

9ÈME PÊCHE AUX OUTILS SCIENTIFIQUES

Le changement climatique, quelles données disponibles,
quelles modalités de traitement ?

11 Octobre 2024 | Villeurbanne

Avec le soutien de :



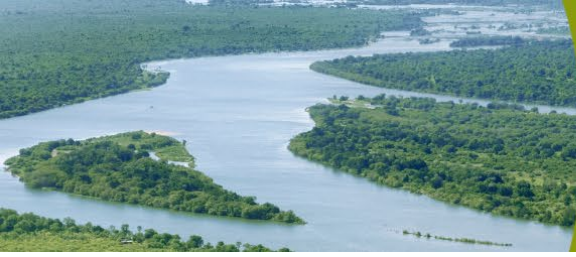
PROGRAMME

Première partie - Partage des connaissances et enjeux

9h15	ACCUEIL des participants
9h30	Etat des connaissances sur le changement climatique <ul style="list-style-type: none">- Que sait-on ?- Des projections hydro-climatiques pour répondre à quelles questions ? <p><i>Eric Sauquet, INRAE</i></p>
11h00	Pêle-mêle de questions <p>Echanges avec les participant.es sur la base des réponses au questionnaire visant à identifier les verrous scientifiques rencontrés dans la connaissance et l'utilisation des données prospectives</p>

Deuxième partie - La prise en main des projections hydro-climatiques

13h30	Mon approche du changement climatique et mes besoins <p>3 témoins</p> <p><i>Barbara Belletti, Emeline Comby, Aymeric Dabrin</i></p>
14h30	Démonstration d'outils et notamment des portails
15h30	Et si on prenait en main les données <p>Réservé aux chercheur.ses familiers de l'environnement R (manipulation de scripts)</p>
17h00	Clôture de la journée



Etat des connaissances sur le changement climatique

Quel devenir pour les ressources en eau ?
L'apport d'Explore2

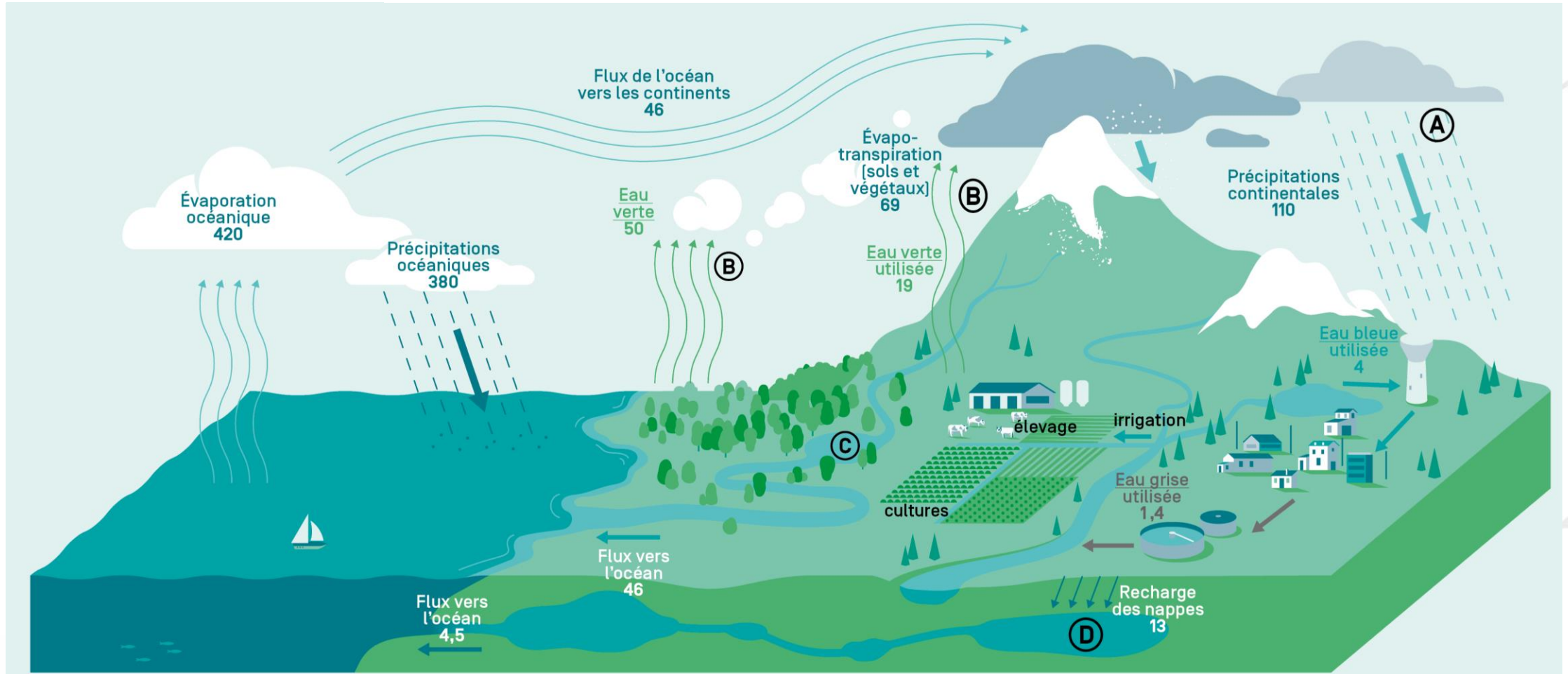
E. Sauquet (INRAE, RiverLy)

EXPLORATION DES FUTURS POSSIBLES DE L'EAU

Eric SAUQUET
INRAE, UR RiverLy (Lyon-Grenoble)
pour le consortium

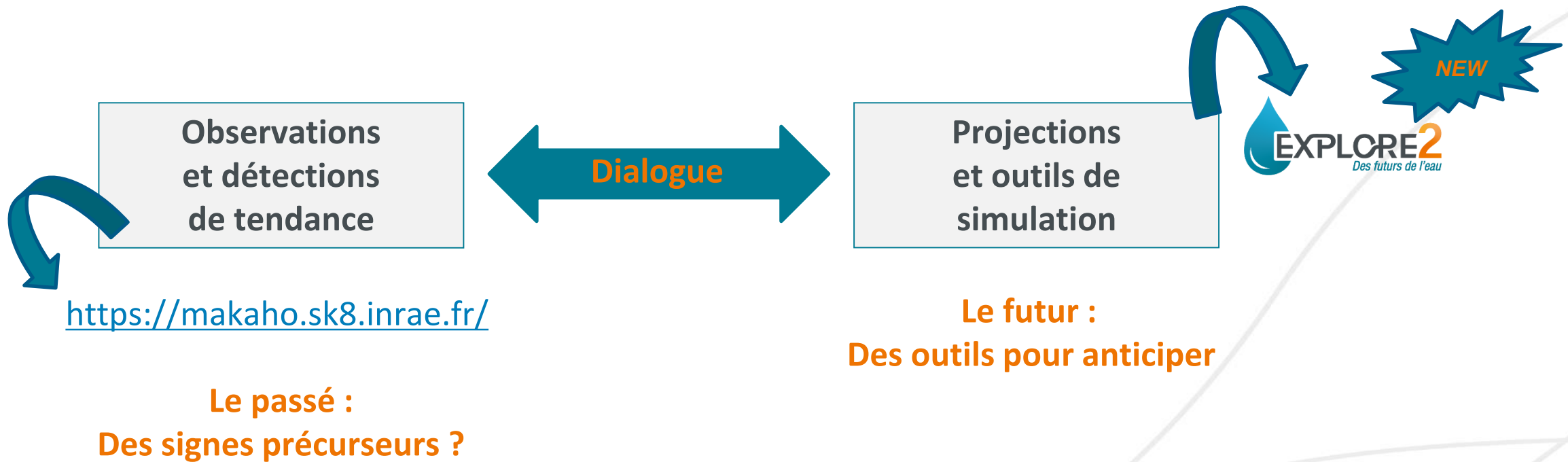
CONTEXTE : LE CYCLE DE L'EAU

Modification de la composition de l'atmosphère → augmentation des températures de l'air → capacité accrue de l'atmosphère à contenir de l'eau, processus d'évaporation et de fonte des glaciers amplifiés



CONTEXTE : CHANGEMENT CLIMATIQUE ET IMPACT SUR L'HYDROLOGIE

→ Deux approches complémentaires pour appréhender la question du changement climatique



CONTEXTE : CHANGEMENT CLIMATIQUE ET IMPACT SUR L'HYDROLOGIE

→ Deux approches complémentaires pour appréhender la question du changement climatique

Observations
et détections
de tendance

Dialogue

Projections
et outils de
simulation

<https://makaho.sk8.inrae.fr/>

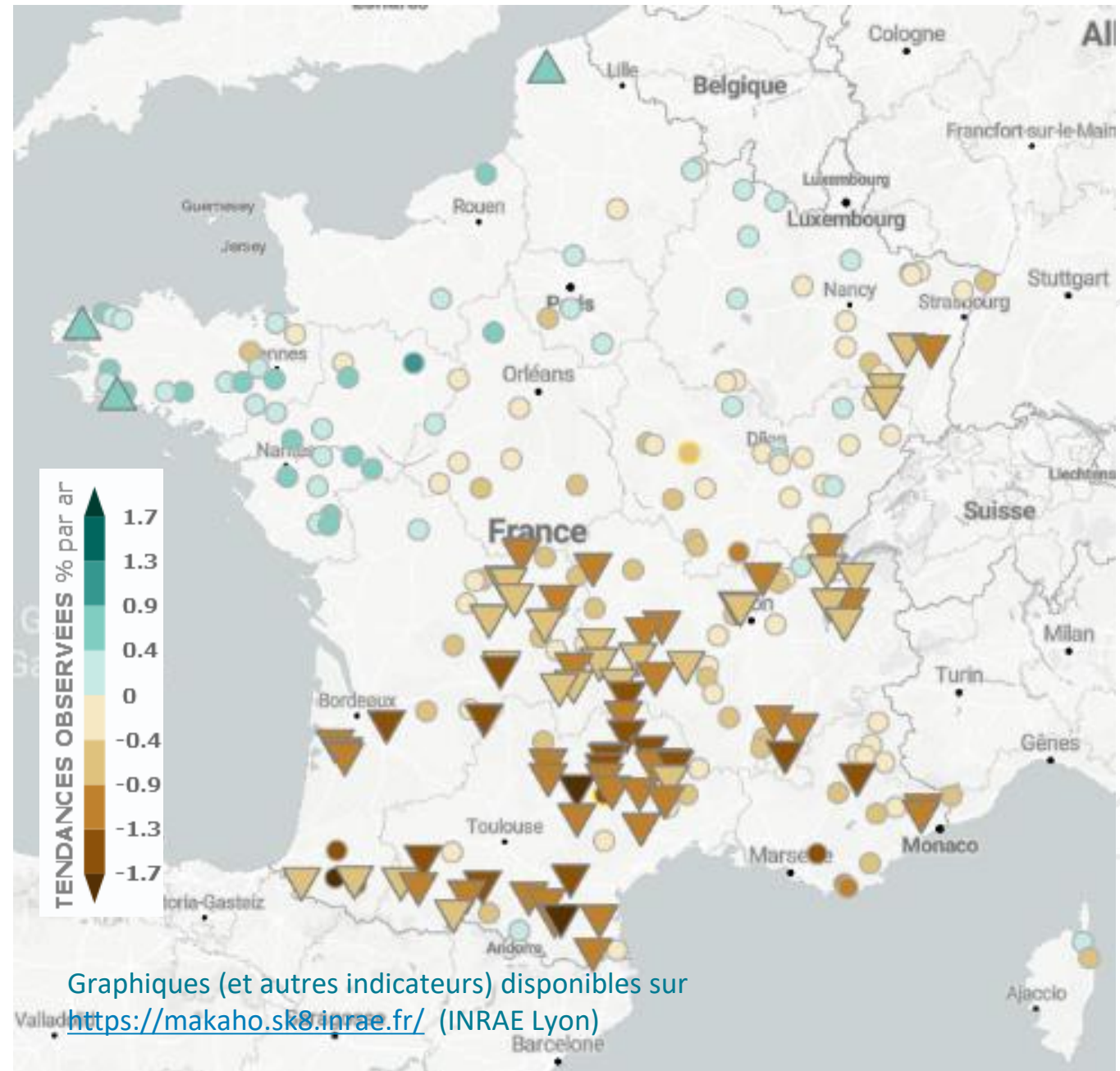
Le passé :
Des signes précurseurs ?

Le futur :
Des outils pour anticiper



TENDANCES EN FRANCE

- Un diagnostic sur des stations hydrométriques **peu influencées** pour capter un signal « naturel »
- Evolution des débits annuels observée sur 1968-2018
 - Tendance à une nette baisse sur la moitié sud
 - Tendances non significatives sur le nord de la France



QUELQUES ENSEIGNEMENTS ICI ET AILLEURS

/!\ Effets antagonistes qui peuvent masquer des changements (ex. glaciers) /!

- **Absence de tendance partagée sur le globe MAIS des tendances régionales peuvent émerger :**
 - Des effets sensibles quand le processus dominant est lié de manière directe à la température (ex. glacier, neige)
- **Attention aux conclusions hâtives sur tendances constatées sur des bassins anthropisés (empreinte des usages)**

/!\ Ne pas prolonger les tendances pour projeter le futur /!



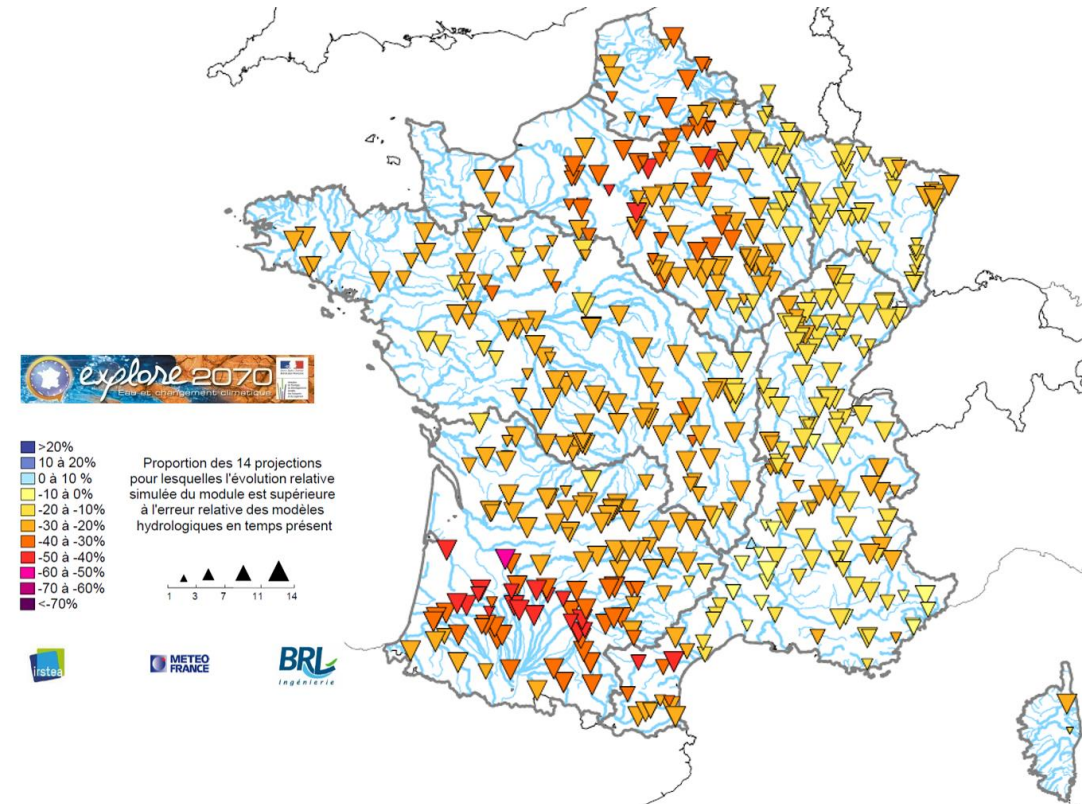
CONTEXTE SCIENTIFIQUE :

Un étude nationale baptisée pionnière (2010-2013) :



Depuis la fin du projet :

- Un volet « adaptation » peu valorisé
- Des choix vus depuis comme des limitations, ou jugés datés au regard des derniers exercices du GIEC
- Des volontés de mieux s'approprier la question de l'impact du changement climatique



Chauveau et al. (2013). DOI :10.1051/lhb/2013027

Un retour d'expérience (Irstea & OFB, Sauquet, E., Chatel, T. et Martin, E.

(2019). (hal-02930768)) à l'initiative du projet

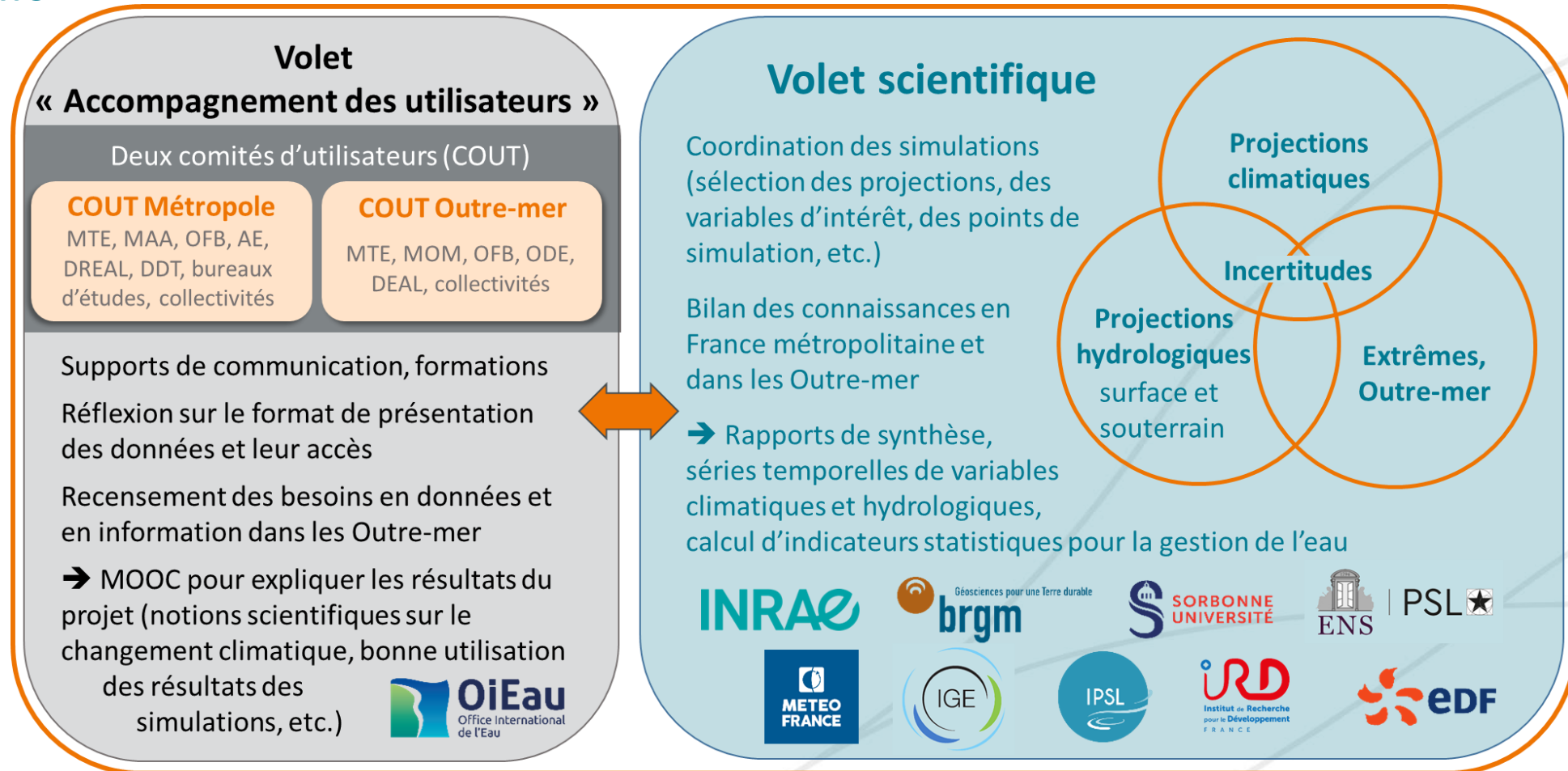


Un retour d'expérience et une volonté collective de renouveler l'exercice avec des ambitions multiples :

- D'engager **une plus forte concertation avec les utilisateurs** (comités de bassin, agences de l'eau, collectivités, bureaux d'étude, etc.) pour mieux accompagner la prise en main des résultats
- De **mieux quantifier les incertitudes** en incluant un plus grand nombre de modèles
- De donner **une vision du climat et de l'hydrologie sur l'ensemble du territoire hexagonal sur l'ensemble du 21e siècle (1976-2100)**

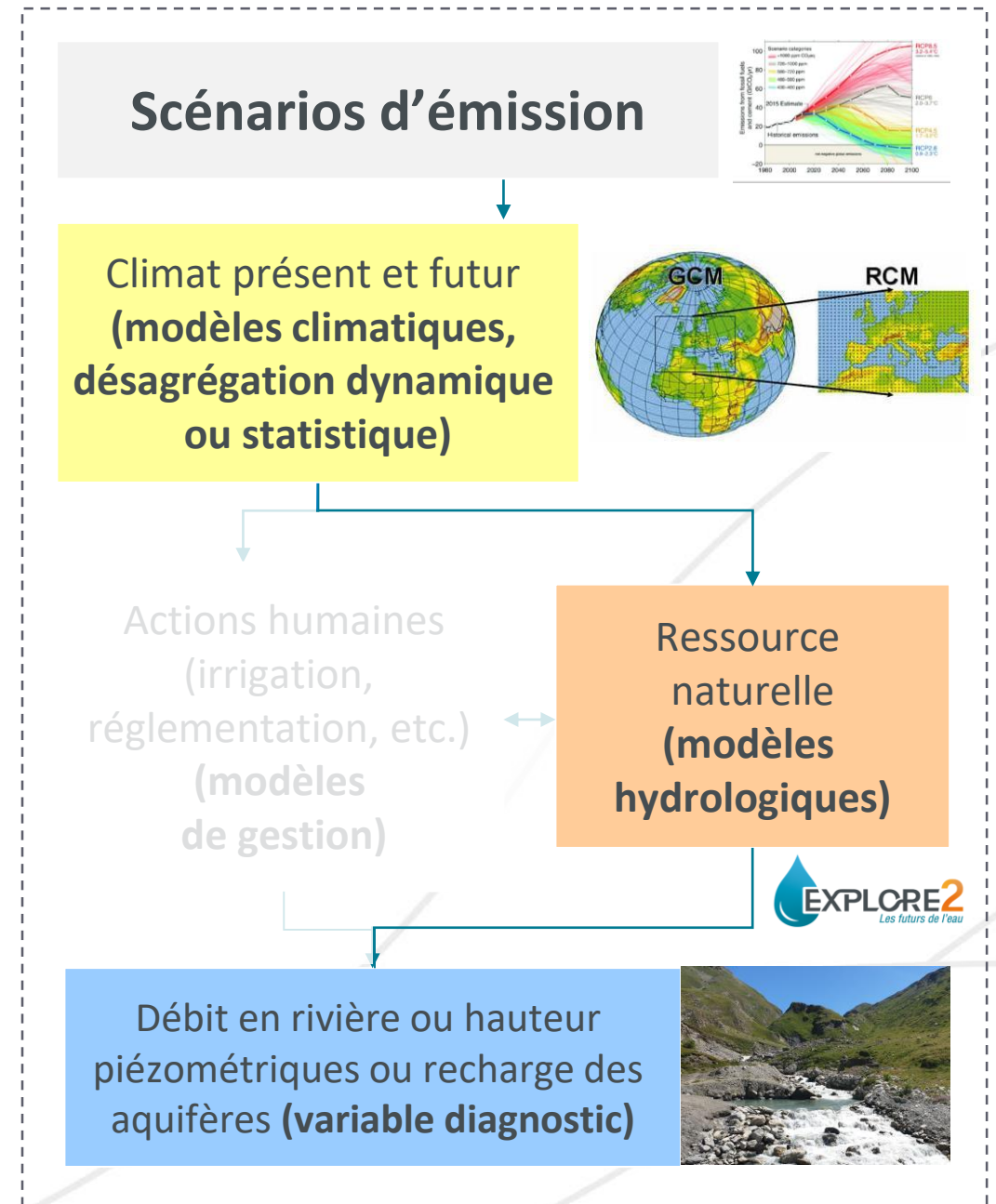
ORGANISATION DU PROJET

- **Coût total : 2,2 M€**
- **Durée : 3 ans (2021-2024)**



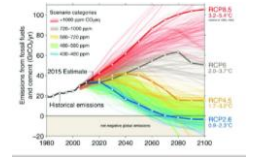
LES ÉTAPES POUR LA PRODUCTION DE DONNÉES HYDROLOGIQUES

- Mise en œuvre d'une approche multi-scénarios et multi-modèles uniforme sur l'ensemble du territoire métropolitain et sur l'ensemble du 21e siècle pour explorer une large gamme de futurs possibles et pour apprécier les incertitudes aux différents niveaux de modélisation du climat et de l'hydrologie
- Construction d'un cadre commun de modélisation pour faciliter l'analyse des résultats, l'évaluation de la chaîne de modélisation à tous les niveaux (du climat à l'hydrologie) et la caractérisation des incertitudes sous changement climatique

