

La ressource en eau en France, son évolution dans le contexte du dérèglement climatique, les moyens d'adaptation



florence.habets@ens.fr

Directrice de recherche CNRS, Professeure attachée à l'ENS

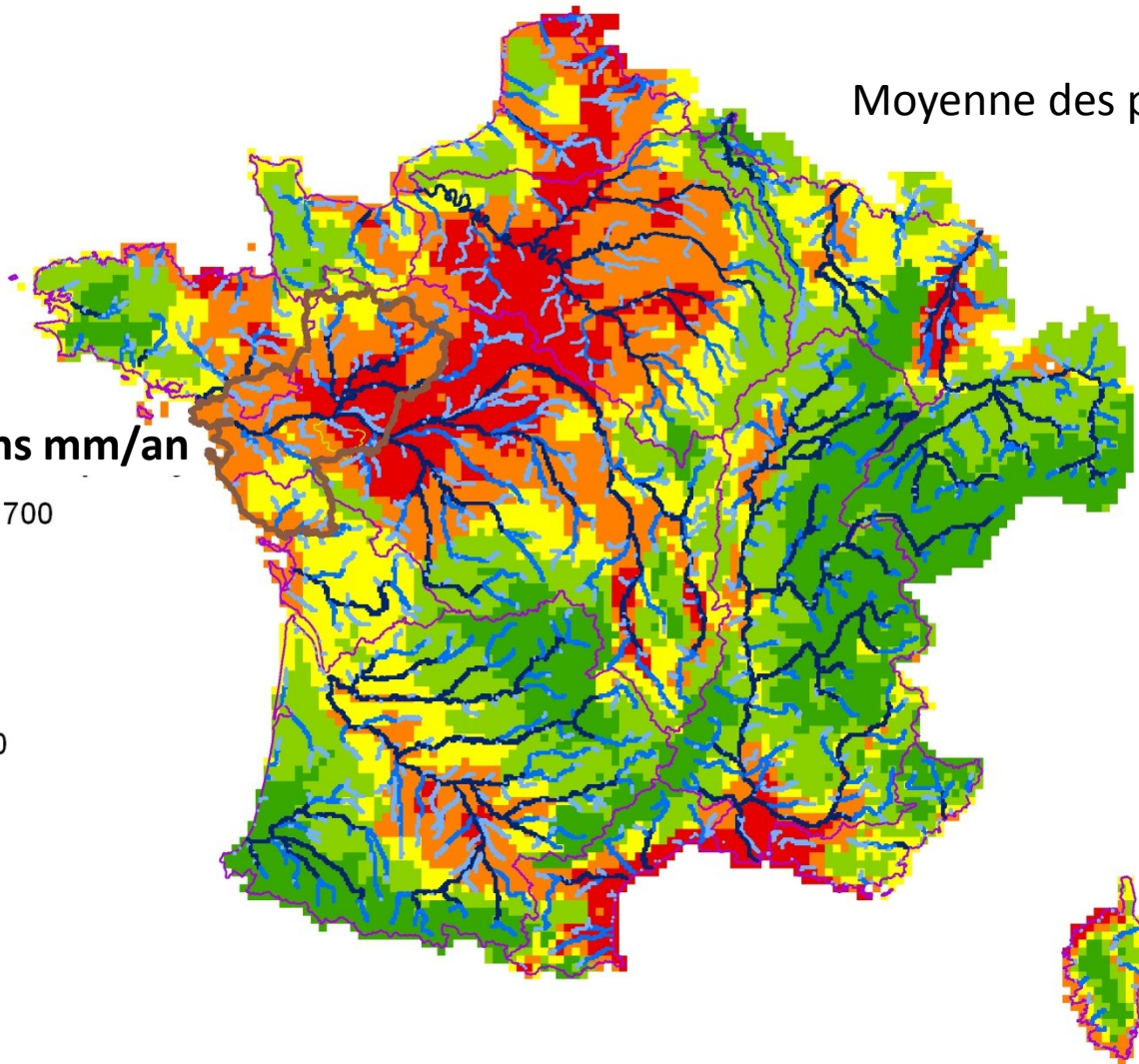
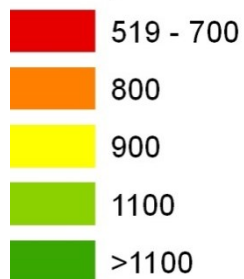
1. La ressource en eau en France

Répartition spatiale des précipitations en France

SAFRAN (1970-2000)

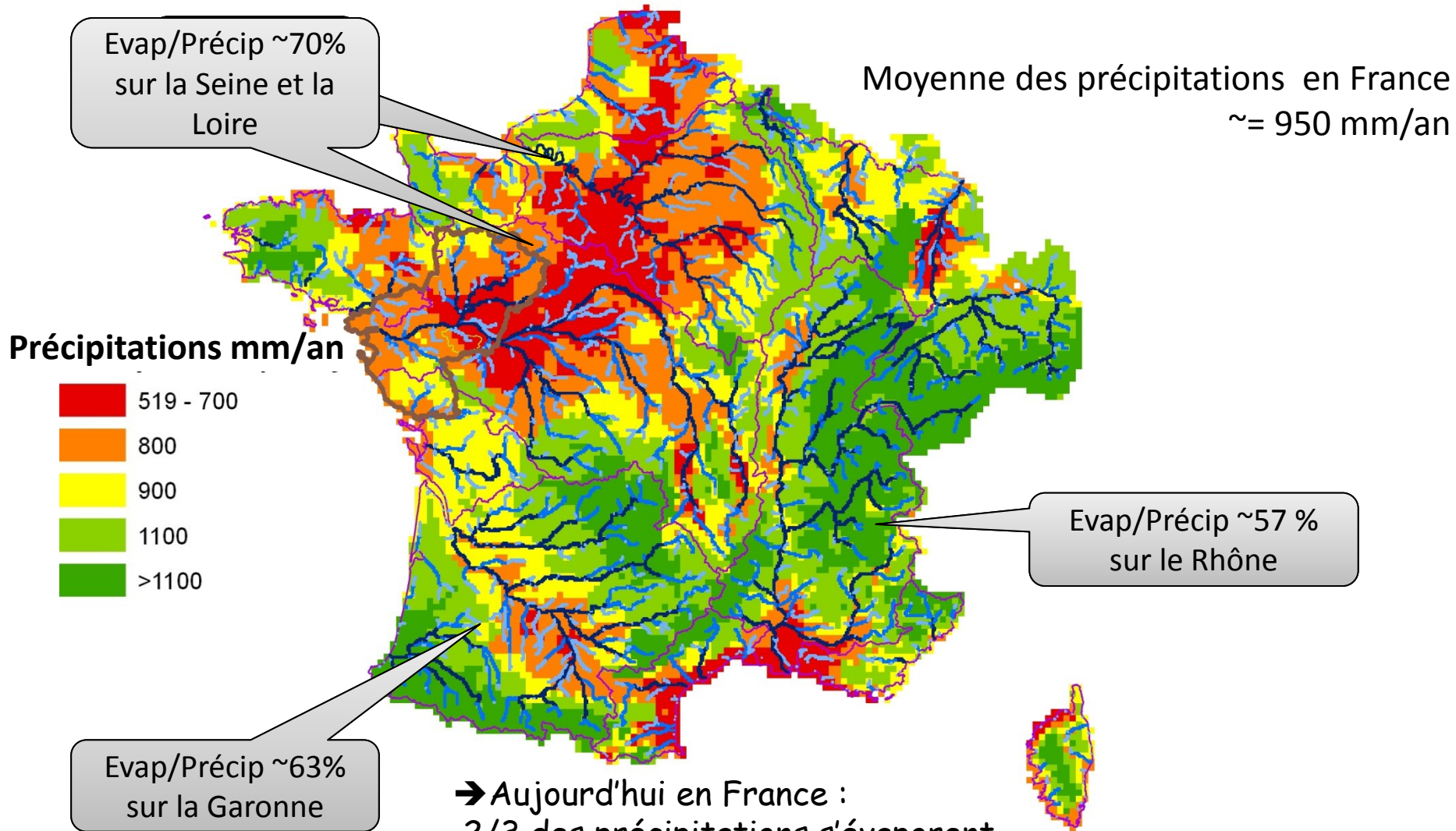
Moyenne des précipitations en France
≈ 950 mm/an

Précipitations mm/an



1. La ressource en eau en France

Répartition spatiale des précipitations en France SAFRAN (1970-2000)



1. La ressource en eau en France

Répartition temporelle de la ressource en eau en France

Forte variabilité annuelle des précipitations, et pas de tendance nette observée actuellement...

