

Le changement climatique et ses conséquences sur le bassin de la Seine

Le changement climatique, c'est maintenant....

The image displays three overlapping news articles. The top article is from **SUD OUEST**, dated Wednesday, September 21, 2016, with the headline "À LA UNE COMMUNES SPO" and sub-headlines "BORDEAUX ARCAÇON MÉDOC LIBOURNE LAN". The middle article is from **Le Parisien**, dated August 21, 2016, with the headline "Le mois d'août est le 16e d'affilée à battre des records de chaleur" and sub-headline "Le mois d'août 2016 est le plus chaud en 136 ans. 2016 est en passe de battre le record de 1947". The bottom article is from **minutes.lu** (RTL), dated Monday, August 22, 2016, with the headline "2016 devrait battre tous les records de fonte de la banquise" and sub-headline "Climat".

SUD OUEST mercredi 21 septembre 2016
À LA UNE COMMUNES SPO
BORDEAUX ARCAÇON MÉDOC LIBOURNE LAN

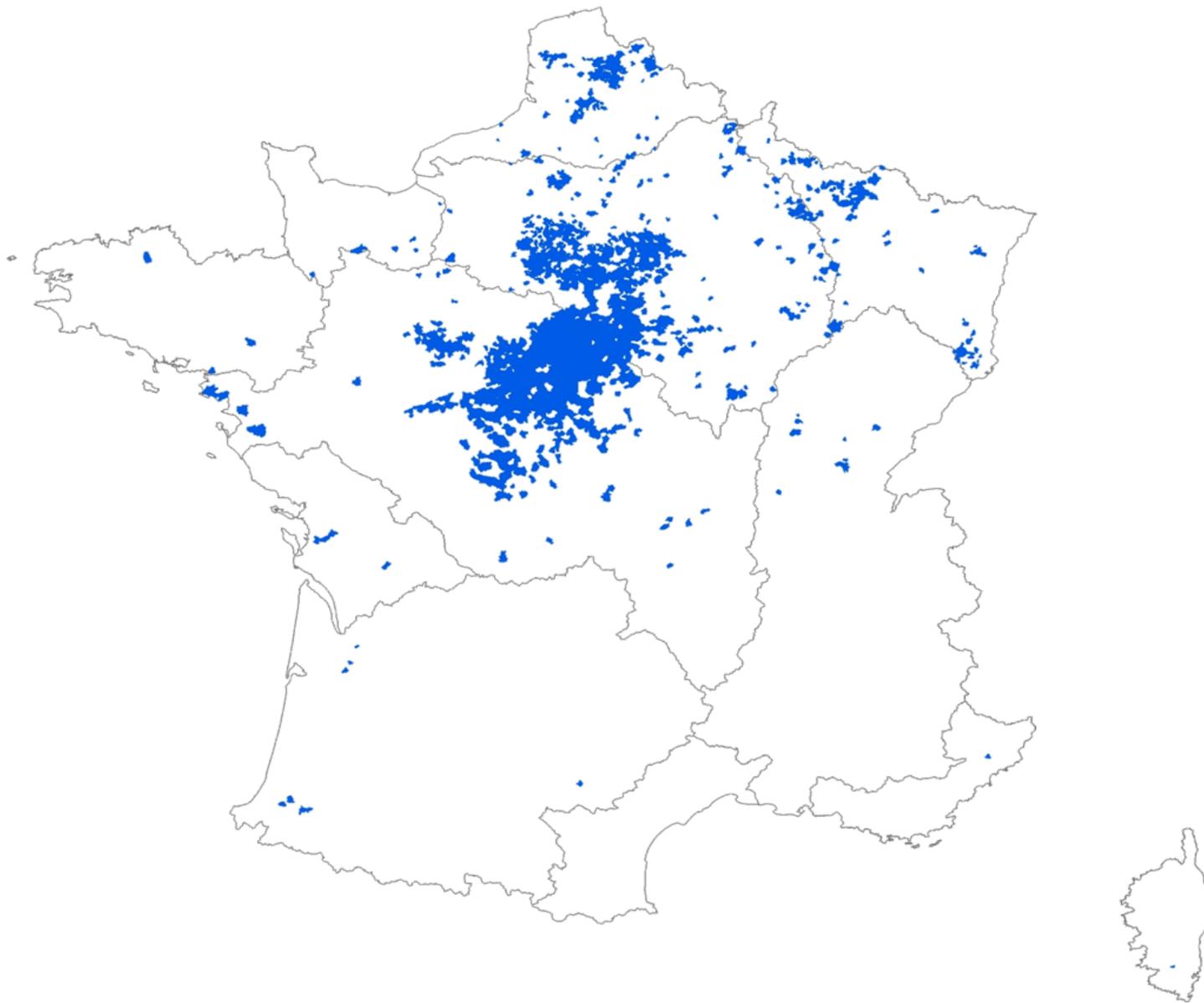
Le Parisien MA TERRE | INTERACTIF. Le mois de juillet 2016 est le plus chaud jamais enregistré
Le mois d'août est le 16e d'affilée à battre des records de chaleur
Le mois d'août 2016 est le plus chaud en 136 ans. 2016 est en passe de battre le record de 1947
Le mois de juillet 2016 est le plus chaud jamais enregistré

Le Point Le mois d'août est le 16e d'affilée à battre des records de chaleur
Le mois d'août 2016 est le plus chaud en 136 ans. 2016 est en passe de battre le record de 1947

minutes.lu L'INFO TOUT COURT par **RTL**
LA UNE GRANDE RÉGION MONDE 5MINUTEZ-VOUS CULTURE SPORT 5MINU
Climat
2016 devrait battre tous les records de fonte de la banquise
RTL.be - lundi 22 août 2016

2016: « pluie » de records et événements hydrologiques contrastés en France »

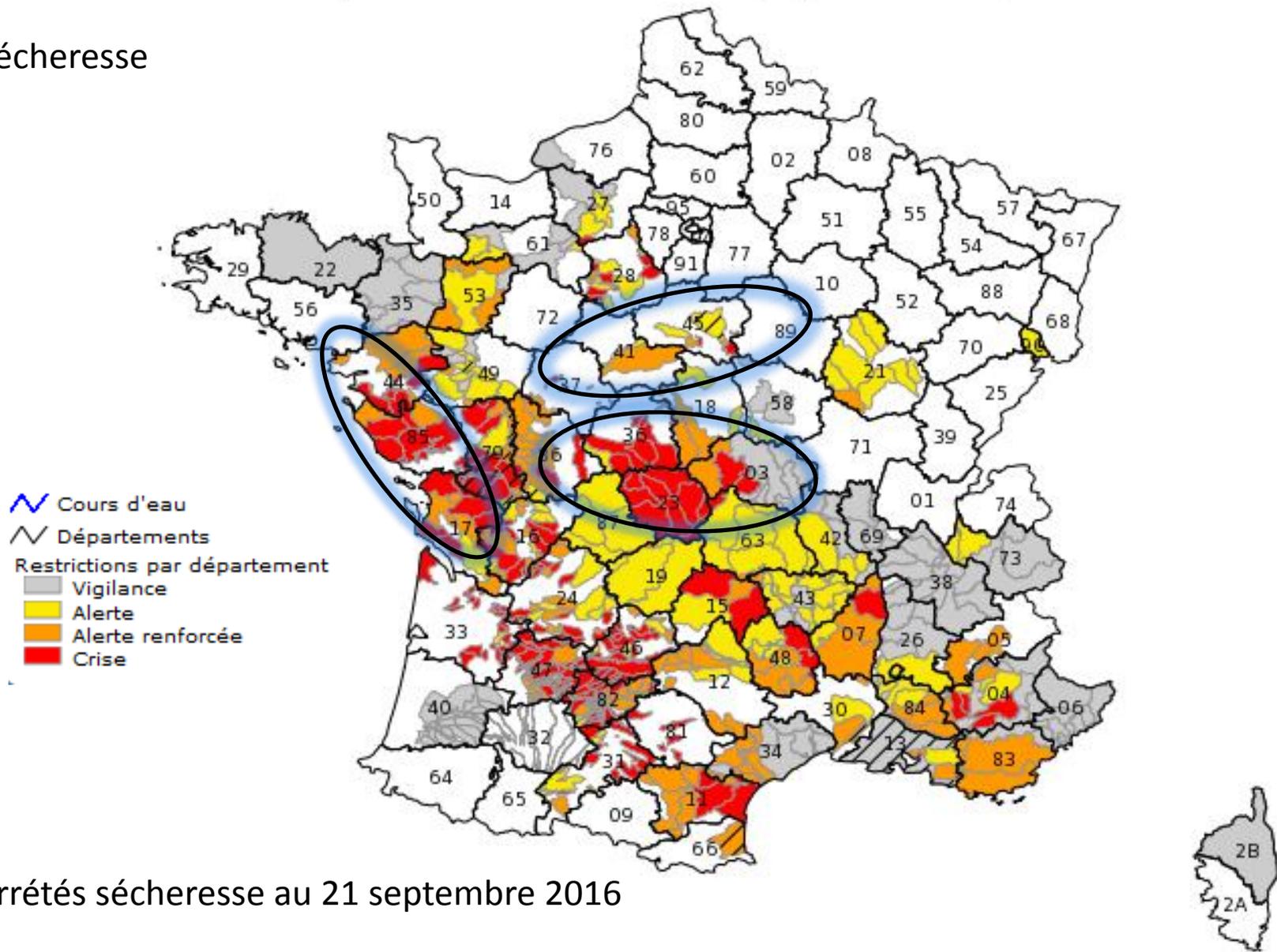
inondation



Cat nat inondation 2016

2016: « pluie » de records et événements hydrologiques contrastés en France »

