

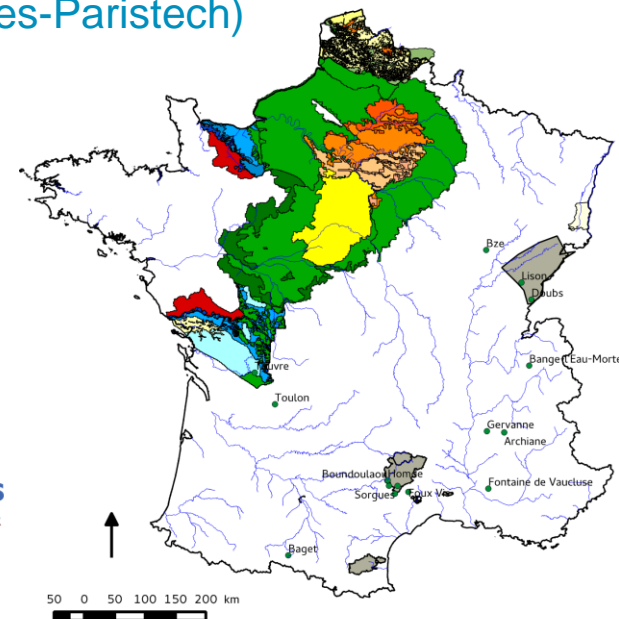
Les projections climatiques de la ressource en eau en France réalisées avec AQUI-FR

F. Habets (ENS), N. Amraoui, Y. Caballero, D. Thiéry, J-P. Vergnes (BRGM), T. Morel (Cerfacs), P. Le Moigne, D. Leroux, N. Roux (CNRM), Quentin Courtois, J-R. De Dreuzy, L. Longuevergne (Géosciences Rennes), P. Ackerer, F. Maina (Lhygès), F. Besson, P. Etchevers, F. Regimbeau (DCSC), N. Gallois, P. Viennot (Mines-Paristech)

+ Julien Boé (Cerfacs)



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Les projections climatiques de la ressource en eau en France réalisées avec Aqui-FR

Un des objectifs du projet **Aqui-FR** et de la **convention Services Climatiques**:
fournir des informations sur l'évolution de la ressource en eau future
Coté eau souterraine: améliorer ce qui a pu être fait lors d'Explore 2070

Exploitation des projections CMIP5 (AR5), régionalisées par une méthode basée sur les types de temps (Dayon et al., 2018)

3 scénarios d'émission de gaz à effet de serre et d'aérosols:

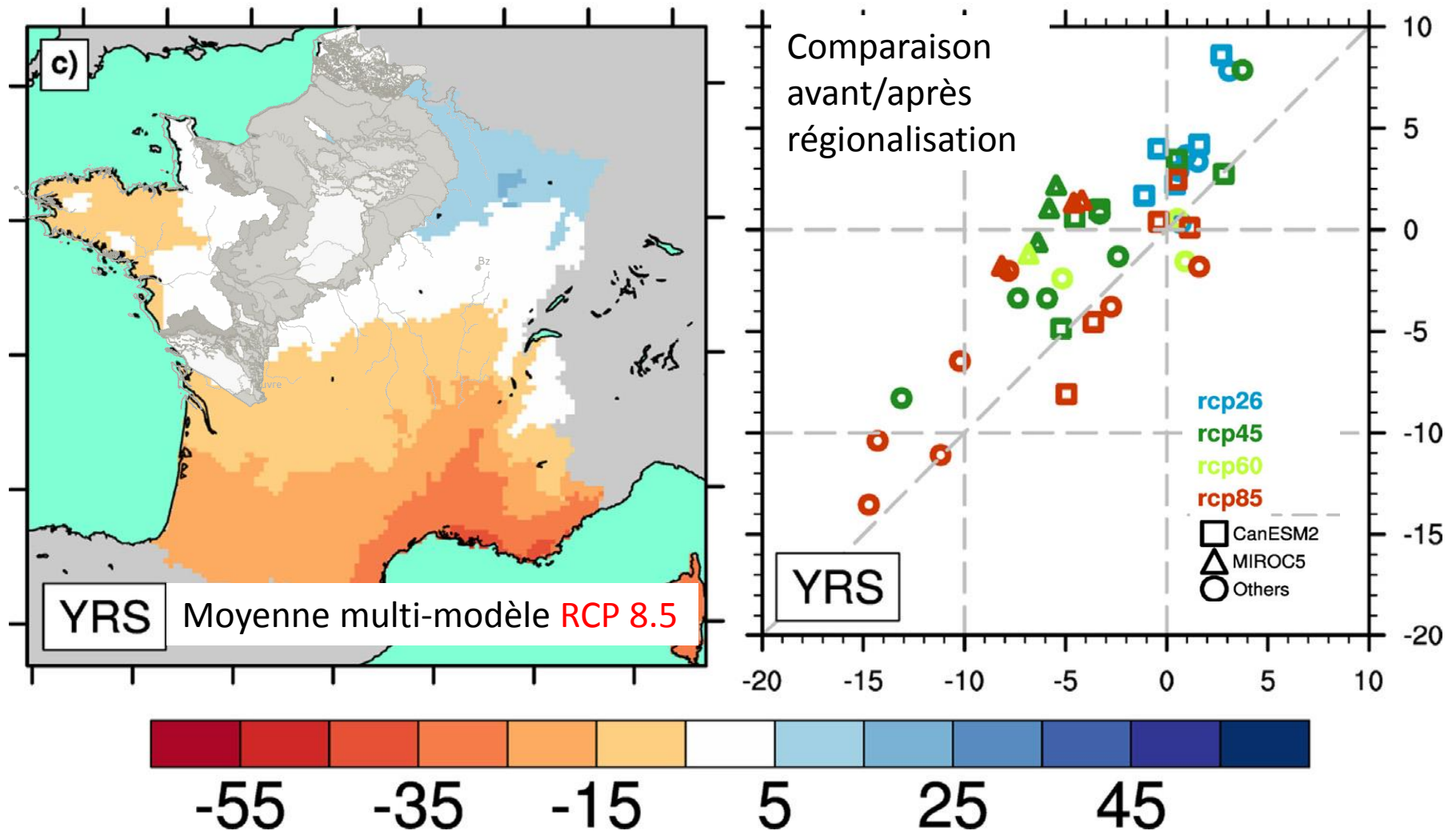
RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
scénario à 2°	scénario modéré	Scénario tendanciel
8 projections	14 projections	14 projections

Méthodes:

- Mêmes conditions initiales pour toutes les projections
- Pas de modification des prélèvements dans le futur (~ 2.4 milliard m³/an en nappe), occupation des sols constante

Evolution des précipitations en fin de siècle

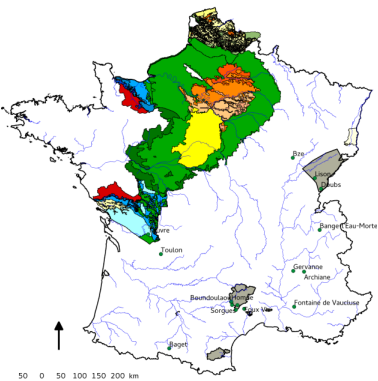
- Fortes dispersion entre les projections
- Tendance à la baisse (sauf pour RCP2.6)
- Accentuation des contrastes été/hiver



Evolution de la recharge des nappes par les précipitations et des échanges nappes rivières

En moyenne sur l'espace et sur une période de 30 ans (2070-2100)

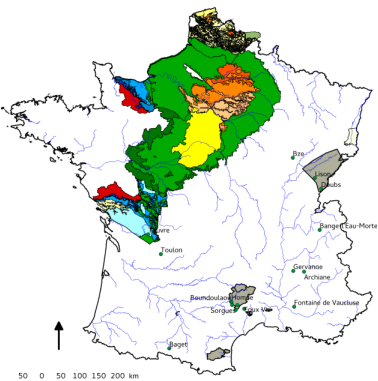
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
	scénario à 2°	scénario modéré	Scénario tendanciel
Evolution recharge par les précipitations	[-7%; 0]	[-30; +8]	[-37% ; +7%]



Evolution de la recharge des nappes par les précipitations et des échanges nappes rivières

En moyenne sur l'espace et sur une période de 30 ans (2070-2100)

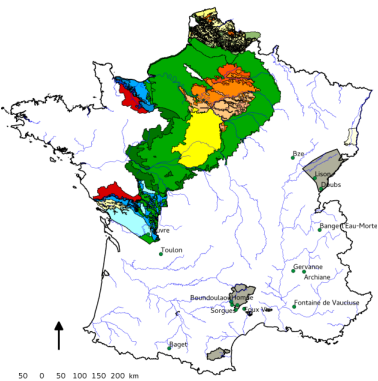
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
	scénario à 2°	scénario modéré	Scénario tendanciel
Evolution recharge par les précipitations	[-7%; 0] ~ -1%	[-30; +8] ~-8%	[-37% ; +7%] ~ -8 %



Evolution de la recharge des nappes par les précipitations et des échanges nappes rivières

En moyenne sur l'espace et sur une période de 30 ans (2070-2100)

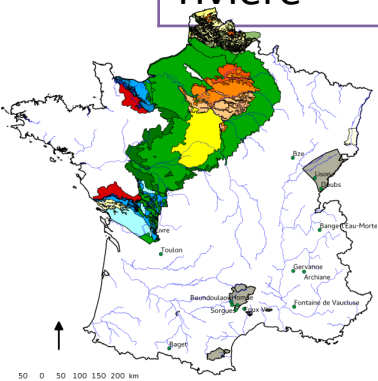
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
	scénario à 2°	scénario modéré	Scénario tendanciel
Evolution recharge par les précipitations	[-7%; 0] ~ -1%	[-30; +8] ~-8%	[-37% ; +7%] ~ -8 %
Evolution nombre de jour de recharge effective	[-7%;+9%] ~ -4%	[-18% ; -4%] ~-10%	[-21% ; -9%] ~-15%