Mais, forte variabilité multi-décennale des précipitations au printemps

1. La ressource en eau en France

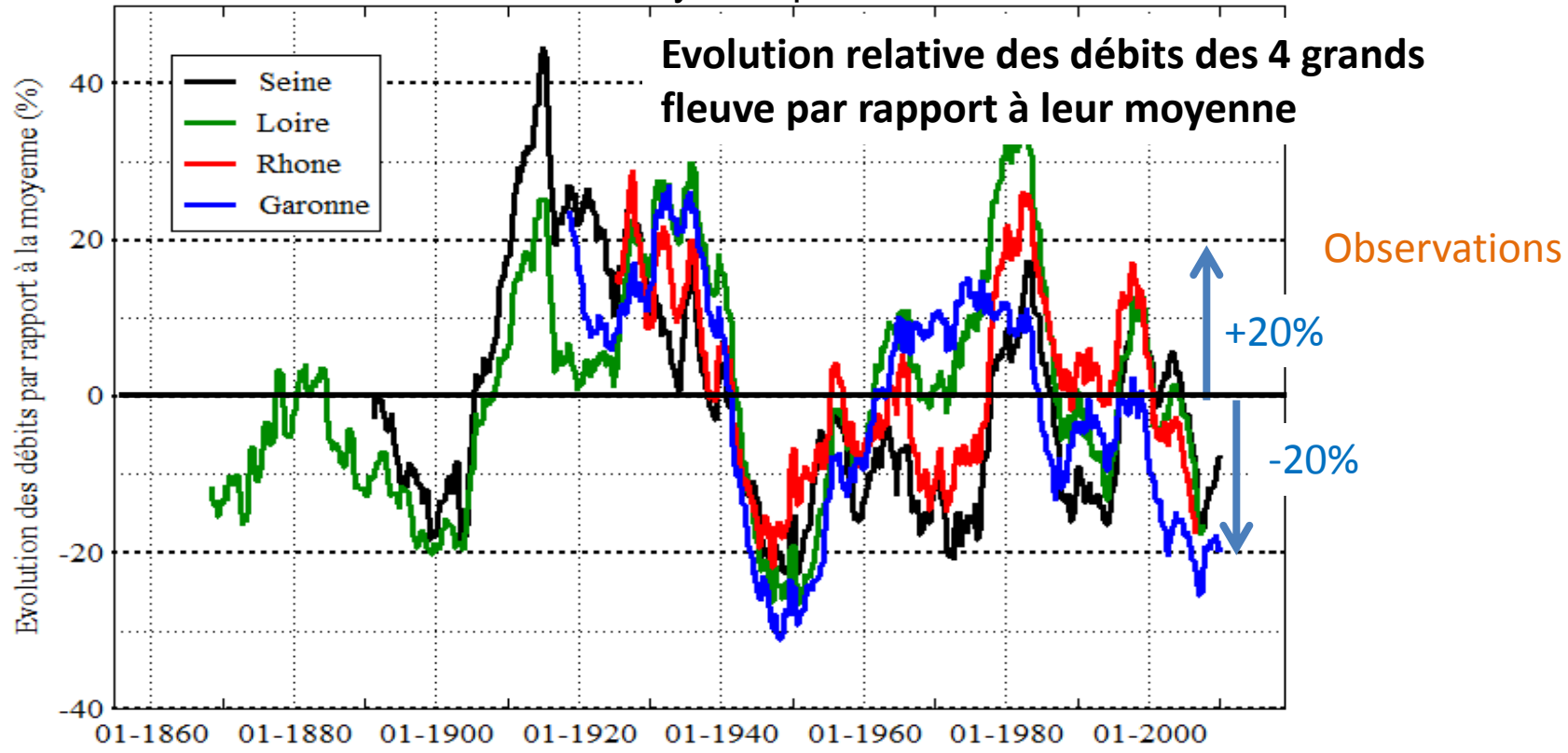
Répartition temporelle de la ressource en eau en France

Forte variabilité annuelle des précipitations, et pas de tendance nette observée actuellement...

Mais, forte variabilité multi-décennale des précipitations au printemps

→ Forte variabilité multi décennale des débits en France

des variations de +20 % à -20% en moyenne pluriannuelle observées sur tous les bassins



1. La ressource en eau en France

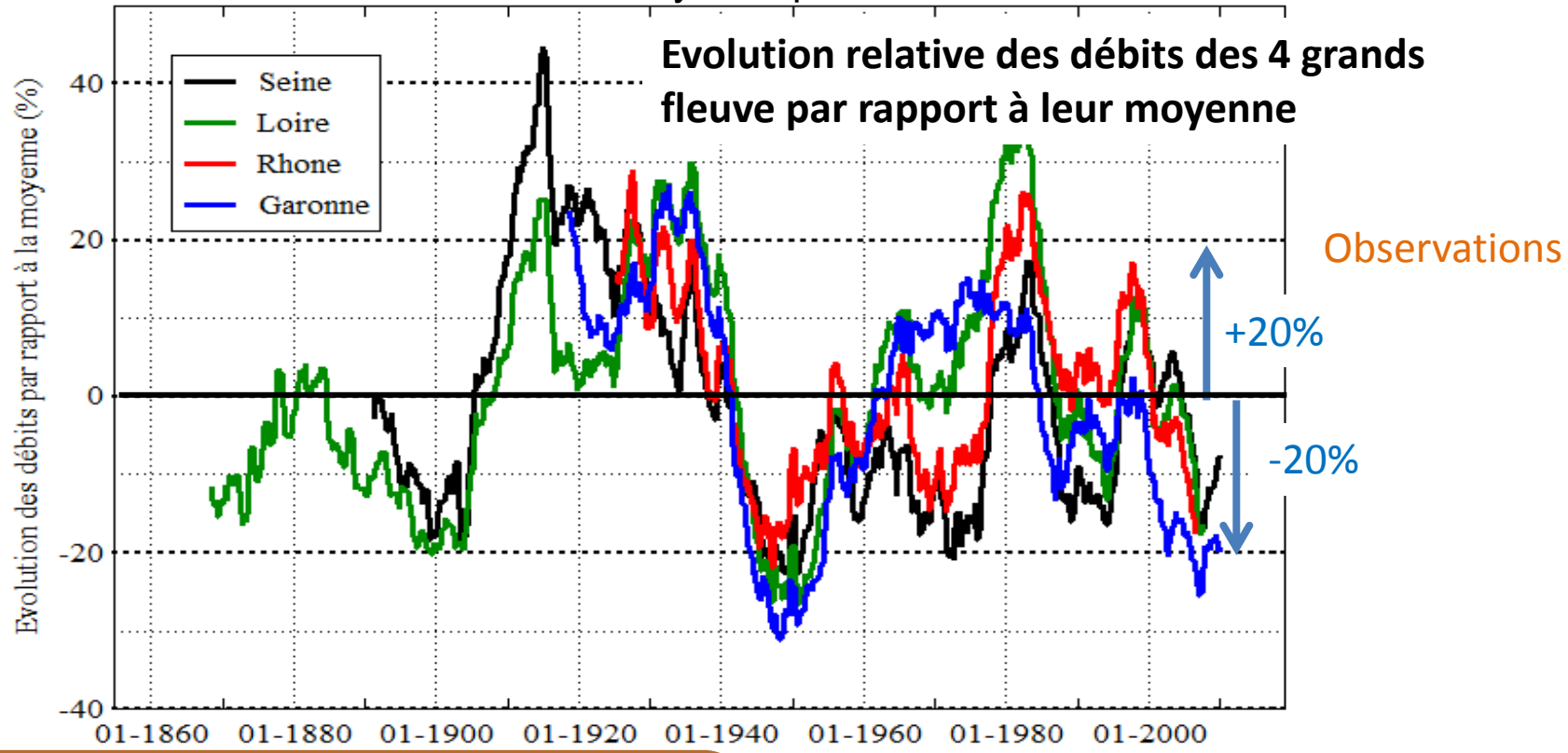
Répartition temporelle de la ressource en eau en France

Forte variabilité annuelle des précipitations, et pas de tendance nette observée actuellement...

Mais, forte variabilité multi-décennale des précipitations au printemps

→ Forte variabilité multi décennale des débits en France

des variations de +20 % à -20% en moyenne pluriannuelle observées sur tous les bassins



Cette variabilité est liée à des variations de température de l'océan Atlantique (AMO) conduisant à des modifications des trajectoires des fronts pluvieux

On se situe actuellement en phase chaude (→sèche)

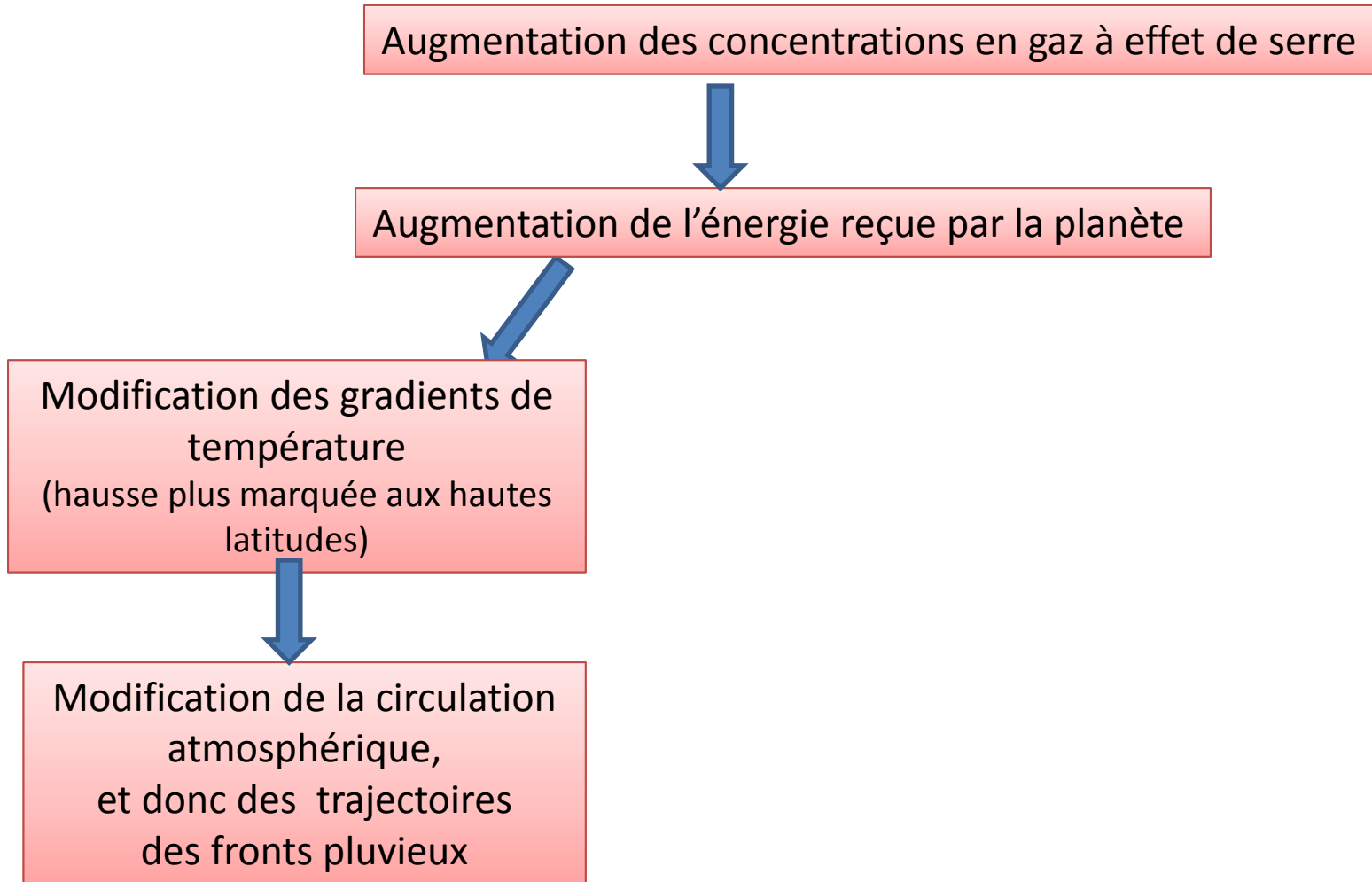
2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