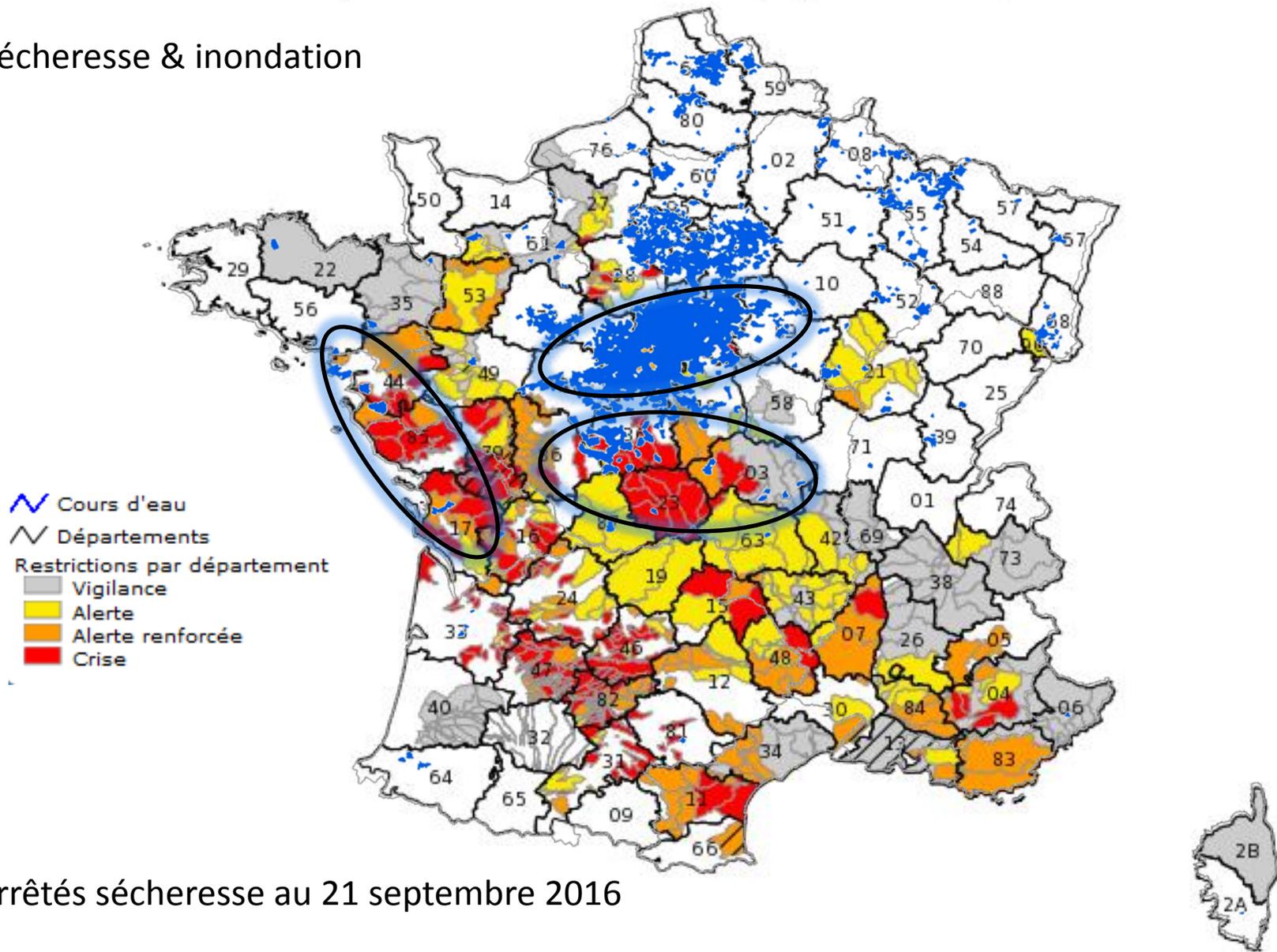
sécheresse



Arrêtés sécheresse au 21 septembre 2016

2016: « pluie » de records et événements hydrologiques contrastés en France »

Sécheresse & inondation

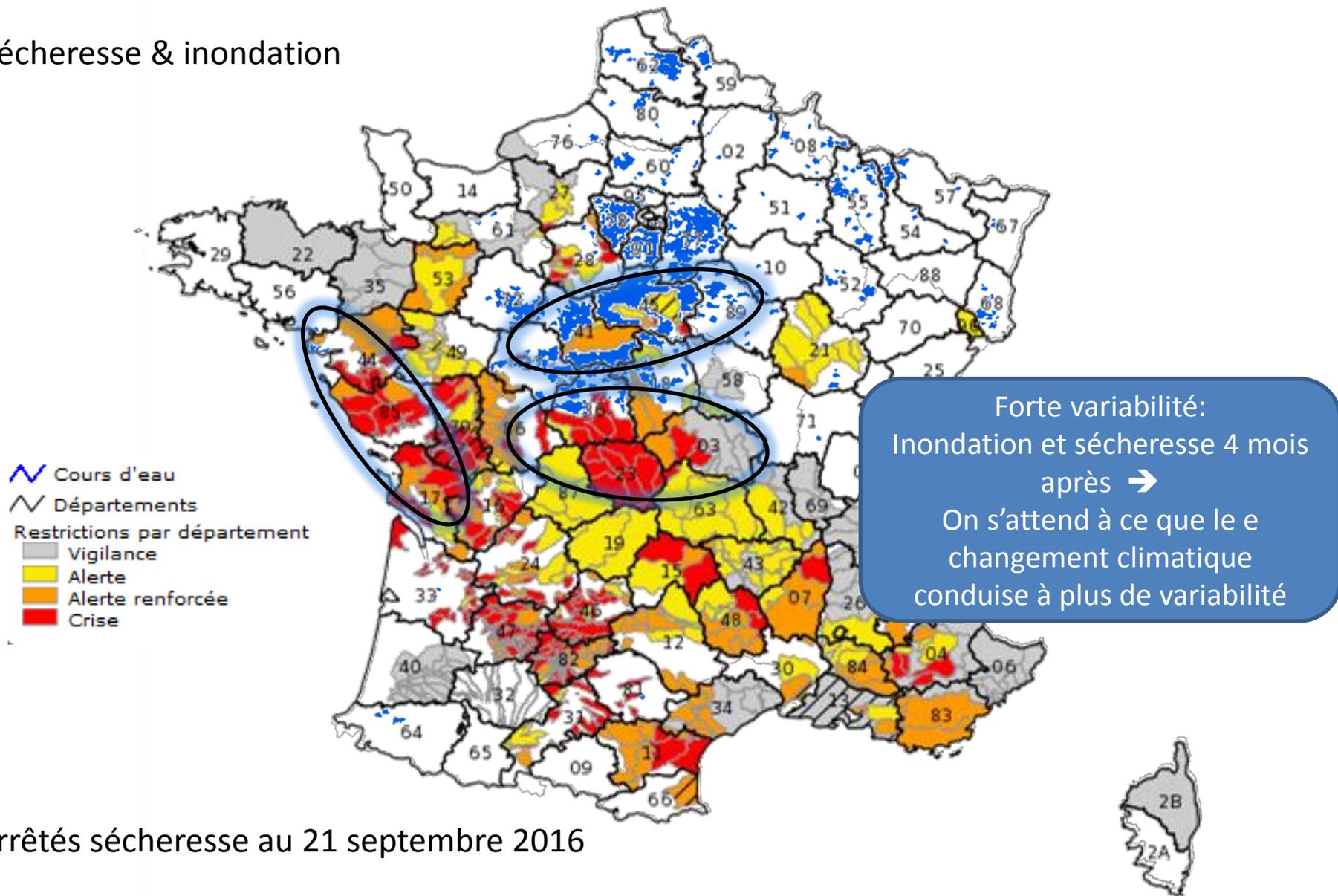


Arrêtés sécheresse au 21 septembre 2016

Cat nat inondation 2016

2016: « pluie » de records et événements hydrologiques contrastés en France »

Sécheresse & inondation



Arrêtés sécheresse au 21 septembre 2016

Cat nat inondation 2016

Pourquoi?