Evolution de la recharge des nappes par les précipitations et des échanges nappes rivières

En moyenne sur l'espace et sur une période de 30 ans (2070-2100)

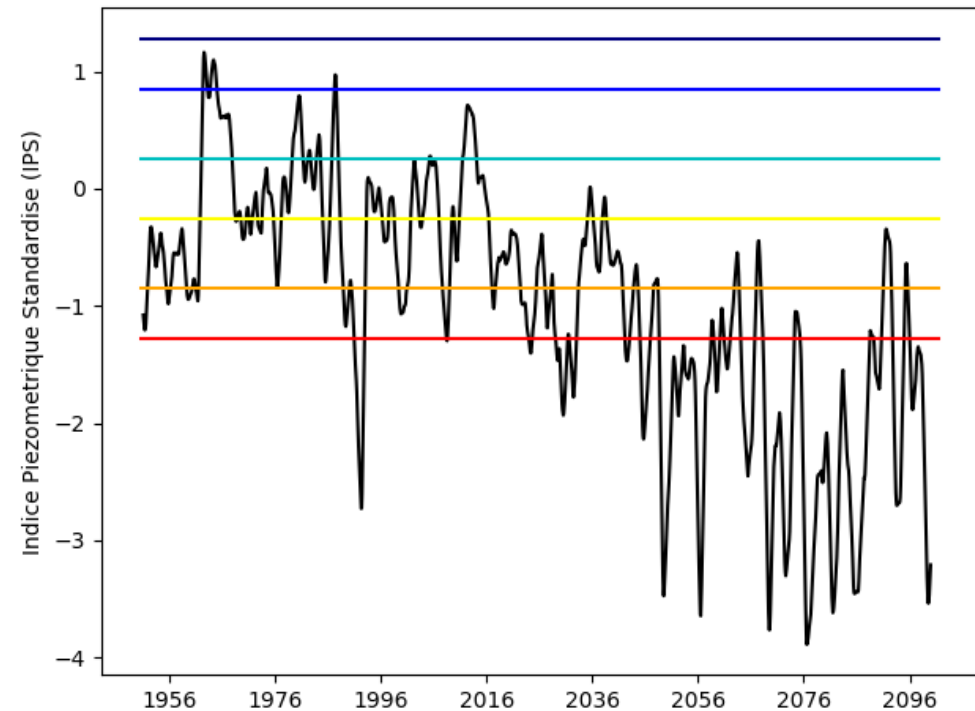
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
	scénario à 2°	scénario modéré	Scénario tendanciel
Evolution recharge par les précipitations	[-7%; 0] ~ -1%	[-30; +8] ~-8%	[-37% ; +7%] ~ -8 %
Evolution nombre de jour de recharge effective	[-7%;+9%] ~ -4%	[-18% ; -4%] ~-10%	[-21% ; -9%] ~-15%
Evolution échange nappe rivière	[-7%; +9%] ~ stable	[-33%; +1%] ~-7%	[-58 %; +12%] ~-6%



Résultats pour le scénario d'émission RCP8.5

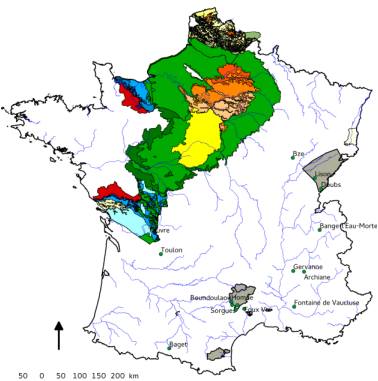
Moyenne spatiale: Evolution temporelle de l'IPS (Indice Piézométrique Standardisé)
Pas de temps mensuel

Illustration sur une seule projection



←————→
passé

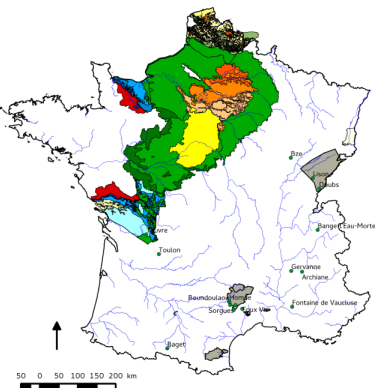
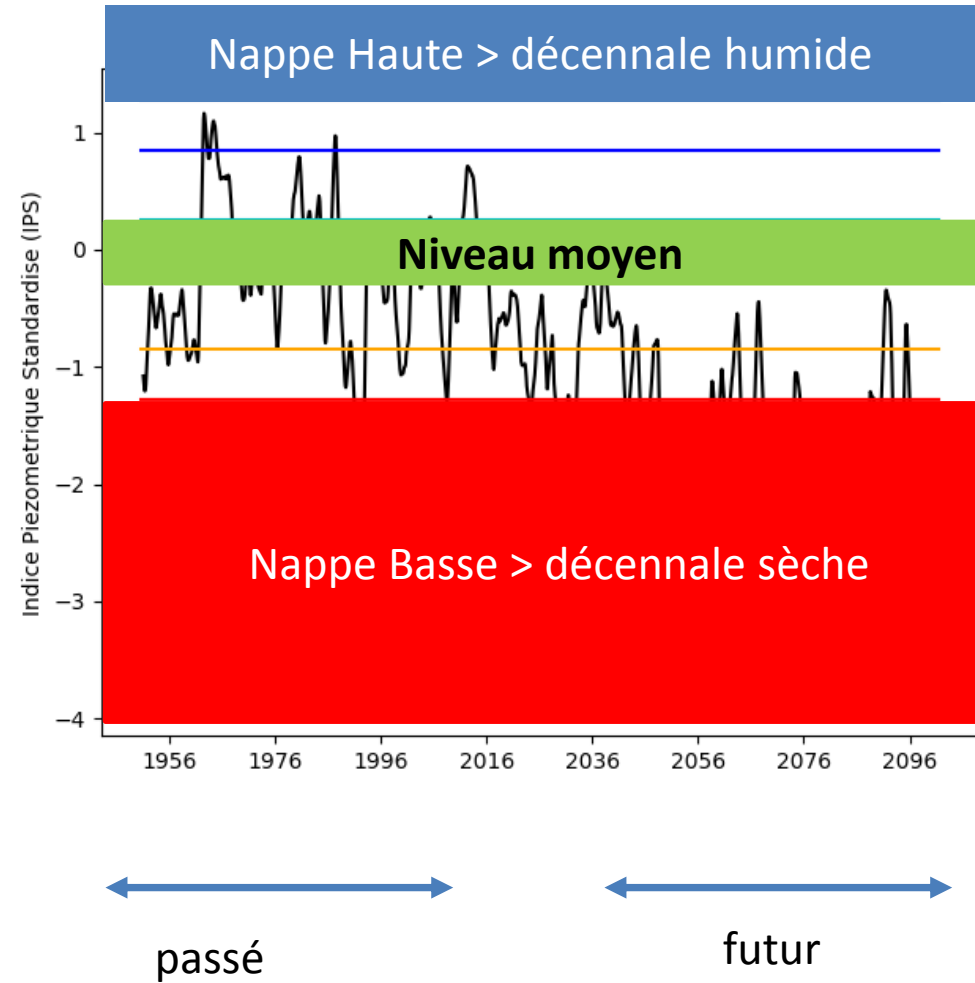
←→
futur



Résultats pour le scénario d'émission RCP8.5

Moyenne spatiale: Evolution temporelle de l'IPS (Indice Piézométrique Standardisé)
Pas de temps mensuel

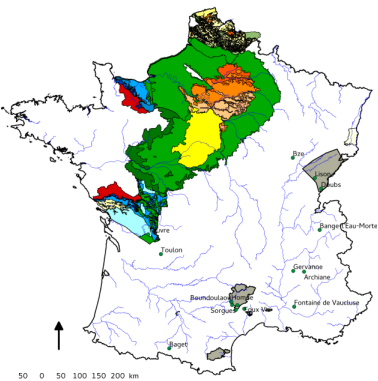
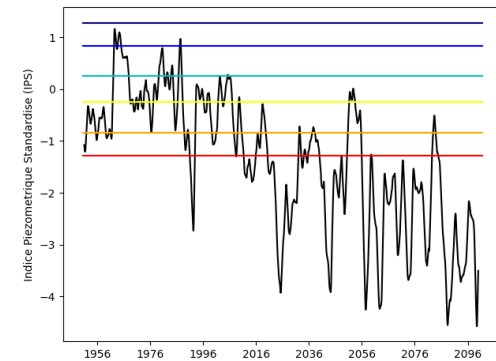
Illustration sur une seule
projection



Résultats pour le scénario d'émission RCP8.5

Moyenne spatiale: Evolution temporelle de l'IPS (Indice Piézométrique Standardisé)
Pas de temps mensuel

Illustration sur une seule projection

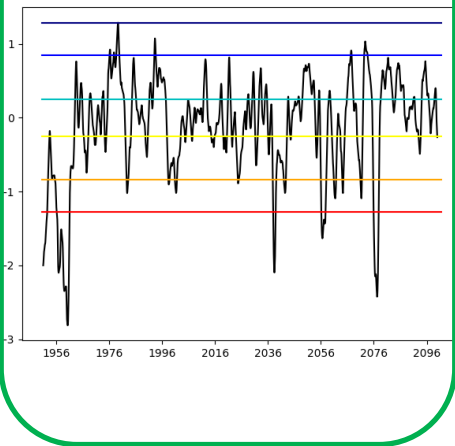


Résultats pour le scénario d'émission RCP8.5

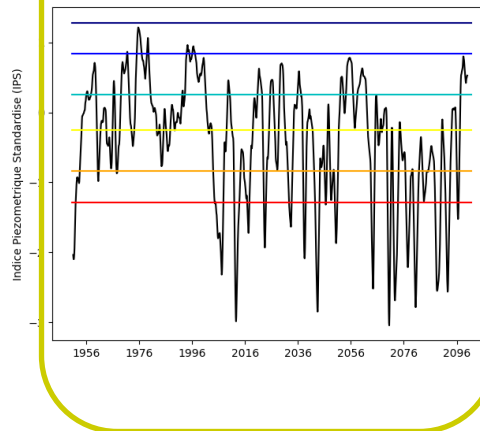
Moyenne spatiale: Evolution temporelle de l'IPS (Indice Piézométrique Standardisé)

