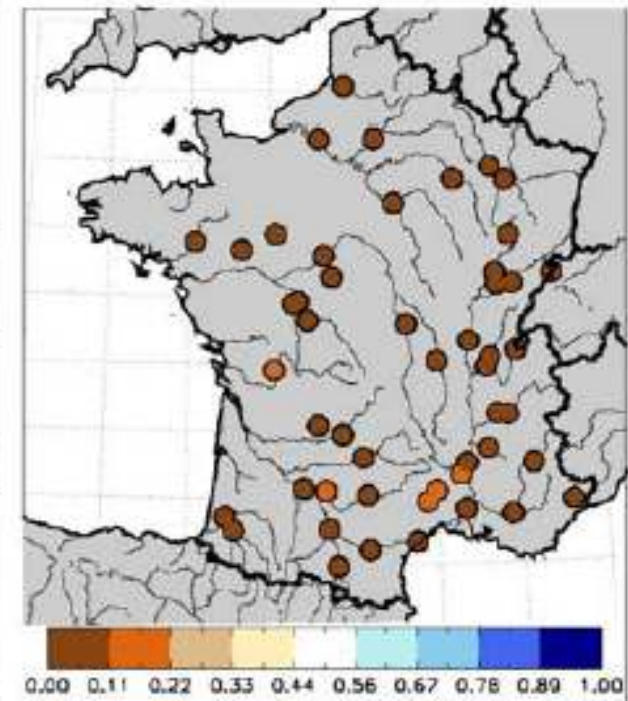
Source : J. Boé, L. Terray CERFACS



Moyenne d'ensemble



Ecart-type intermodèle



proportion de modèles
donnant une augmentation

ETE (JJA)

Changement relatif des débits (désagrégation des scénarios du GIEC par la méthode statistique) 2046/2065 par rapport à la période de référence 1970-1999.

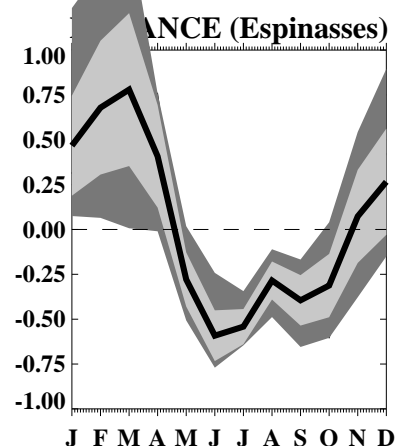
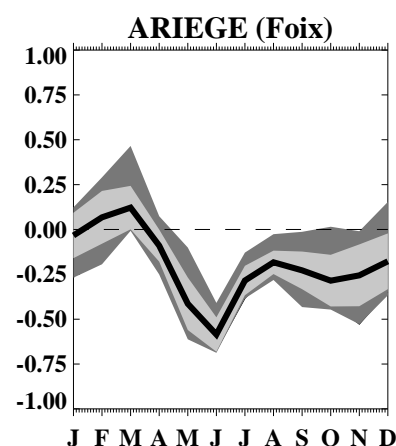
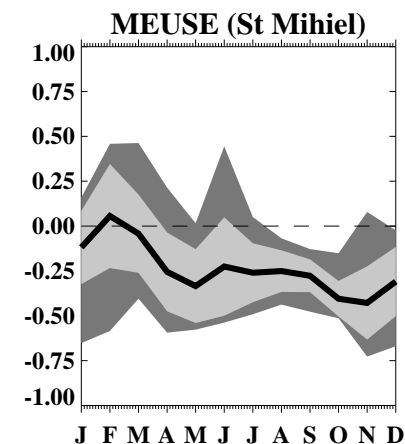
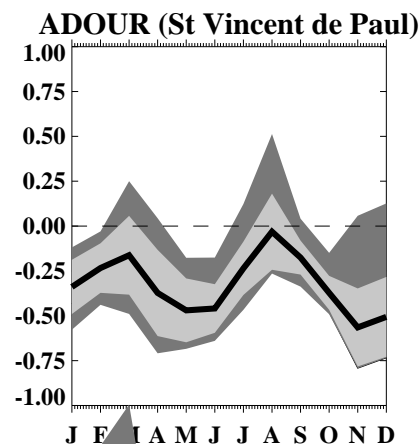
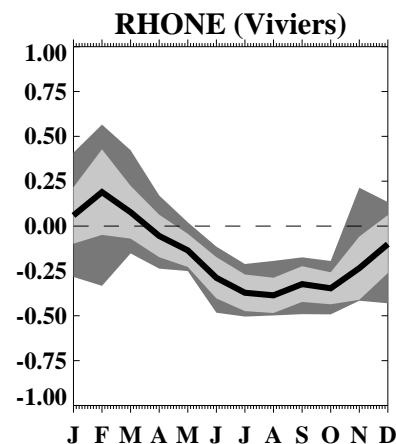
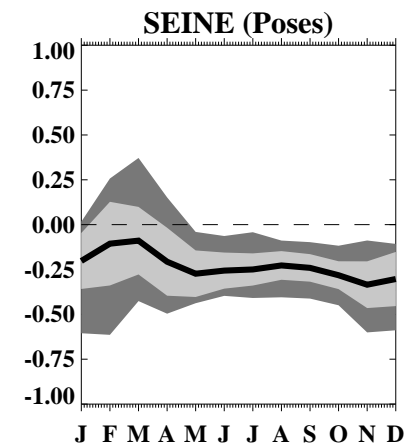
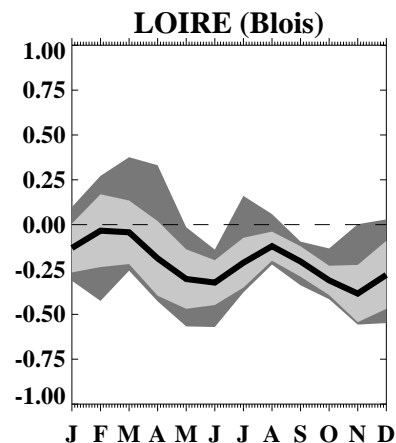
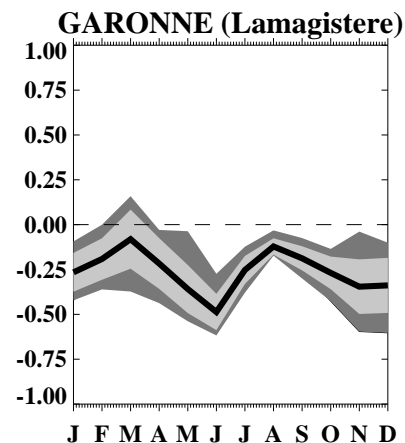
Source : J. Boé, L. Terray CERFACS

Changement relatif des débits entre la période 1970/1999 et la période 2046/2065.

Trait noir : *moyenne d'ensemble.*

Zone gris clair : *moyenne d'ensemble +/- un écart-type.*

Zone gris foncée : *minimum et maximum parmi les 14 modèles*



Source : Julien Boé, CERFACS

Conclusion : Hydrologie des grands bassins versants français

- Impact sur le bilan hydrique, les débits, importants
 - Neige : modification du régime des rivières de montagne, et augmentation de l'évapotranspiration
 - Débits d'étiages diminués assez fortement (jusqu'à 50% parfois)
 - Le sud de la France et en particulier la zone méditerranéenne est très touché, problème de l'irrigation

- De nombreux domaines où l'impact de l'activité humaine est du même ordre que celui du changement climatique (agriculture, pollution de l'eau)

- Incertitudes importantes concernant la chaîne de modèles de circulation générale / désagrégation / modèles hydrologiques