Concentration en CO₂ au plus haut :
exemple site à Hawaï avec les observations
directes les plus anciennes (depuis 1958)

De plus, la concentration en CO₂
augmente **de plus en plus vite...** →
aujourd'hui ~ 2 fois plus vite que
dans les années 60....

Quelles sont les causes ?

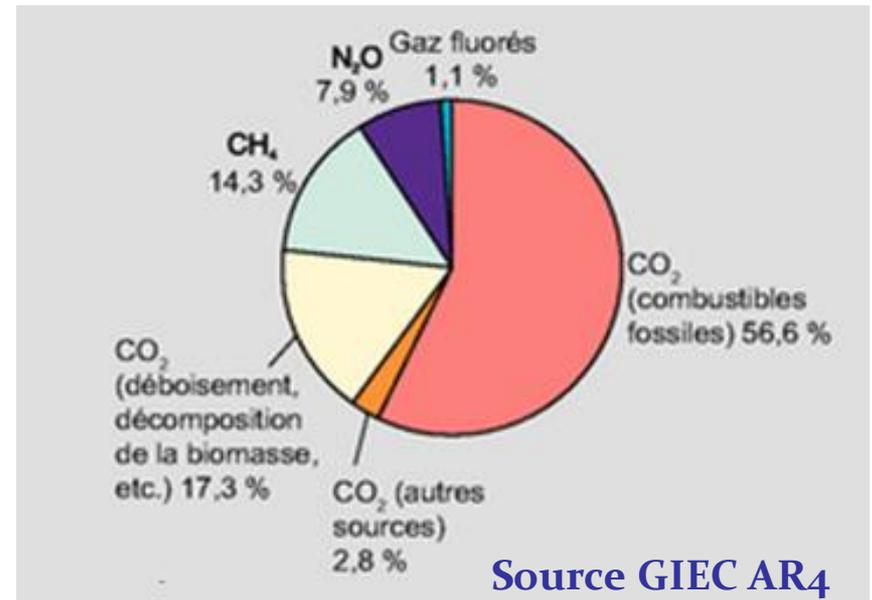
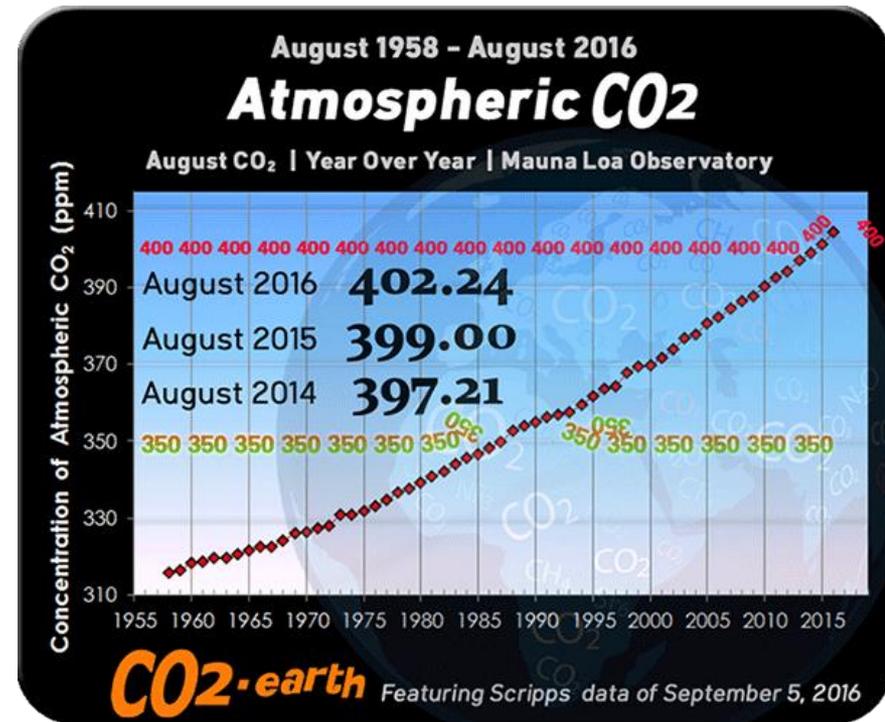
Essentiellement la combustion d'énergie fossile
(56.6%)

Mais aussi la déforestation, les émissions de
N₂O, CH₄....

En France,

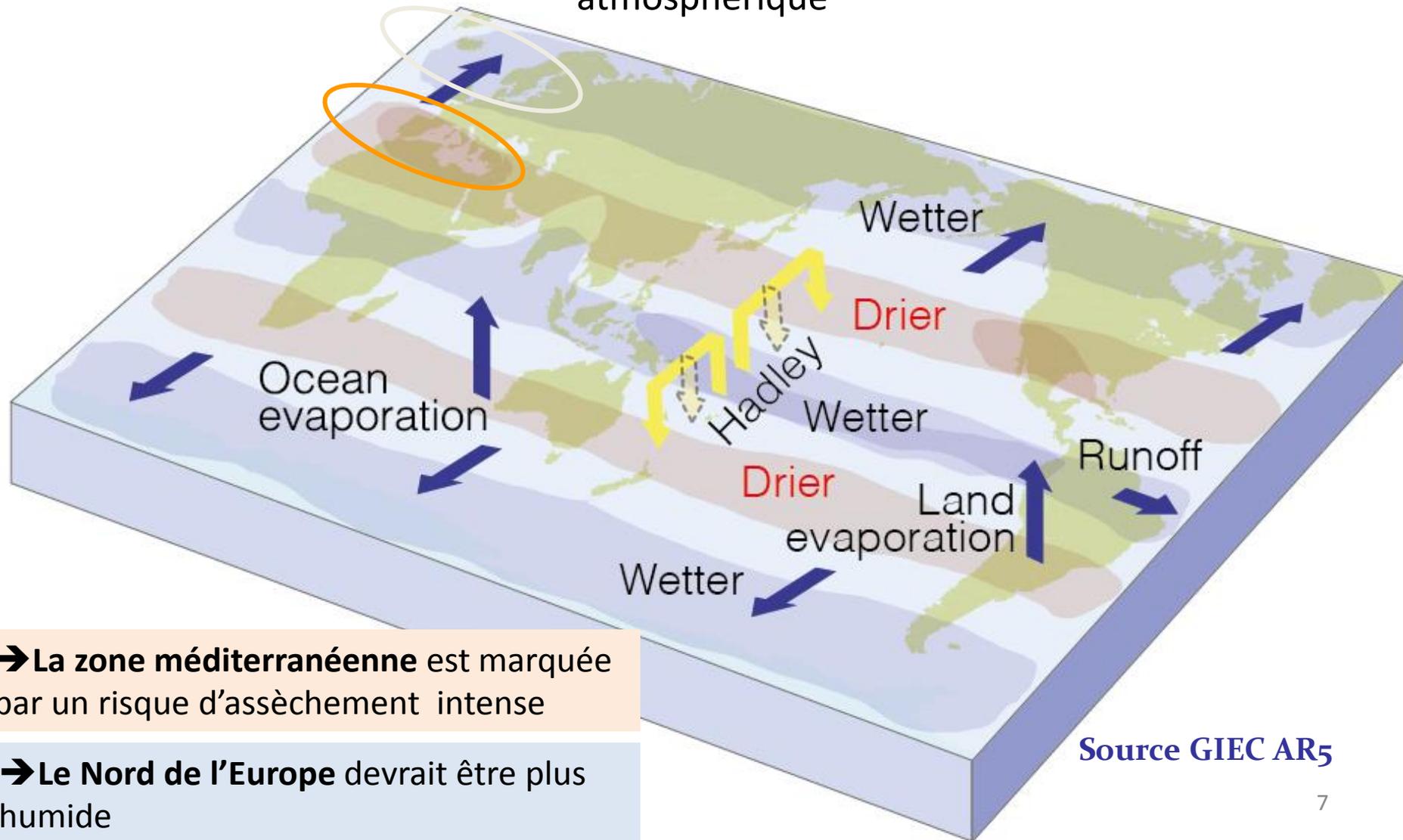
En moyenne, on émet **12 teq CO₂/habitant/an**
~ 5 fois plus qu'au Brésil

Environ 27% des émissions sont liées au
transport, 19% au secteur agricole,
18% au secteur résidentiel



Quelles sont les conséquences ?