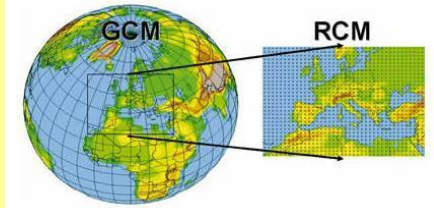


DES FUTURS DU CLIMAT EN FRANCE

Scénarios d'émission

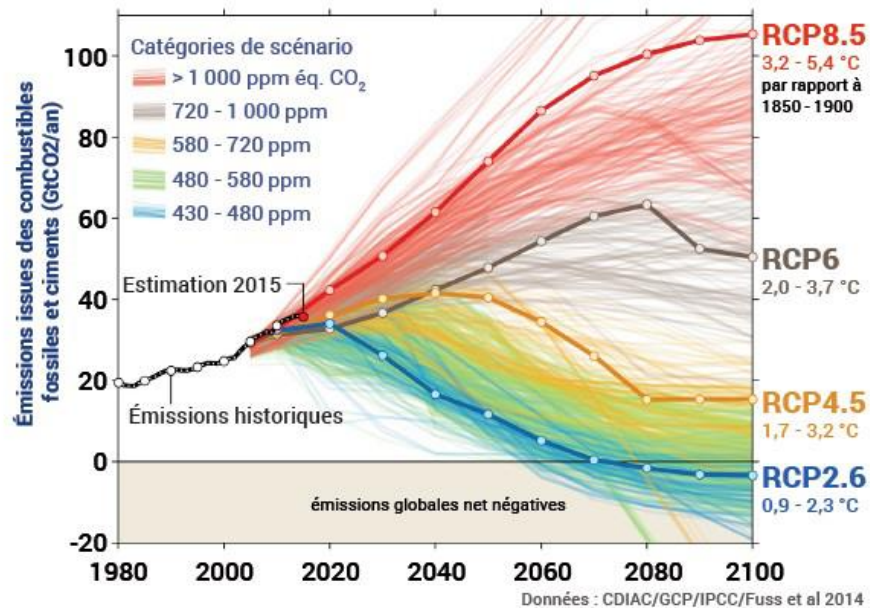


Climat présent et futur
(modèles climatiques,
désagrégation dynamique
ou statistique)

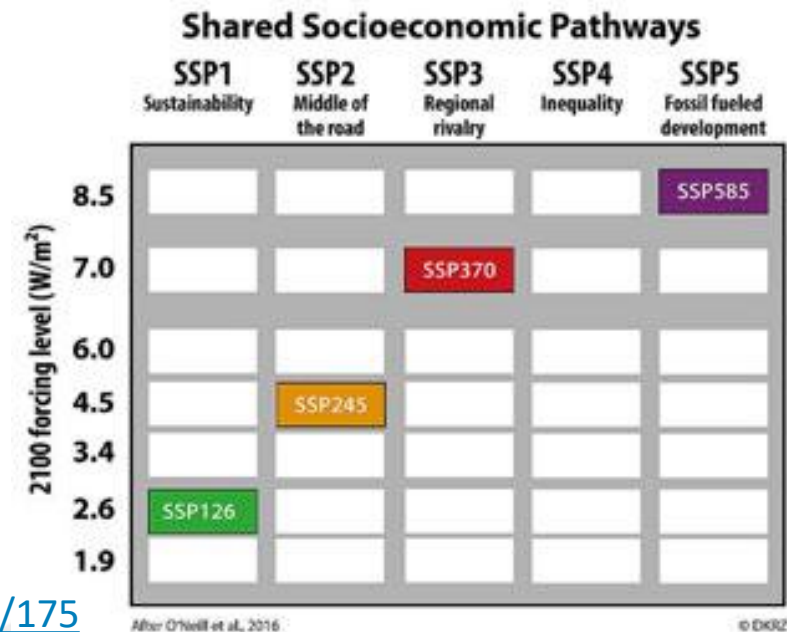


LE JARGON DU GIEC

Dans le 5^e rapport, les projections sont catégorisées selon les scénarios RCP. Il s'agit de quatre scénarios d'émission de gaz à effet de serre donnés *a priori* : les RCP pour **Representative Concentration Pathway**, correspondant à l'évolution du forçage radiatif sur la période 2006-2300, plus ou moins optimiste (RCP2.6 → RCP8.5)

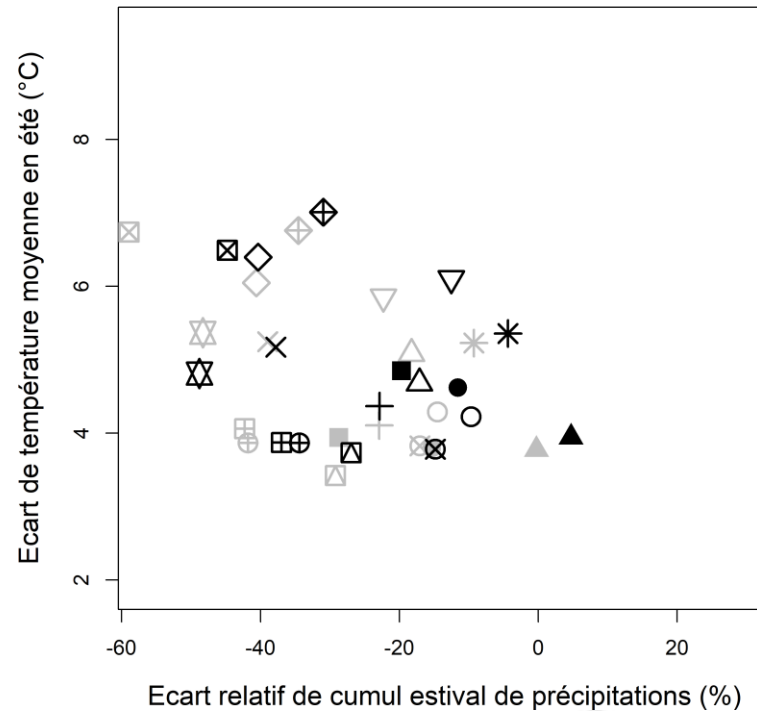
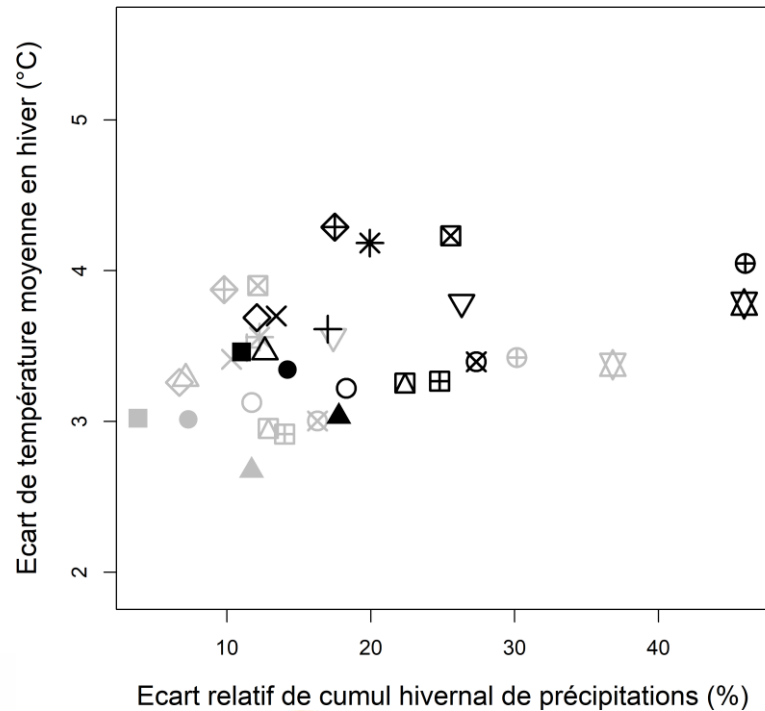


Un nouvel ensemble de scénarios climatiques a été développé dans le cadre du sixième rapport du GIEC (IPCC AR6), les **"Shared Socioeconomic Pathways" (SSP Trajectoires Socio-économiques communes)**. Par rapport aux RCP utilisés précédemment, les nouveaux scénarios SSP illustrent différents développements socio-économiques en lien avec les différentes trajectoires des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère



DES ENSEMBLES PERTINENTS POUR LES UTILISATEURS

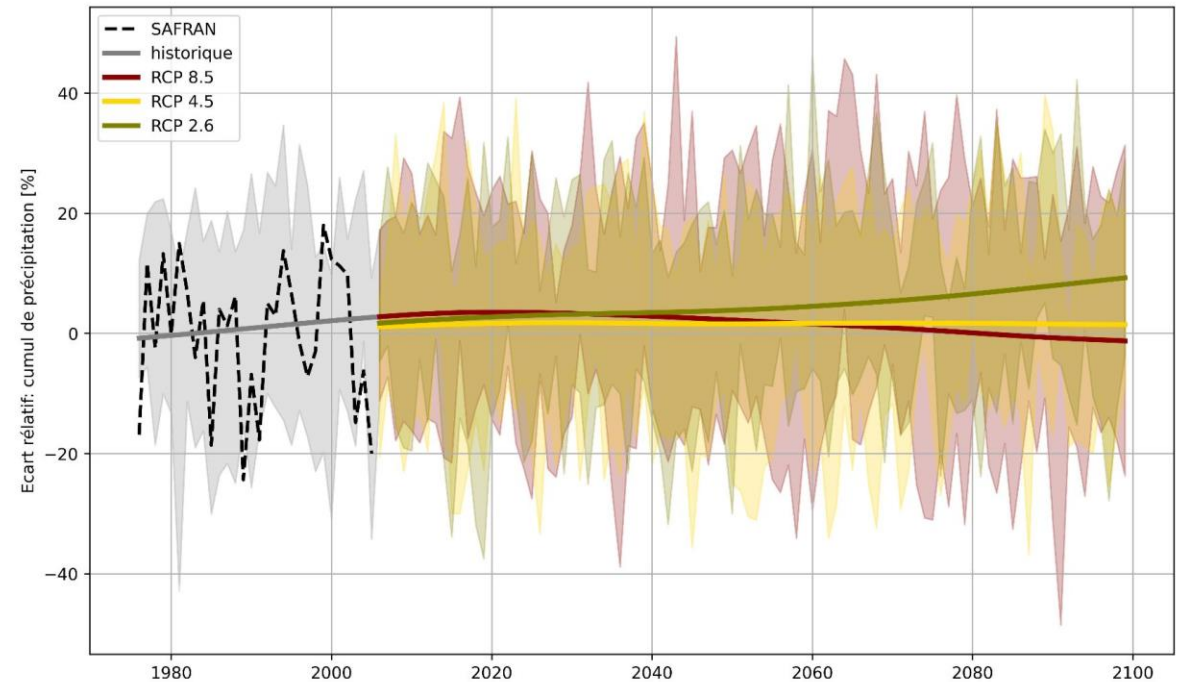
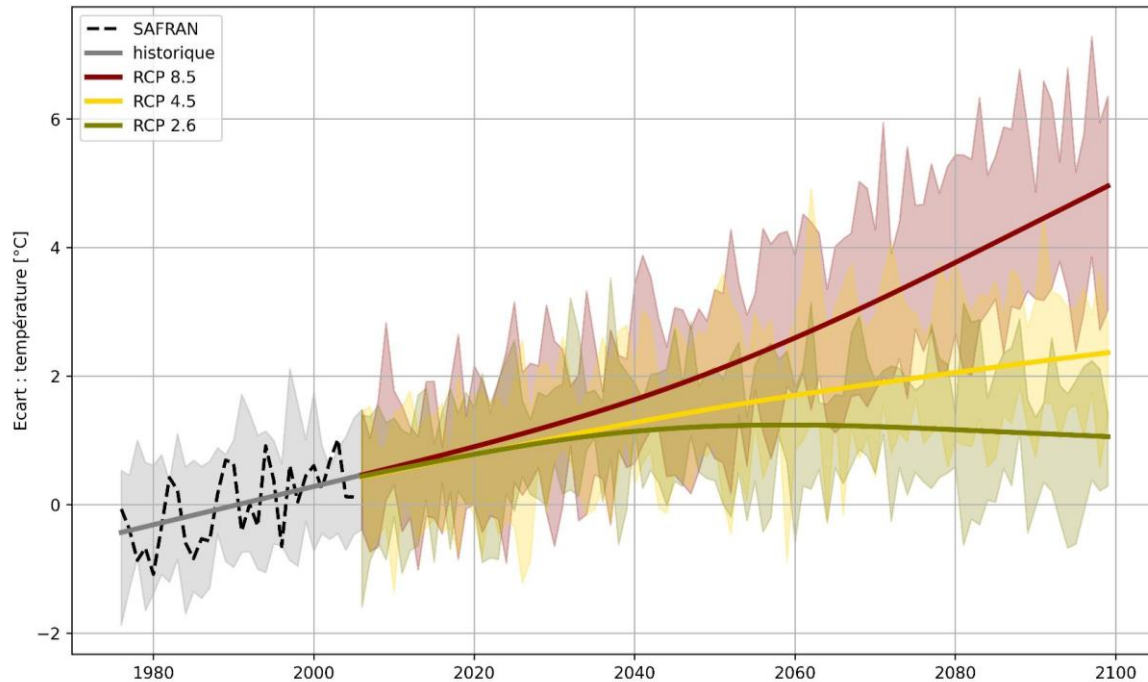
- Une sélection de 17 couples GCM/RCM compatibles avec le plus récent exercice CMIP6
 - aux projections corrigées avec deux méthodes ADAMONT et CDF-t sous les trois scénarios d'émission de gaz à effet de serre RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5
 - choisis sur la base d'une première expertise et dans un souci de bien apprécier les incertitudes
- ➔ jusqu'à 34 projections du climat sous RCP8.5 (pas de temps journalier, entre 1976 et 2100)



Couple GCM/RCM corrigé
avec **ADAMONT** et CDF-t

Evolutions des précipitations et de
la température sous RCP8.5 en fin
de XXI^e siècle

DES CLIMATS FUTURS SOUS DIFFÉRENTS RCP



- Évolution de l'écart de température moyenne annuelle et de l'écart relatif de cumul annuel de précipitation au cours du XXI^e siècle pour la France, 2006-2100 (par rapport à la normale de référence 1976-2005) pour les trois scénarios RCP2.6 en vert, RCP4.5 en jaune et RCP8.5 en rouge. Le trait continu correspond à la médiane lissée (moyenne glissante sur 10 ans). L'enveloppe de couleur illustre l'intervalle entre l'écart minimal et l'écart maximal de la distribution de l'ensemble des simulations. Sur la période 1976-2005 l'écart par rapport à la normale de référence 1976-2005 ; le trait continu en gris correspond à la médiane lissée des simulations historiques; l'enveloppe gris illustre l'intervalle entre l'écart minimal et l'écart maximal de la distribution de l'ensemble des simulations ; le trait discontinu noir est l'écart des valeurs annuelles non lissés SAFRAN par rapport à la normale SAFRAN 1976-2005.

LES MESSAGES QUI VONT SUIVRE (EXTRAITS DU RAPPORT COLLECTIF)

Un focus sur les changements projetés :

- avec le scénario d'émissions de gaz à effet de serre fortes
- pour 2070-2099 (« fin de siècle »)

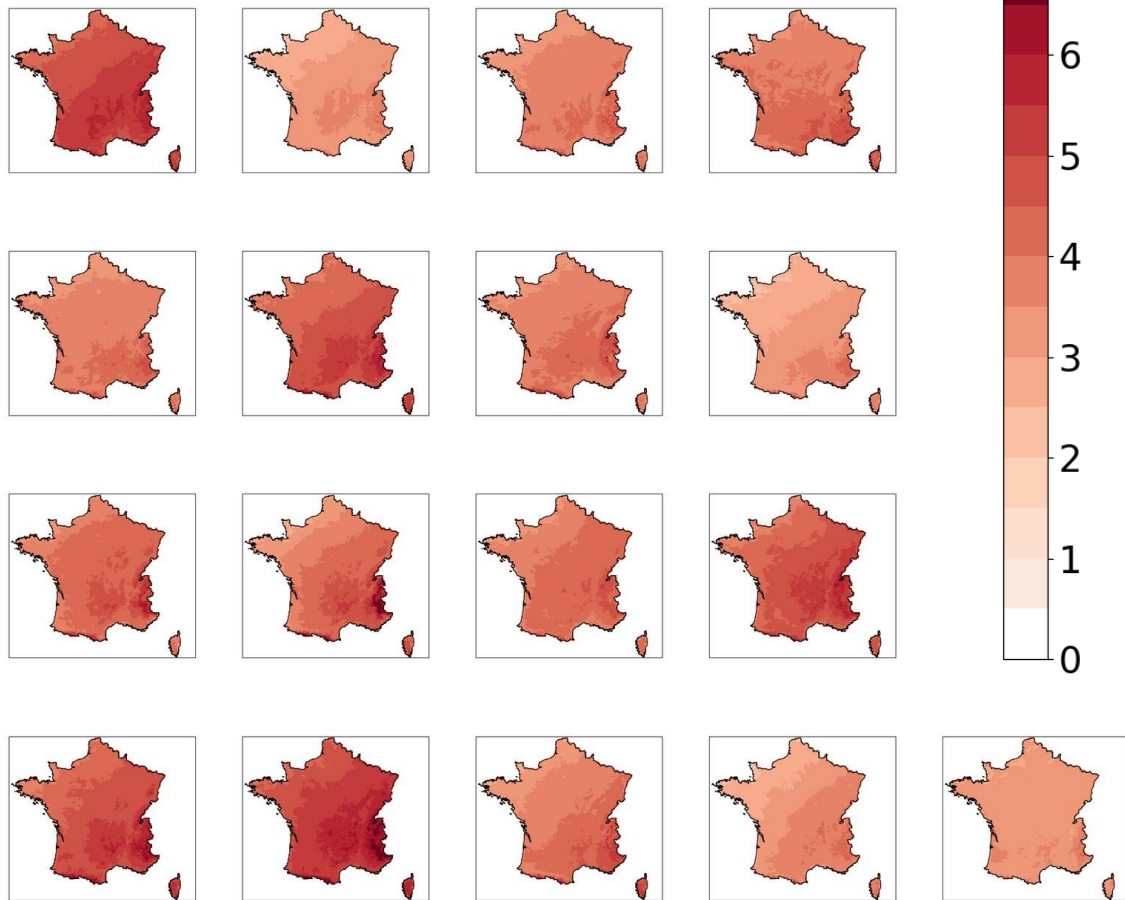
relativement à **1976-2005**

Pour chaque variable hydroclimatique, spécification :

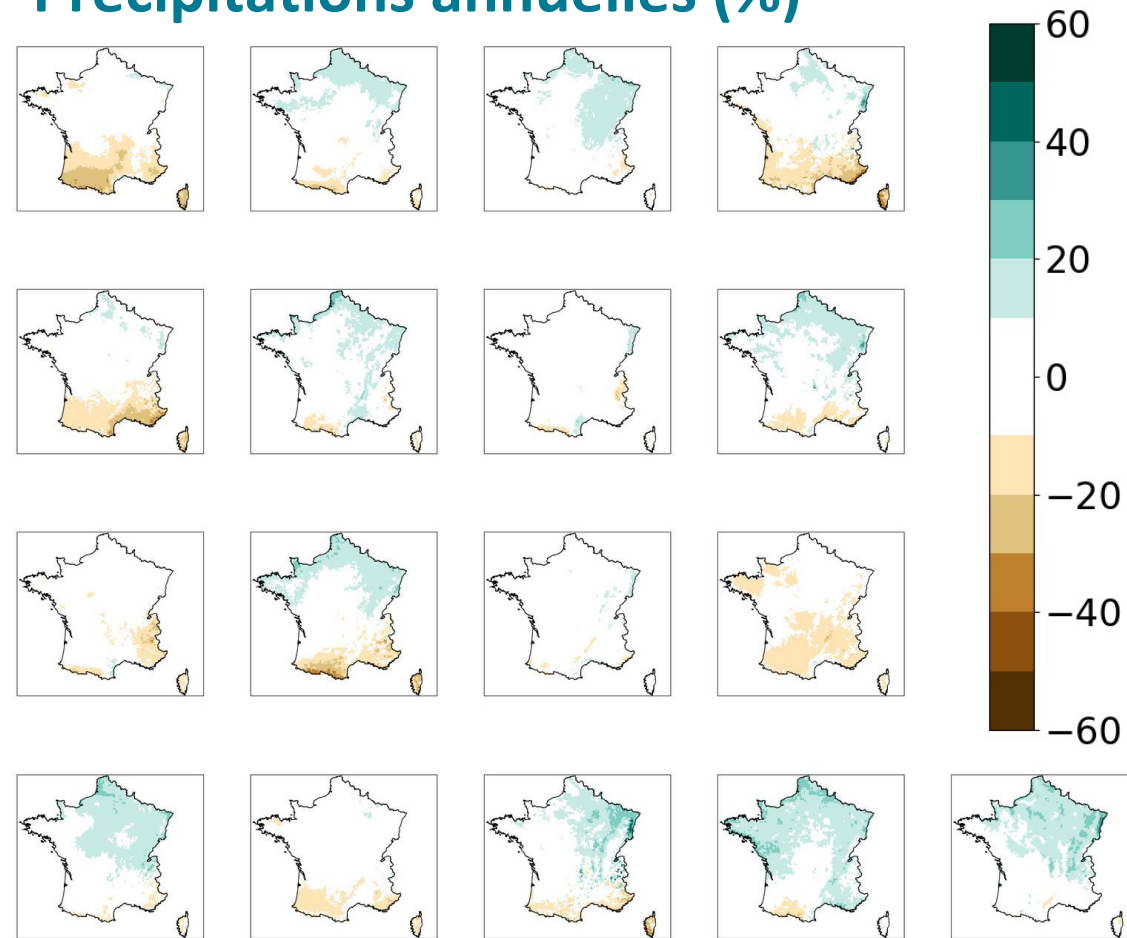
- du degré d'accord entre modèles (nombre de modèles qui s'accordent sur le signe des changements)
- du degré de confiance aux évolutions projetées dans Explore2 (accord + confiance dans les modèles et les processus qu'ils représentent = expertise de la chaîne de modélisation et des résultats)