Augmentation des concentrations en gaz à effet de serre

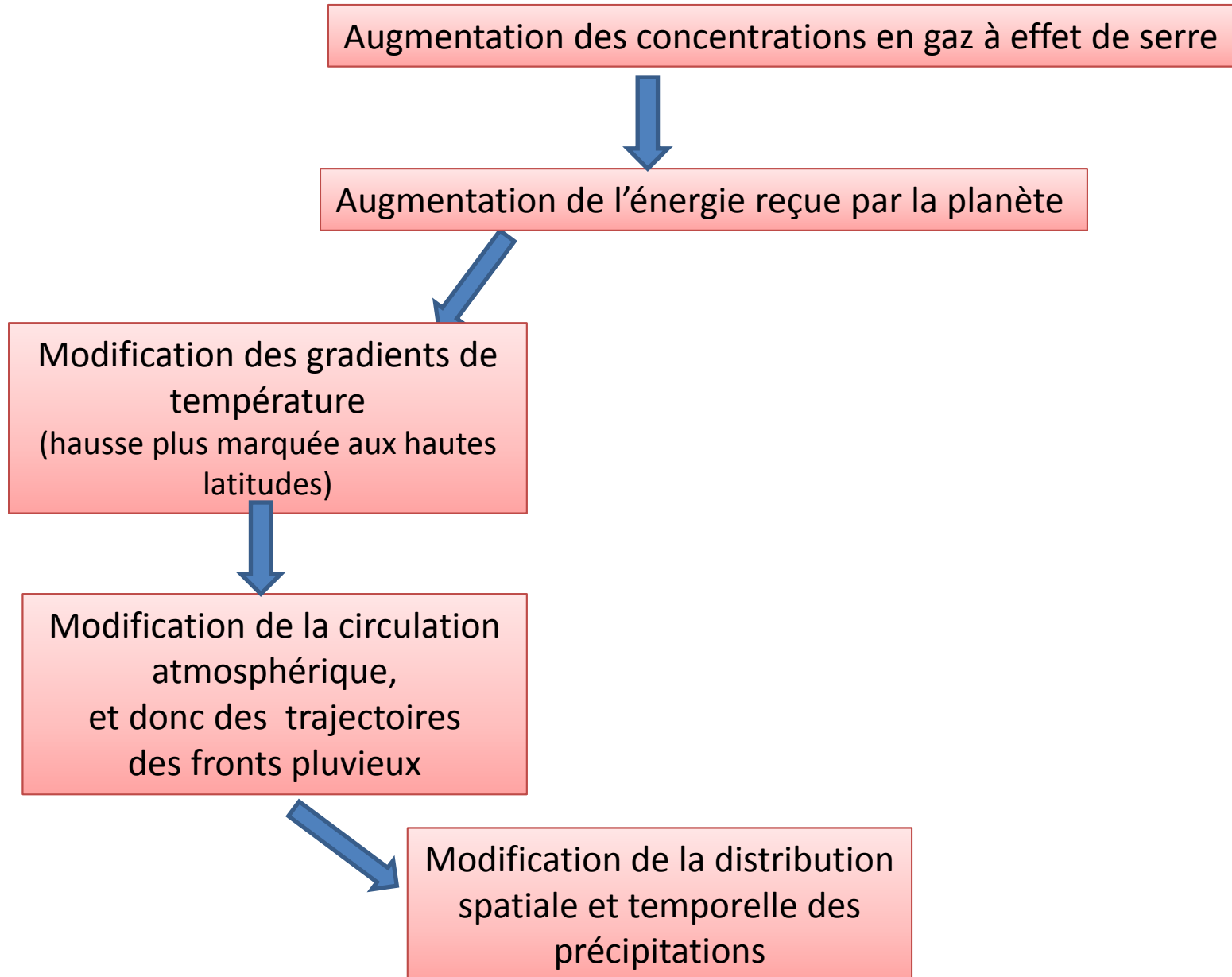


Augmentation de l'énergie reçue par la planète

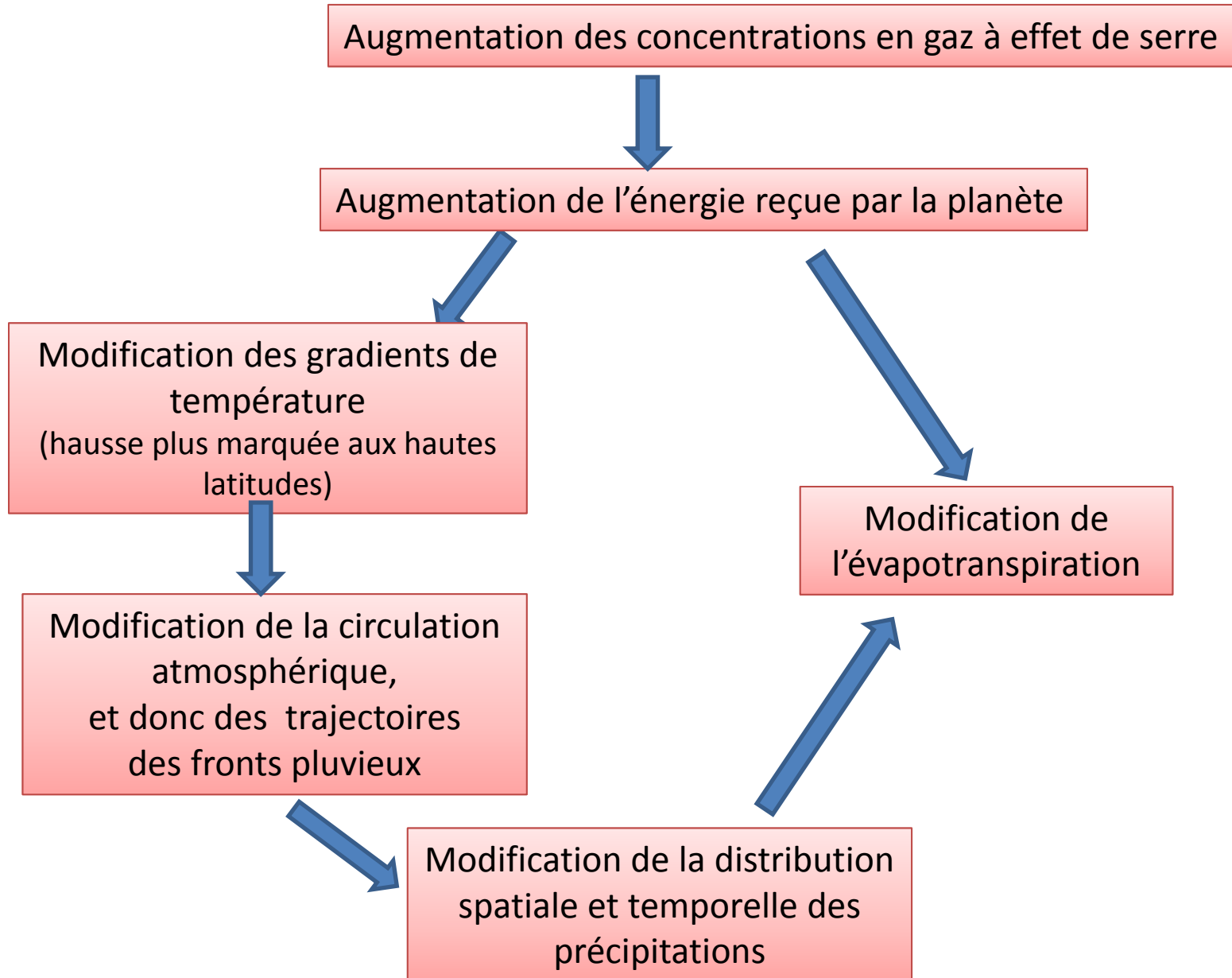
2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



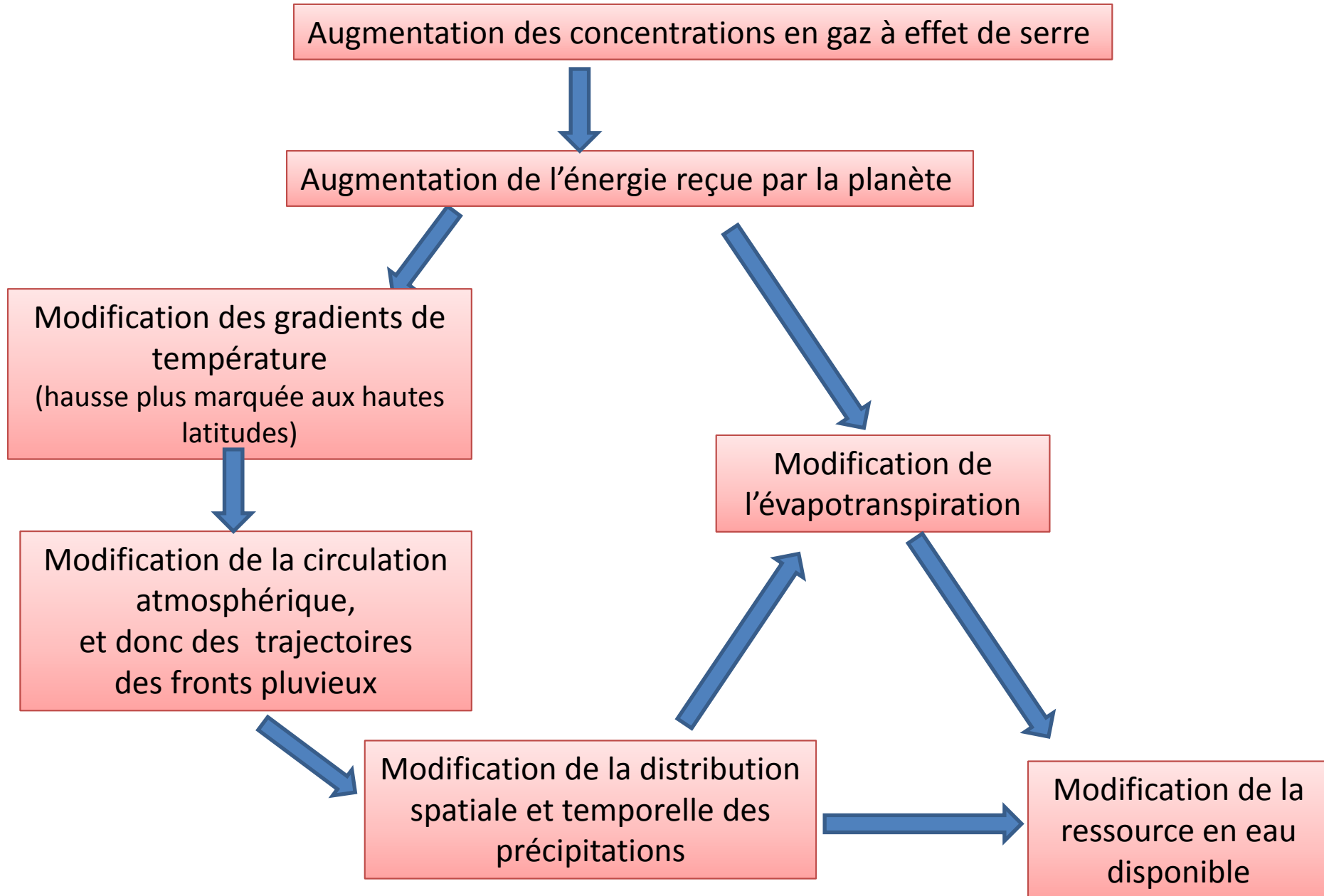
2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