Augmentation des concentrations en Gaz à effet de serre → réchauffement de la planète, plus marqué sur certaines régions → modification de la circulation atmosphérique



Comment sont réalisées les projections climatiques ?

Avec des scénarios d'évolution des concentrations en gaz à effet de serre.

- scénario **RCP 8.5** : croissance continue des concentrations sans stabilisation → **tendanciel**
- scénarios RCP 6 et RCP 4.5: croissance et stabilisation des concentrations
- Scénario **RCP2.6**: diminution des concentration à partir de 2030 → **scénario à 2°**

Avec des modèles de climat

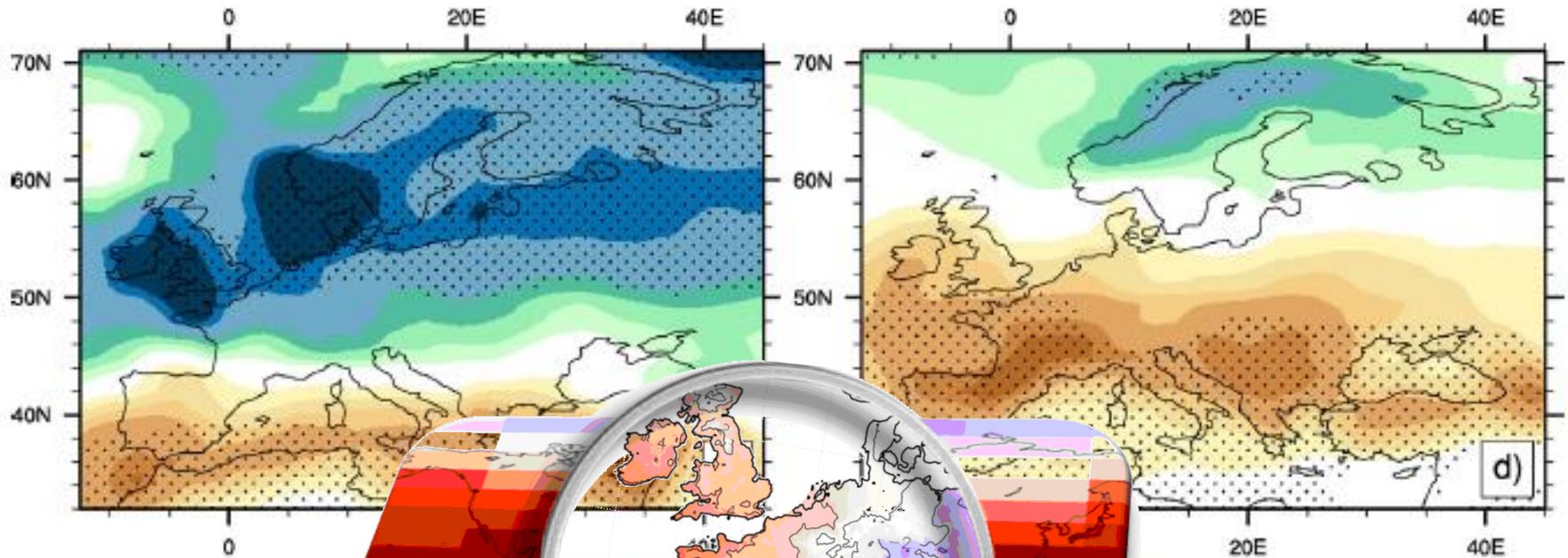


Que disent les projections climatiques ?

Evolution des précipitations à l'horizon 2100

Hiver

Eté



(mm/jour)

Ré

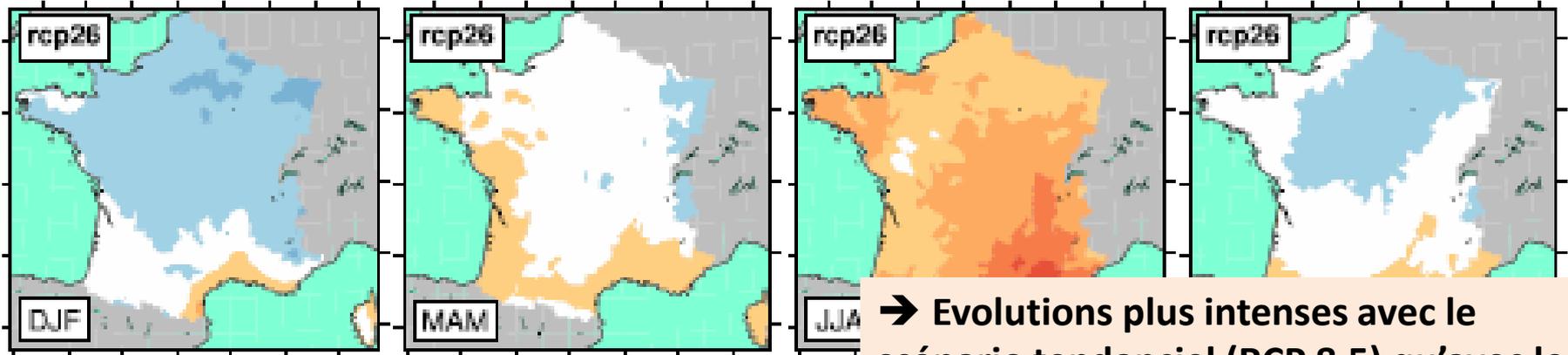
60 projections pour le

Besoin de régionaliser les informations brutes des modèles pour les exploiter en hydrologie

Que disent les projections climatiques ?

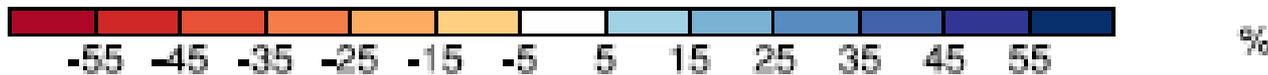
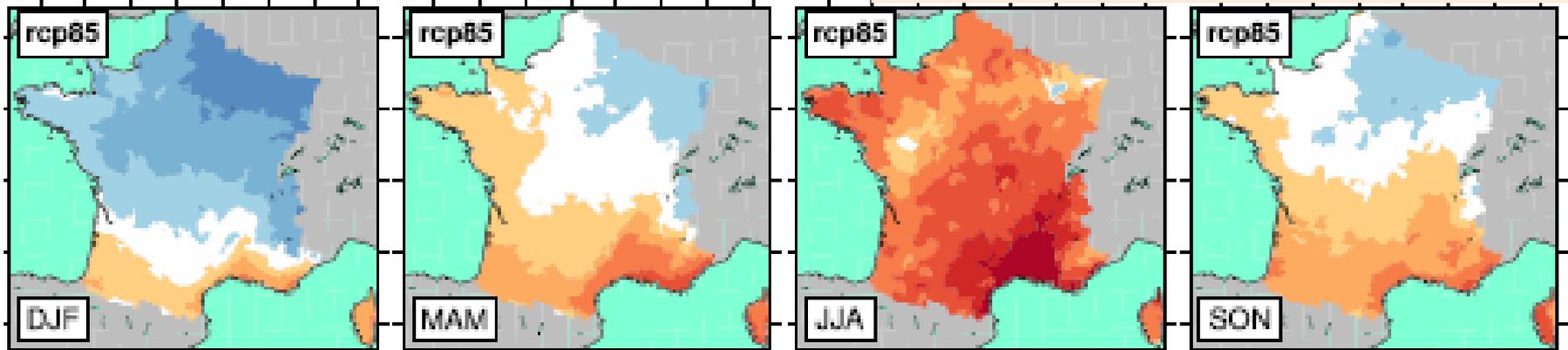
Evolution des précipitations à l'horizon 2100: projections régionalisées

Scénario de concentration en Gaz à effet de serre 2° (RCP 26)