DES CLIMATS EN FIN DE XXI^E SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

Températures annuelles (° C)



Précipitations annuelles (%)



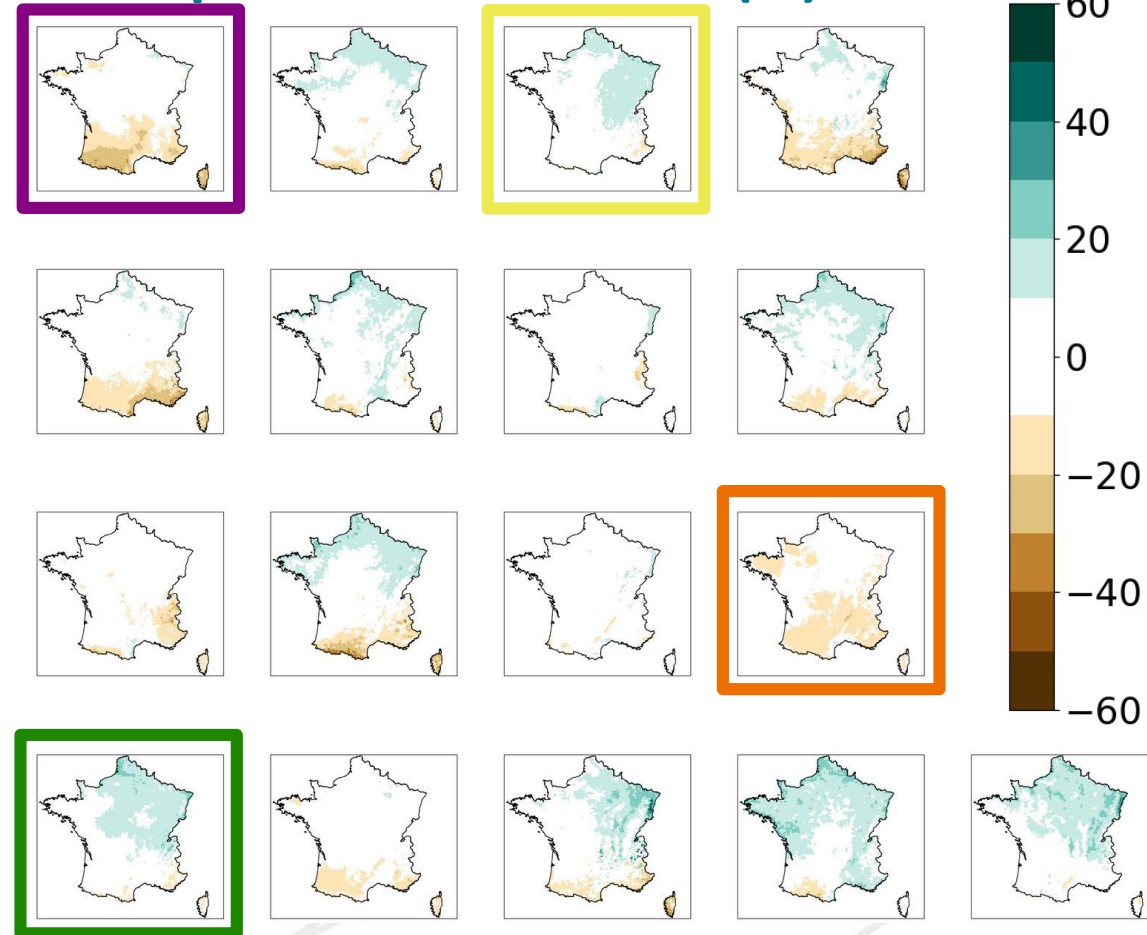
- **Une diversité de futurs possibles, impossible à résumer en une statistique → volonté de décrire les futurs par des narratifs (visions contrastées des climats en fin de XXIe siècle)**

DES CLIMATS EN FIN DE XXIE SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

Températures annuelles (° C)



Précipitations annuelles (%)



DES CLIMATS EN FIN DE XXI^E SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

Violet	
Température	
année	+ 5,0 °C
hiver	+ 4,2 °C
été	+ 6,5 °C
Précipitations	
année	- 8 %
hiver	+ 26 %
été	- 45 %
Ressource en eau	
ETO	+ 26 %

Orange	
Température	
année	+ 4,6 °C
hiver	+ 3,7 °C
été	+ 6,4 °C
Précipitations	
année	- 9 %
hiver	+ 12 %
été	- 40 %
Ressource en eau	
ETO	+ 43 %

Jaune	
Température	
année	+ 3,7 °C
hiver	+ 3,2 °C
été	+ 4,2 °C
Précipitations	
année	+ 6 %
hiver	+ 18 %
été	- 10 %
Ressource en eau	
ETO	+ 28 %

Vert	
Température	
année	+ 4,8 °C
hiver	+ 3,8 °C
été	+ 6,1 °C
Précipitations	
année	+ 6 %
hiver	+ 26 %
été	- 13 %
Ressource en eau	
ETO	+ 31 %

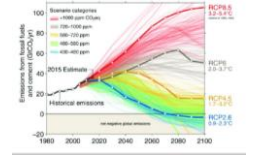
**Scénario :
émissions fortes
Horizon fin de
siècle : (2070 –
2099) versus
(1976 – 2005)**

DES CLIMATS EN FIN DE XXI^E SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

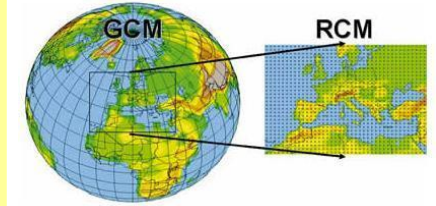
- **Des messages robustes pour les températures :**
 - > Tant que les émissions nettes de gaz à effet de serre continueront, le réchauffement se poursuivra
- **Des incertitudes sur l'évolution future des précipitations du fait de la position géographique de la France (zone de transition) :**
 - > La majorité des projections s'accorde sur une hausse de la pluviométrie en hiver pour le scénario d'émissions fortes (et également modérées)
 - > La majorité des projections s'accorde sur une baisse de la pluviométrie en été pour le scénario d'émissions fortes (et également modérées)
- **Une variabilité d'une année à l'autre qui existera toujours qui se transmettra à l'hydrologie**

LES ÉTAPES POUR LA PRODUCTION DE DONNÉES HYDROLOGIQUES

Scénarios d'émission



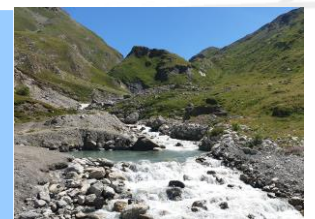
Climat présent et futur
(modèles climatiques,
désagrégation dynamique
ou statistique)



Actions humaines
(irrigation,
réglementation, etc.)
(modèles
de gestion)

Ressource
naturelle
(modèles
hydrologiques)

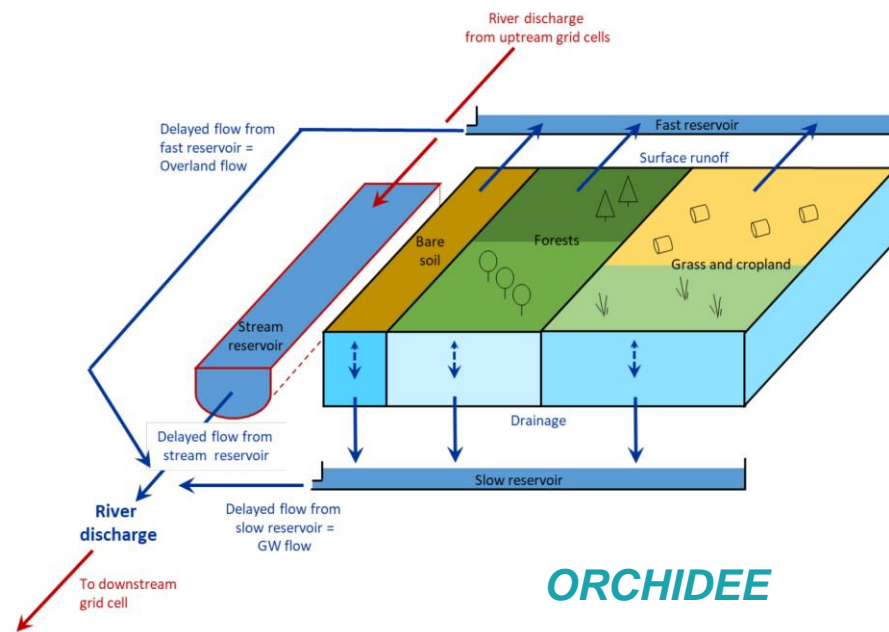
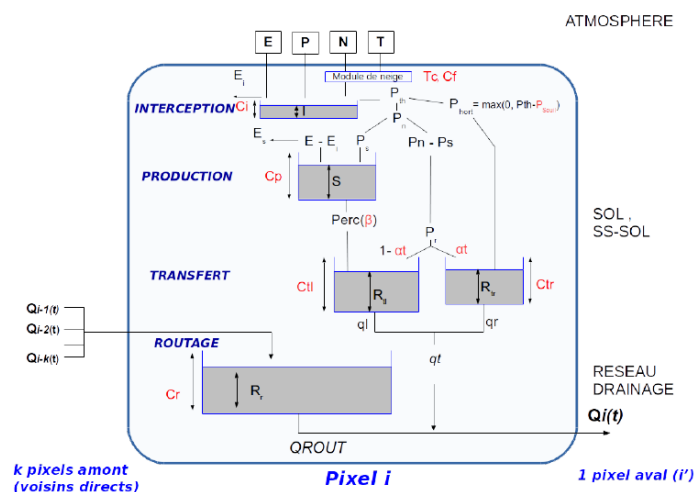
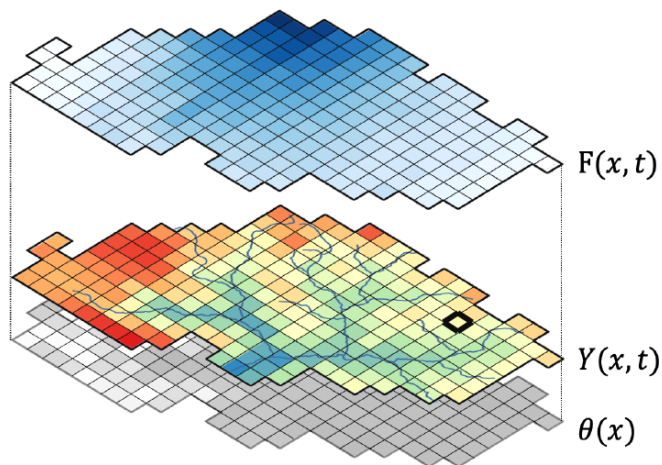
Débit en rivière ou hauteur
piézométriques ou recharge des
aquifères (**variable diagnostic**)



LA MODÉLISATION HYDROLOGIQUE

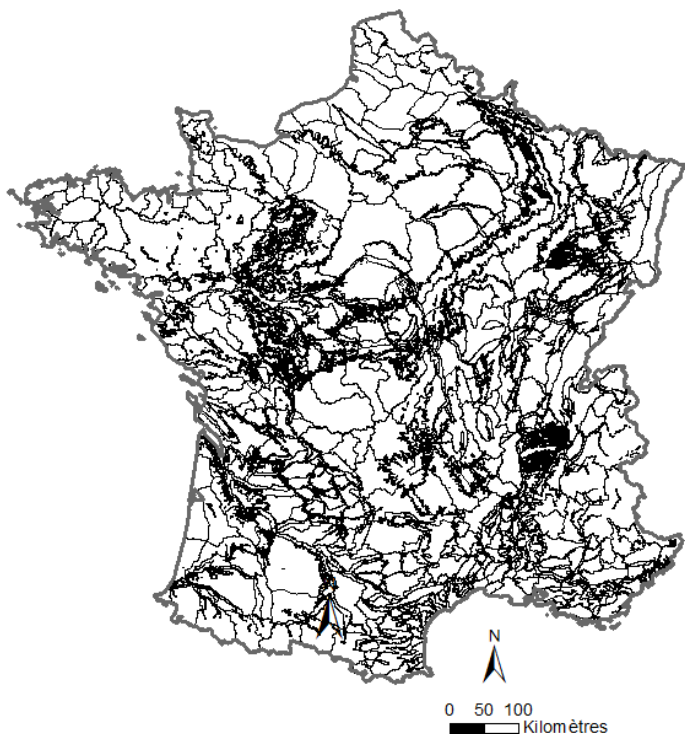
- **Concerne les eaux de surface et les eaux souterraines (dont recharge)**
 - Une “hydrologie de référence” sur laquelle on peut bâtir des exercices prospectifs (simuler les actions de l’homme sur la gestion de l’eau et le bassin versant) → cf. point 46 du plan « Eau »
 - Multi-modèles : **9** modèles d’hydrologie de surface, la plateforme **AquiFR** complétée du modèle hydrogéologique régional (**MONA**), et **RECHARGE** estimant la recharge
- Tous alimentés par les projections du climat

SMASH : *Spatially distributed Modelling and ASsimilation for Hydrology*



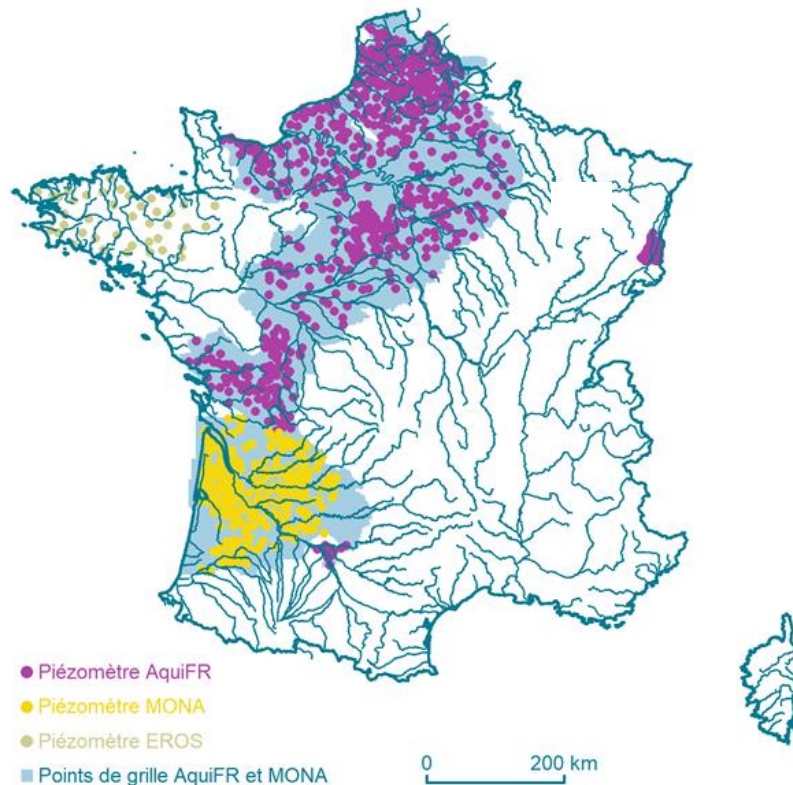
ORCHIDEE

VOLET HYDROLOGIE – POINTS DE SIMULATION



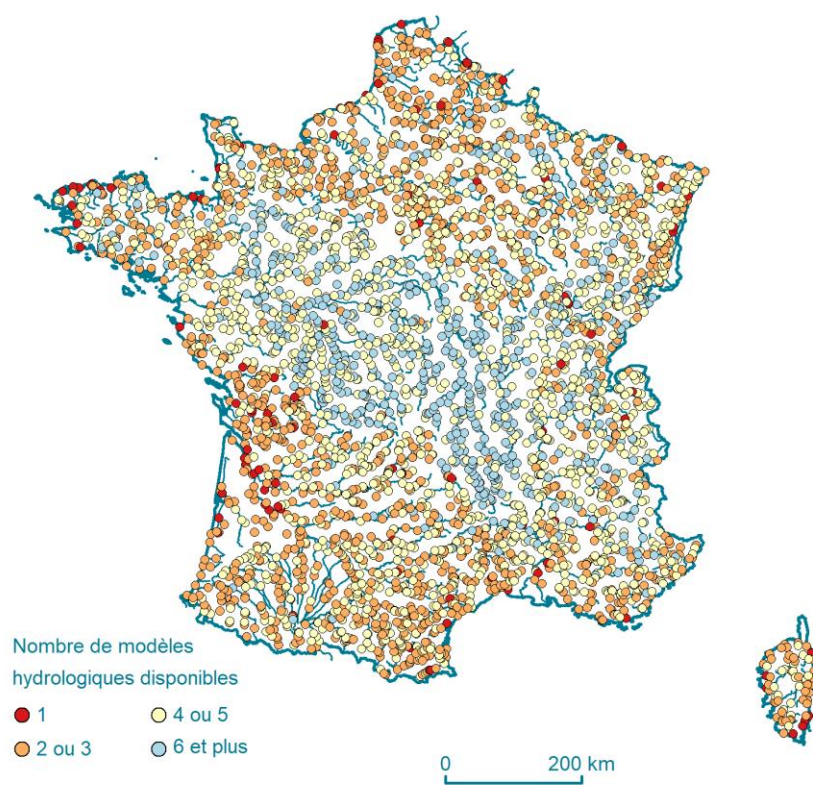
Masse d'eau souterraine

- support pour le calcul de la recharge potentielle



Eaux souterraines

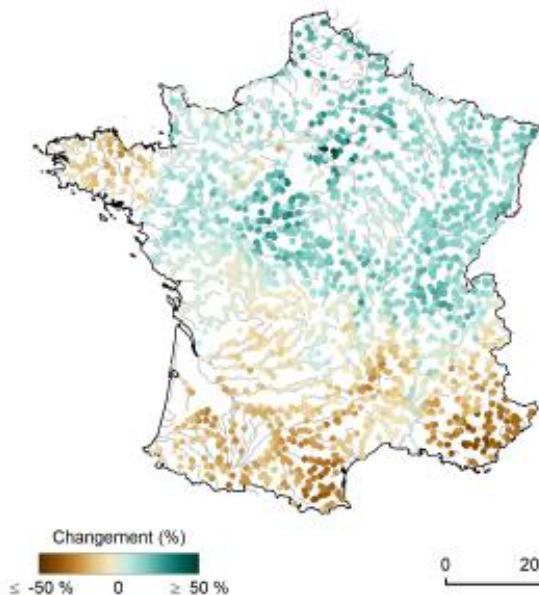
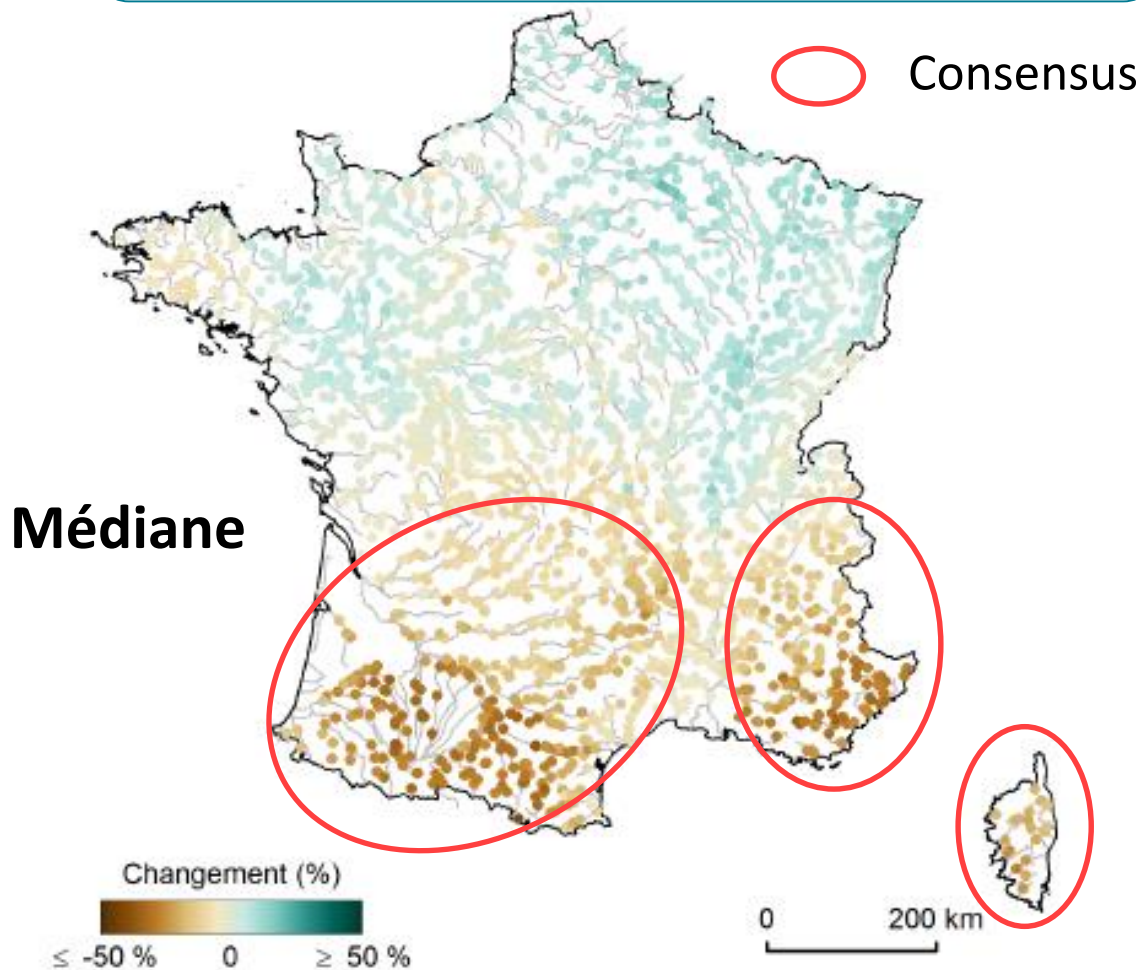
- ~ 1200 points de simulation correspondant à des piézomètres
- Plus de 100 000 points de grille 1 km de résolution pour Aquifer, et 2 km de résolution pour MONA



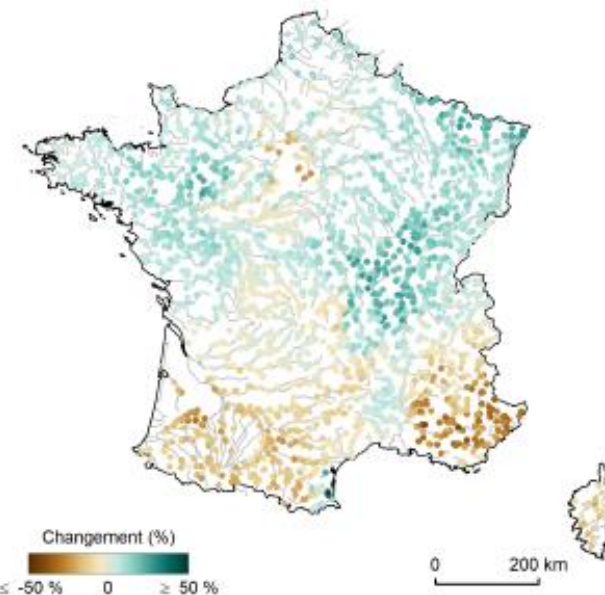
Eaux de surface

- ~ 4000 points de simulation en hydrologie de surface
- Une majorité de points (~ 3000) avec 2 à 4 modèles hydrologiques disponibles

DÉBIT ANNUEL EN FIN DE XXI^E SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