Un air chaud peut contenir plus d'eau (Claussius Clapyeron):
→ 7% d'eau en plus pour une hausse de 1 °C



- ❑ Plus de précipitations extrêmes → risque de crue
- ❑ Moins d'événements pluvieux.... → risque de sécheresse

2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

Un air chaud peut contenir plus d'eau (Claussius Clapyeron):

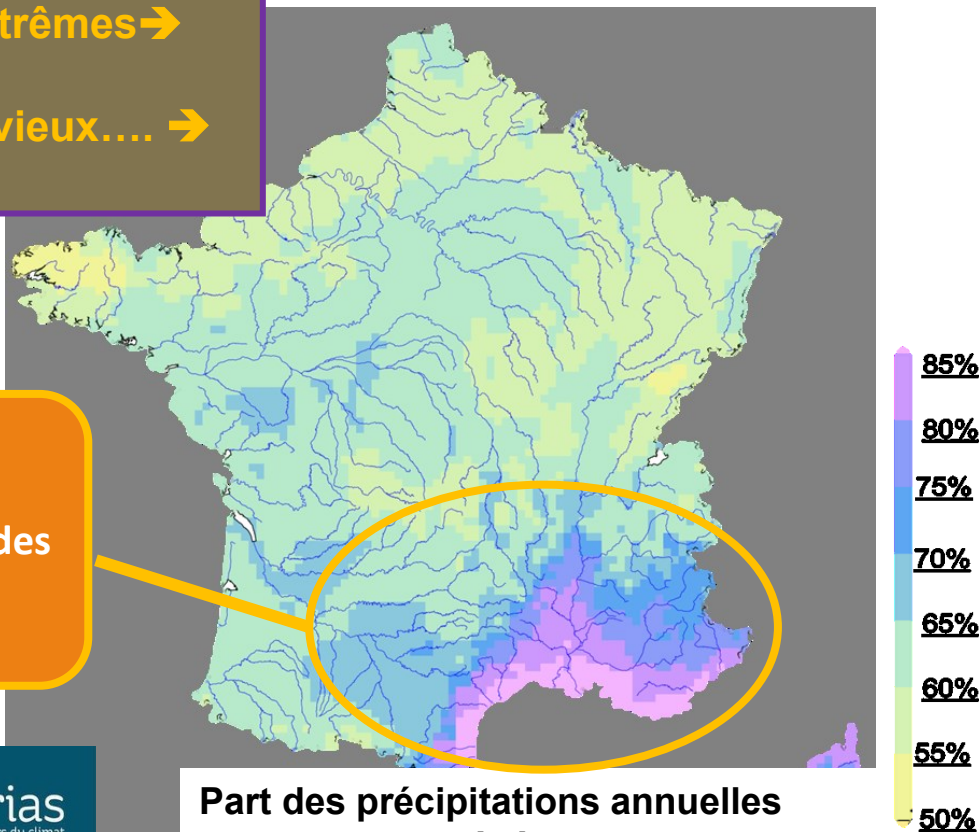
→ 7% d'eau en plus pour une hausse de 1 °C



- ❑ Plus de précipitations extrêmes → risque de crue
- ❑ Moins d'événements pluvieux.... → risque de sécheresse

De 1961 to 2015 :

- Température: + 1.7 °
- Intensité de la moyenne des précipitations extrêmes : + 22%



Part des précipitations annuelles tombant lors d'événements intenses

2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

Un air chaud peut contenir plus d'eau (Claussius Clapyeron):

→ 7% d'eau en plus pour une hausse de 1 °C



Là, où ce n'est pas possible du fait de la circulation atmosphérique:

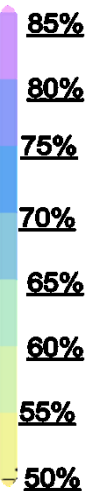
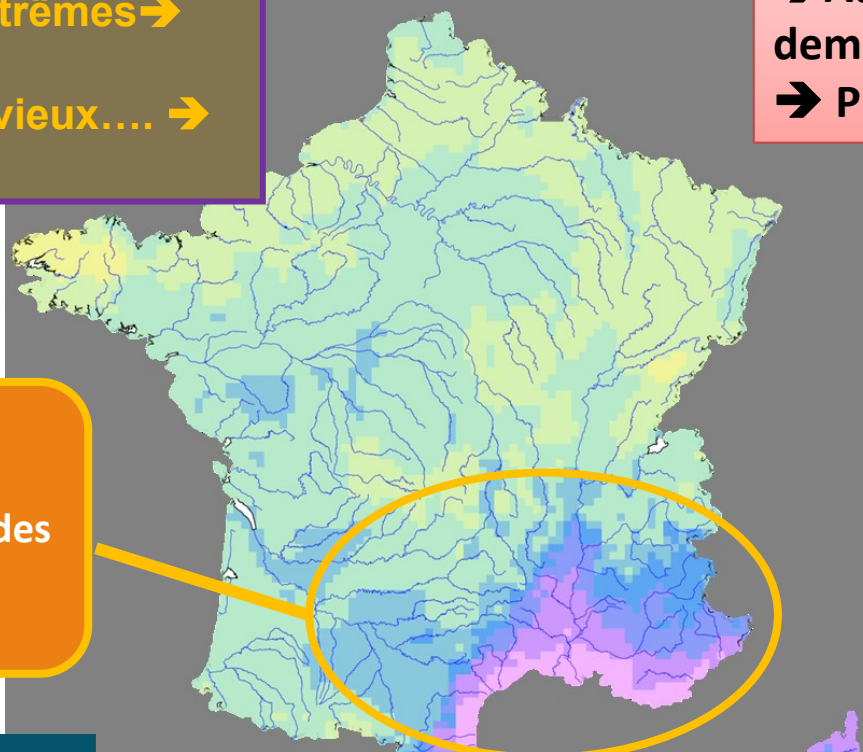
→ Augmentation de la demande évaporative
→ Plus de sécheresse

□ Plus de précipitations extrêmes → risque de crue

□ Moins d'événements pluvieux... → risque de sécheresse

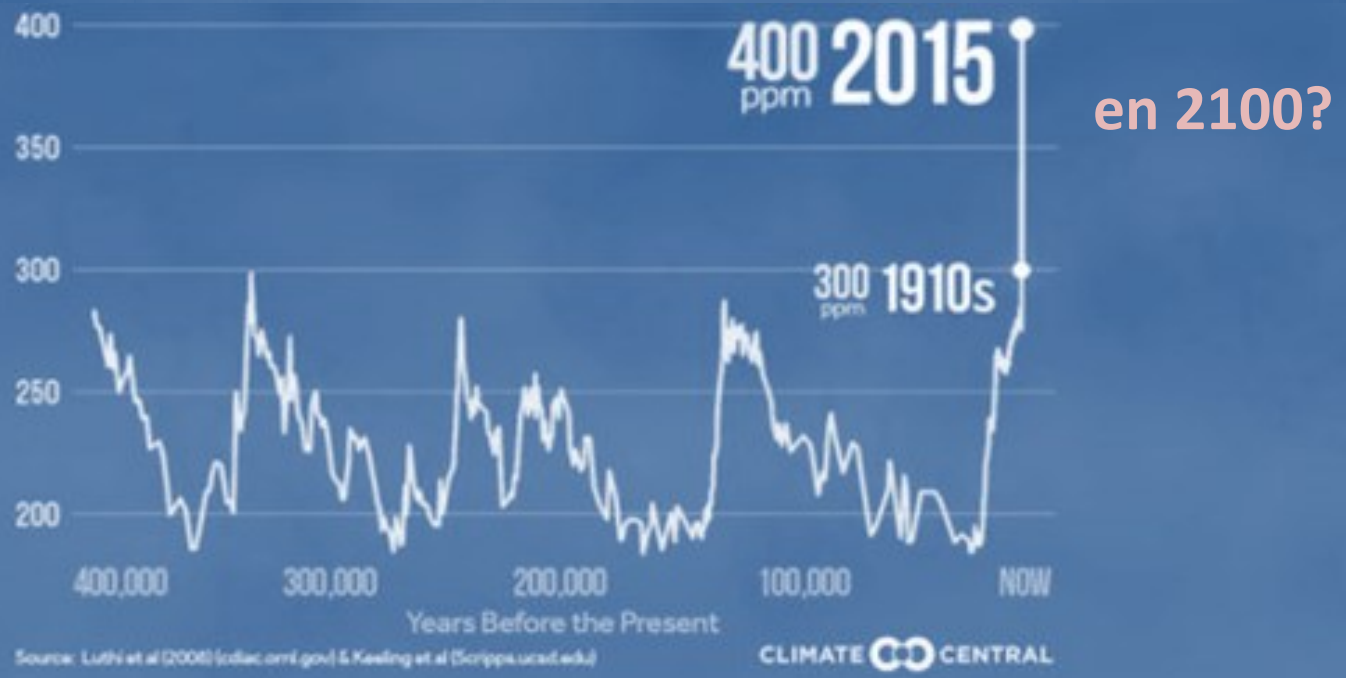
De 1961 to 2015 :

- Température: + 1.7 °
- Intensité de la moyenne des précipitations extrêmes : + 22%