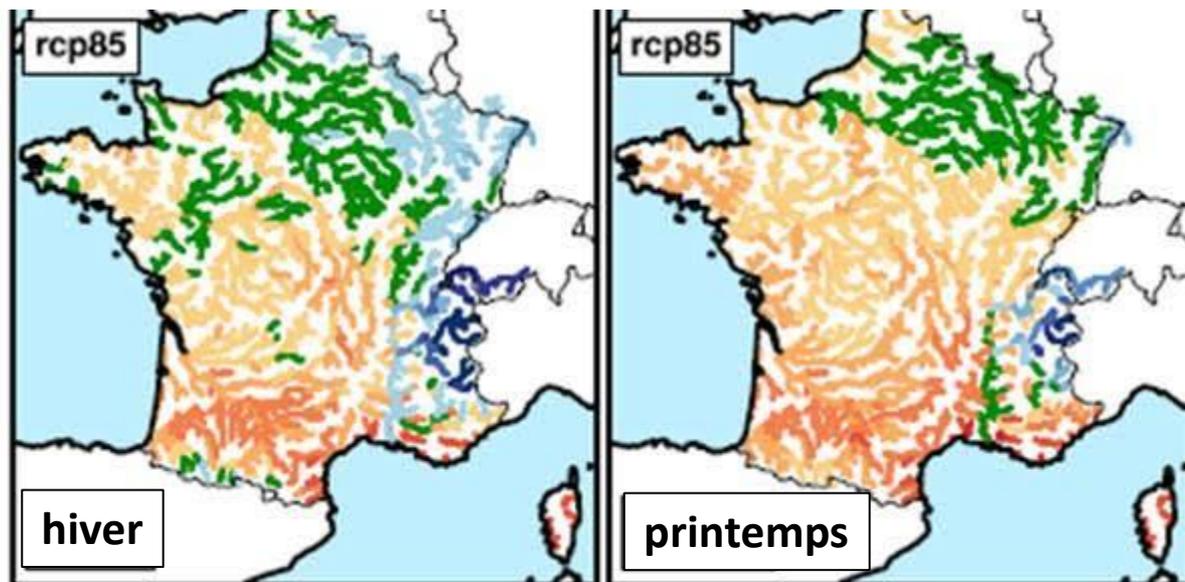


→ Evolutions plus intenses avec le scénario tendanciel (RCP 8.5) qu'avec le scénario à 2° (RCP 2.6)

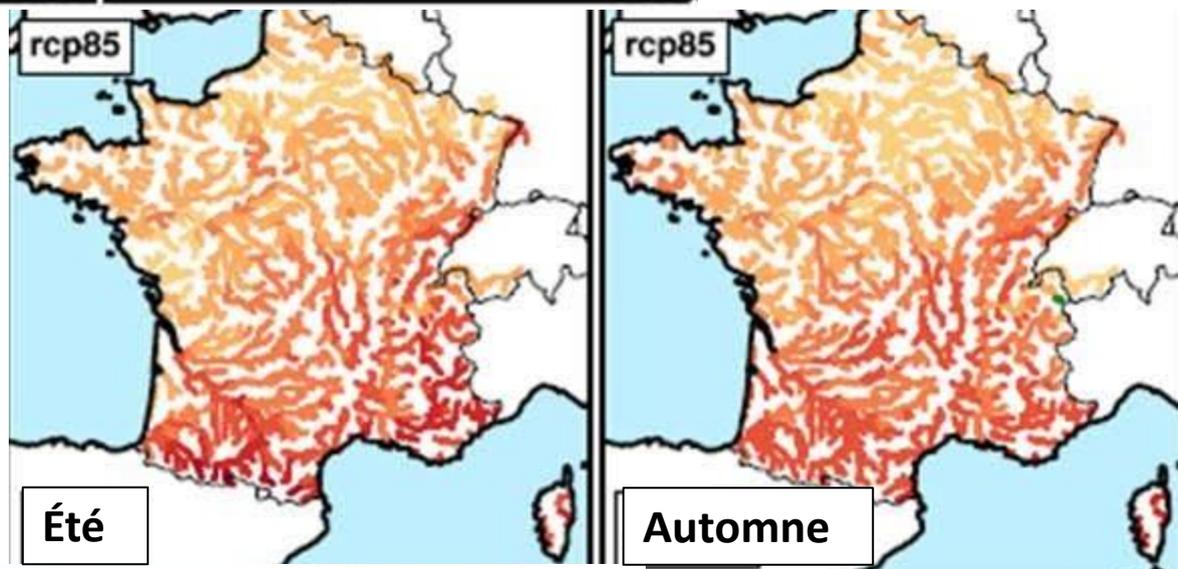
Scénario de concentration en Gaz à effet de serre 8.5° (RCP 8.5)



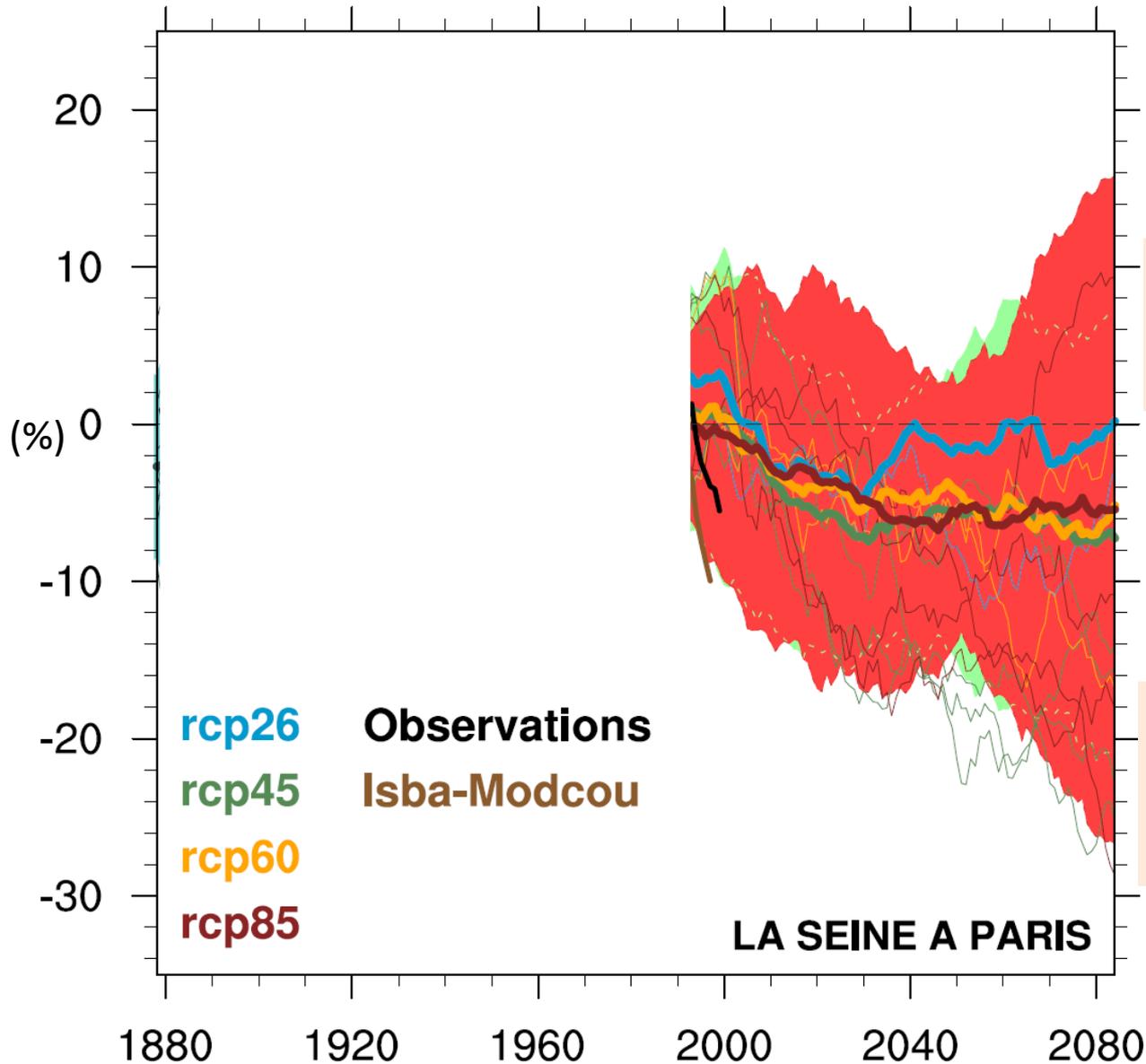
Evolution des débits saisonniers en France vers 2100 (en %) avec le scénario d'émission tendanciel RCP 8.5