Pas de temps mensuel

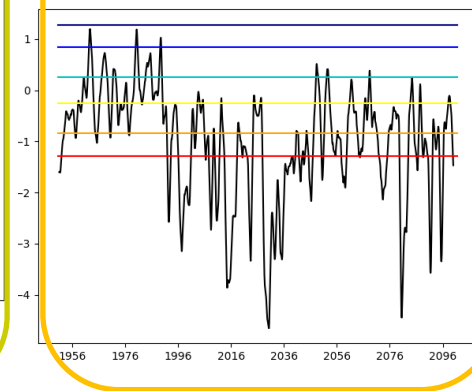
Moyenne



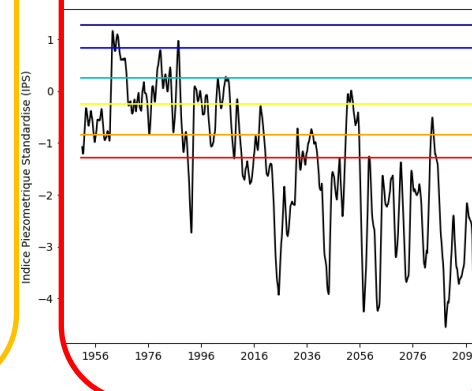
Modérée



Occurrence de
longues sécheresses



Très sèche

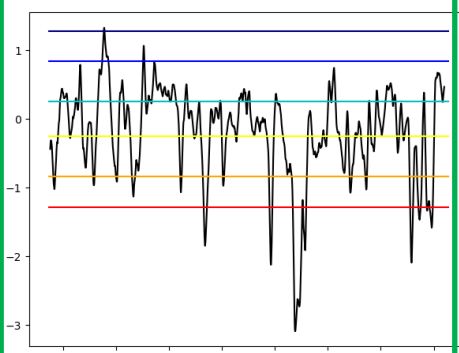
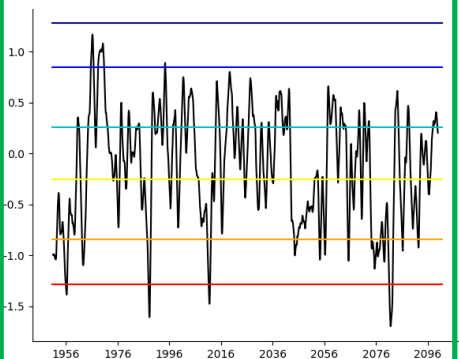
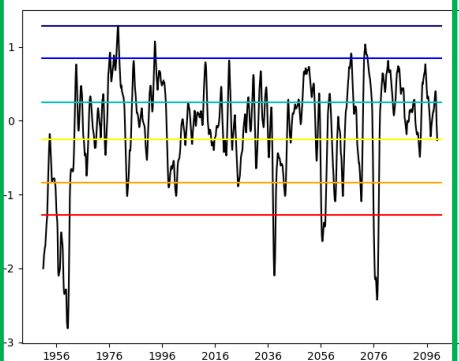


Résultats pour le scénario d'émission RCP8.5

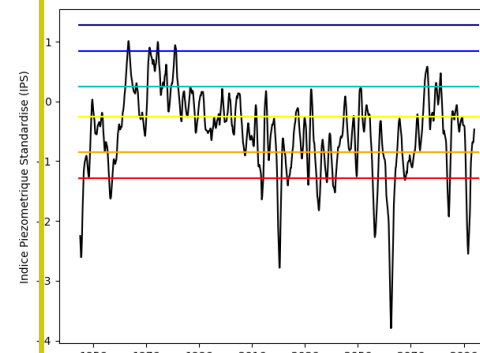
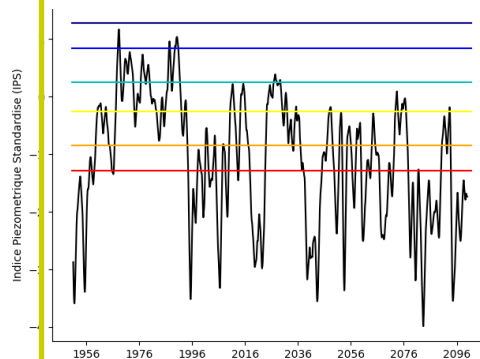
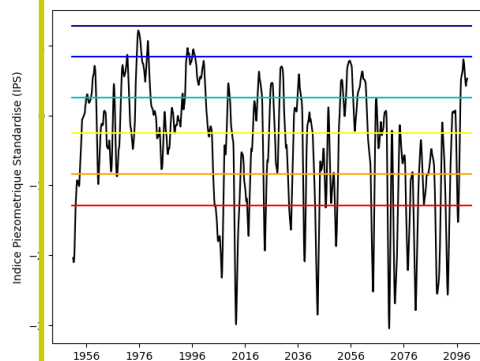
Moyenne spatiale: Evolution temporelle de l'IPS (Indice Piézométrique Standardisé)

Pas de temps mensuel

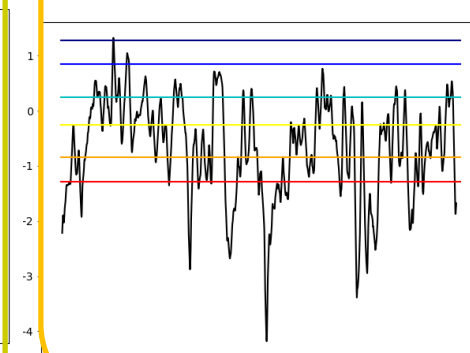
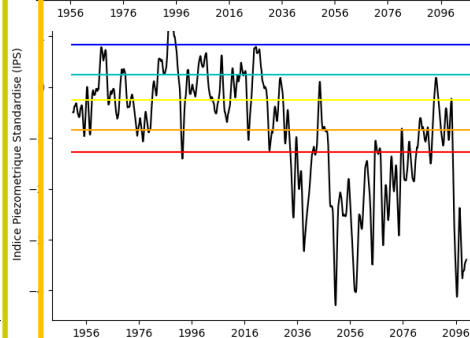
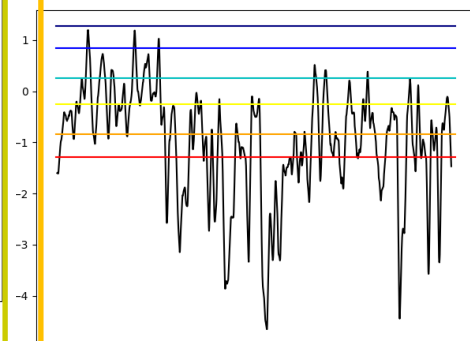
Moyenne



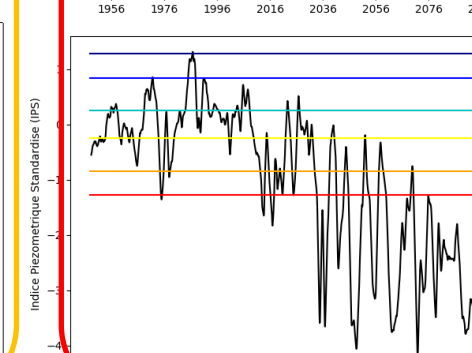
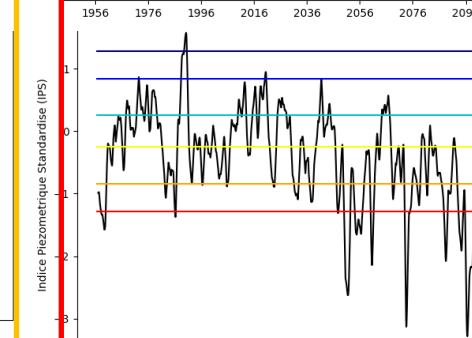
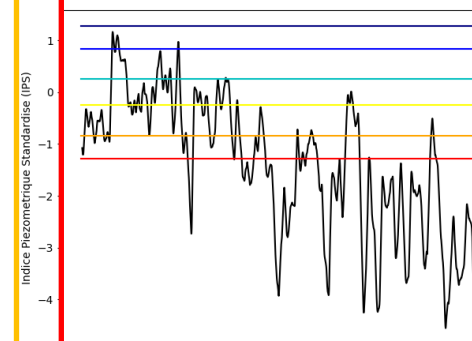
Modérée