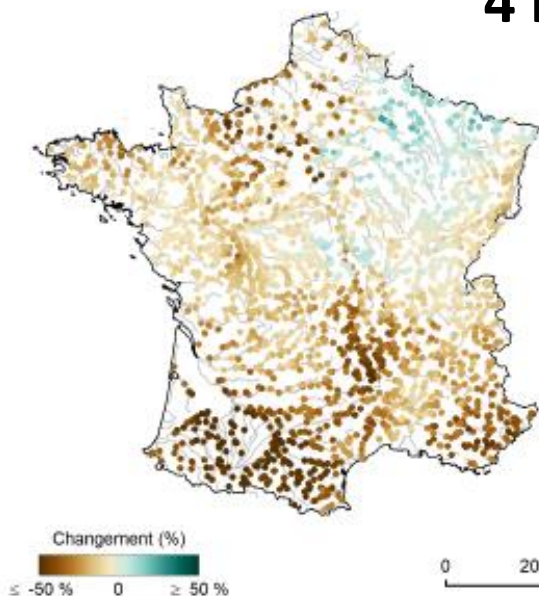


(a) vert

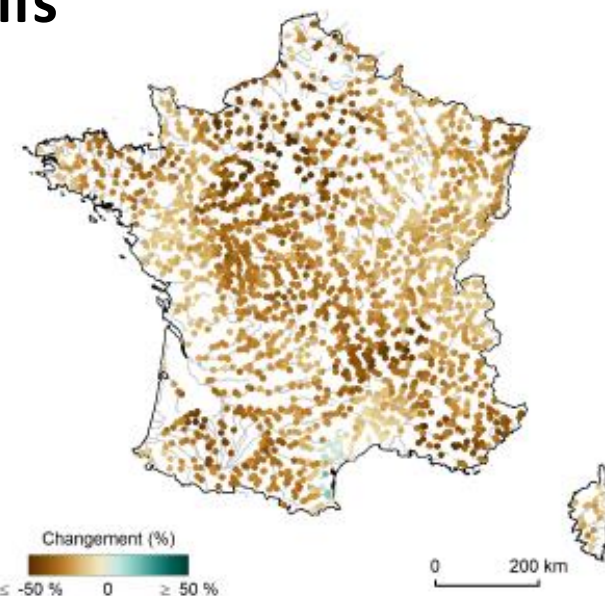


(b) jaune

4 narratifs



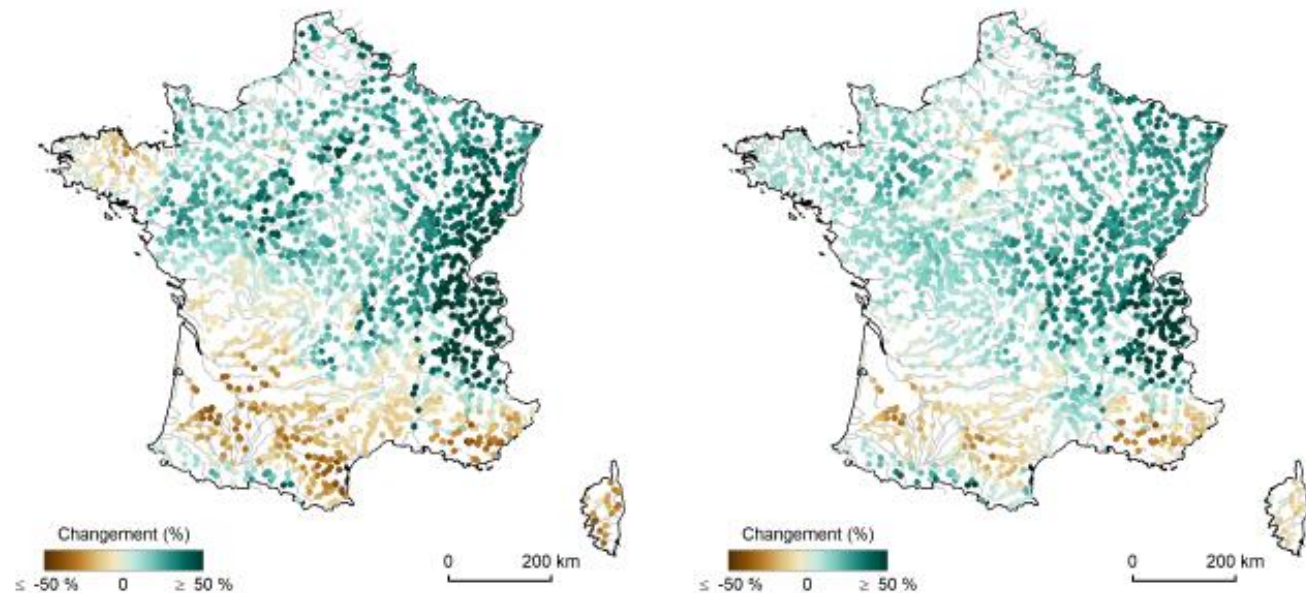
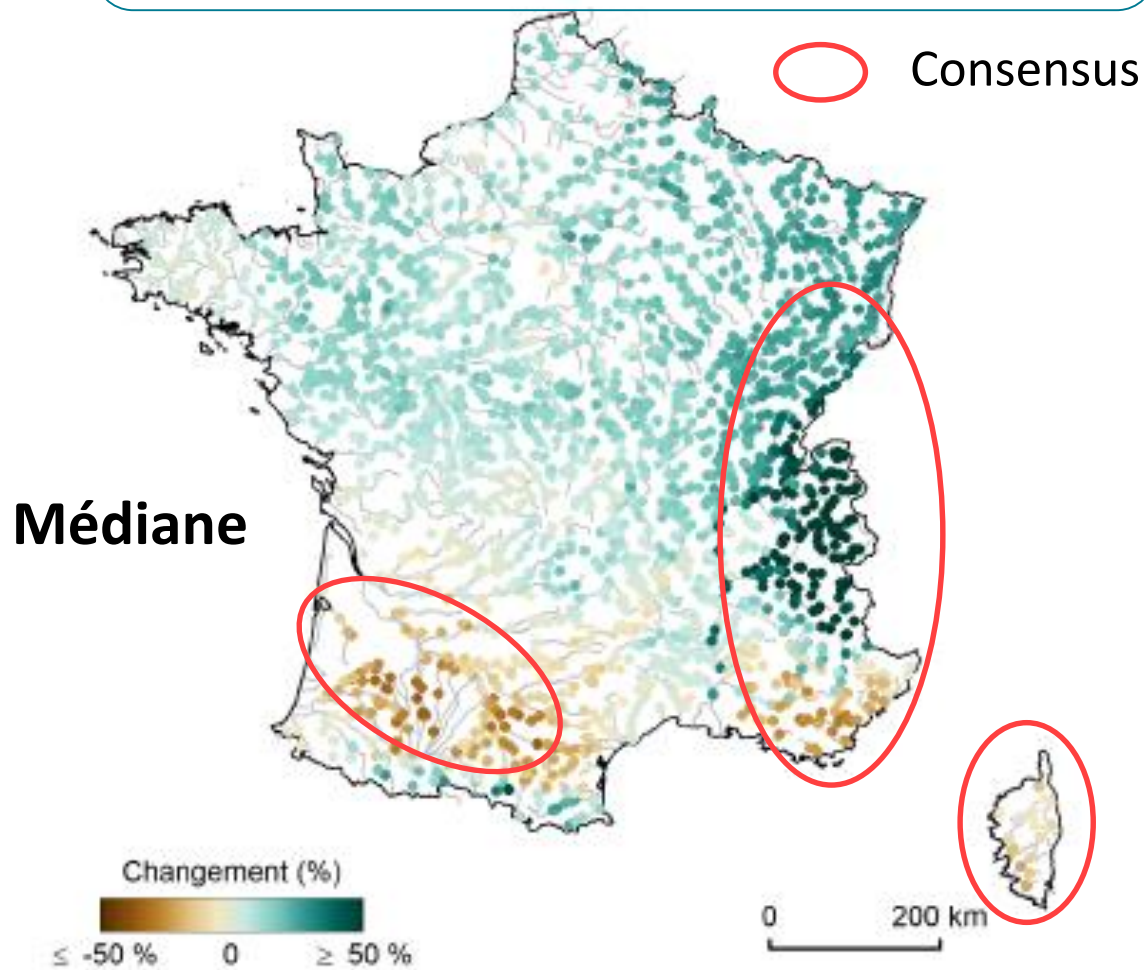
(c) violet



(d) orange

Horizon fin de siècle : (2070
– 2099) versus (1976 – 2005)

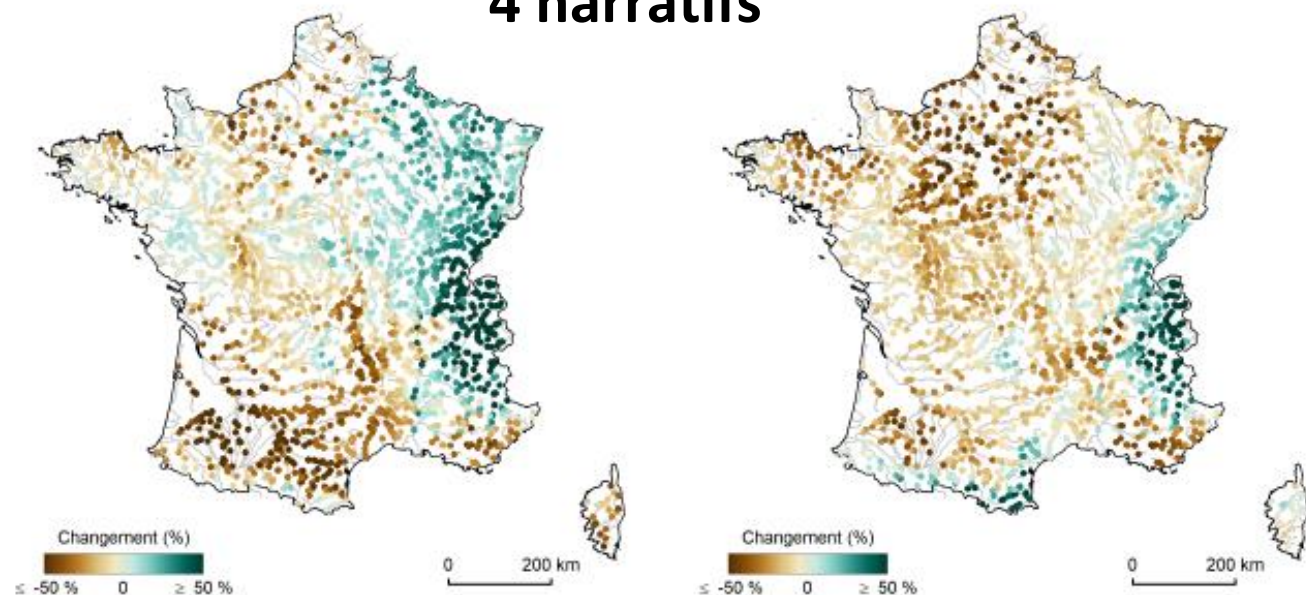
DÉBIT D'HIVER EN FIN DE XXI^E SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES



(a) vert

(b) jaune

4 narratifs

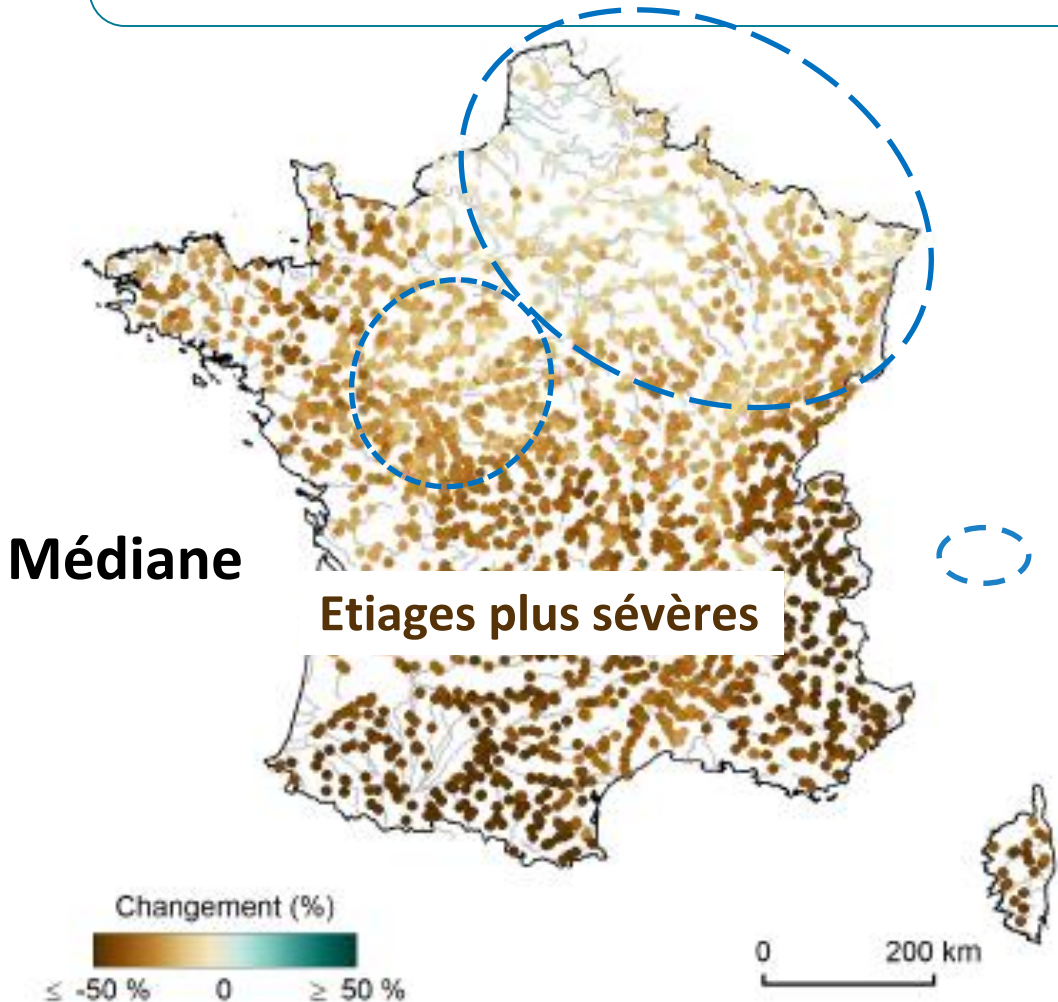


(c) violet

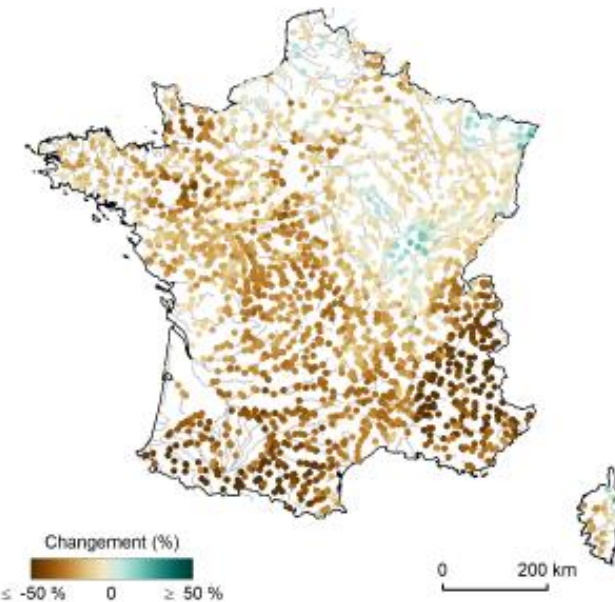
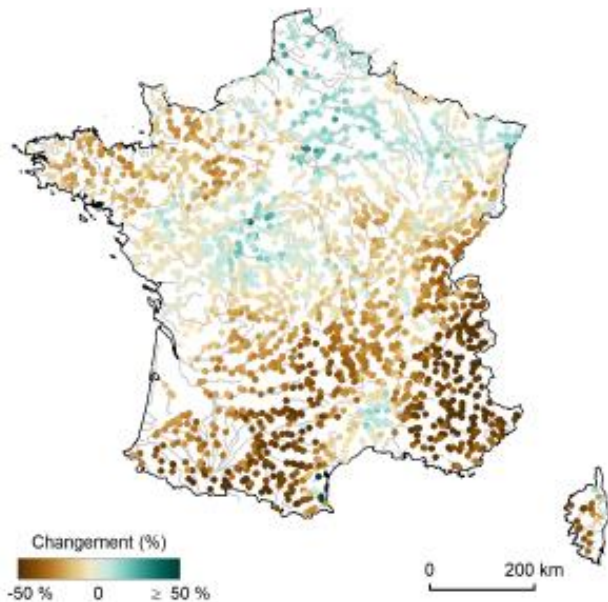
(d) orange

Horizon fin de siècle : (2070
– 2099) versus (1976 – 2005)

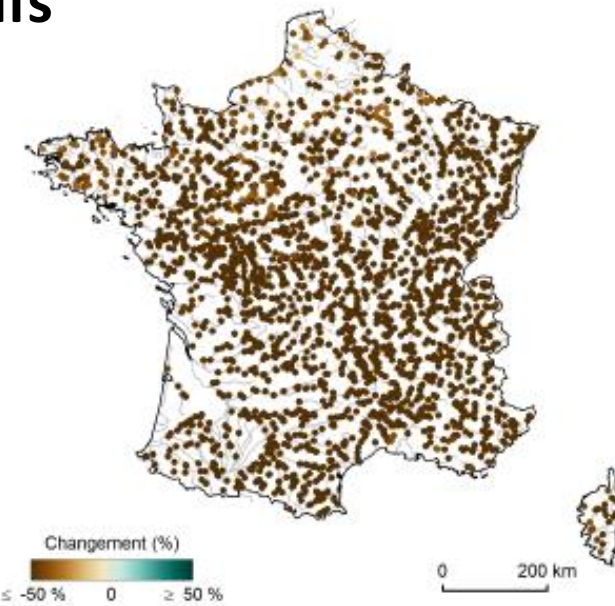
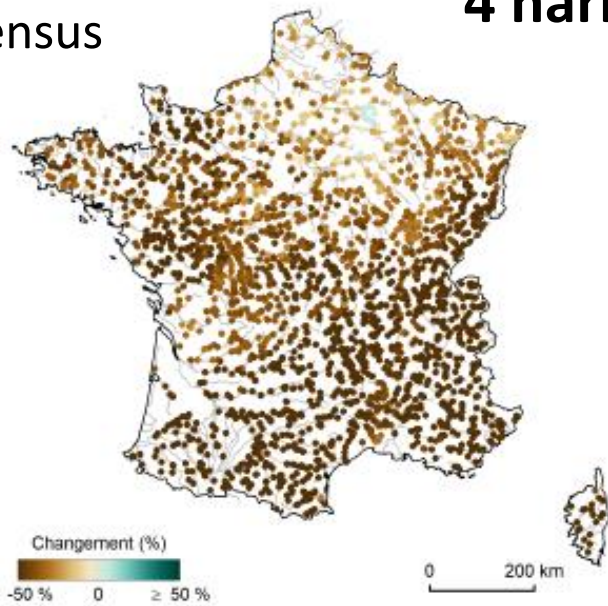
DÉBIT D'ÉTÉ EN FIN DE XXI^E SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES



Moindre
consensus



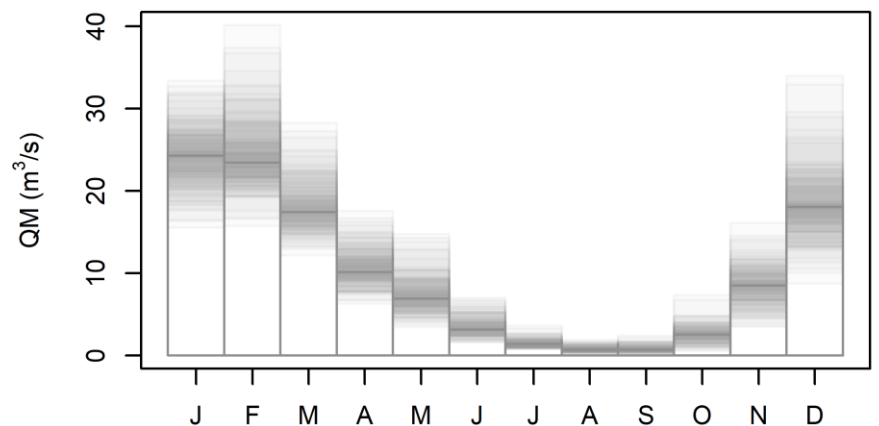
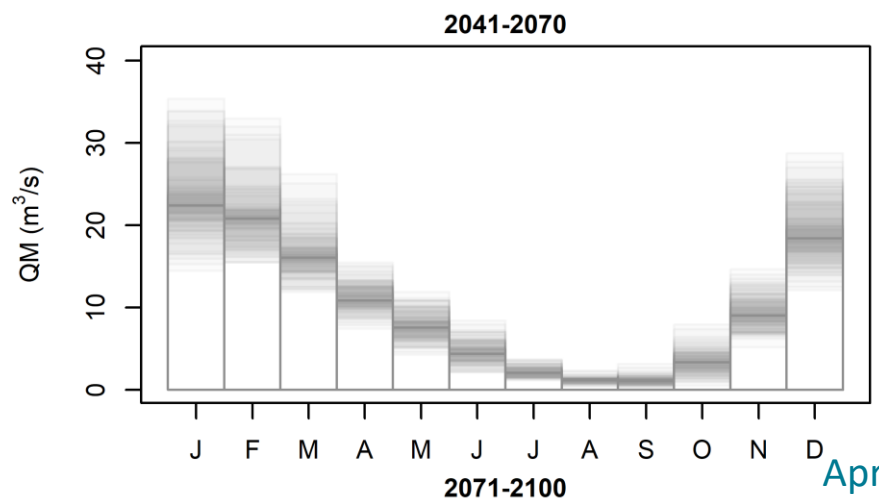
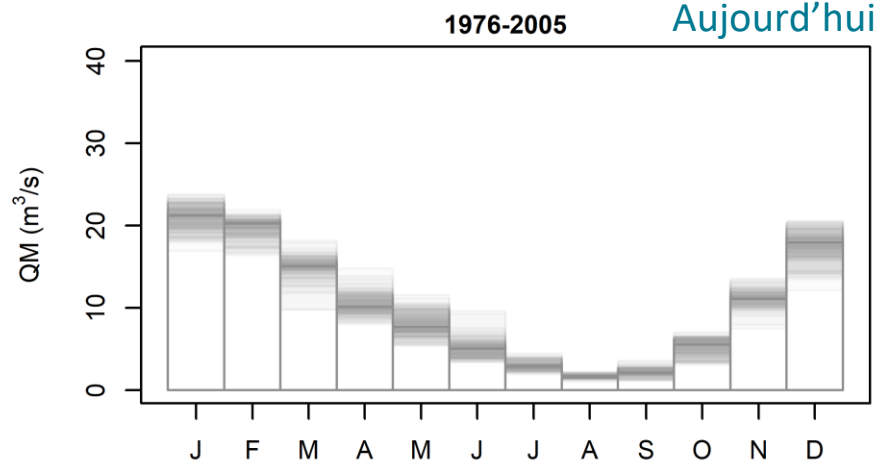
4 narratifs