Evolution modérée des débits en hiver sur le bassin de la Seine.
Diminution marquée des débits en été sur toute la France y compris sur la Seine



Evolution des débits : zooms sur la Seine à Paris



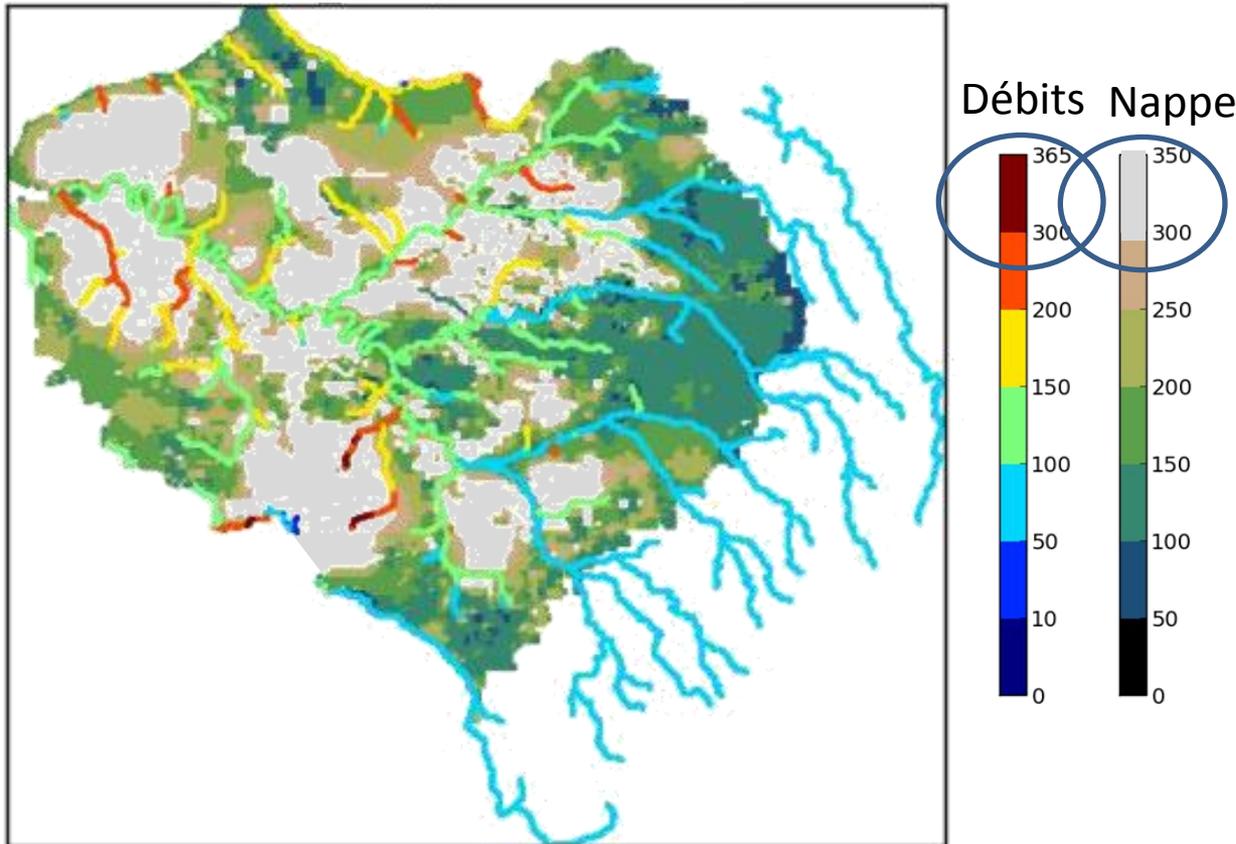
Seul le scénario à 2° (RCP2.6) Permet de maintenir la ressource en eau quantitative

Les modèles de climat représentent mal les variabilités observées

Il faut s'attendre à avoir des années humides malgré une tendance à la diminution des ressource en eau

Evolution du niveau des nappes et des bas débits

Evolution du risque de dépassement **des niveaux piézométriques de crise et des débits de crise (VCN3)** entre la fin du siècle et l'actuel (en jours/an)

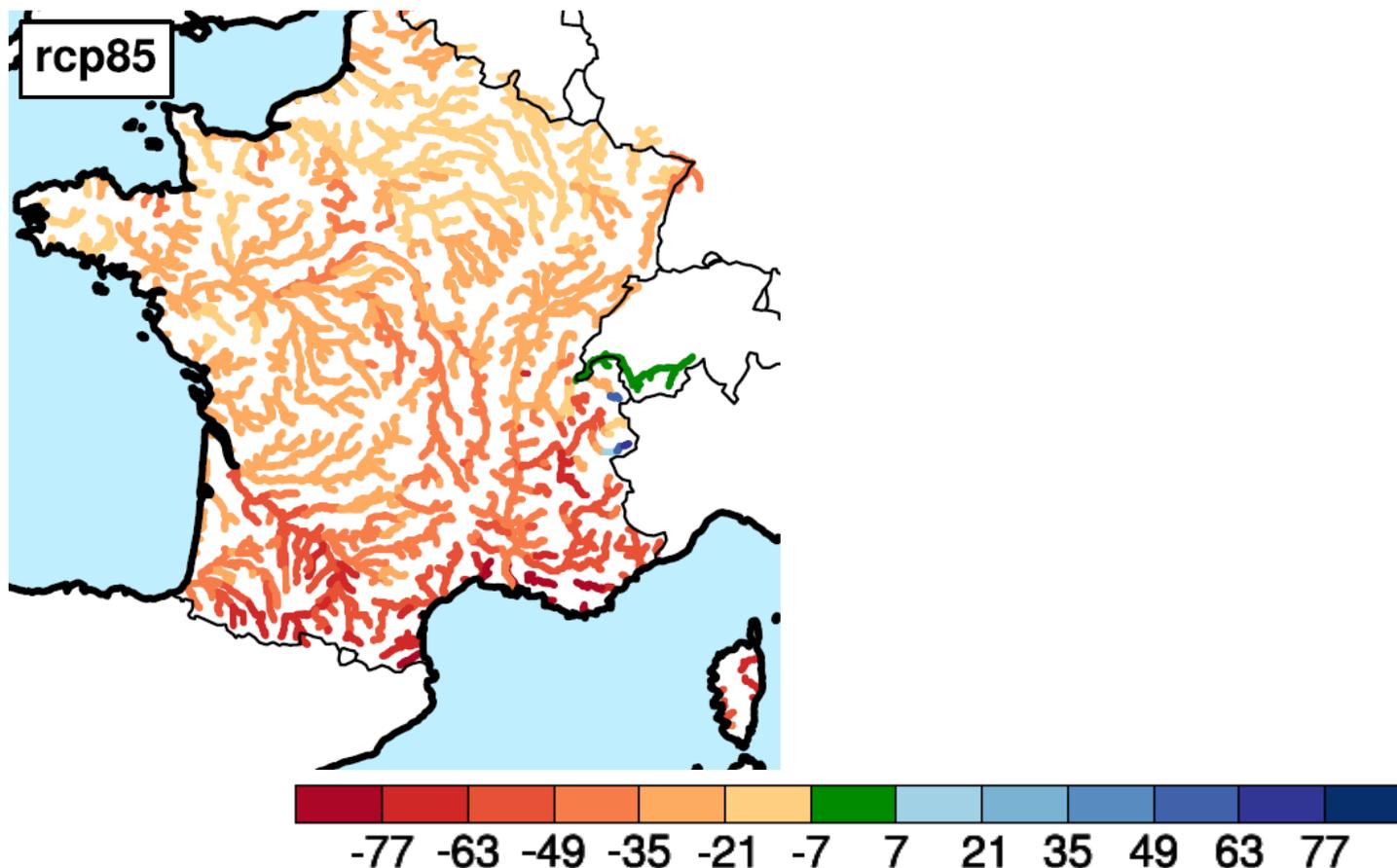


→ En gris : les zones où le niveau des nappes descend de façon quasi-permanente en dessous des niveaux les plus bas actuels

→ La baisse des nappes conduit à une persistance de très bas débits (en dessous du VCN3), du fait de la réduction des échanges nappes-rivières...