Occurrence de
longues sécheresses



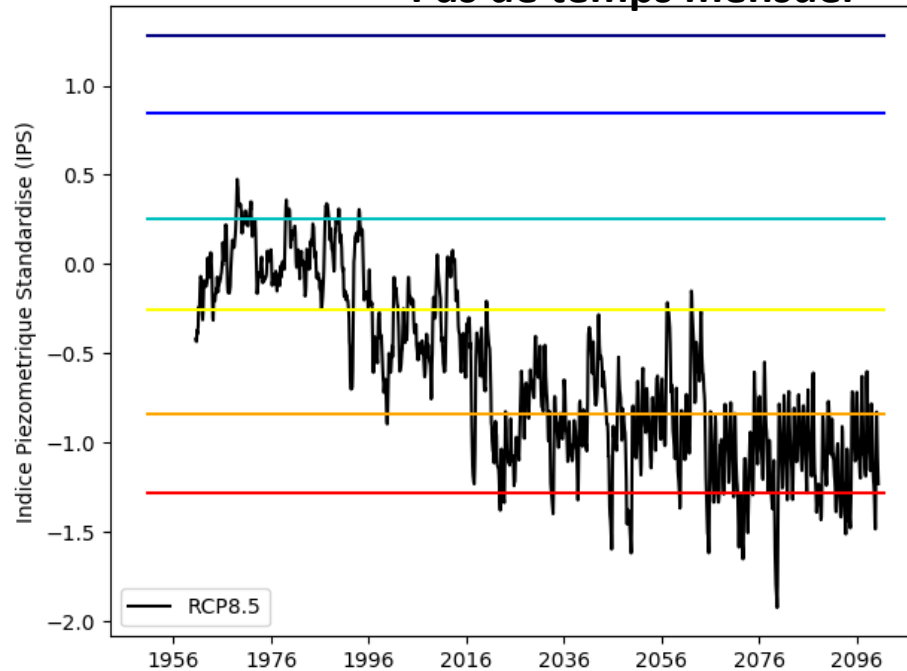
Très sèche



Moyenne Spatiale et sur l'Ensemble des projections

Pas de temps mensuel

Moyenne
14 projections
RCP8.5



> décennale humide

Niveau moyen

> décennale sèche

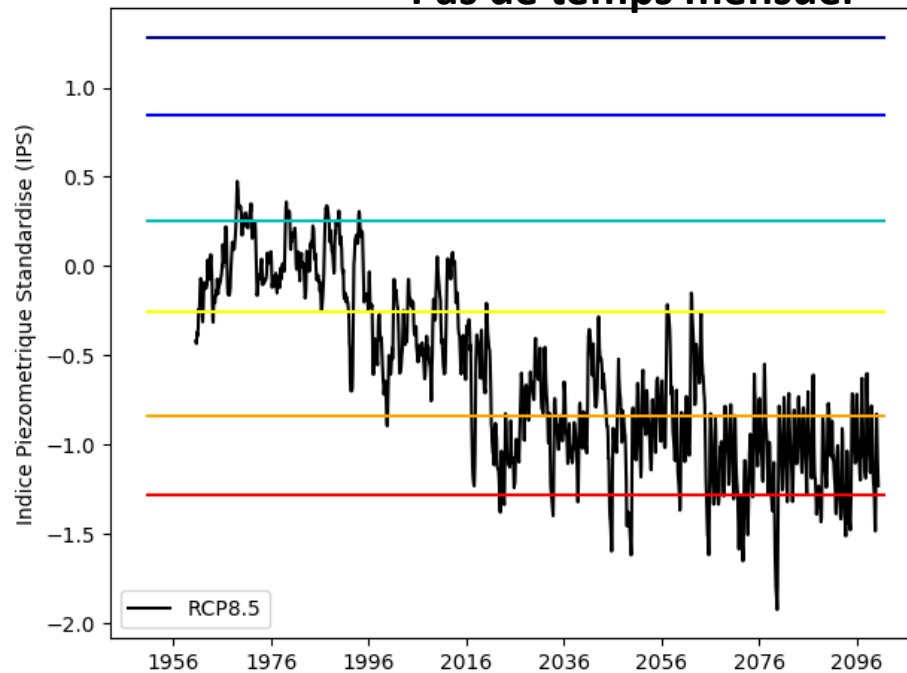
← passé

← futur →

Moyenne Spatiale et sur l'Ensemble des projections

Pas de temps mensuel

Moyenne
14 projections
RCP8.5



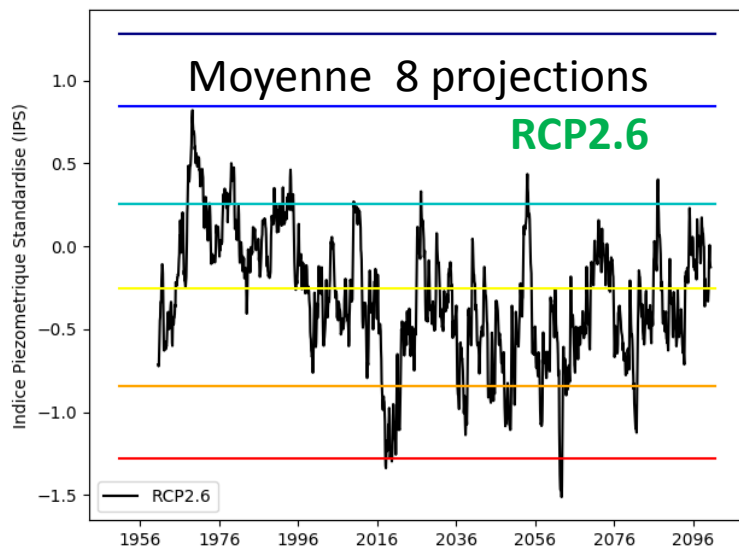
> décennale humide

Niveau moyen

> décennale sèche

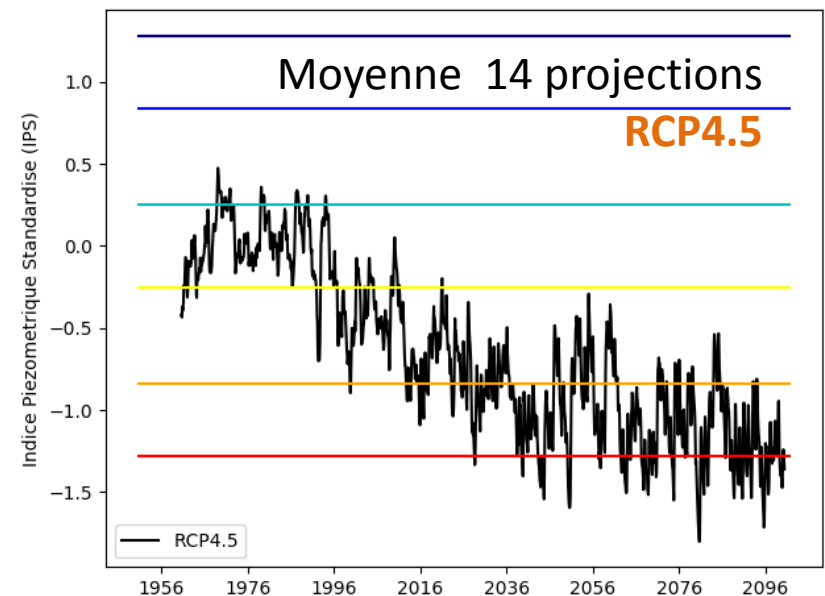
Moyenne 8 projections

RCP2.6



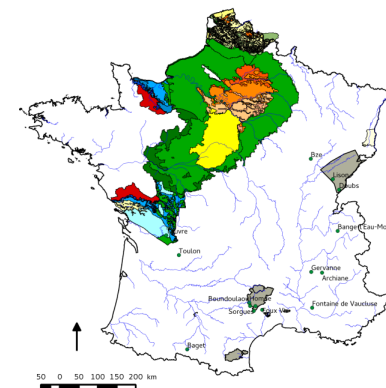
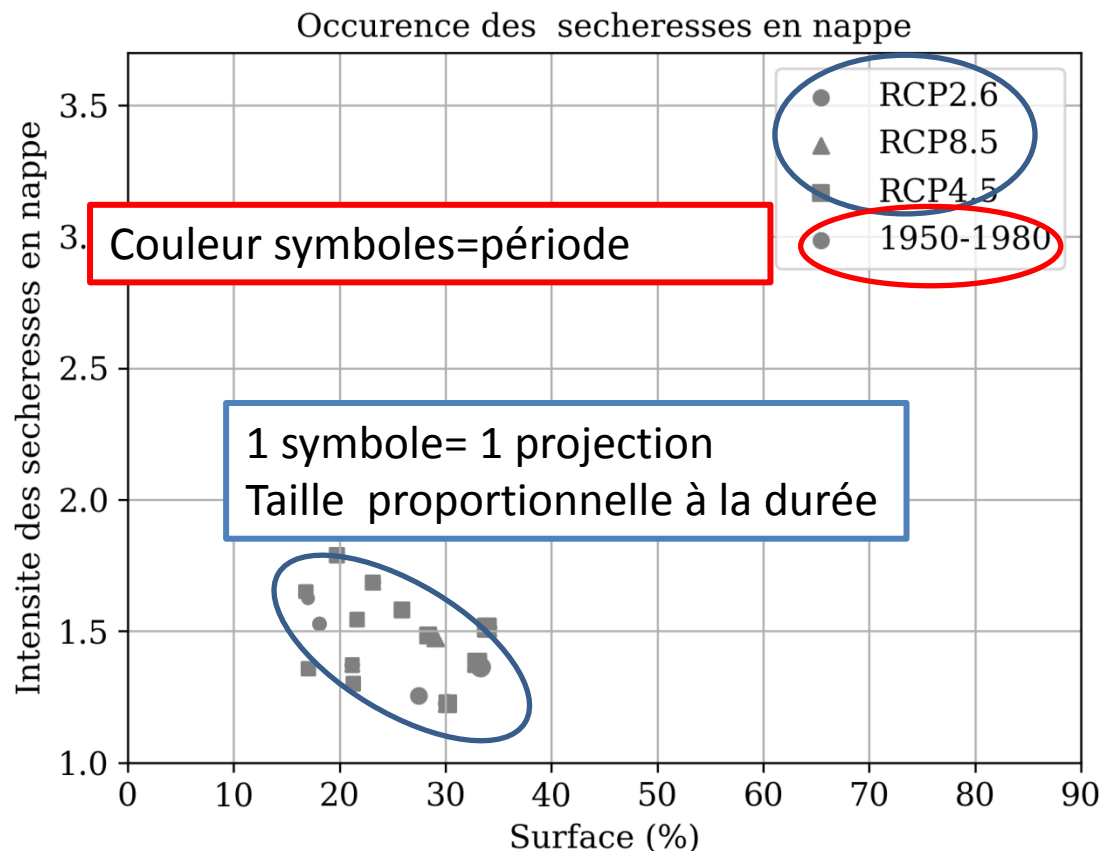
Moyenne 14 projections