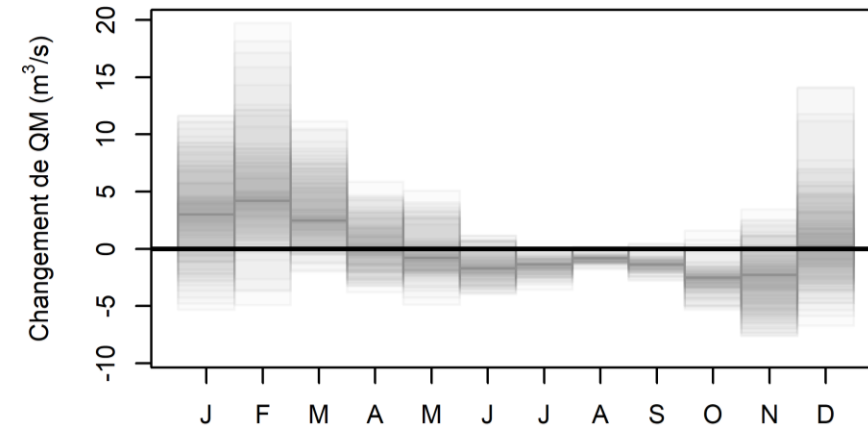
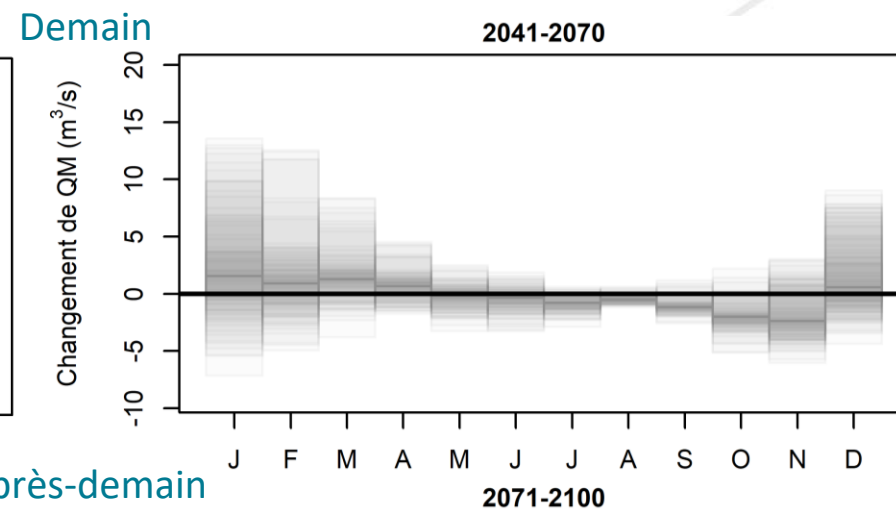
**Horizon fin de siècle : (2070
– 2099) versus (1976 – 2005)**

RÉGIMES HYDROLOGIQUES – ZOOM RÉGIONAL

La Villaine

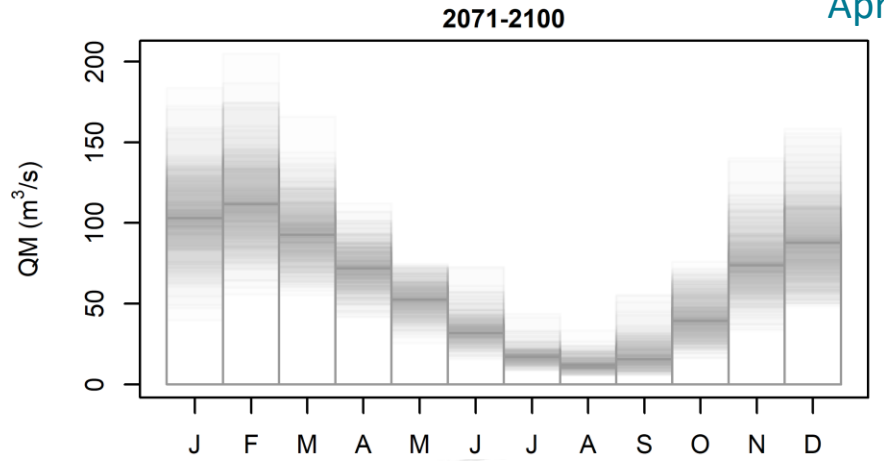
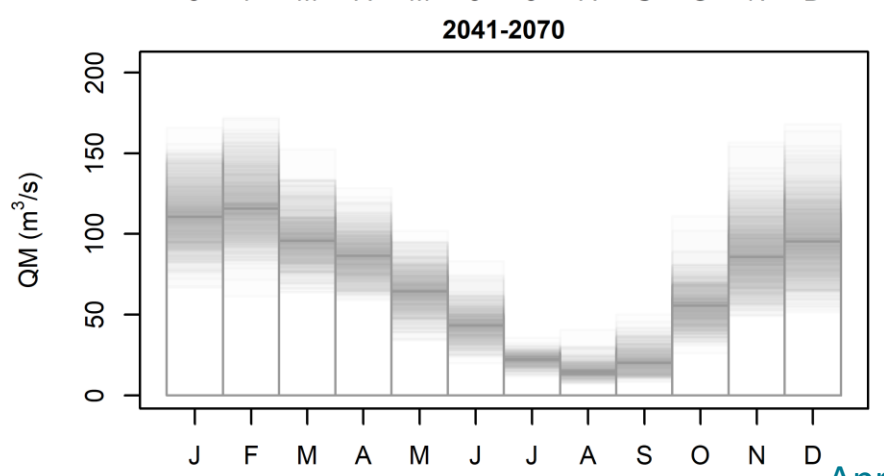
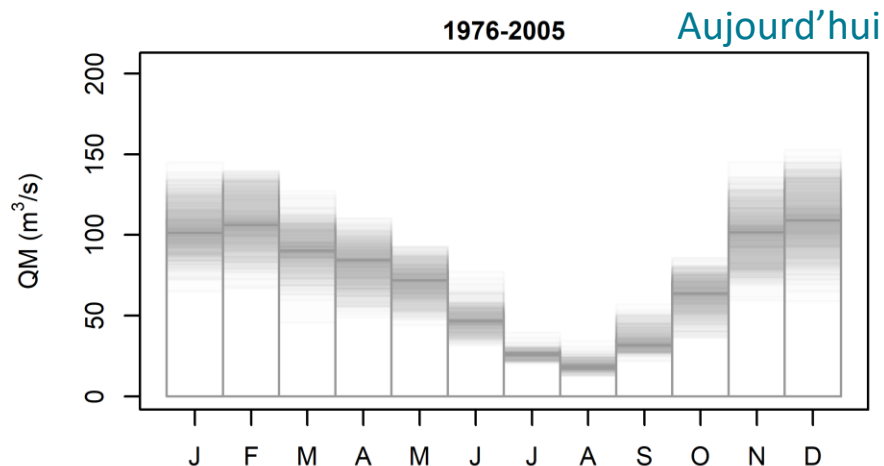


**Evolution des écarts à la
référence 1976-2005
sous RCP8.5**

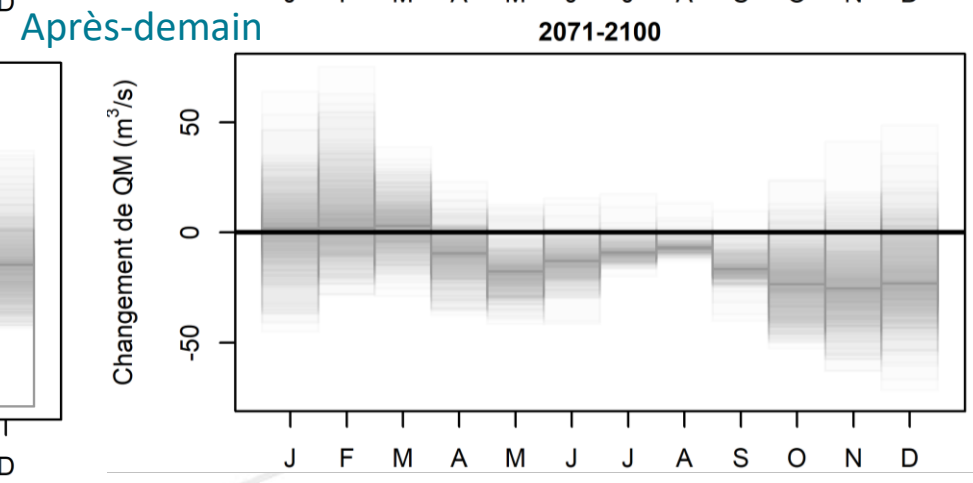
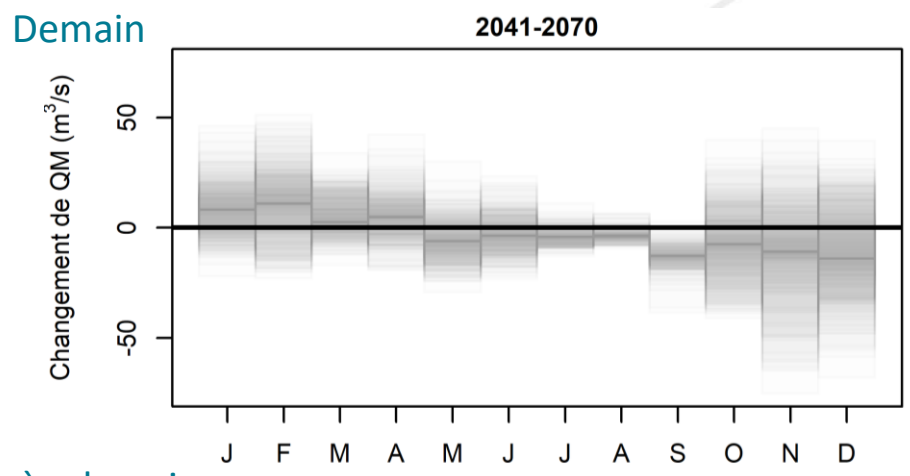