Part des précipitations annuelles tombant lors d'événements intenses

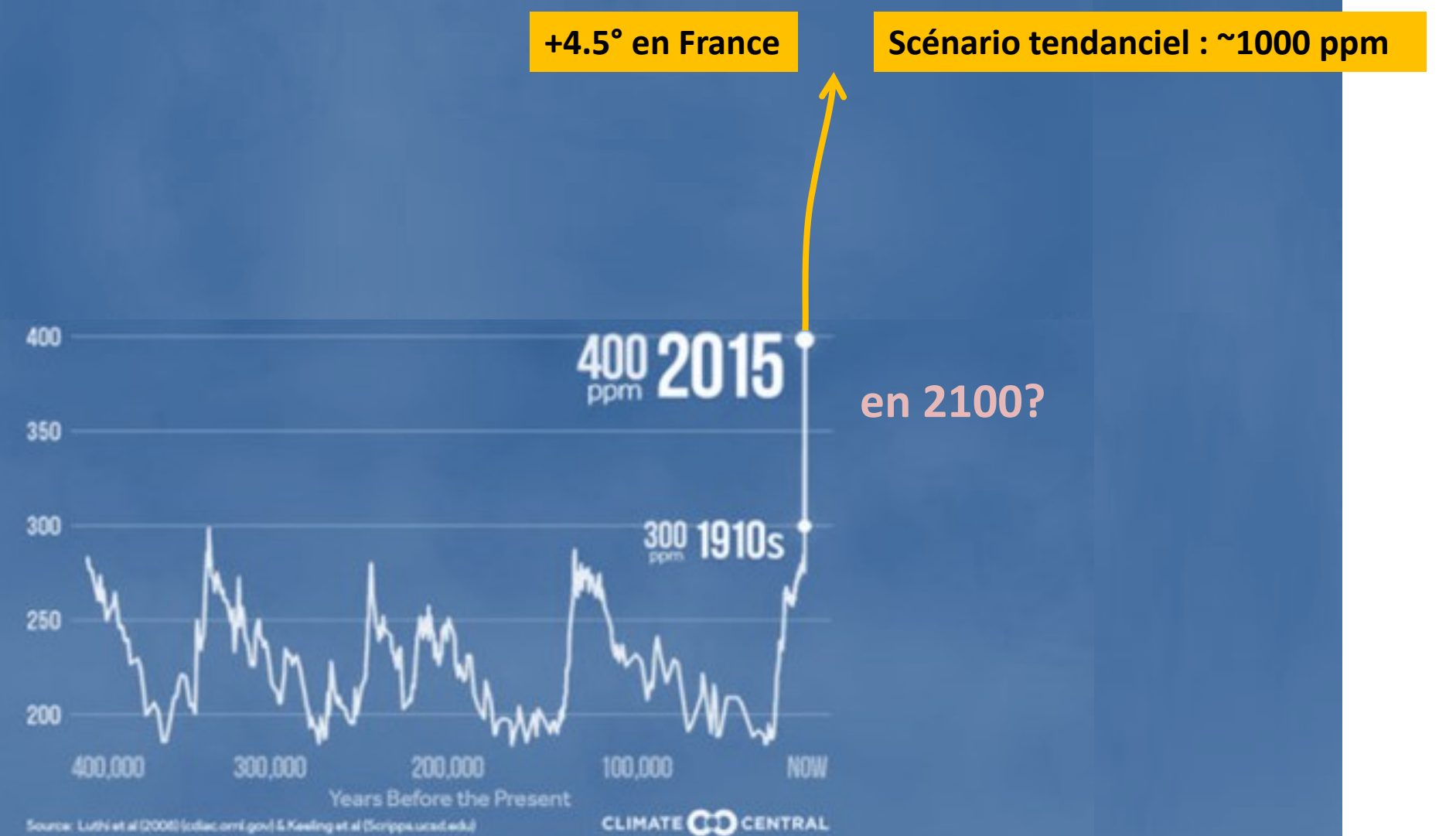
3. Projections climatiques: scénario d'évolution des gaz à effet de serre



Source: Luthi et al (2008) (cdiac.ornl.gov) & Keeling et al (Scripps.ucsd.edu)



3. Projections climatiques: scénario d'évolution des gaz à effet de serre



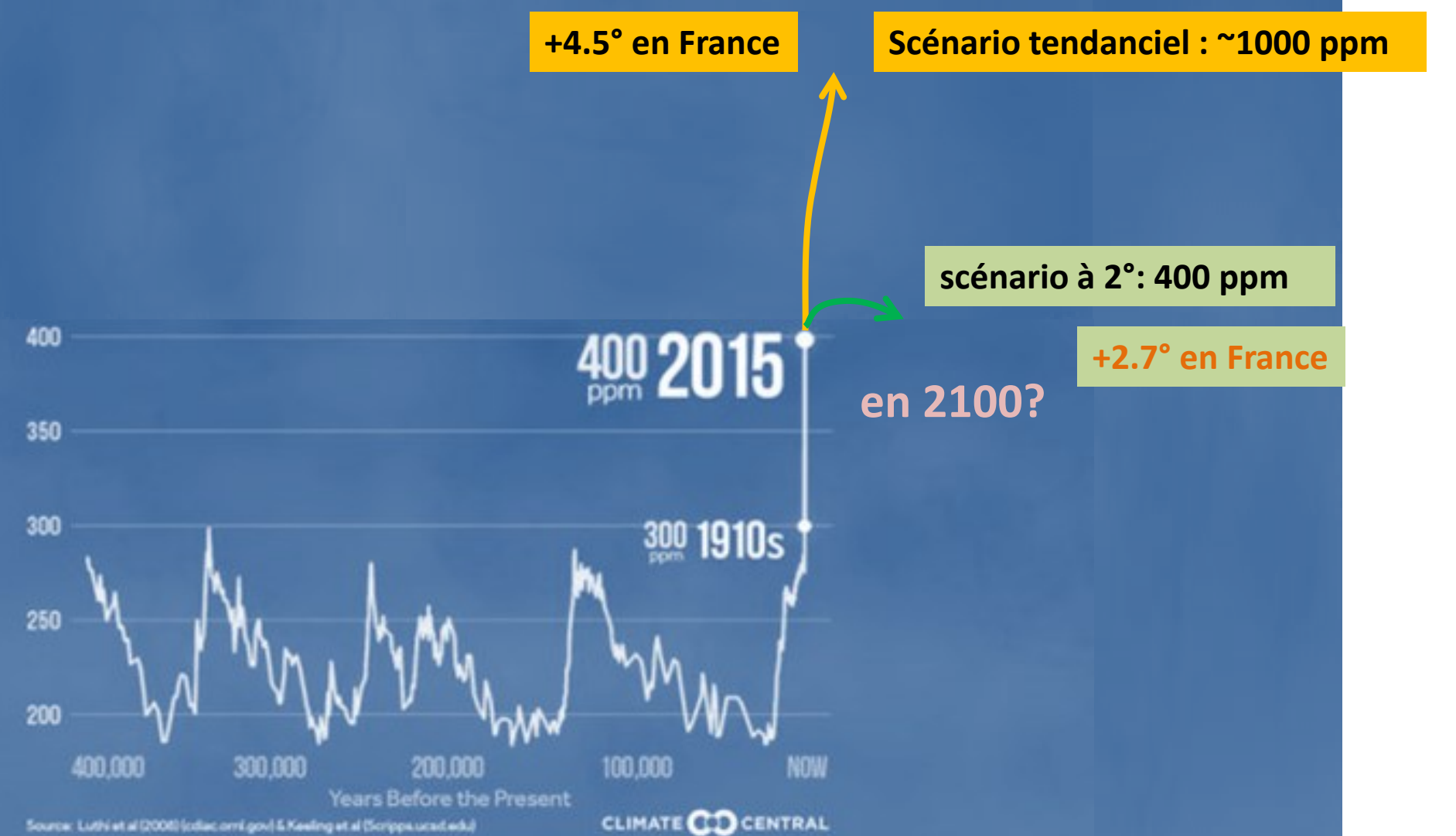
+4.5° en France

Scénario tendanciel : ~1000 ppm

en 2100?

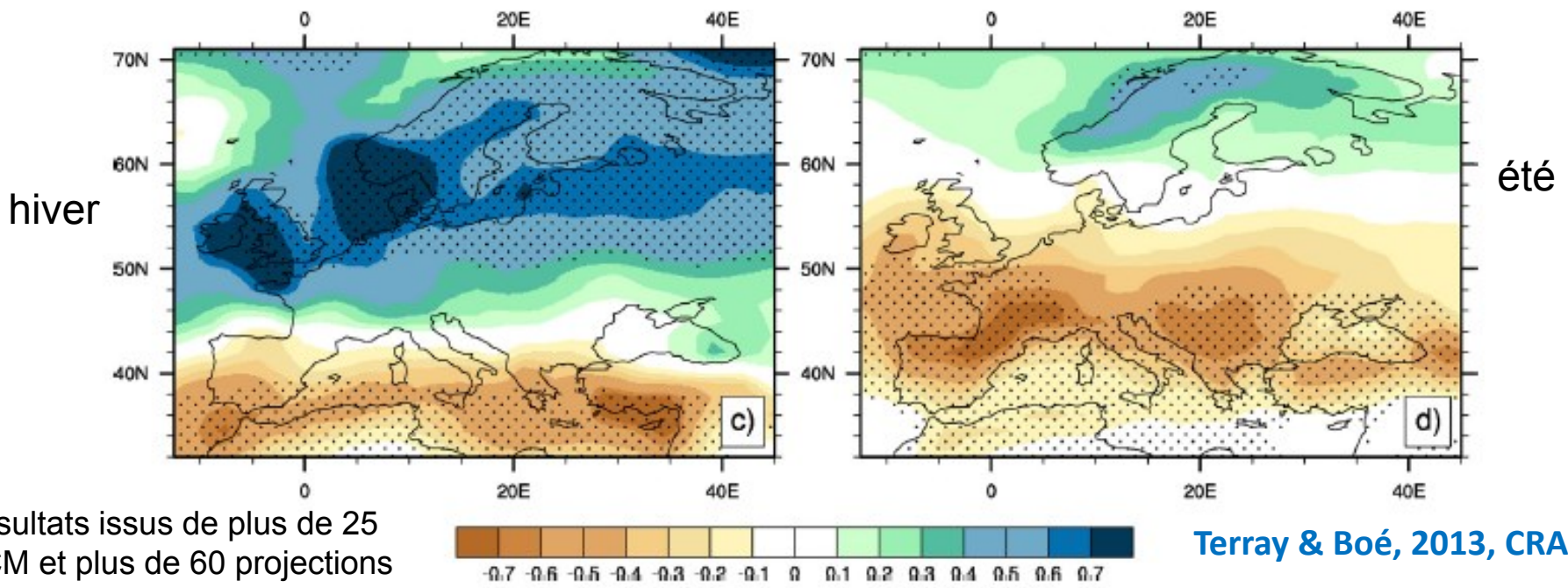
Source: Luthi et al (2008) (cdiac.ornl.gov) & Keeling et al (Scripps.ucsd.edu)