RCP4.5

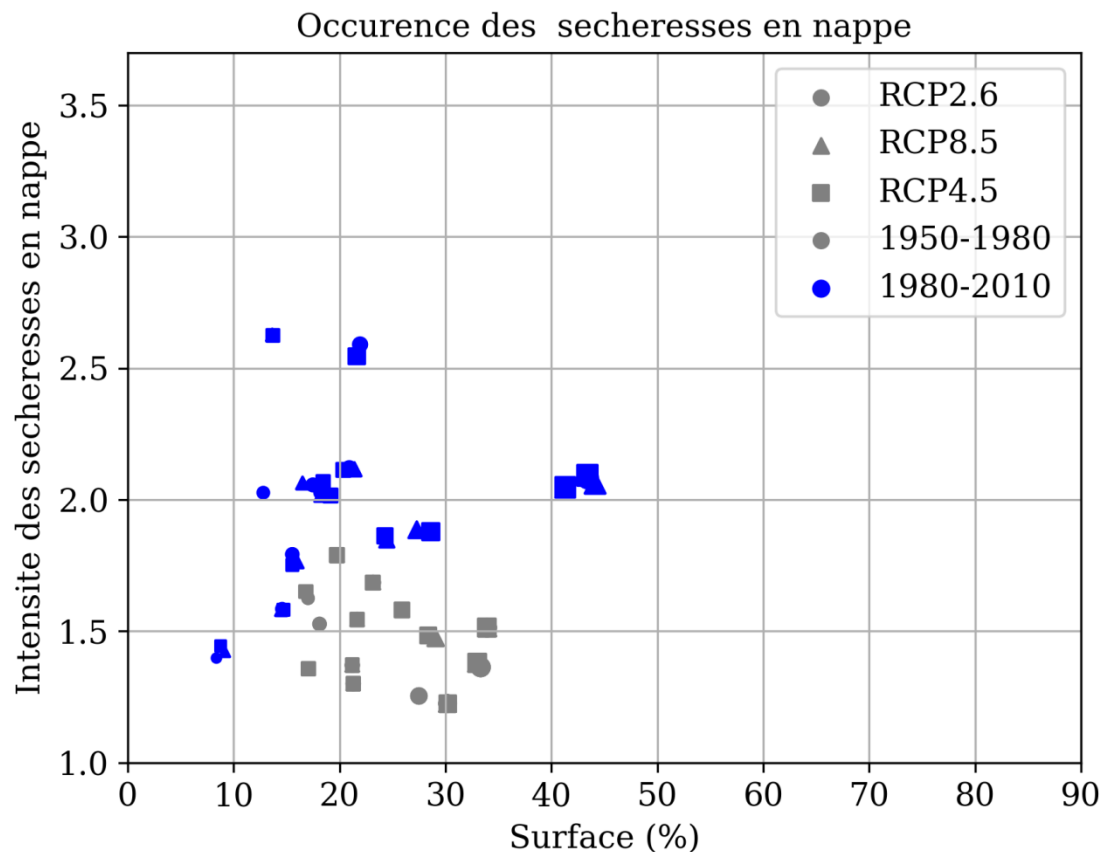


Indicateur : Occurrence des sécheresses hydrogéologiques pour chaque projection, moyenne sur 30 ans ➔ niveaux de nappe < décennale sèche

Forme des symboles = scénario d'émission



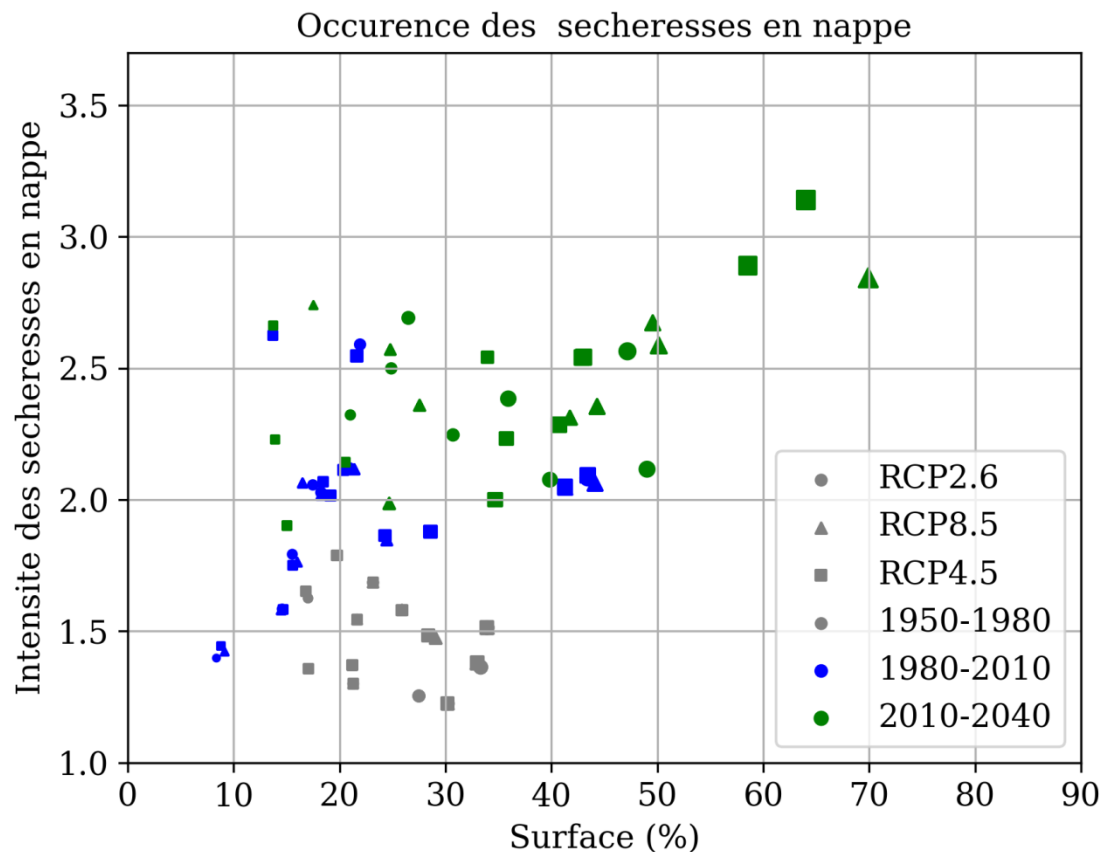
**Indicateur : Occurrence des sécheresses hydrogéologiques
pour chaque projection, moyenne sur 30 ans
➔ niveaux de nappe < décennale sèche**



Sévérité
croissante

Surface croissante (% du domaine simulé)

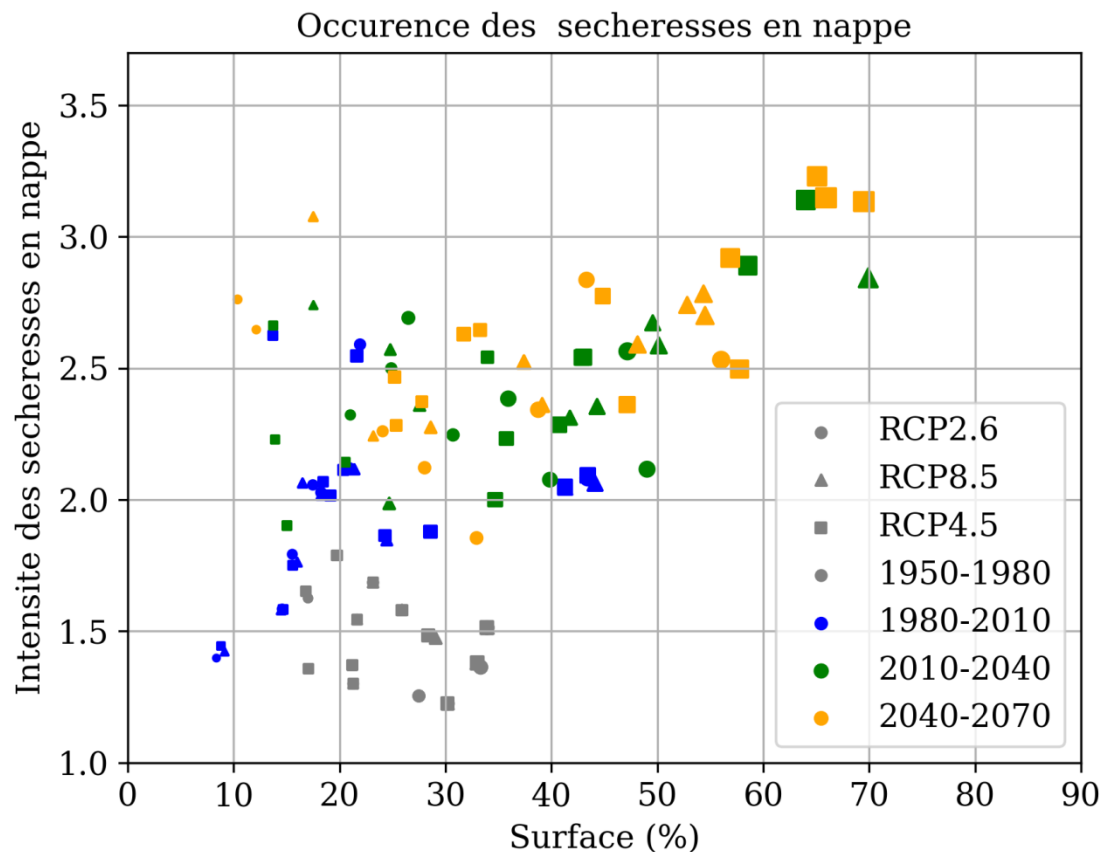
**Indicateur : Occurrence des sécheresses hydrogéologiques
pour chaque projection, moyenne sur 30 ans
➔ niveaux de nappe < décennale sèche**