RÉGIMES HYDROLOGIQUES – ZOOM RÉGIONAL

Le Tarn

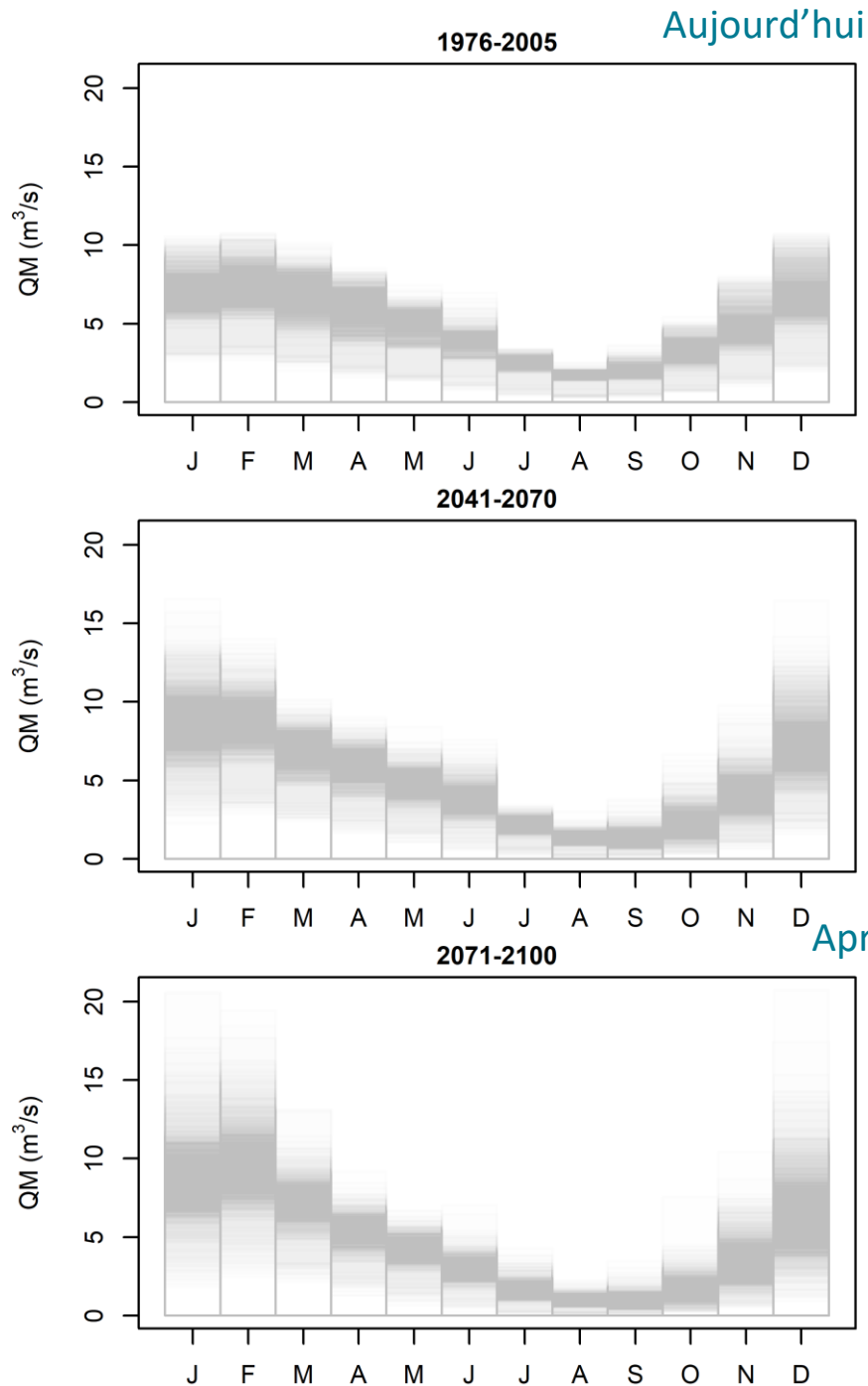


**Evolution des écarts à la
référence 1976-2005
sous RCP8.5**

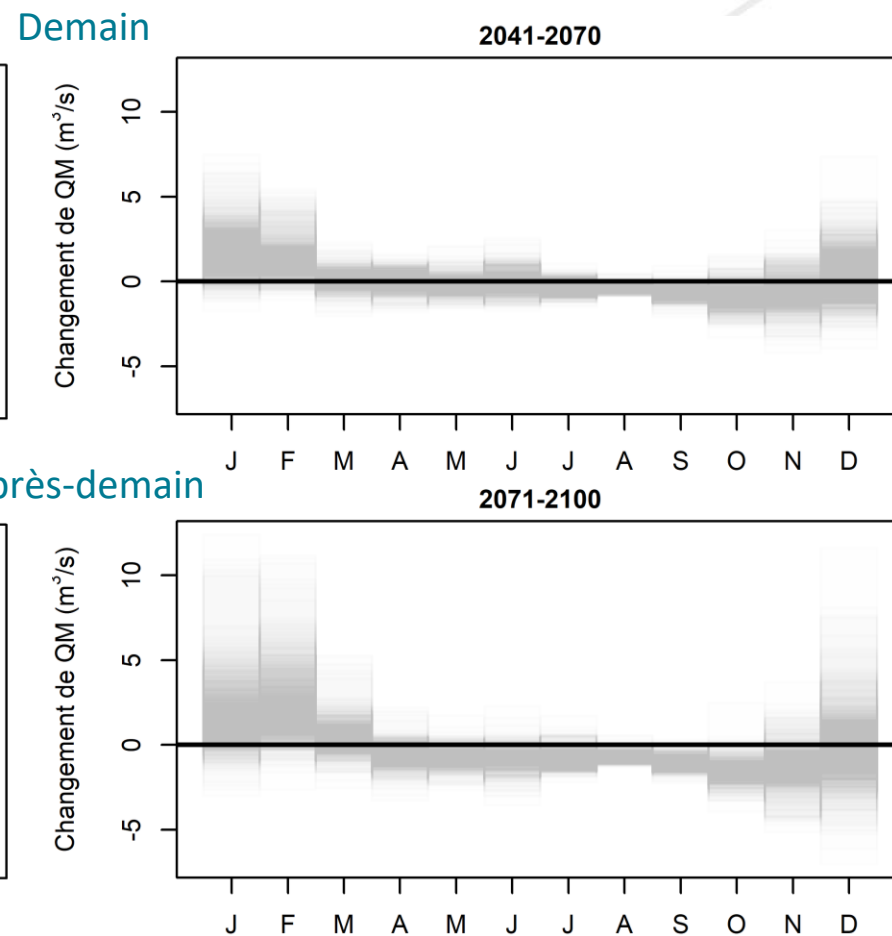


RÉGIMES HYDROLOGIQUES – ZOOM RÉGIONAL

La Couze Pavin

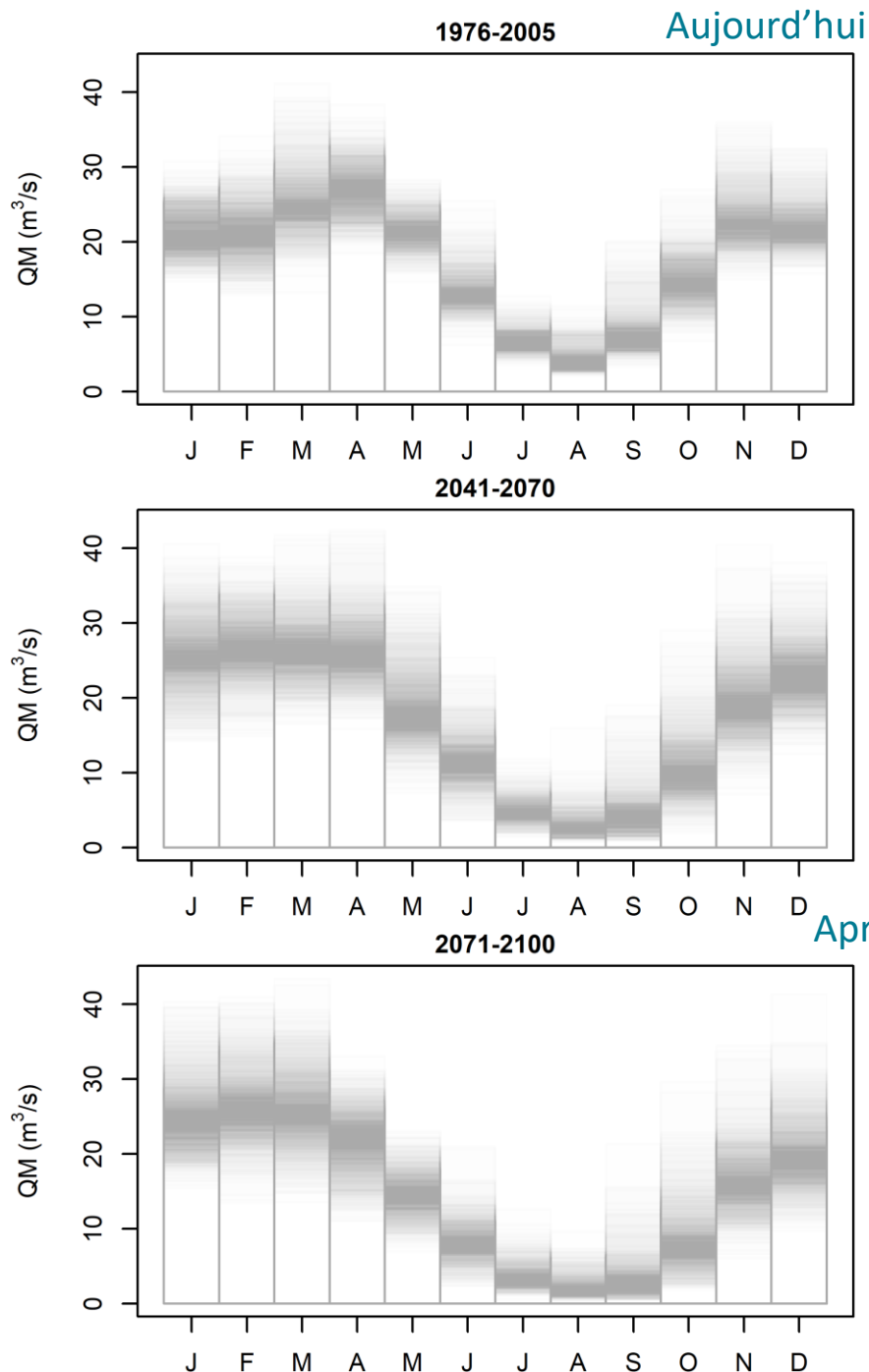


Evolution des écarts à la référence 1976-2005 sous RCP8.5

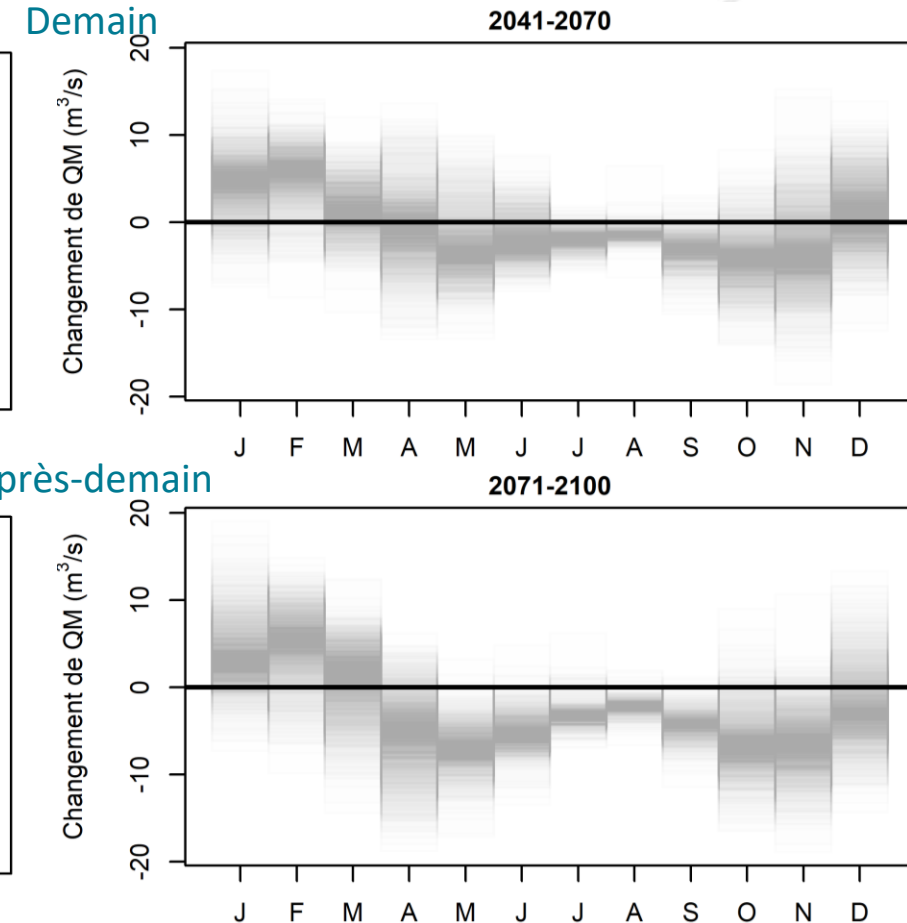


RÉGIMES HYDROLOGIQUES – ZOOM RÉGIONAL

La Drôme

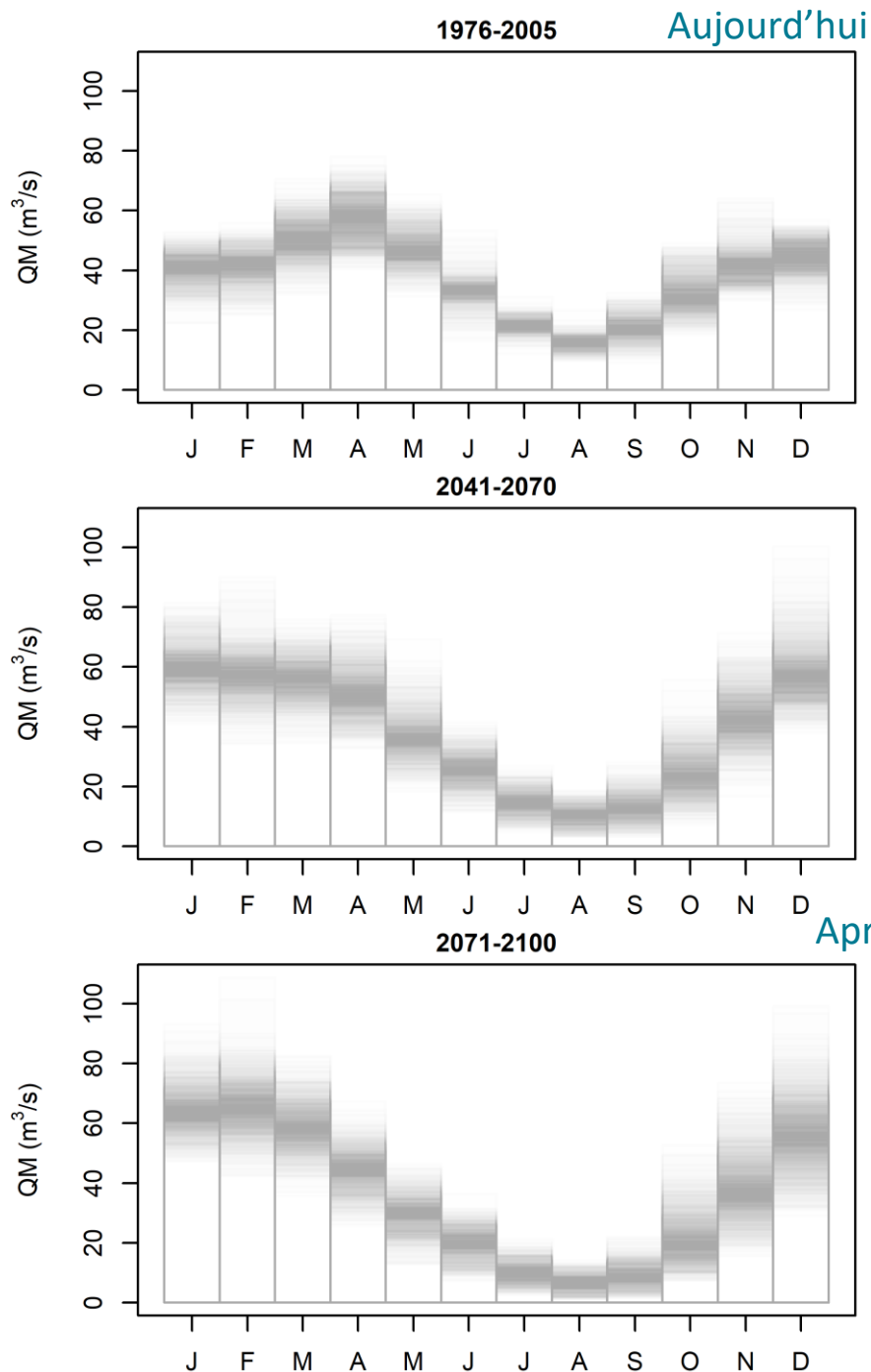


Evolution des écarts à la
référence 1976-2005
sous RCP8.5

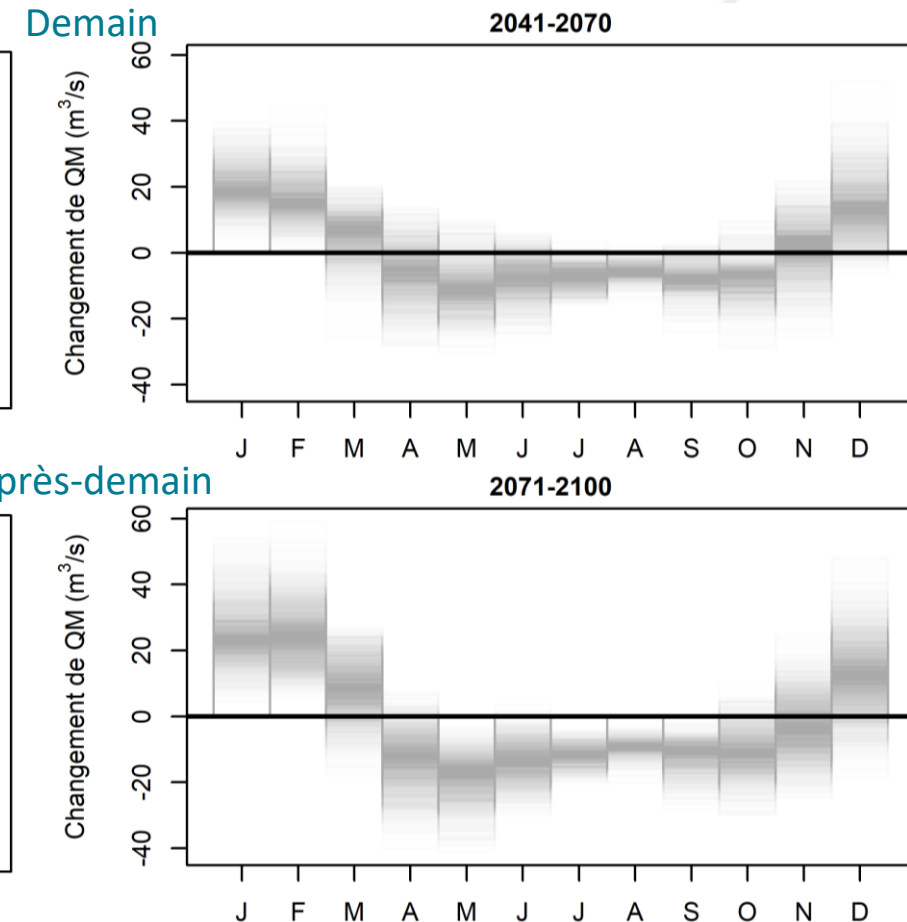


RÉGIMES HYDROLOGIQUES – ZOOM RÉGIONAL

Un affluent du
Rhône

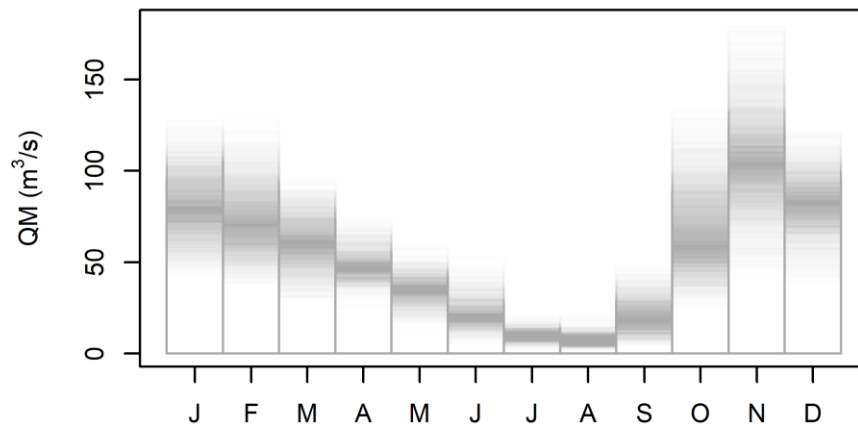
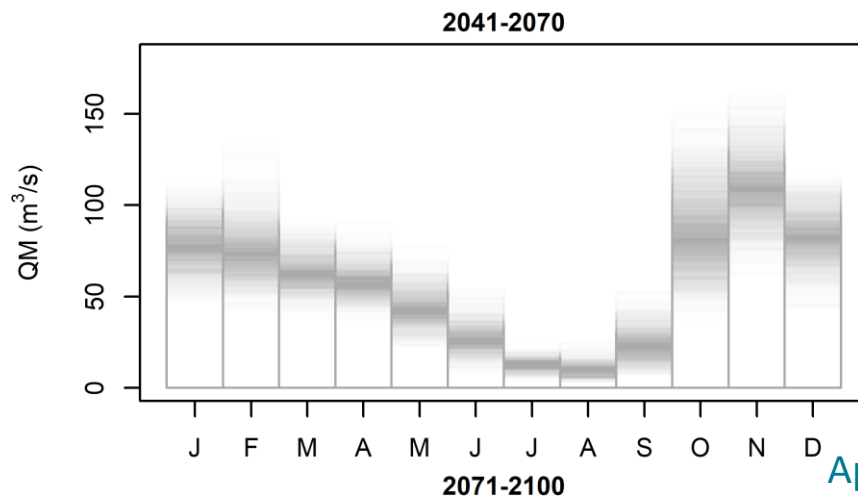
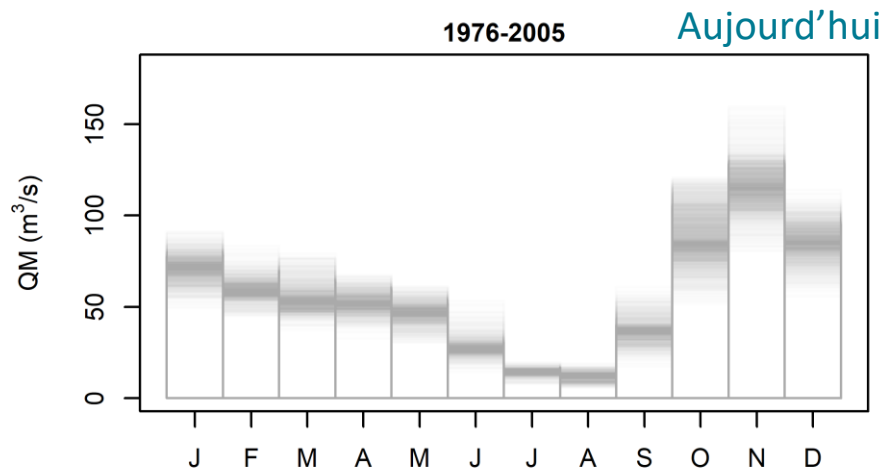


Evolution des écarts à la
référence 1976-2005
sous RCP8.5

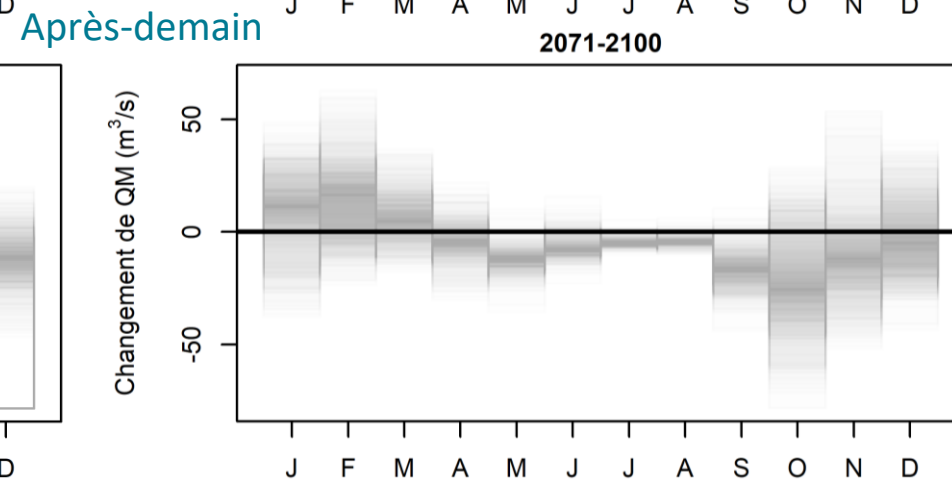
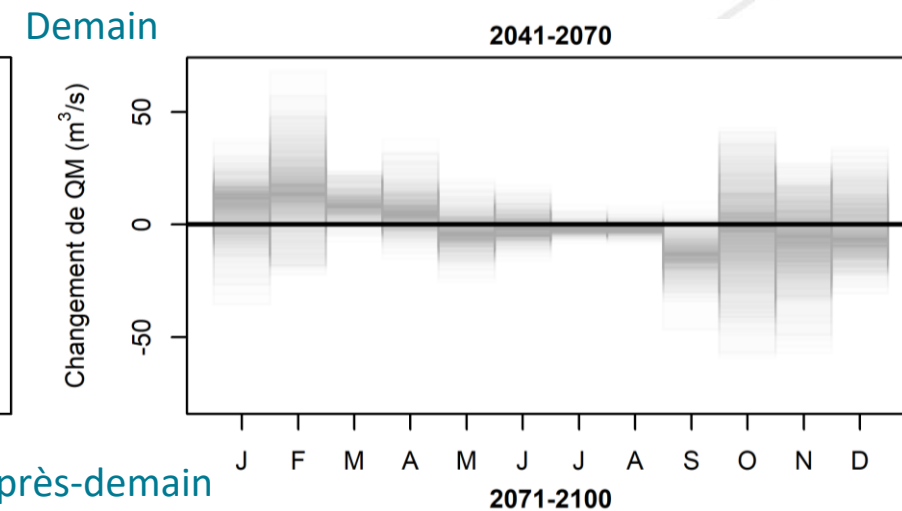


RÉGIMES HYDROLOGIQUES – ZOOM RÉGIONAL

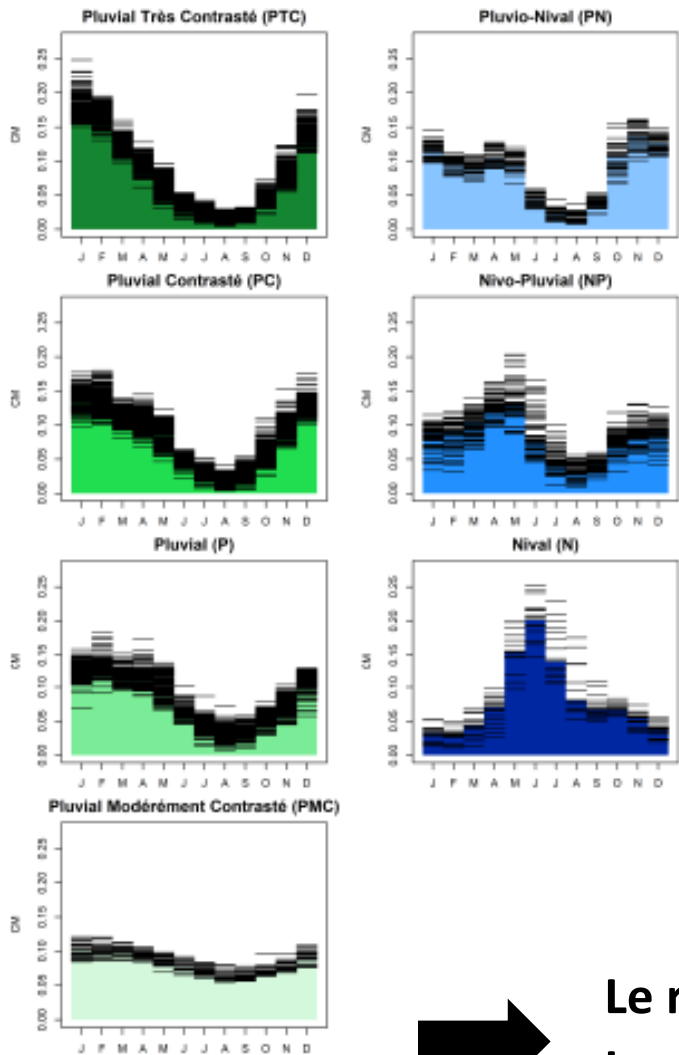
L'Ardèche



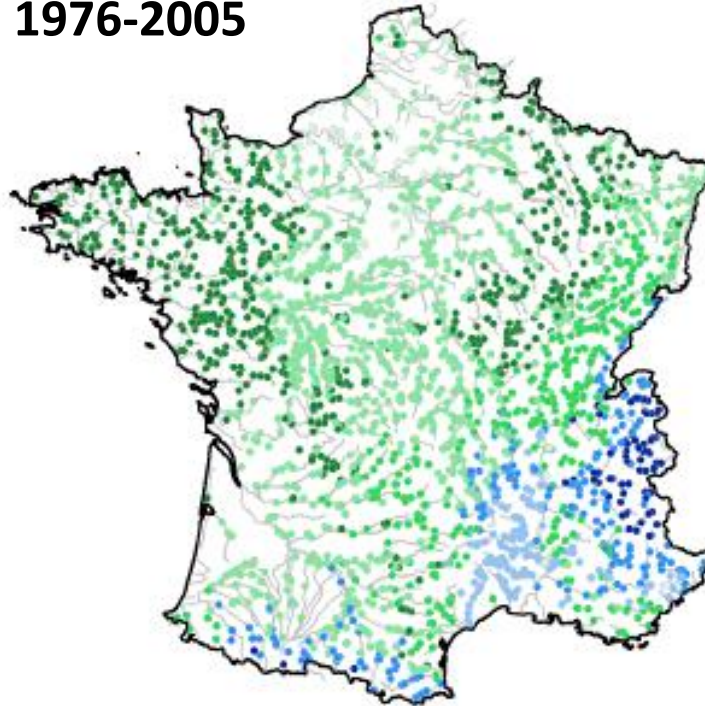
Evolution des écarts à la
référence 1976-2005
sous RCP8.5



RÉGIMES HYDROLOGIQUES EN FIN DE XXIE SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

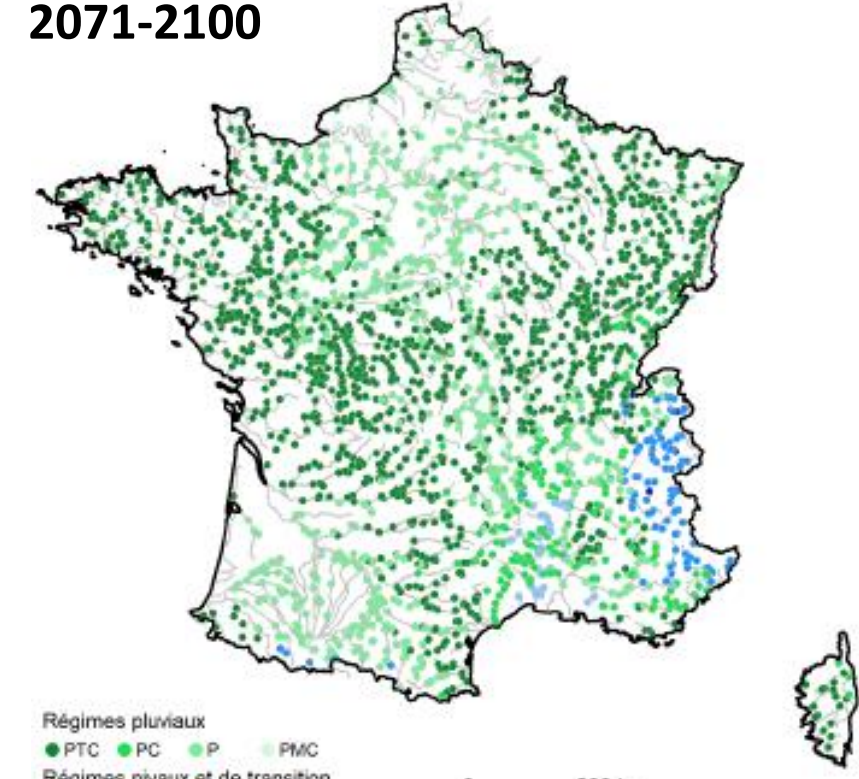


1976-2005



Régimes pluviaux
● PTC ● PC ● P ● PMC
Régimes nivaux et de transition
● PN ● NP ● N

2071-2100



Régimes pluviaux
● PTC ● PC ● P ● PMC
Régimes nivaux et de transition
● PN ● NP ● N

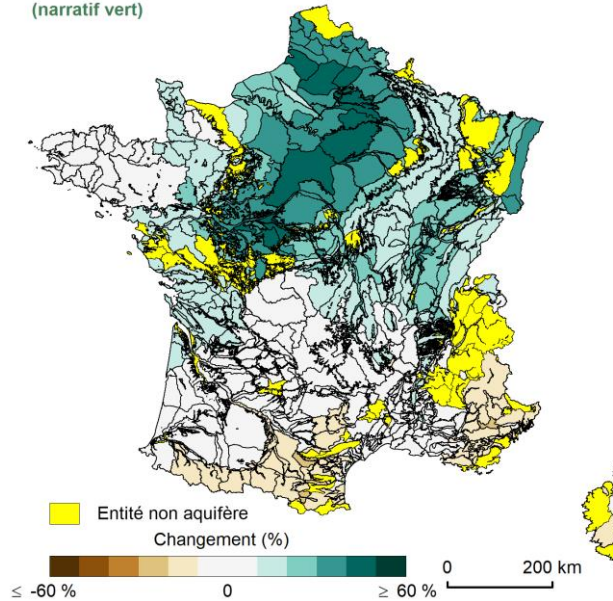


Le régime **pluvial très contrasté** plus présent (des étiages plus sévères)
Les régimes **nival** à **pluvio-nival** moins présent (réduction du manteau neigeux)

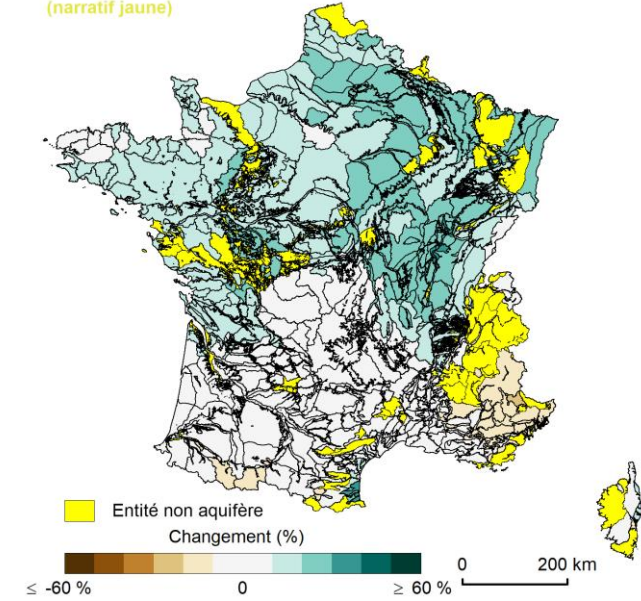
CUMUL ANNUEL DE RECHARGE POTENTIELLE EN FIN DE XXI^E SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

Horizon fin de siècle :
(2070 – 2099) versus
(1976 – 2005)

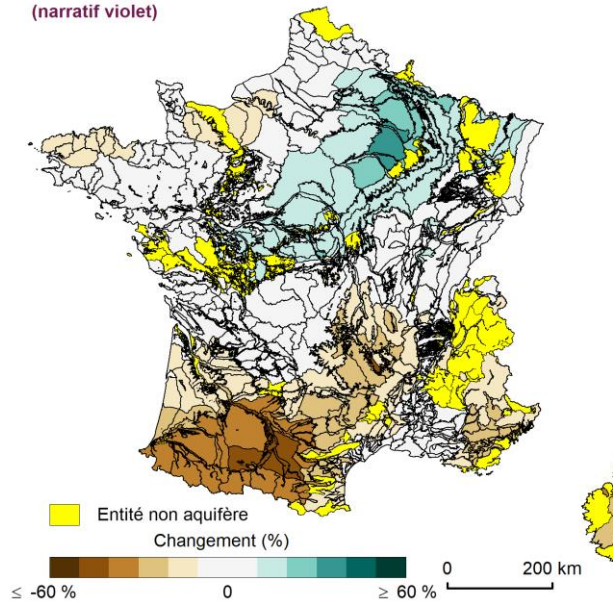
Réchauffement marqué et augmentation des précipitations
(narratif vert)



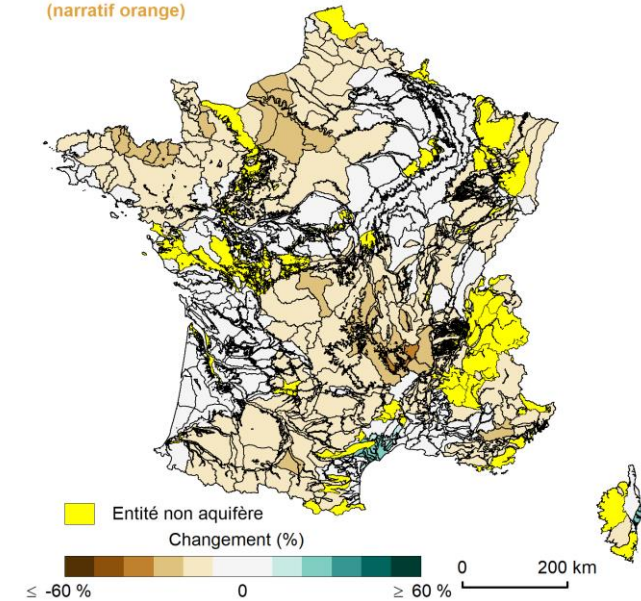
Changements futurs relativement peu marqués
(narratif jaune)