→ Diminution conjointe de l'extension des zones humides

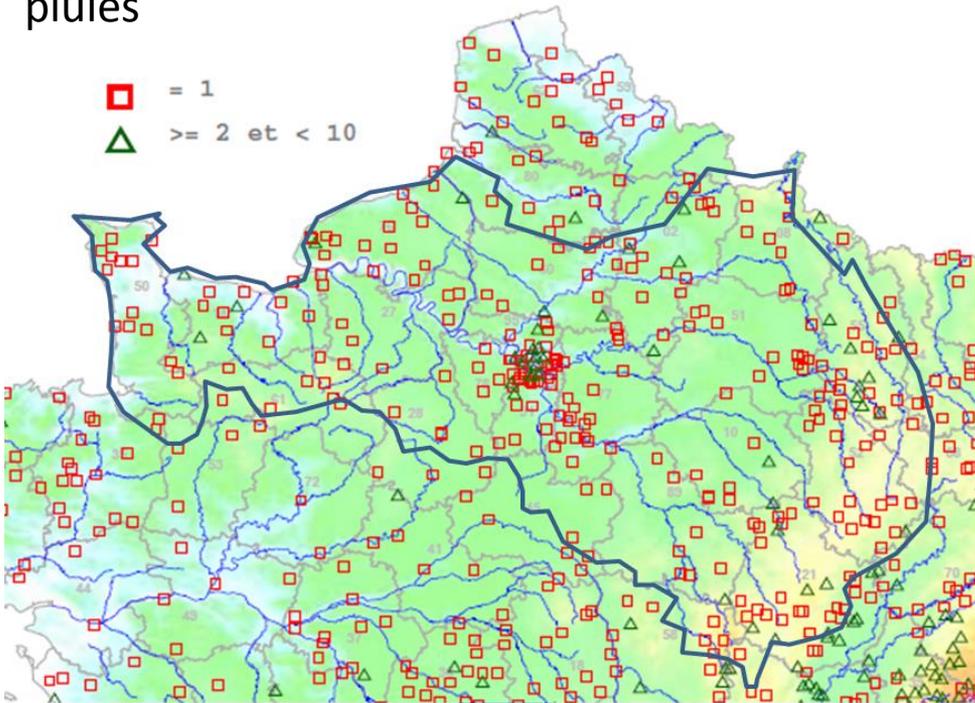
Evolution des débits d'étiage (QMNA5) en France vers 2100 (en %)



La réduction des émissions de gaz à effet de serre permettrait de réduire nettement l'impact sur les débits d'étiages

Evolution des précipitations intenses

Le bassin subit déjà de rares épisodes de fortes pluies

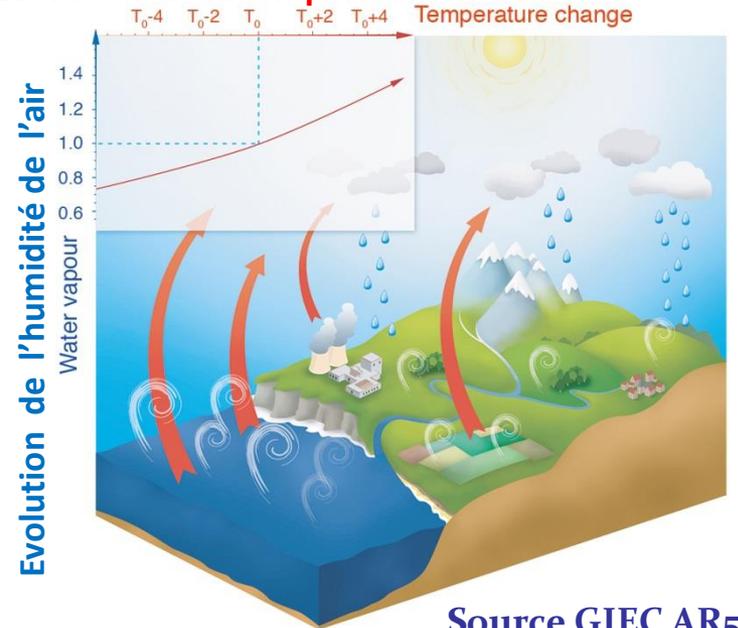


Occurrence climatique observée de pluies quotidiennes

Seuil: 80 mm en 1 jour – Période 1966/2015

Source : Météo-France

Evolution de la température de l'air

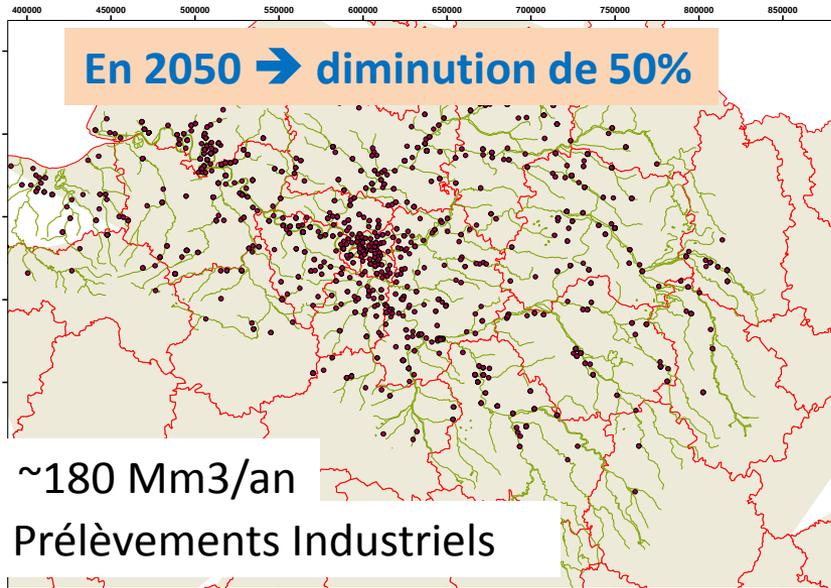


Source GIEC AR5

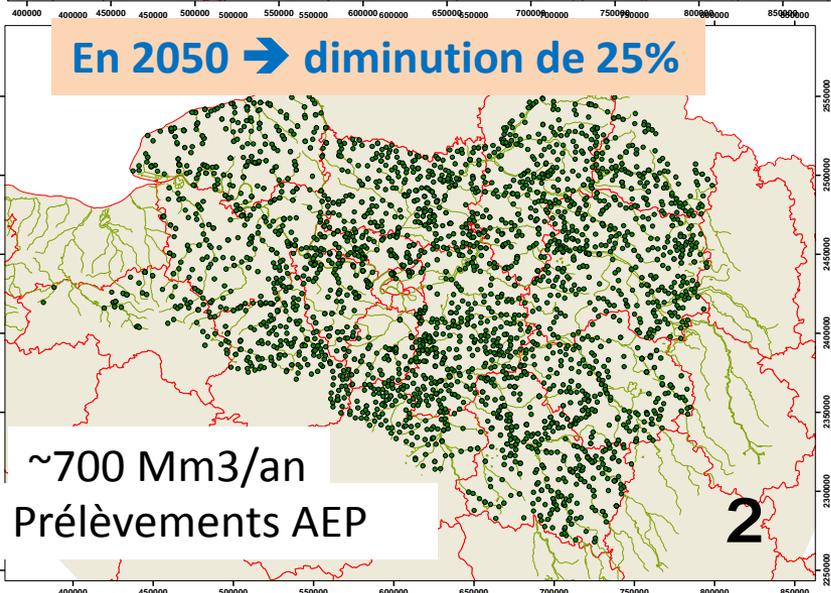
- ➔ Le risque de pluies fortes augmente avec le changement climatique
- ➔ L'épisode de précipitation de Mai-Juin 2016 a 2 fois plus de chances de se produire (van Oldenborgh et al., 2016)

Adaptation : Peut on réduire le problème quantitatif en réduisant nos prélèvements en nappe ?