Sévérité
croissante

Surface croissante (% du domaine simulé)

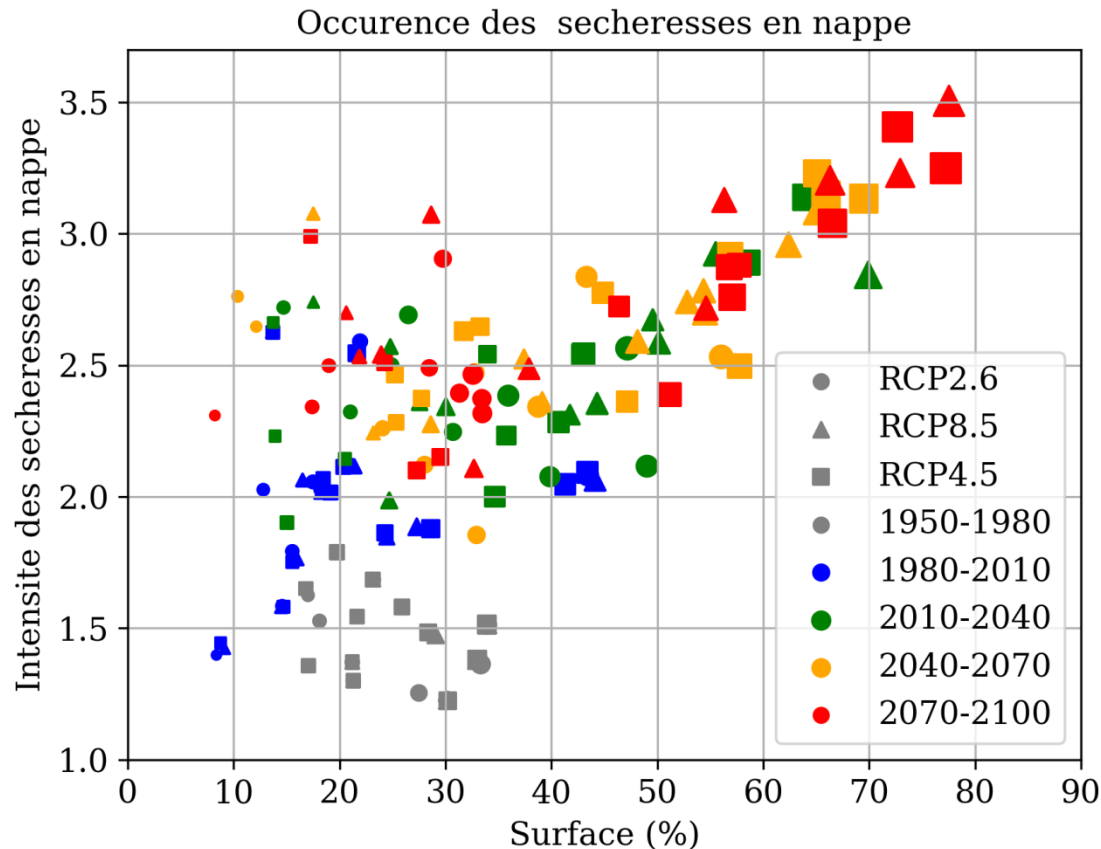
**Indicateur : Occurrence des sécheresses hydrogéologiques
pour chaque projection, moyenne sur 30 ans
➔ niveaux de nappe < décennale sèche**



Sévérité
croissante

Surface croissante (% du domaine simulé)

**Indicateur : Occurrence des sécheresses hydrogéologiques
pour chaque projection, moyenne sur 30 ans
➔ niveaux de nappe < décennale sèche**



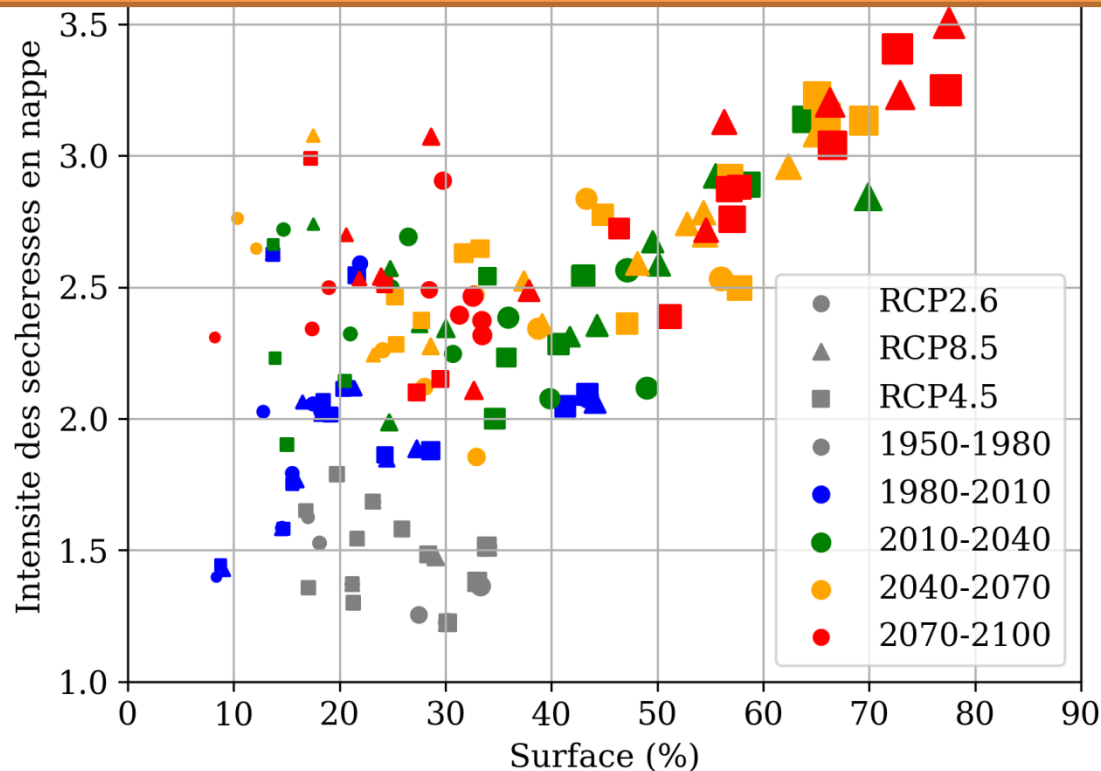
Sévérité
croissante

Surface croissante (% du domaine simulé)

Indicateur : Occurrence des sécheresses hydrogéologiques pour chaque projection, moyenne sur 30 ans

- Augmentation de la sévérité des sécheresses pour toutes les projections
- Augmentation des surfaces et de la durée des sécheresses pour environ 50% des projections sous RCP4.5 et 8.5

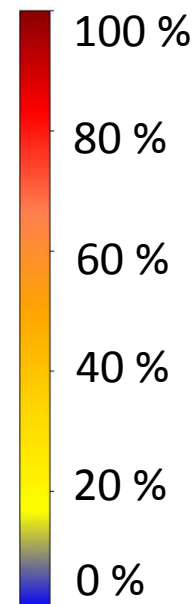
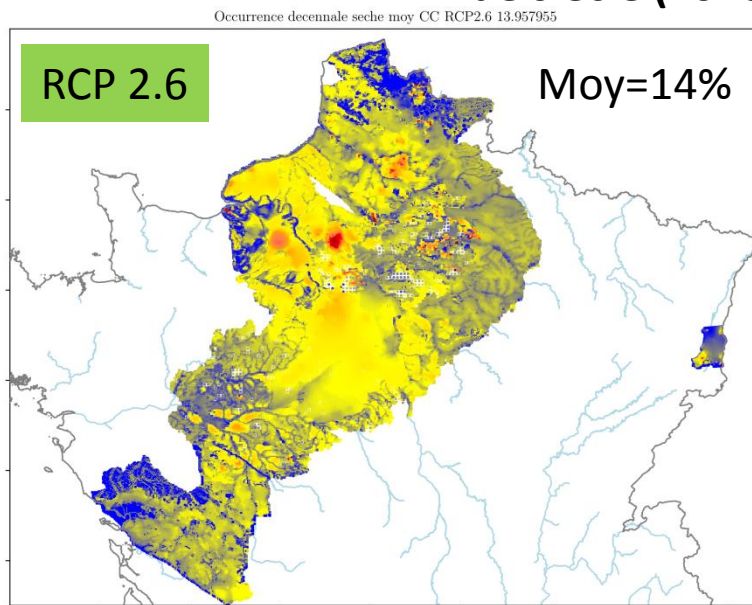
Sévérité
croissante