Fort réchauffement et forts contrastes saisonniers en précipitations
(narratif violet)



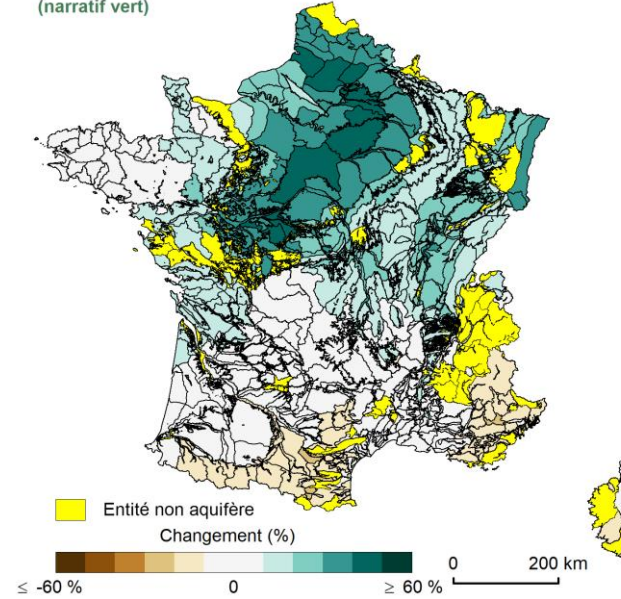
Fort réchauffement et fort assèchement en été (et en annuel)
(narratif orange)



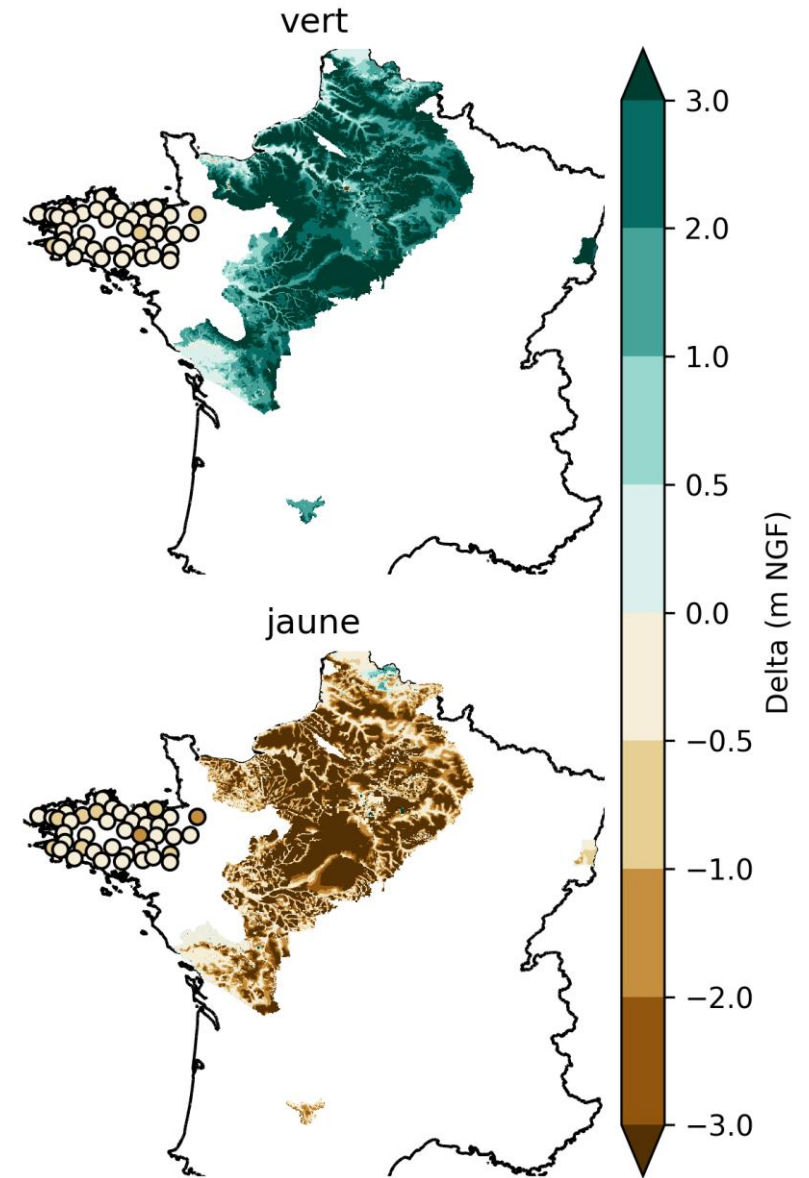
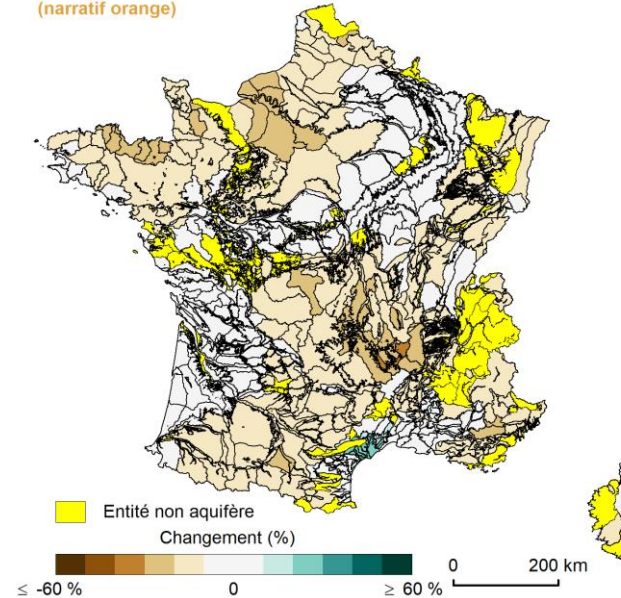
NIVEAU DE NAPPE MOYEN ANNUEL EN FIN DE XXIE SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

Horizon fin de siècle :
(2070 – 2099) versus
(1976 – 2005)

Réchauffement marqué et augmentation des précipitations
(narratif vert)



Fort réchauffement et fort assèchement en été (et en annuel)
(narratif orange)

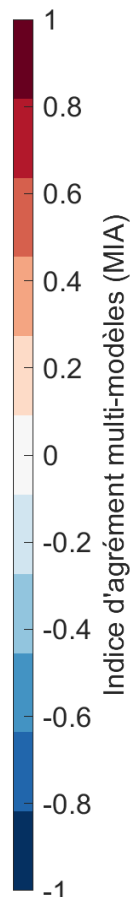
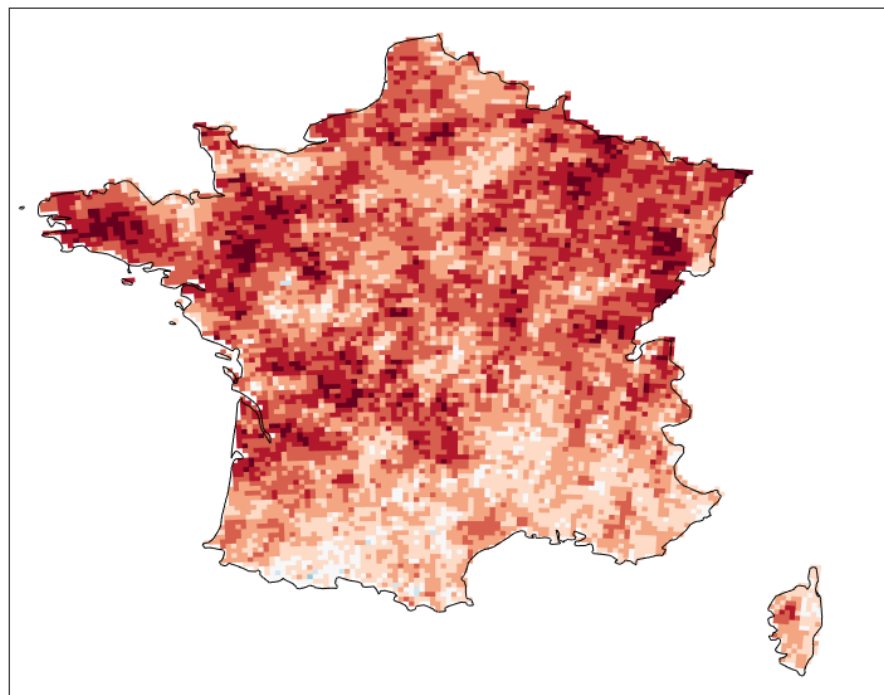


PRINCIPAUX MESSAGES SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

- **Débits annuels :**
 - évolutions avec d'importantes incertitudes (peu d'accord, sauf partie sud (Pyrénées et ses contreforts et Alpes du Sud))
- **Débits d'hiver :**
 - une majorité des projections qui s'accorde sur une hausse des débits en hiver
- **Débits d'été :**
 - une majorité des projections qui s'accorde sur une baisse des débits en été
- **Recharge potentielle des aquifères :**
 - augmentation en fin de siècle au nord de la France, stable sur le reste du pays
- **Niveaux de nappe :**
 - Bretagne : baisse des niveaux de nappe marquée en été en fin de siècle
 - Domaine AquifR : pas d'accord entre les projections en fin de siècle sur l'intégralité du domaine modélisé

SCÉNARIOS SUR LES PLUIES MAXIMALES ANNUELLES DE PÉRIODE DE RETOUR 20 ANS

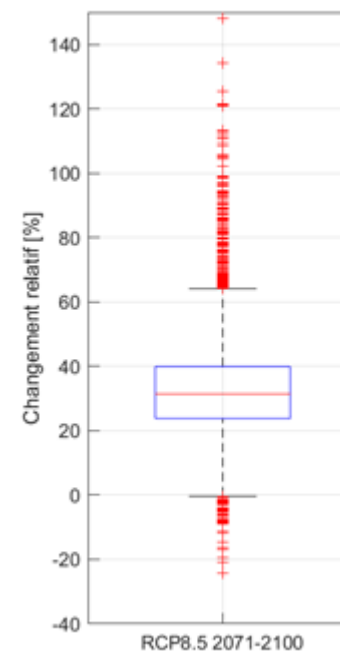
Carte de consensus sur le signe du changement en fin de siècle



Consensus à la hausse

Absence de consensus

Consensus à la baisse

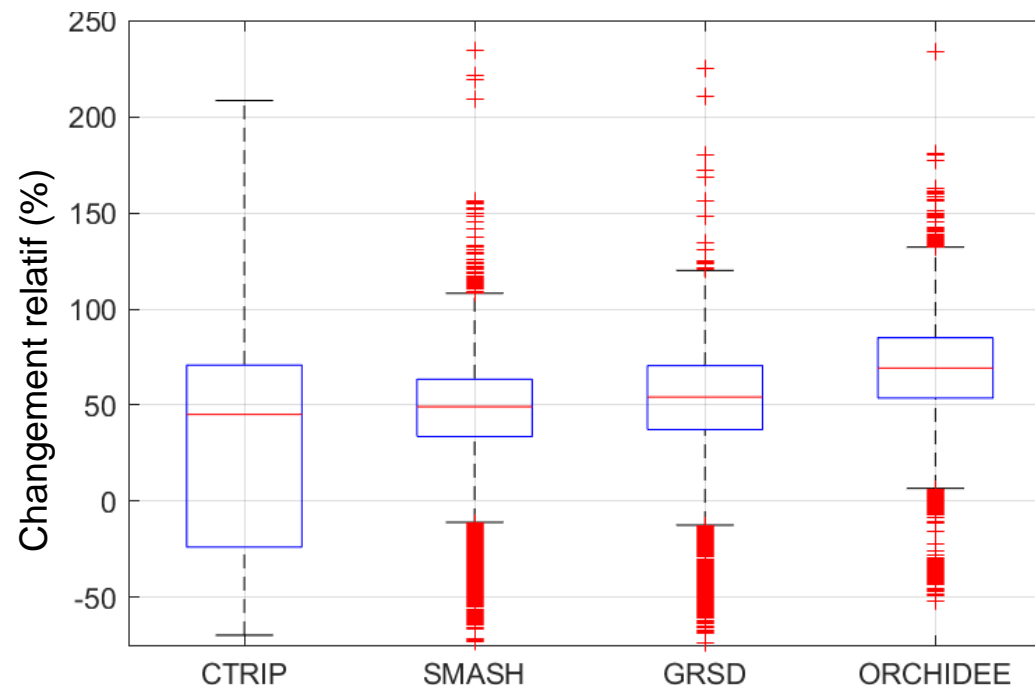
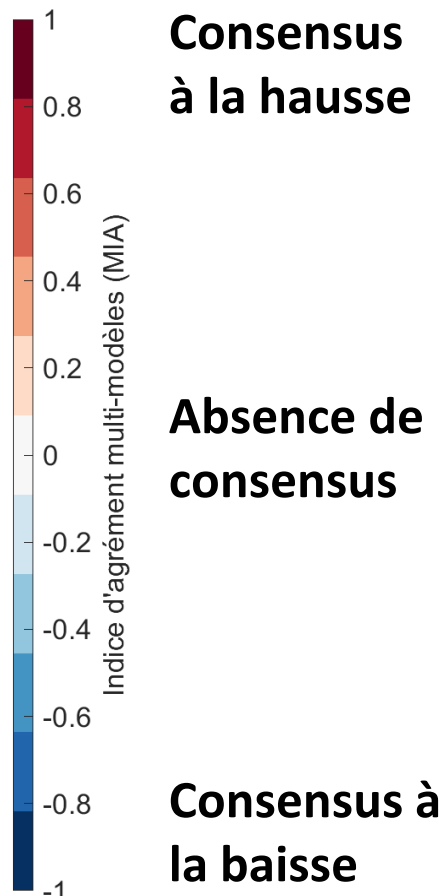
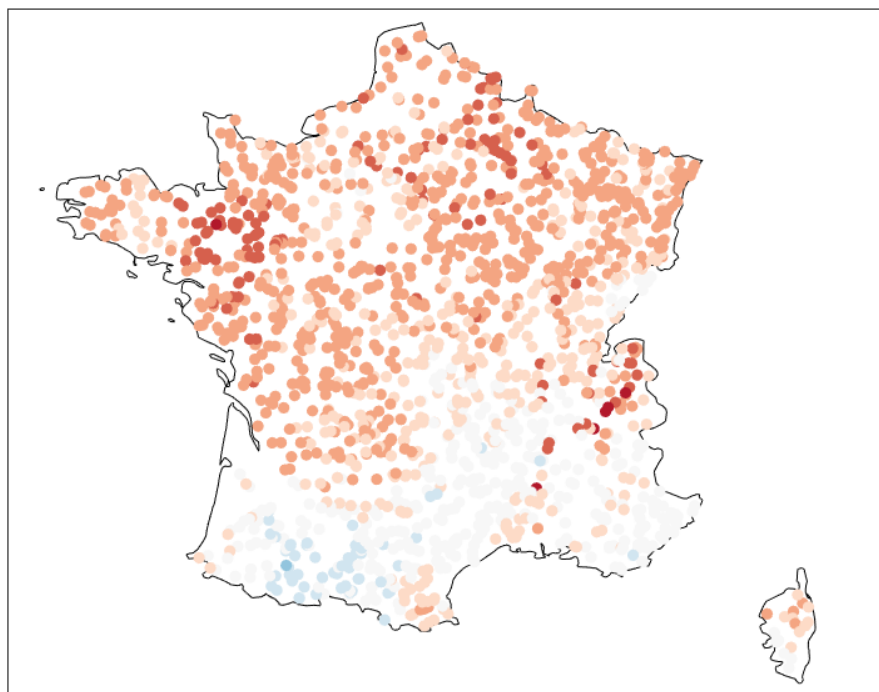


Distribution des changements entre la fin de siècle et 1976-2005 tous points confondus et toutes projections sous scénarios d'émissions fortes confondus

Forte convergence entre les projections, signal médian de l'ordre de +20 %

SCÉNARIOS SUR LES DÉBITS MAXIMUMS ANNUELS DE PÉRIODE DE RETOUR 20 ANS

Carte de consensus sur le signe du changement en fin de siècle

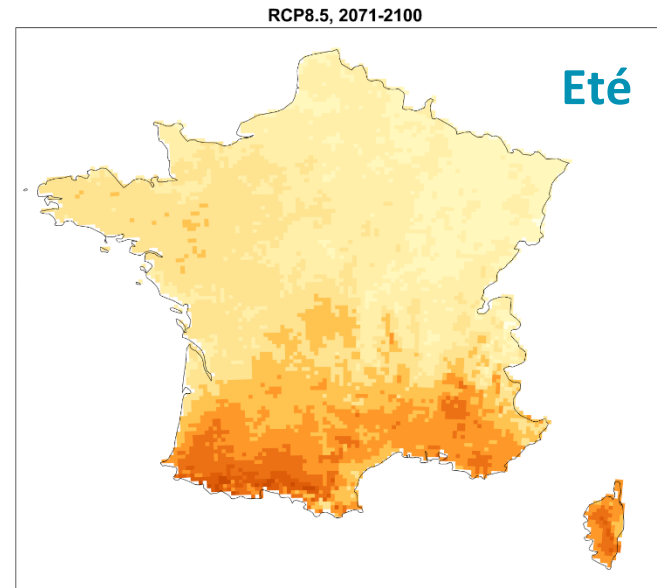
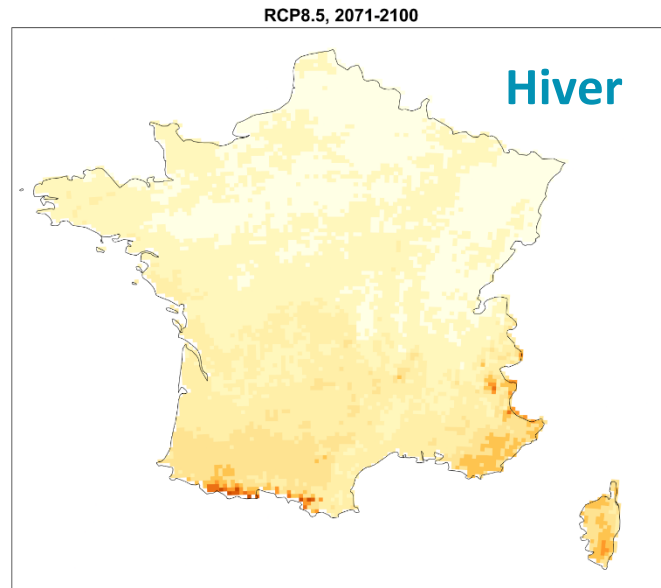


Distribution des changements entre la fin de siècle et 1976-2005 tous points confondus et toutes projections sous scénarios d'émissions fortes confondus par modèle hydrologique

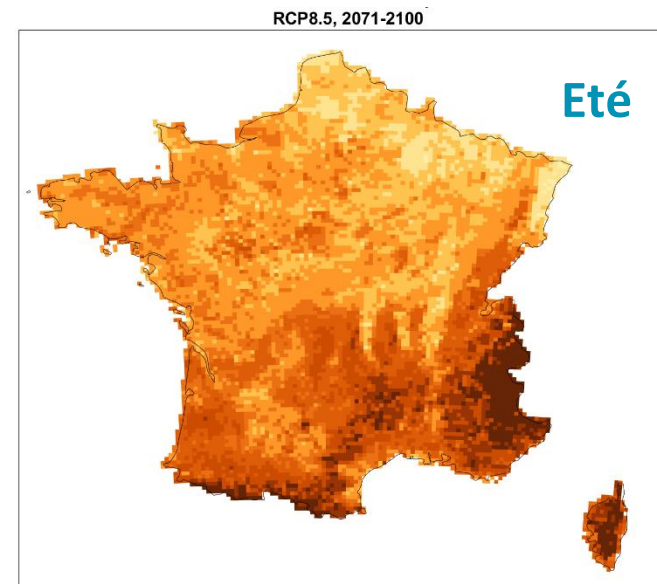
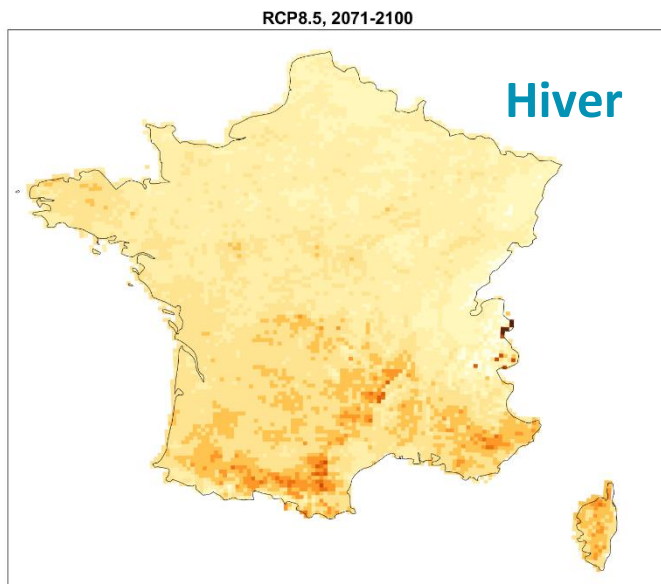
Faible convergence entre les modèles, signaux à la hausse mais peu robustes

SÉCHERESSES MÉTÉOROLOGIQUES ET DU SOL SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

Météo



Sol



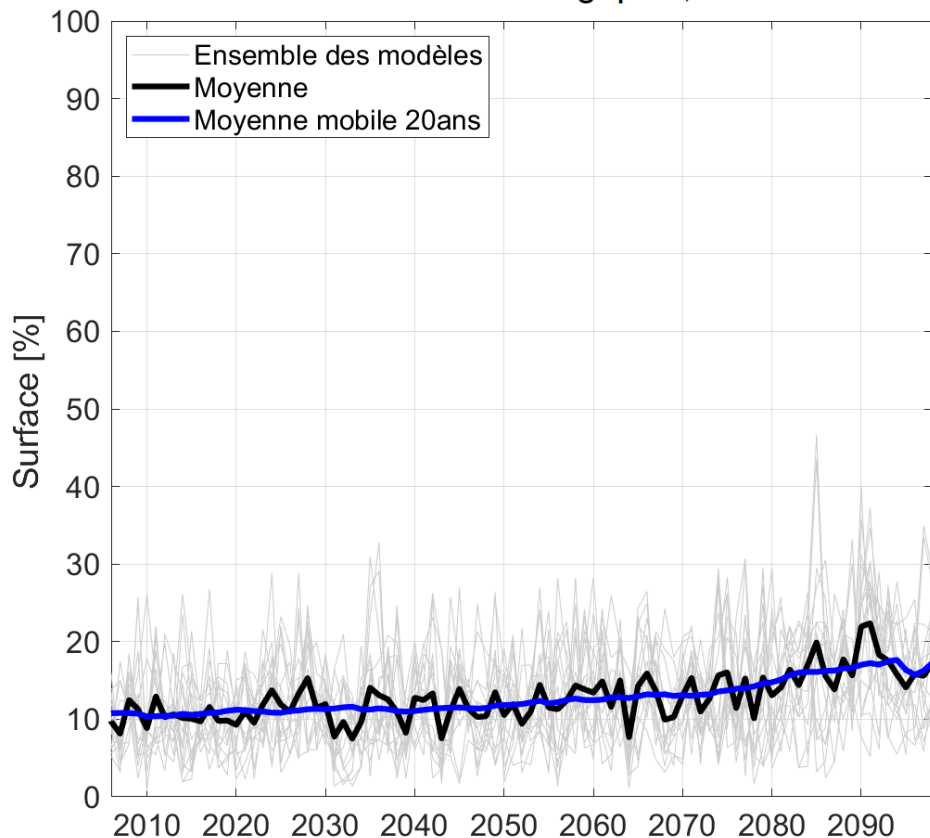
Peu d'évolution des sécheresses hivernales