3. Projections climatiques: scénario d'évolution des gaz à effet de serre



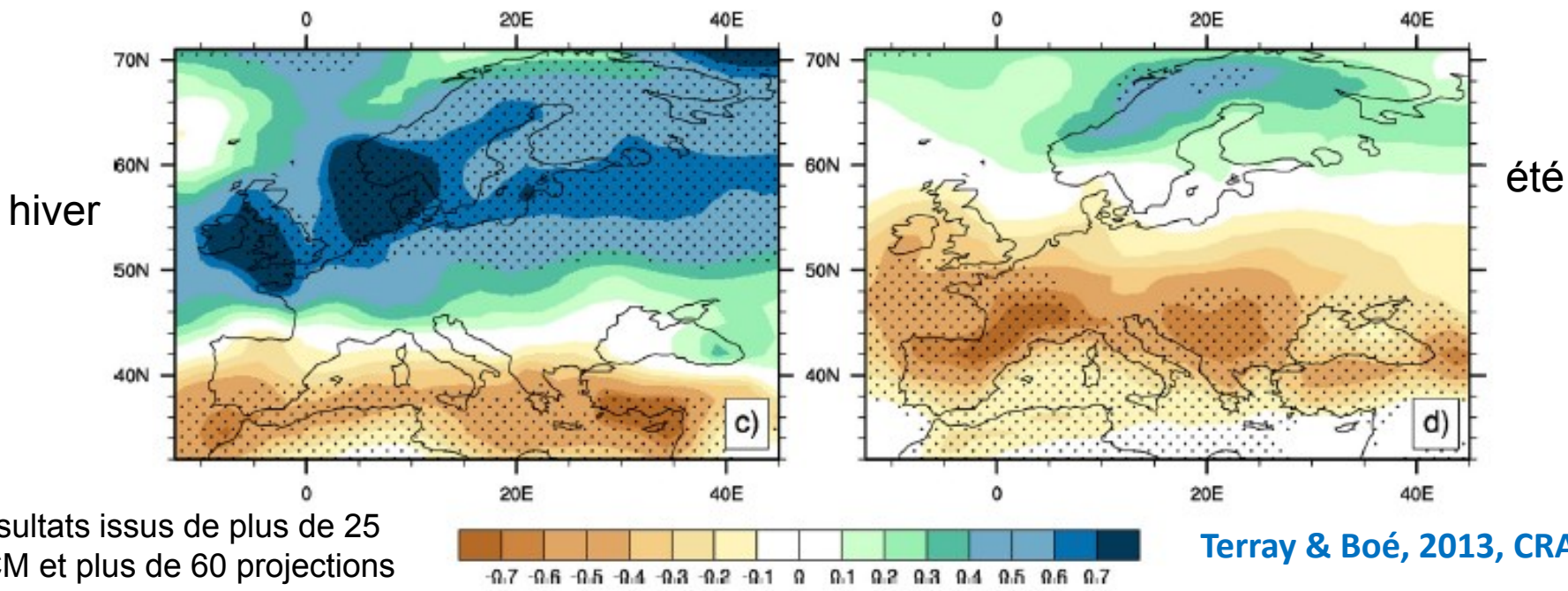
3. Projections climatiques en France

Evolution des précipitations à l'horizon 2100



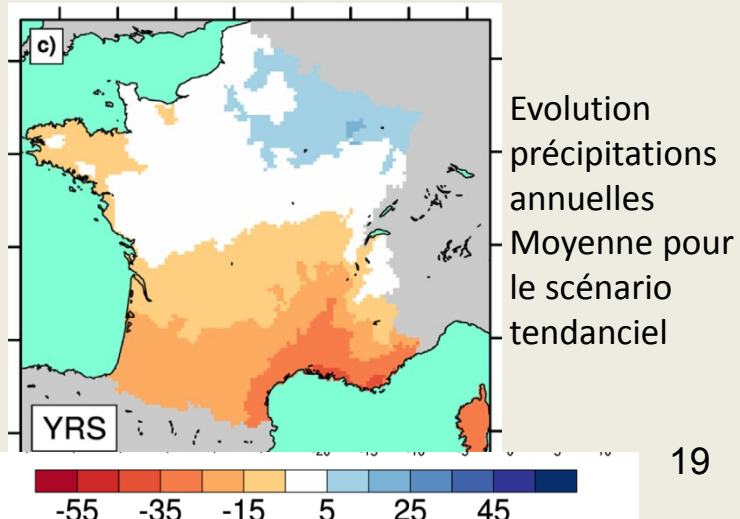
3. Projections climatiques en France

Evolution des précipitations à l'horizon 2100



Après régionalisation et dé-biaisage:
En France

- Scénario tendanciel +2% à -15%
- Scénario à 2°: de -2 à +5 %

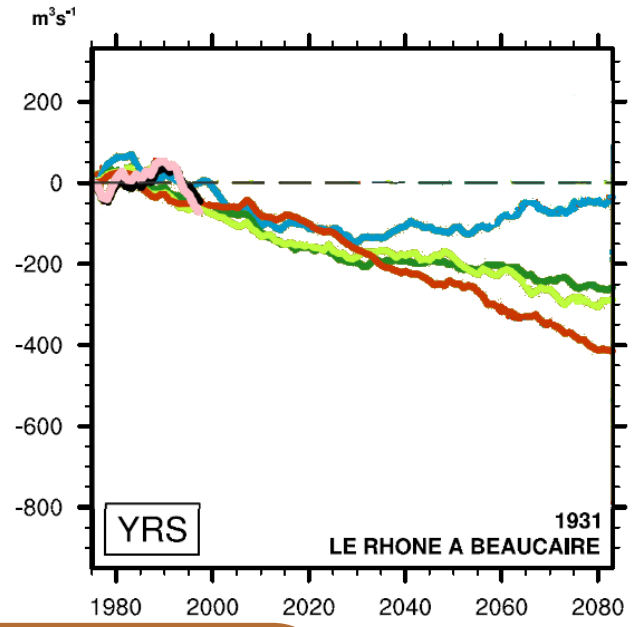


Dayon et al, CRAS, 2018

3. Projections climatiques en France

Evolution des débits du Rhône

rcp26 Scénario à 2°C
rcp45
rcp60
rcp85 Scénario d'émission tendanciel

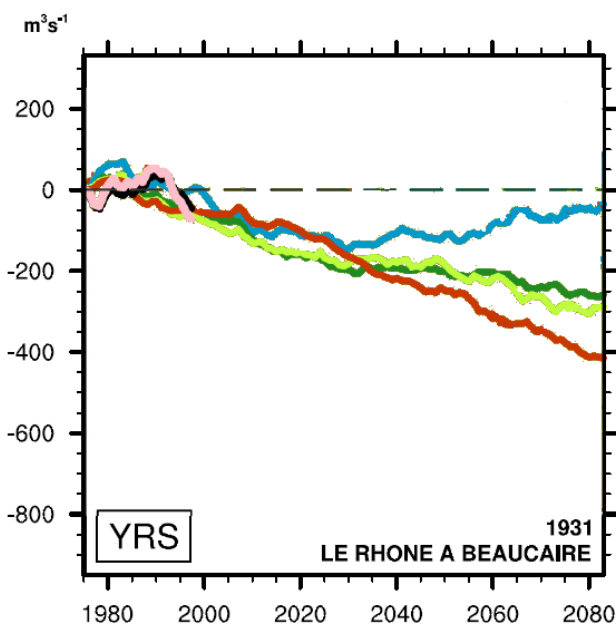
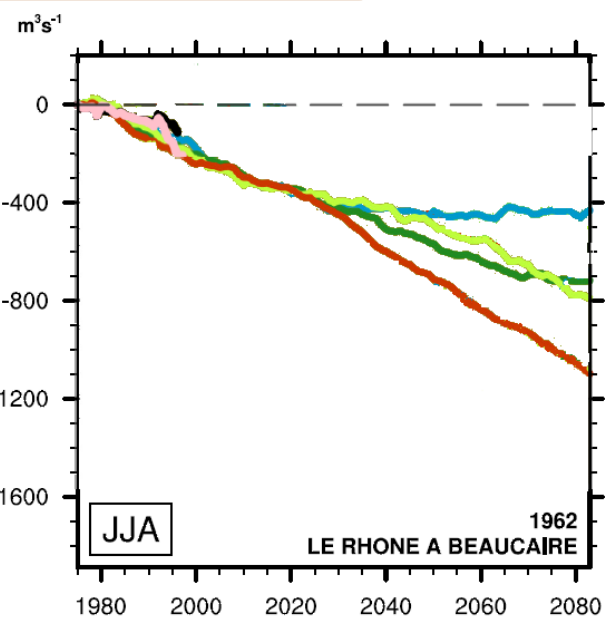
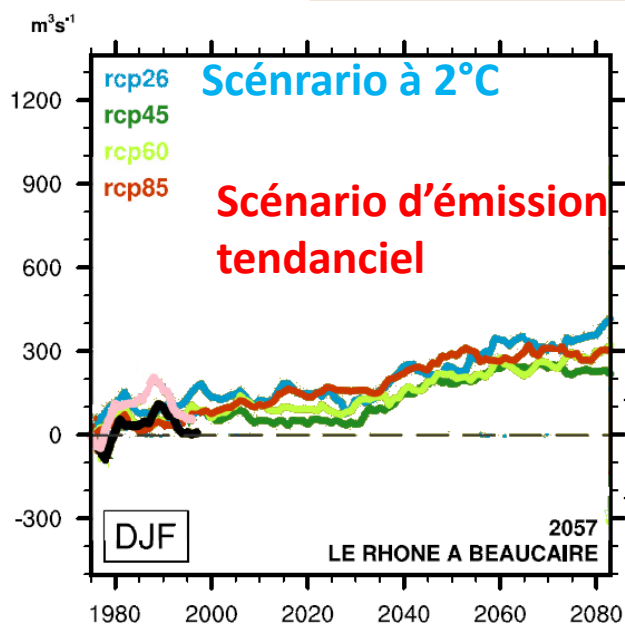


Forte réduction des débits annuels au cours du siècle
D'autant plus marquée qu'on ne réduit pas les émissions de GES