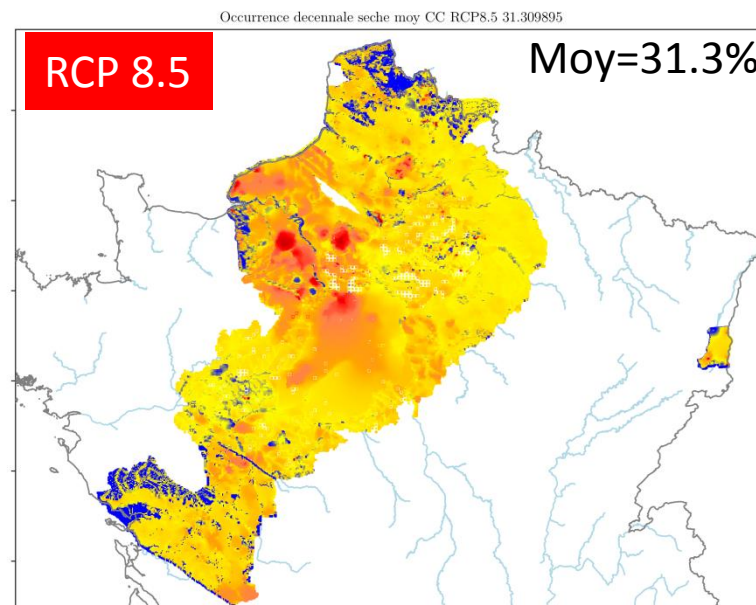
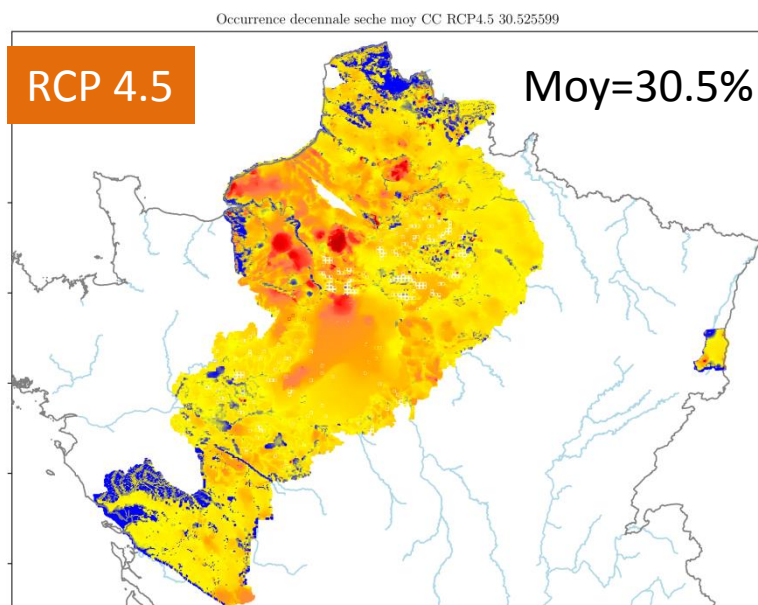
Surface croissante (% du domaine simulé)

Indicateur : Durée des sécheresses hydrogéologiques

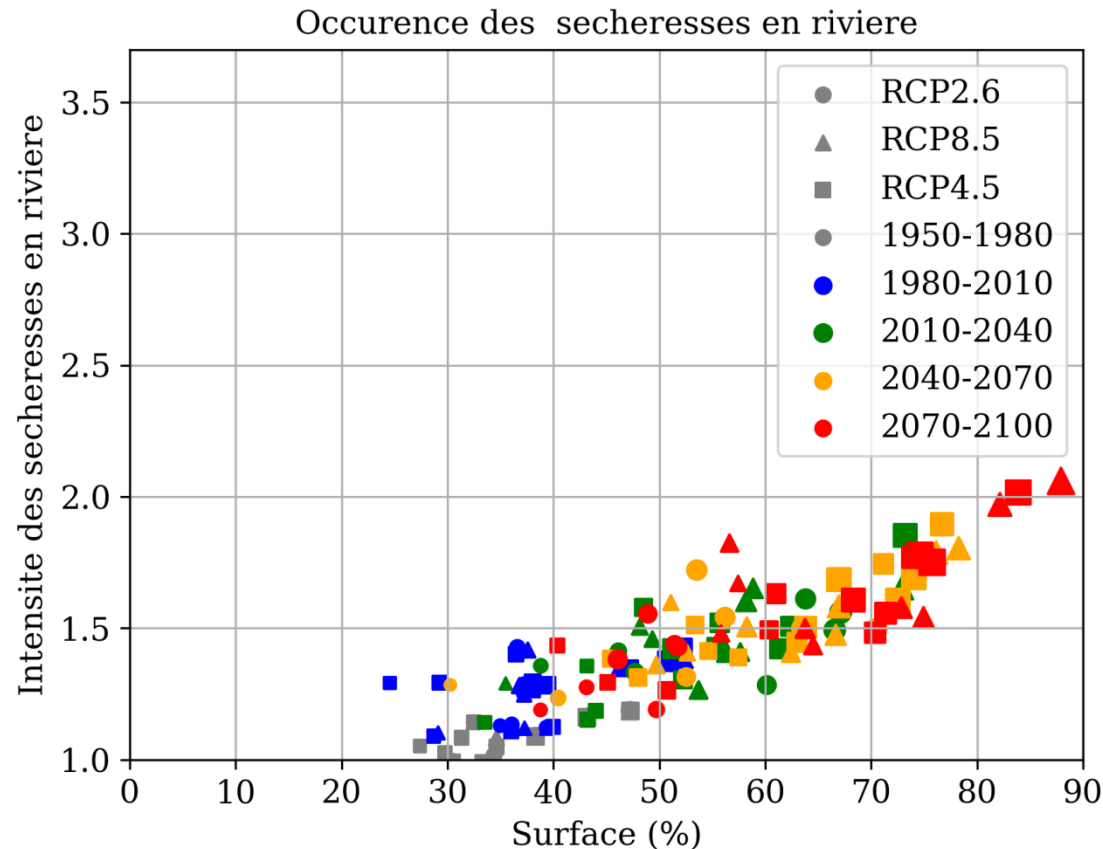
En moyenne sur les projections par scénario d'émission fin de siècle (2070-2100)



- Forte augmentation des durées des sécheresses
- Impact visible des zones à forts prélèvements



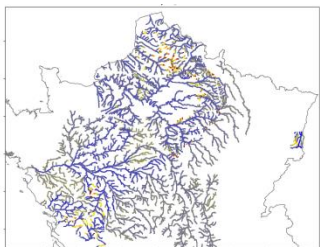
**Indicateur : Occurrence des sécheresses hydrologiques
pour chaque projection, moyenne sur 30 ans
→ niveaux des rivières < décennale sèche**



Sévérité
croissante



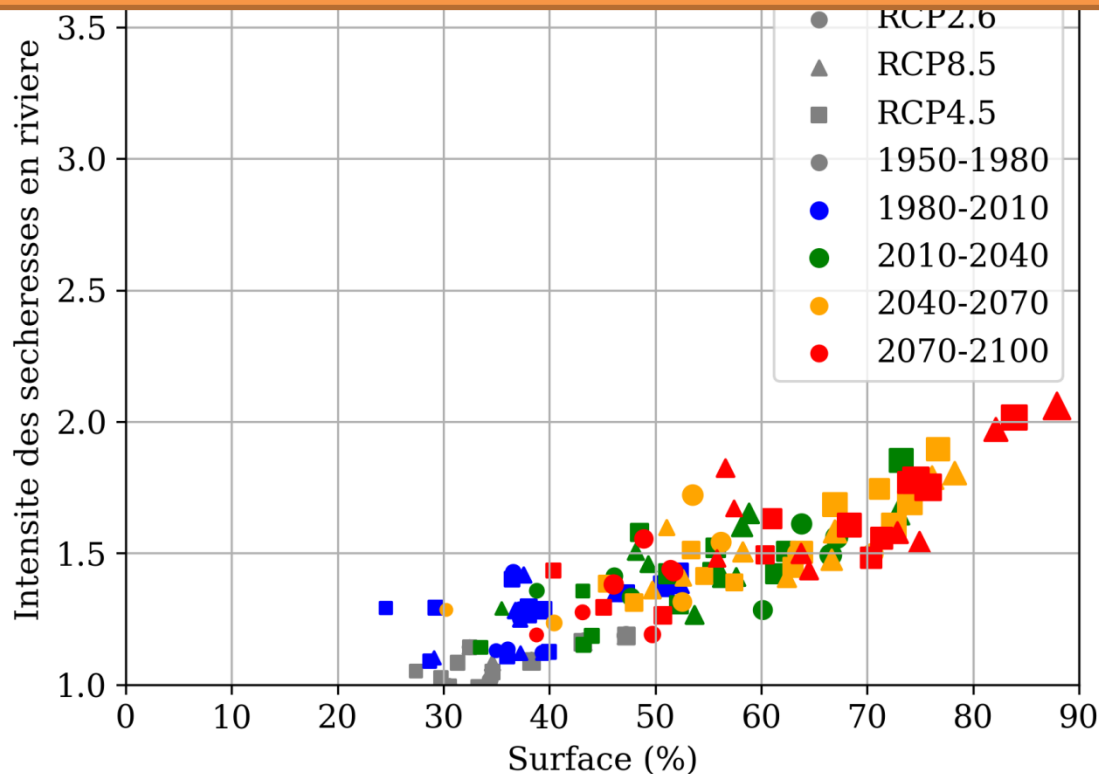
Surface croissante (% du domaine simulé)



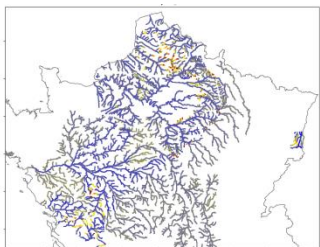
Indicateur : Occurrence des sécheresses hydrologiques pour chaque projection, moyenne sur 30 ans

- L'extension spatiale des sécheresses en rivières augmente fortement
- La sévérité des sécheresses en rivières est réduite par rapport à celles des nappes