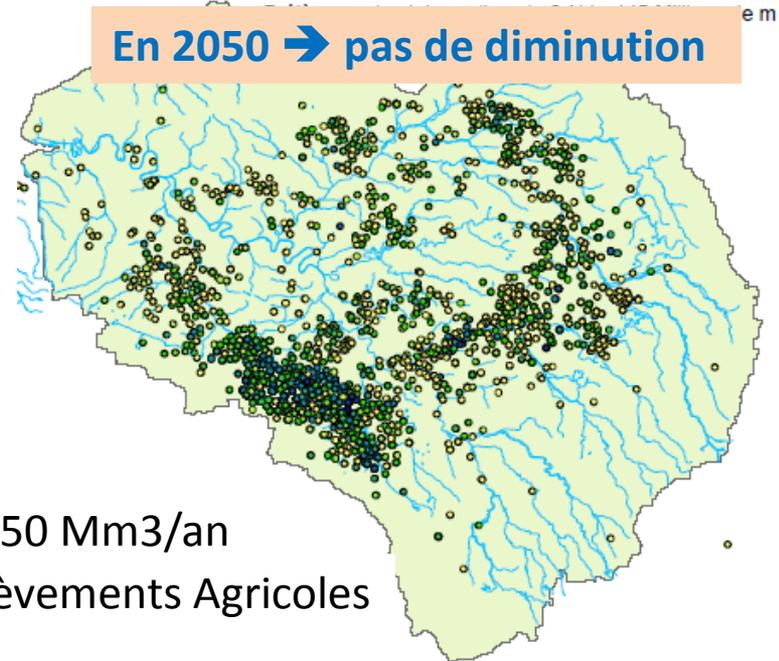
En 2050 → diminution de 50%



En 2050 → diminution de 25%



En 2050 → pas de diminution



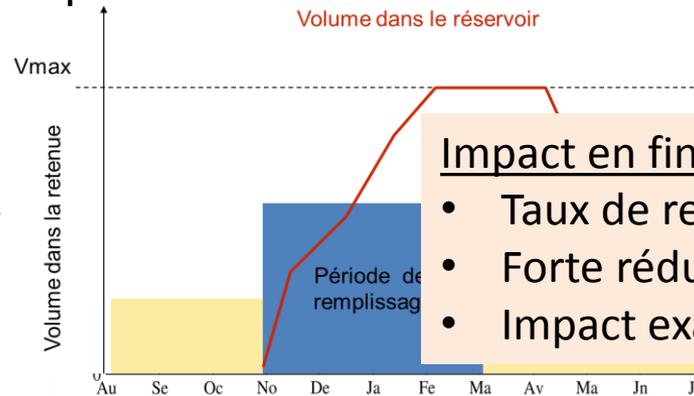
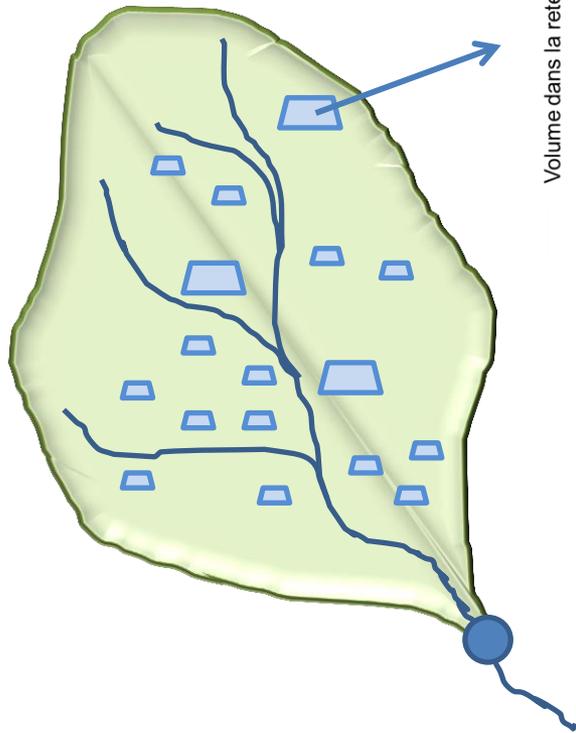
Les prélèvements en nappe représentent environ 1000 Mm³/an

En 2050 → une diminution de 85 Mm³ ne permet pas de compenser la baisse de la recharge estimée à ~1150 Mm³, mais peut être utile localement

Habets et al., soumis

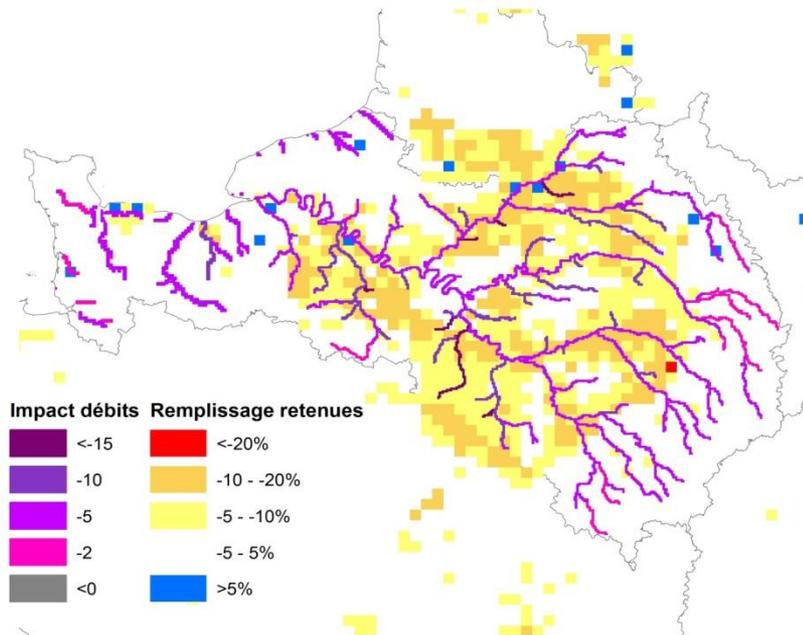
Impact de la création de retenues de substitution dans un contexte de changement climatique

Question: : quel impact sur les débits et quelle durabilité dans un contexte de changement climatique ?



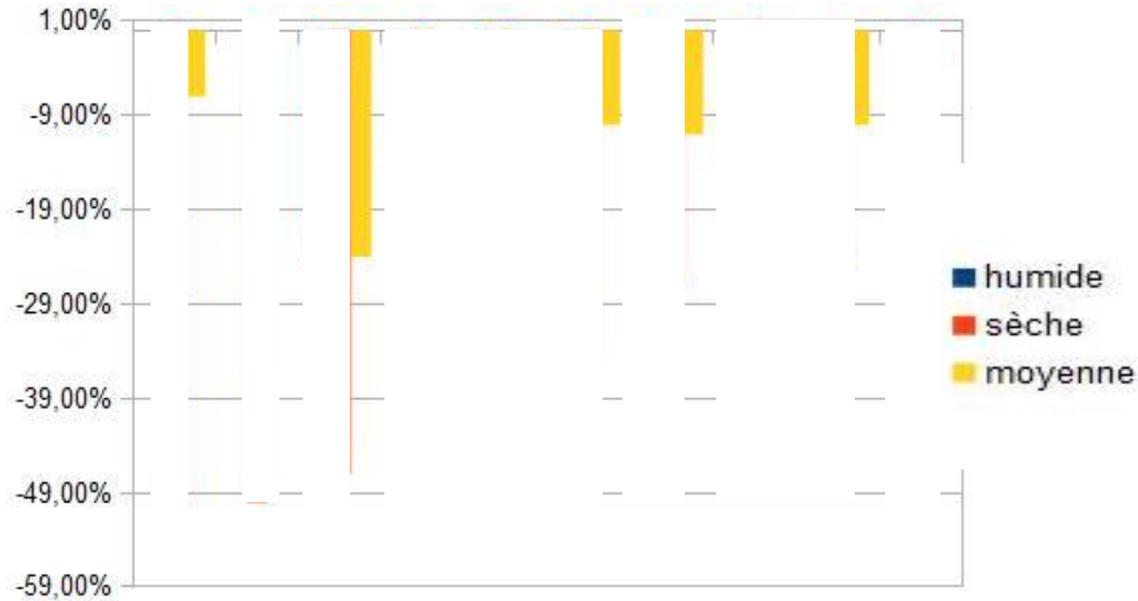
Impact en fin de siècle :

- Taux de remplissage réduit
- Forte réduction additionnelle des débits
- Impact exacerbé les années sèches



Effets cumulés des retenues

Evolution des débits annuels (%) en fonction des années humides/sèches ou moyennes (10 références à l'étranger)



Impact des retenues: ~10% sur les débits en moyenne
Mais beaucoup plus en année sèche...

A retenir:

- ❑ Le changement climatique devrait conduire à une diminution de la ressource en eau avec des étiages plus sévères sans pour autant une réduction du risque de crue sur la Seine
- ❑ Des efforts seront nécessaires pour maintenir une **bonne qualité de l'eau** avec des problèmes exacerbés par une moindre dilution et des températures plus importantes
- ❑ **Augmentation du niveau marin** d'au moins 40 cm à 80 cm en 2100
- ❑ Seul les efforts d'atténuation permettront de réduire fortement l'impact sur la ressource en eau

Que faire ? Comment atténuer et comment s'adapter ?

Projet ambitieux: « restez calme et sauvez la planète »

➔ Le plan d'adaptation du bassin de la Seine est une brique importante