3. Projections climatiques en France

Evolution des débits du Rhône

Lié à une très forte réduction des débits estivaux, malgré augmentation des débits hivernaux (manteau neigeux)



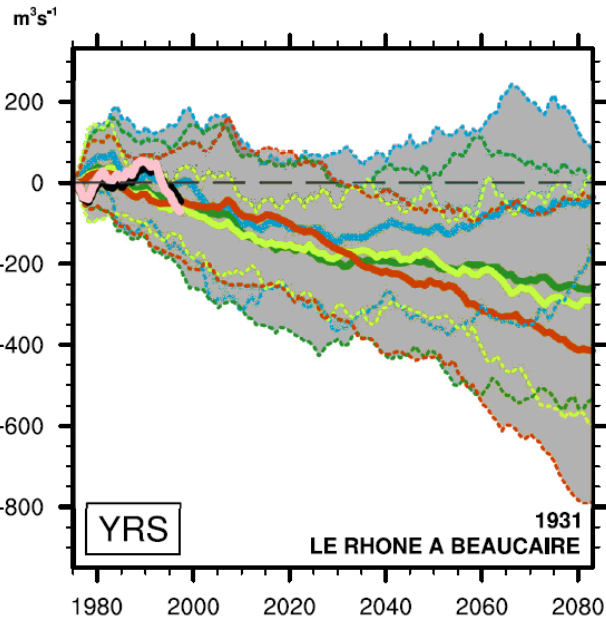
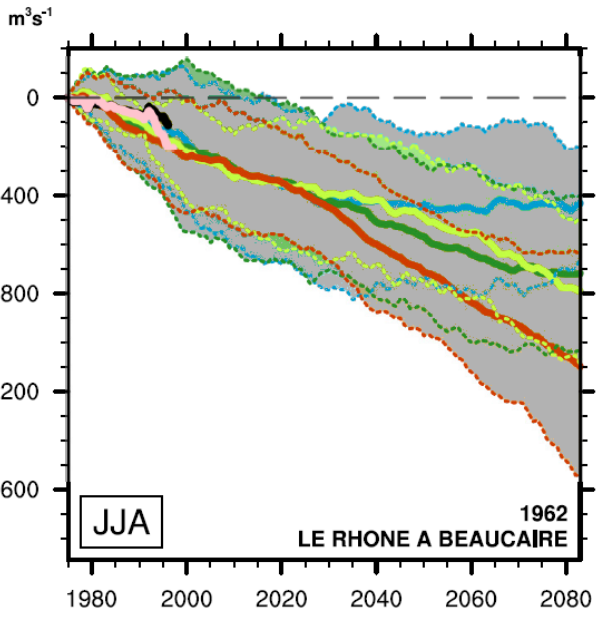
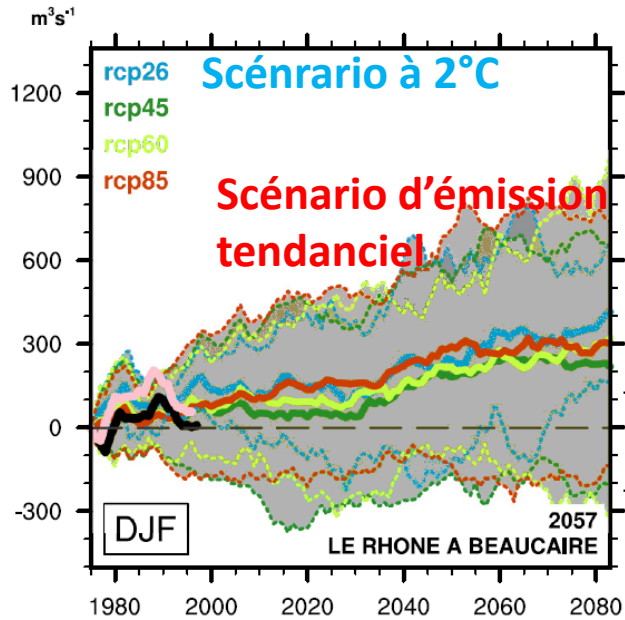
Forte réduction des débits annuels au cours du siècle
D'autant plus marquée qu'on ne réduit pas les émissions de GES

3. Projections climatiques en France

Evolution des débits du Rhône

Lié à une très forte réduction des débits estivaux, malgré augmentation des débits hivernaux (manteau neigeux)

Signaux robustes, malgré les incertitudes

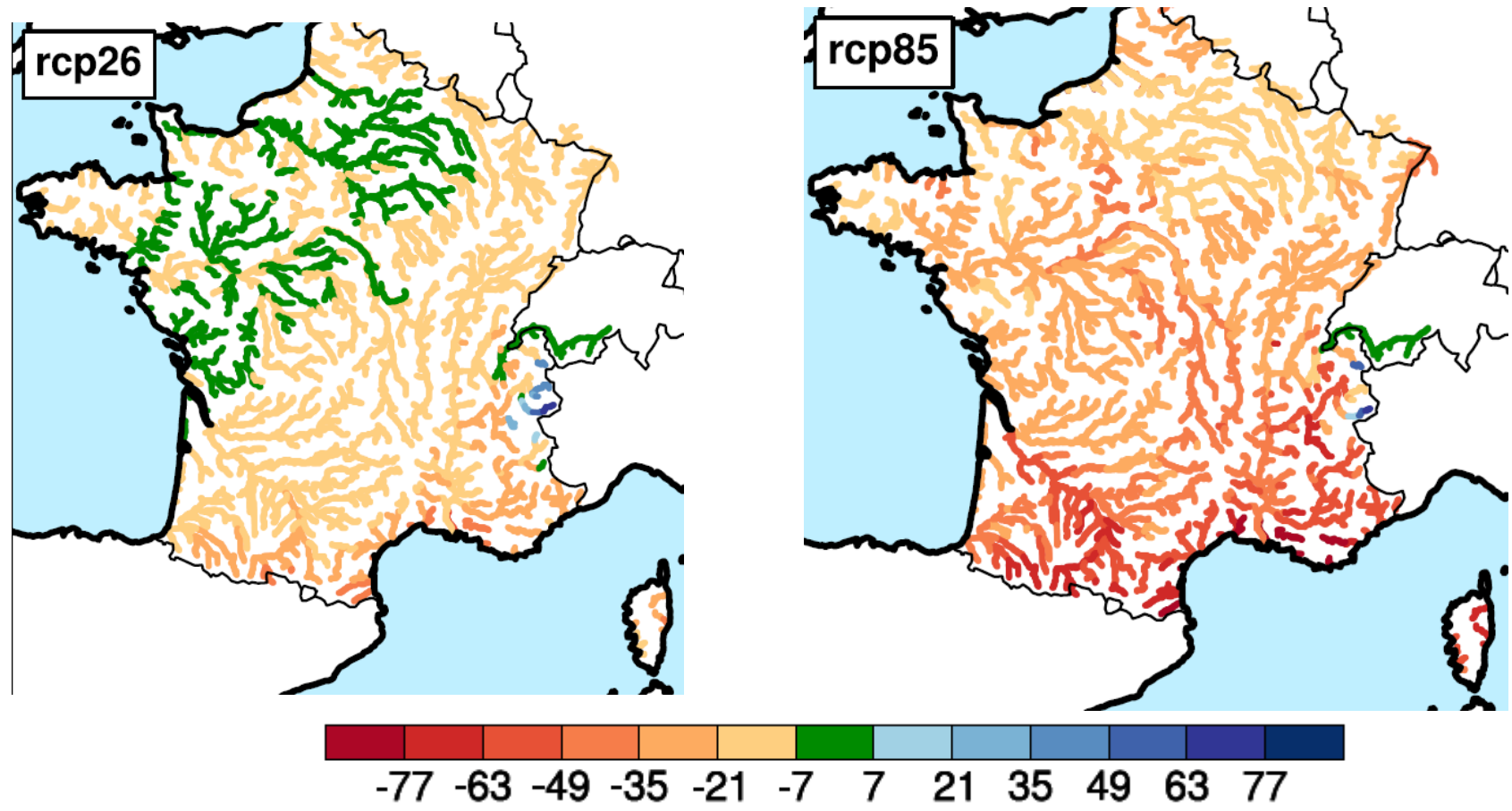


Forte réduction des débits annuels au cours du siècle
D'autant plus marquée qu'on ne réduit pas les émissions de GES

3. Projections climatiques en France

Evolution des débits d'étiage

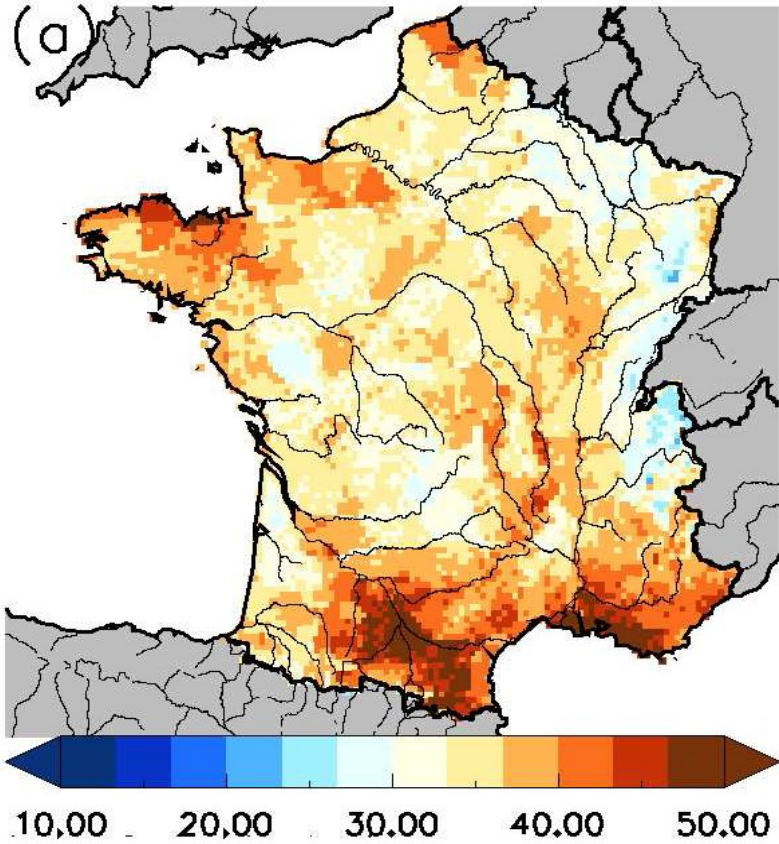
QMN5 (débits mensuels minimums de période de retour 5 ans)