Sévérité croissante



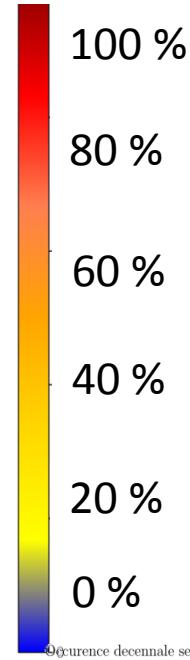
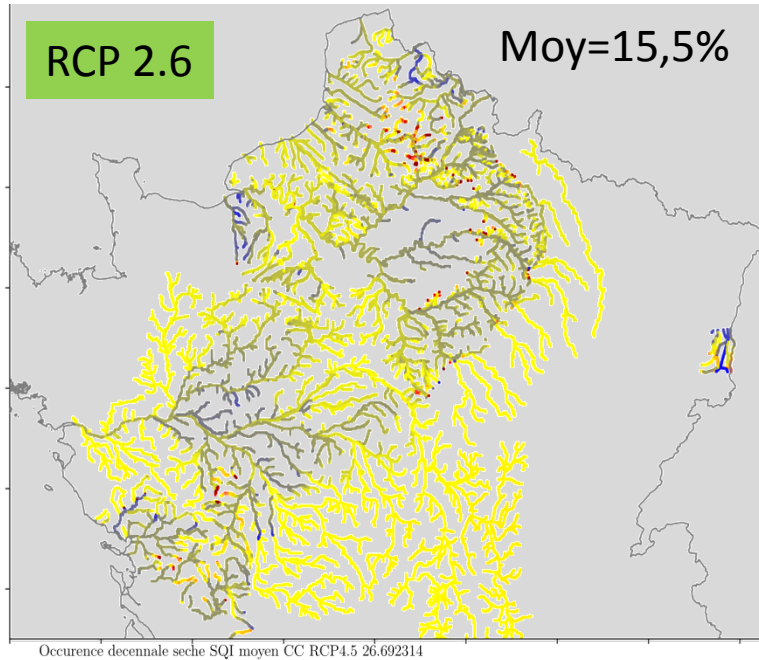
Surface croissante (% du domaine simulé)



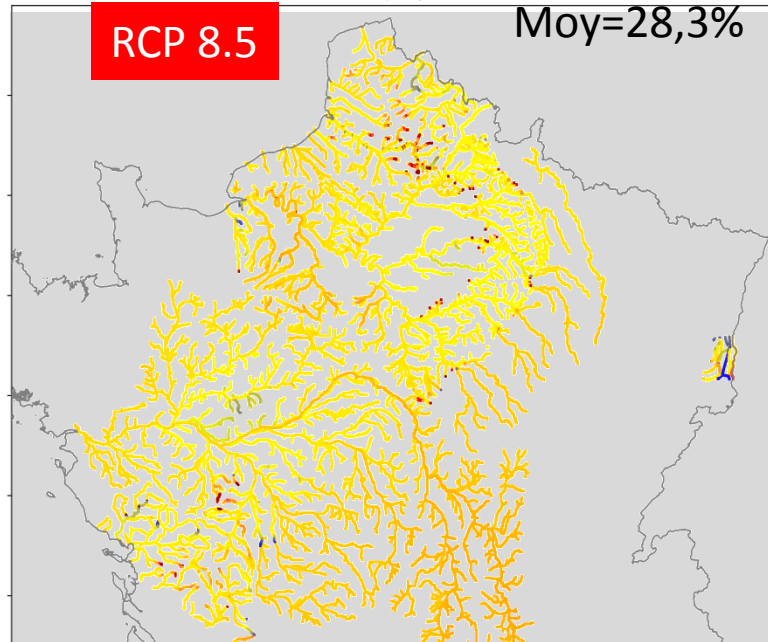
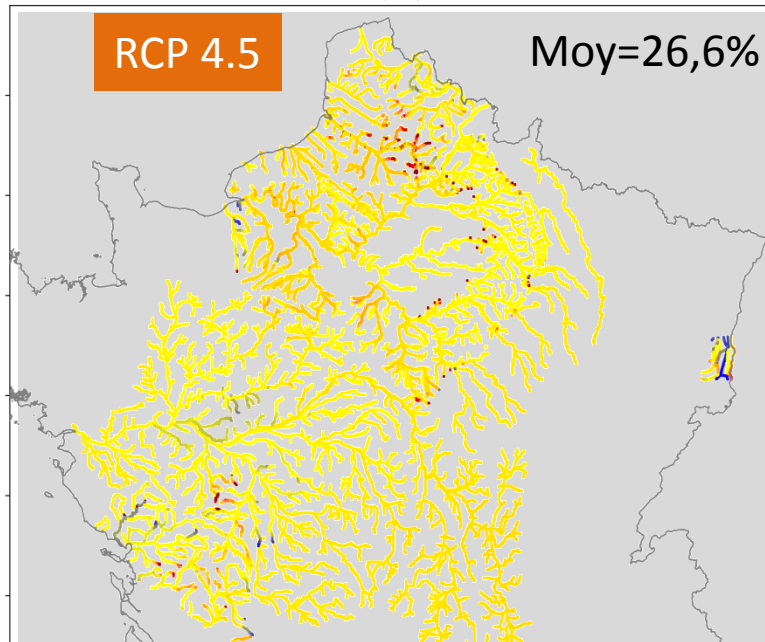
Indicateur : Durée des sécheresses hydrologiques

En moyenne sur les projections par scénario d'émission

fin de siècle
(2070-2100)



- Augmentation des durées des sécheresses
- Accentuée sur certaines têtes de bassin

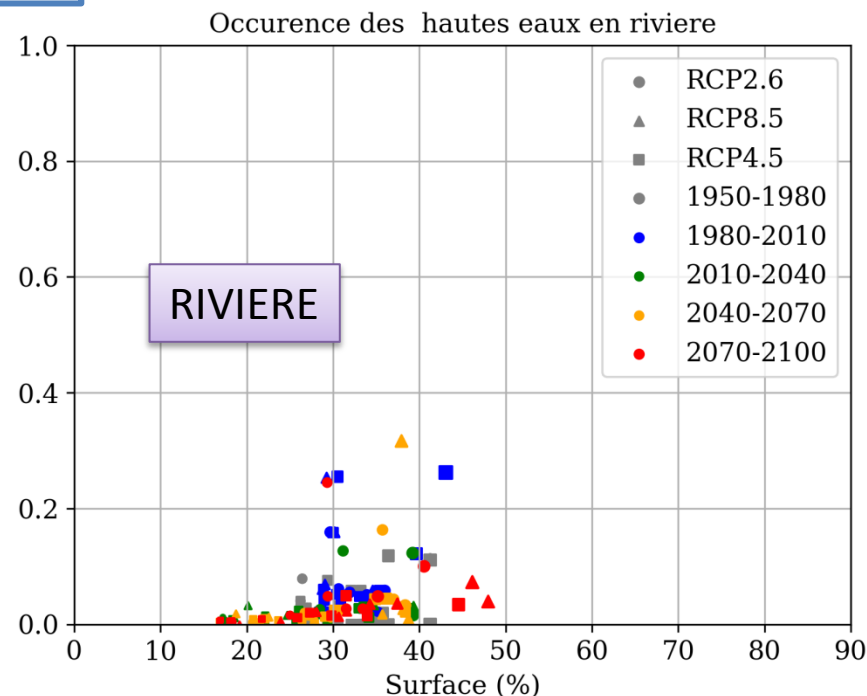
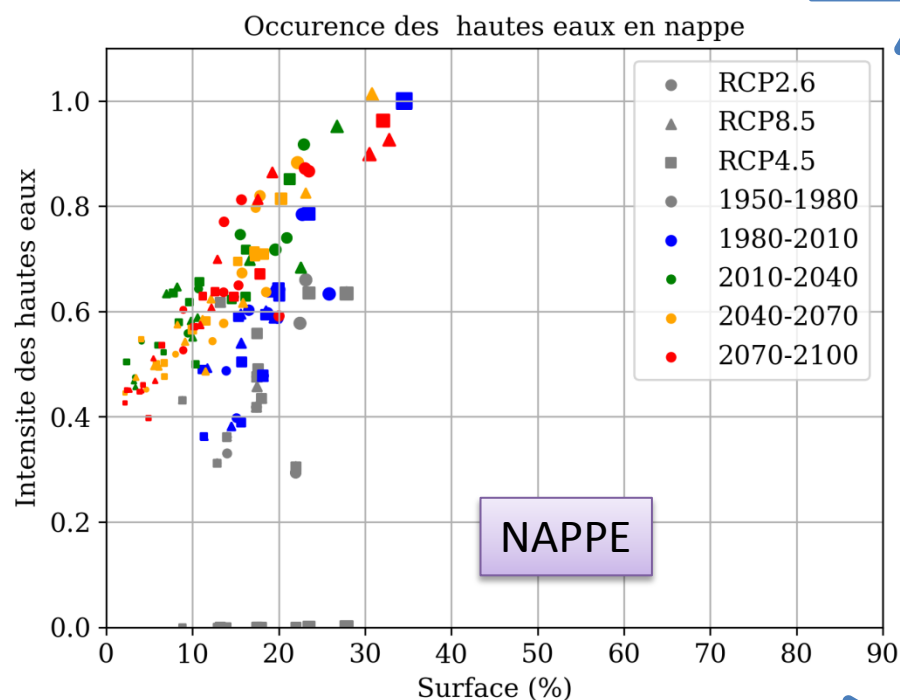


Indicateur : Occurrence des Hautes eaux Nappe et rivières pour chaque projection, moyenne sur 30 ans fin de siècle (2070-2100)

Nappes: Persistance des risques de hautes eaux en nappe

Sévérité croissante

Rivières : Réduction de l'intensité moyenne, mais, risque étendue spatialement



Surface croissante (% du domaine simulé)

Conclusions : Projections climatiques réalisées avec Aqui-FR

- Aqui-FR permet d'avoir une vision spatialisée et cohérente des impacts du changement climatique en nappe et en rivière
- Différents indicateurs possibles: IPS/sécheresses/Hautes eaux
 - ➔ d'autres indicateurs sont-ils souhaitables?
- A ce stade 3 scénarios d'émission traités, pour un total de 34 projections
 - ➔ Permet de traiter la diversité des possibles
 - ➔ Utile pour sélectionner des projections pour de futurs scénarios d'adaptation

A venir:

- Analyse de projections CMIP5/CORDEX (RCM) régionalisées par une autre méthode
 - Elaboration de scénarios de prélèvements agricoles (approches agro-économique)
- ➔ Traitements des projections CMIP6