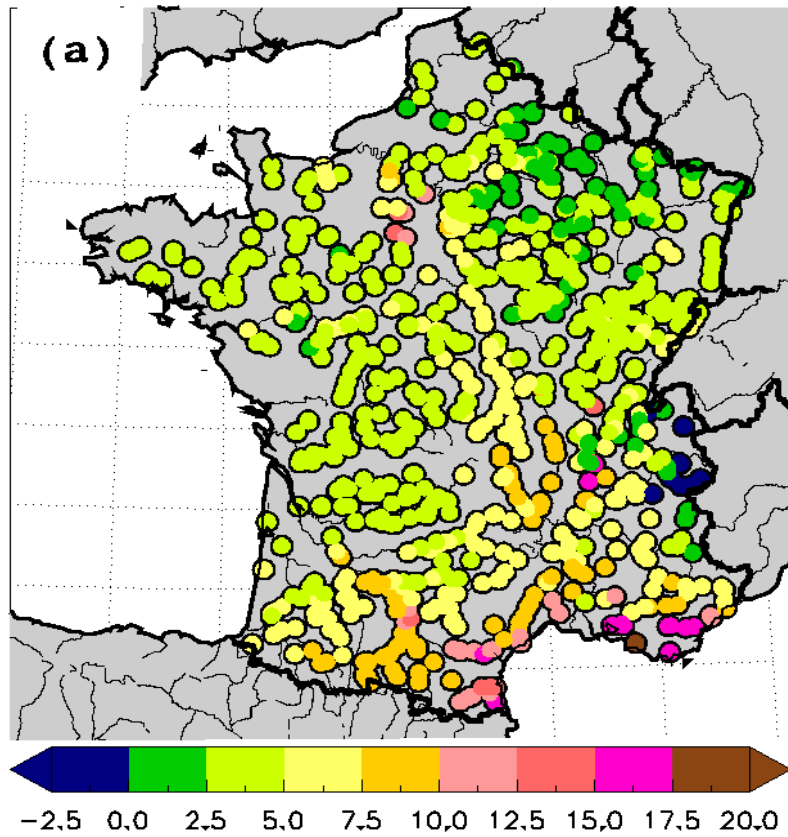
3. Projections climatiques en France

Evolution des sécheresses à courtes échéances 2030-2060

Augmentation de la durée des sécheresses agronomiques (%)



Augmentation de la durée des sécheresses hydrologiques (%) (VCN3)

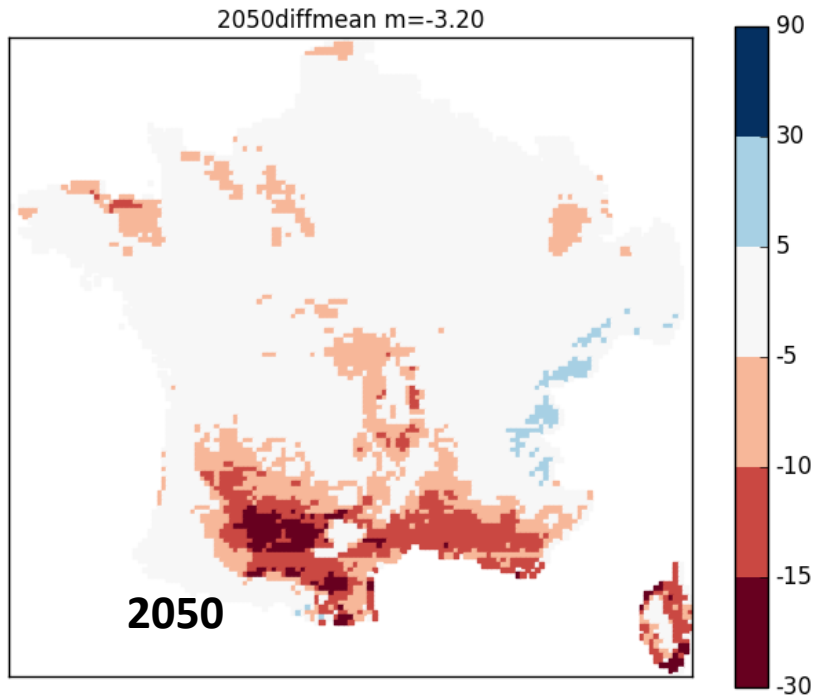


3. Projections climatiques en France

Evolution de la capacité de remplissage de retenues de substitution (%)

Hypothèses: retenues de type collinaire, remplissage de Novembre à Mars

Moyenne multi-modèle sur 14 projections CMIP5, scénario tendanciel

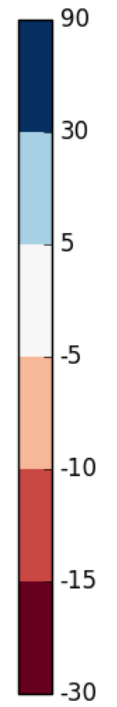
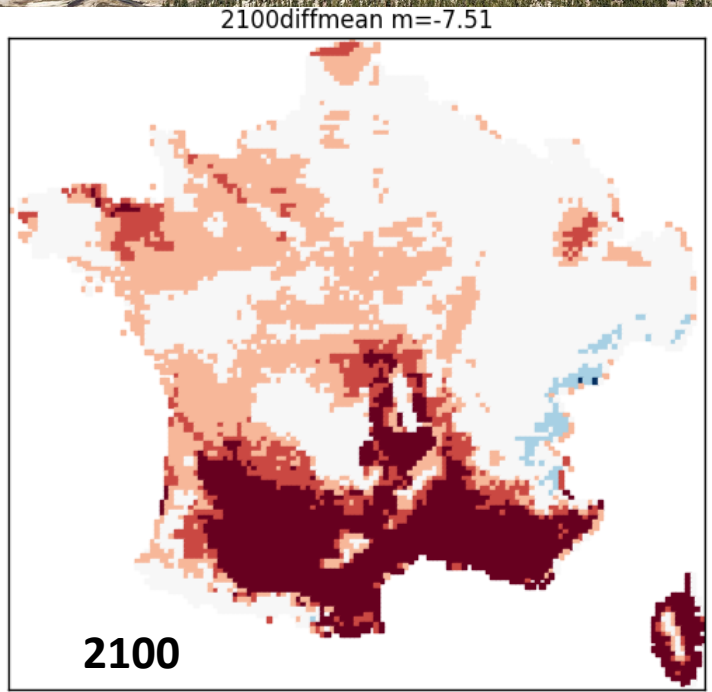
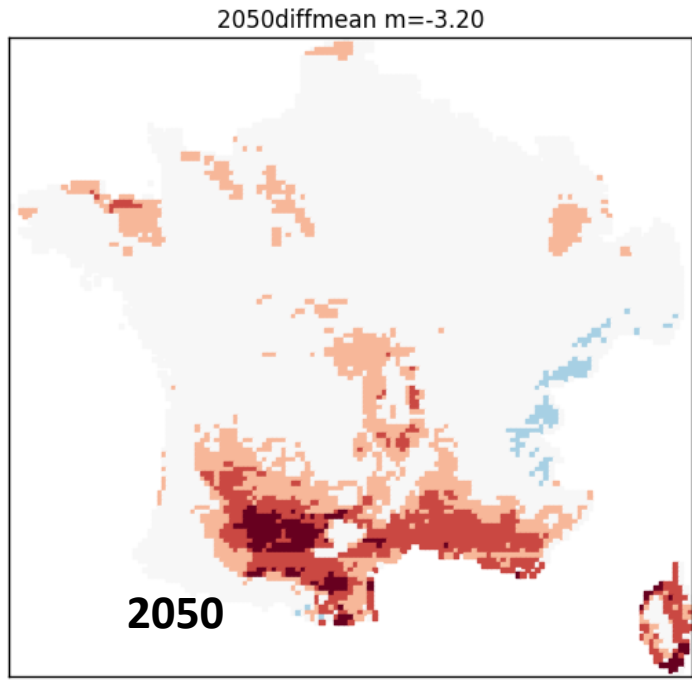


3. Projections climatiques en France

Evolution de la capacité de remplissage de retenues de substitution (%)

Hypothèses: retenues de type collinaire, remplissage de Novembre à Mars

Moyenne multi-modèle sur 14 projections CMIP5, scénario tendanciel



3. Projections climatiques en France

Le dérèglement climatique amplifie **des problèmes** concernant les aspects quantitatifs de l'eau:

- **Augmentations des précipitations intenses** : généralisation des risques d'inondation (même loin des rivières), mais aussi: érosion, transfert de polluant...
- **Augmentation de la durée et de l'intensité des sécheresses**: risque de problèmes pour l'AEP, l'irrigation, l'industrie (refroidissement), la survie des arbres et des écosystèmes...

Conclusion

- Le dérèglement climatique amplifiera les problèmes liés à l'eau.
- Il y a une forte interaction avec la consommation en eau

« La consommation d'eau humaine est aujourd'hui une composante majeure de l'intensification des sécheresses hydrologiques » **Wada et al., ERL 2013**

« Il y a une limite à l'exploitation de la ressource en eau pour rester dans un équilibre planétaire offrant un environnement durable et viable »

The Planetary boundaries, a safe space for humanity, Rockstrom et al., Nature, 2009; Steffen et al., 2014

Conclusion

- Le dérèglement climatique amplifiera les problèmes liées à l'eau.
- Il y a une forte interaction avec la consommation en eau

« La consommation d'eau humaine est aujourd'hui une composante majeure de l'intensification des sécheresses hydrologiques » **Wada et al., ERL 2013**

« Il y a une limite à l'exploitation de la ressource en eau pour rester dans un équilibre planétaire offrant un environnement durable et vivable »

The Planetary boundaries, a safe space for humanity, Rockstrom et al., Nature, 2009; Steffen et al., 2014

➔ En terme d'adaptation, toute action est contre-productive si elle dessert d'autres enjeux fondamentaux, notamment ceux dont les limites planétaires sont déjà dépassées...

Il faut encourager les actions ayant des co-bénéfices sur :

- Biodiversité
- Pollution
- Atténuation (réduction des émissions de CO₂)

4 Quelles sont les solutions ?

Les retenues : Cercle vicieux / Verrouillage technique

→ l'augmentation de l'offre conduit à une hausse de la demande et de fait à une vulnérabilité plus élevée

→ **verrouillage technique** : plus on augmente l'offre, plus on augmente la demande plus on augmente la vulnérabilité