En été, forte augmentation :

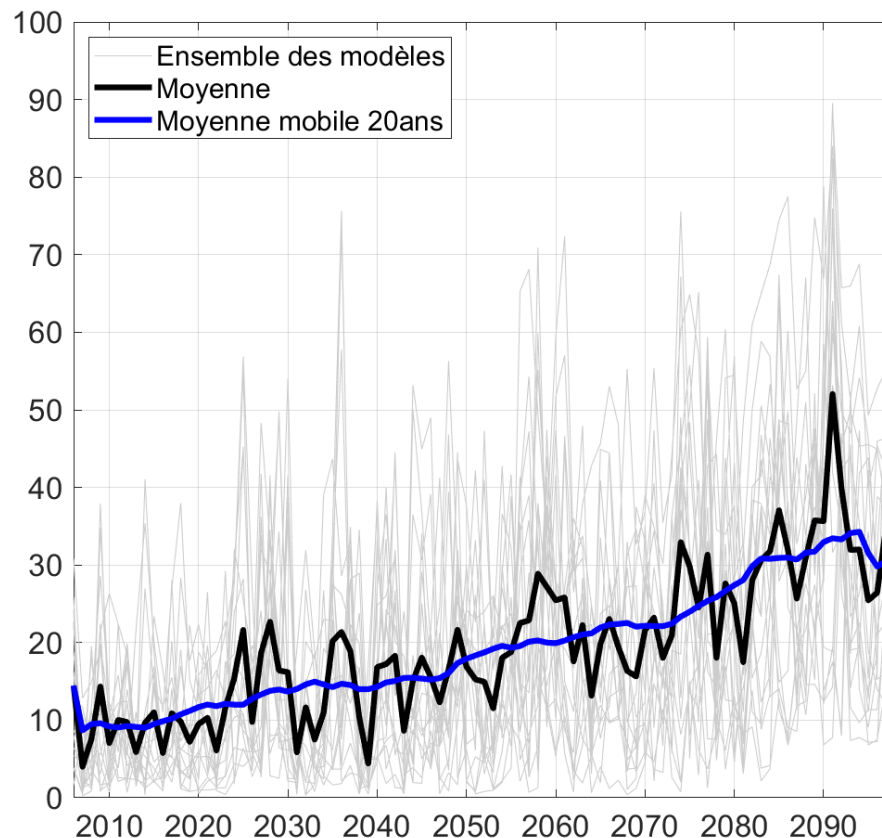
1. des sécheresses du sol sur toute la France
2. des sécheresses météorologiques dans le sud

ÉPISODES DE SÉCHERESSE ET SUPERFICIES TOUCHÉES

Sécheresses météorologiques, RCP8.5



Sécheresses du sol, RCP8.5



Des sécheresses du sol plus marquées,

Hausse de la superficie moyenne de la France hexagonale touchée par une sécheresse qualifiée de décennale aujourd'hui chaque année jusqu'en 2100

PRINCIPAUX MESSAGES SUR LES EXTRÊMES SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

- **Augmentation généralisée des pluies intenses journalières** avec une bonne convergence des différents modèles sur le territoire en particulier dans la moitié nord
- **Les scénarios sur les crues sont peu robustes et soumis à des fortes incertitudes**
- **Peu d'évolution des sécheresses météorologiques**
- **Augmentation des sécheresses du sol (agronomiques), en termes de surface touchée et d'intensité**
- **Augmentation de la sévérité des sécheresses hydrologiques** avec une très forte convergence entre les modèles pour le sud de la France. **La moitié sud de la France verra le phénomène d'intermittence des cours d'eau s'amplifier** dans la partie amont des bassins

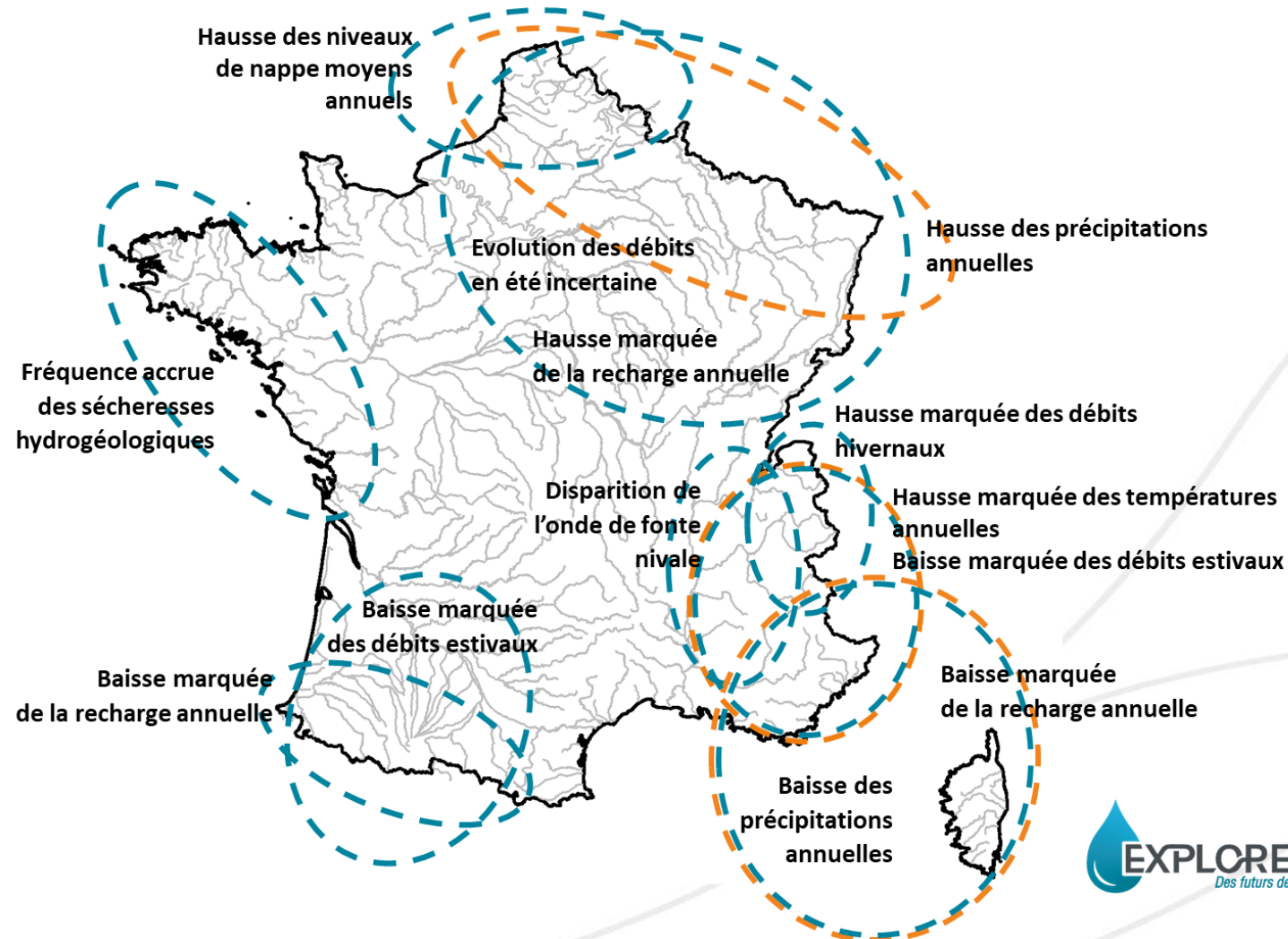
DES « HOT-SPOTS » EN FIN DE XXI^E SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

L'absence d'indication sur les autres régions ne signifie pas l'absence de changement. Les secteurs en pointillés sont les zones particulièrement sensibles au changement climatique. Cette carte s'appuie sur l'ensemble des projections obtenues sous le scénario de fortes émissions

**HOT SPOTS &
PARTICULARITÉS
RÉGIONALES
SOUS SCENARIO
DE FORTES EMISSIONS
EN FIN DE SIECLE POUR**

--- : le climat
- - - : l'hydrologie

**Se reporter aux chiffres
« France hexagonale »
pour les régions non
identifiées**

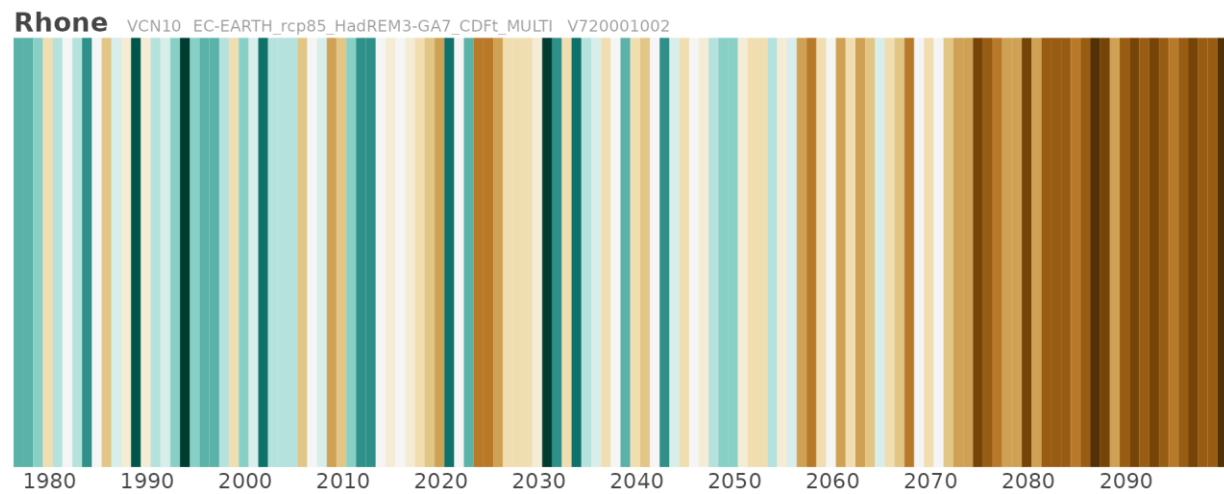
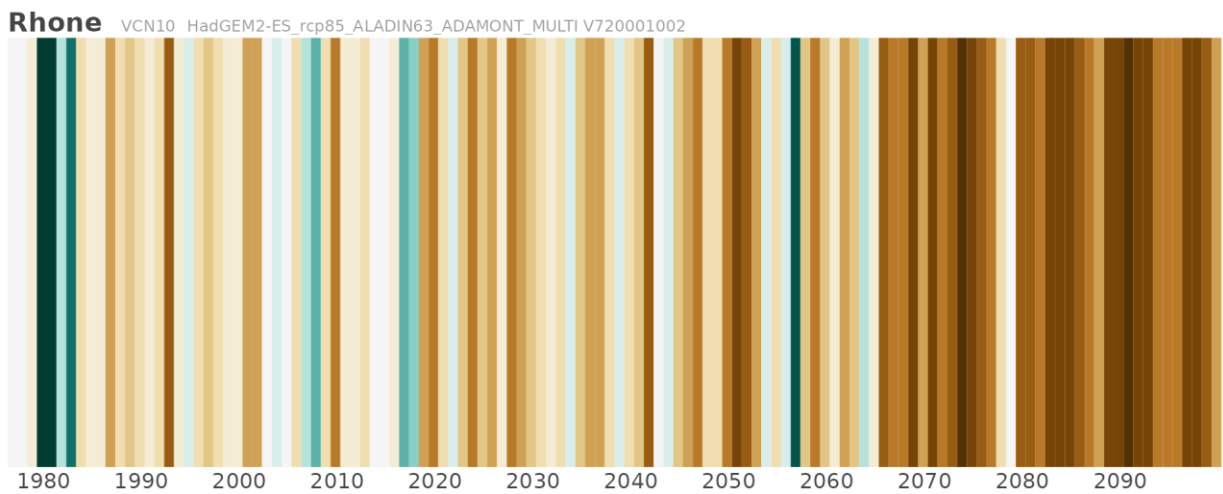


DES ÉLÉMENTS À RETENIR : **LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EST EN MARCHÉ**

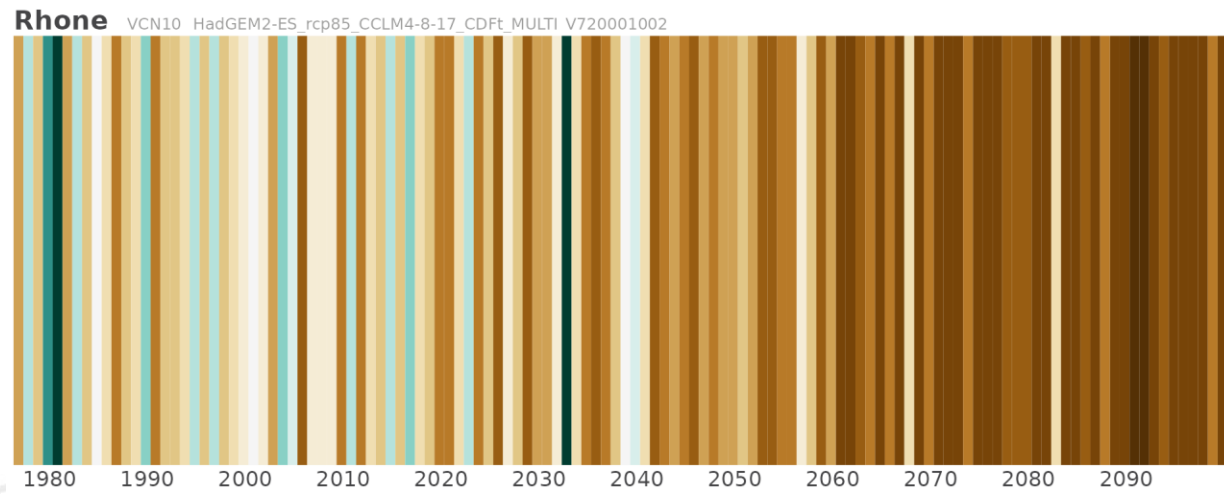
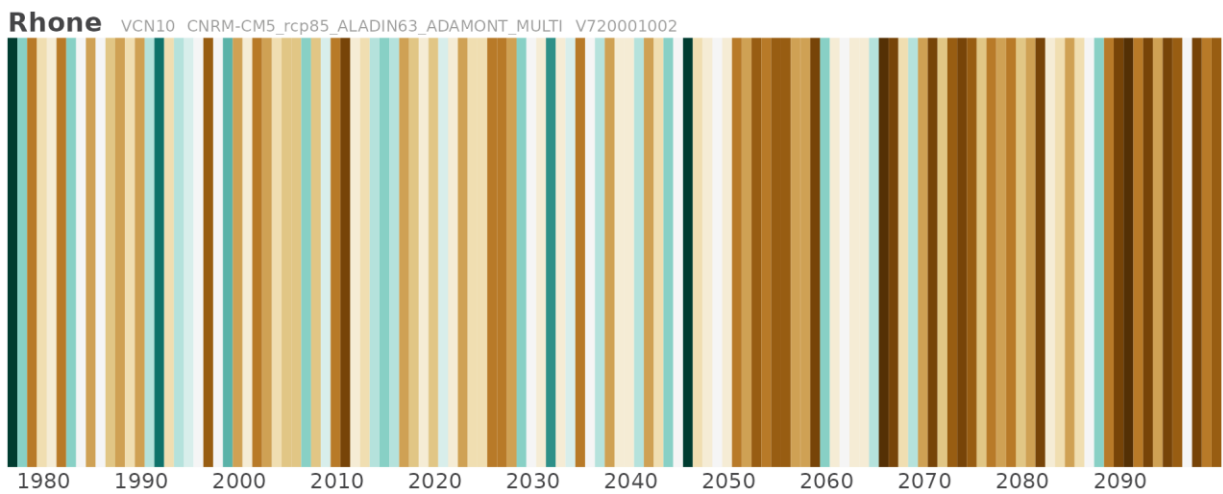
- Le projet Explore2 a produit un ensemble de projections inédit en termes de richesse de modèles appliqués, de résolution spatiale et temporelle, qui n'a pas d'équivalent en Europe, grâce à une communauté de recherche mobilisée et fédérée autour des enjeux du changement climatique
- Les effets du changement climatique seront d'autant plus sévères que les émissions de gaz à effet de serre seront importantes
- La gestion de l'eau d'hier et celle de demain seront nécessairement différentes pour s'adapter au changement des régimes hydrologiques
- Des projections qui sont une des briques de la prospective Eau 2050 de France Stratégie et d'autres actions en cours (Agences de l'eau)

DES ÉLÉMENTS À RETENIR : **LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EST EN MARCHÉ**

- Un phénomène global avec des **changements sur le cycle de l'eau non homogènes** en Europe, en France, etc. en température (cf. continents versus océans) et en précipitations (cf. gradient en latitude)
- Le climat ne sera pas stabilisé d'ici « demain » et la gestion de l'eau d'hier ne sera pas la même que demain
- Les trajectoires climatiques et hydrologiques seront différentes d'un territoire à l'autre
- Il existera toujours une variabilité interne (chaque année sera différente)
- **Une science qui avance en même temps que le phénomène se déploie** (course « contre la montre »)



Merci de votre attention



LA BOITE À OUTILS D'EXPLORE2

Eric SAUQUET
INRAE, UR RiverLy (Lyon-Grenoble)
pour le consortium

DIFFÉRENTS SUPPORTS POUR LE TRANSFERT

- **Connaissance générique sur le projet :**

- Rapports techniques sur le dataverse d'Explore2 :

<https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/explore2>

dont un rapport de synthèse sur les principaux messages

<https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.57745/J3XIPW>

- MOOC <https://e-learning.oieau.fr/enrol/index.php?id=3799>

- **Accès aux données :**

- Le portail DRIAS Eau (<https://www.drias-eau.fr>) contient les données hydrologiques

- Le portail DRIAS Climat (<https://www.drias-climat.fr>) contient les données climatiques (même structure)

- Un tutorial pour accéder et traiter les données :

<https://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/336>



DIFFÉRENTS SUPPORTS POUR LE TRANSFERT

- **Visualisation des données :**

- MEANDRE présente de manière guidée un regard d'expert sur les résultats des projections hydrologiques réalisées sur la France. La mise à jour de ces projections a été réalisée entre 2022 et 2024 dans le cadre du projet national Explore2. Ces résultats sont un aperçu de quelques futures possibles pour la ressource en eau
- <https://meandre.explore2.inrae.fr/>

APPLICATIONS PRATIQUES (SOUS R)

- Utilisation des projections climatiques

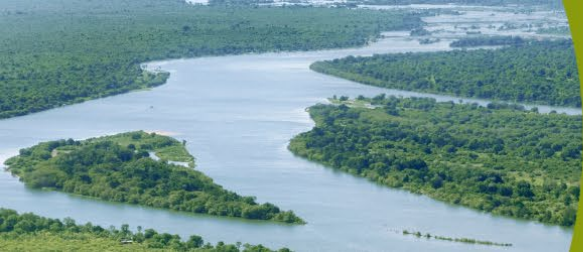
<https://agroclim.pages.mia.inra.fr/tutor/racine/Lesson1.html>

(Renan Le Roux, INRAE)

- Utilisation des projections hydrologiques

https://github.com/super-lou/Explore2_peche_aux_outils

(Louis Héraut, INRAE)



Mon approche du changement climatique et mes besoins

Barbara Belletti
(Université Jean Monnet - UMR 5600 EVS)



La CC et moi ?

- Chercheuse en géographe physique, géomorphologie fluviale
- Habitats et paysages fluviaux
- Approches régionales et larges échelles

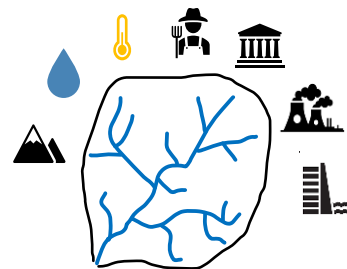
- Thème ZABR : Flux – Formes – Habitats - Biocénoses
- Thèse dans le cadre du Site Atelier Drôme et rivières en tresses (accord cadre ZABR-AERMC)

- Débutante en CC dans ma discipline



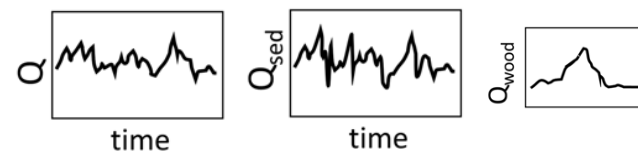
Enjeux et questions de recherche - géomorphologie

Les contrôles
naturels et anthropiques



1950 – 150 m

Les variables clés

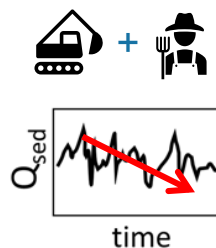


1960-2010

2010 – 40 m

Les variables de réponse

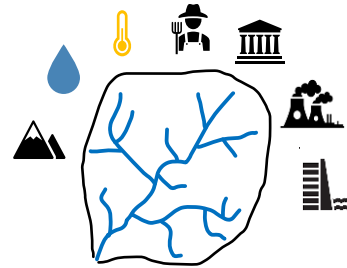
Largeur de la bande active





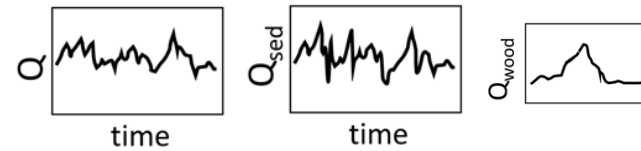
Enjeux et questions de recherche - géomorphologie

Les controles
naturels et anthropiques



1950 – 150 m

Les variables clés

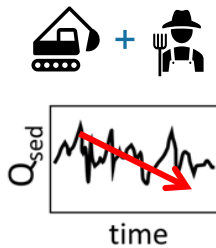


1960-2010

2010 – 40 m

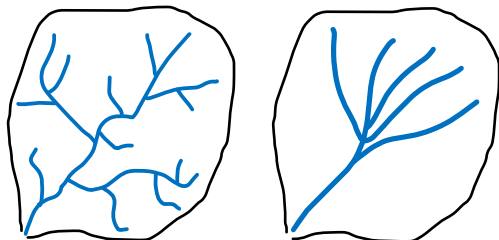
Les variables de réponse

Largeur de la bande active

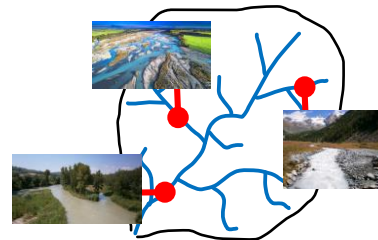


Pas toujours les memes réponses !

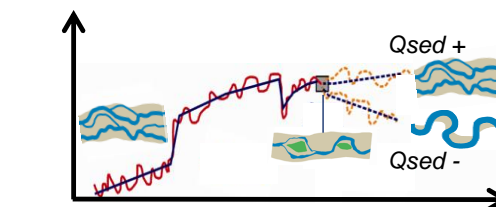
Type de bassin / réseau



Position au sein du réseau



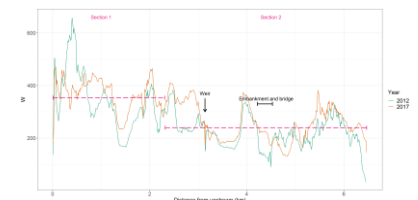
Position le long de la trajectoire temporelle



(heritages, événements majeurs, ...)

Conditions locales

Variabilité locale largeur

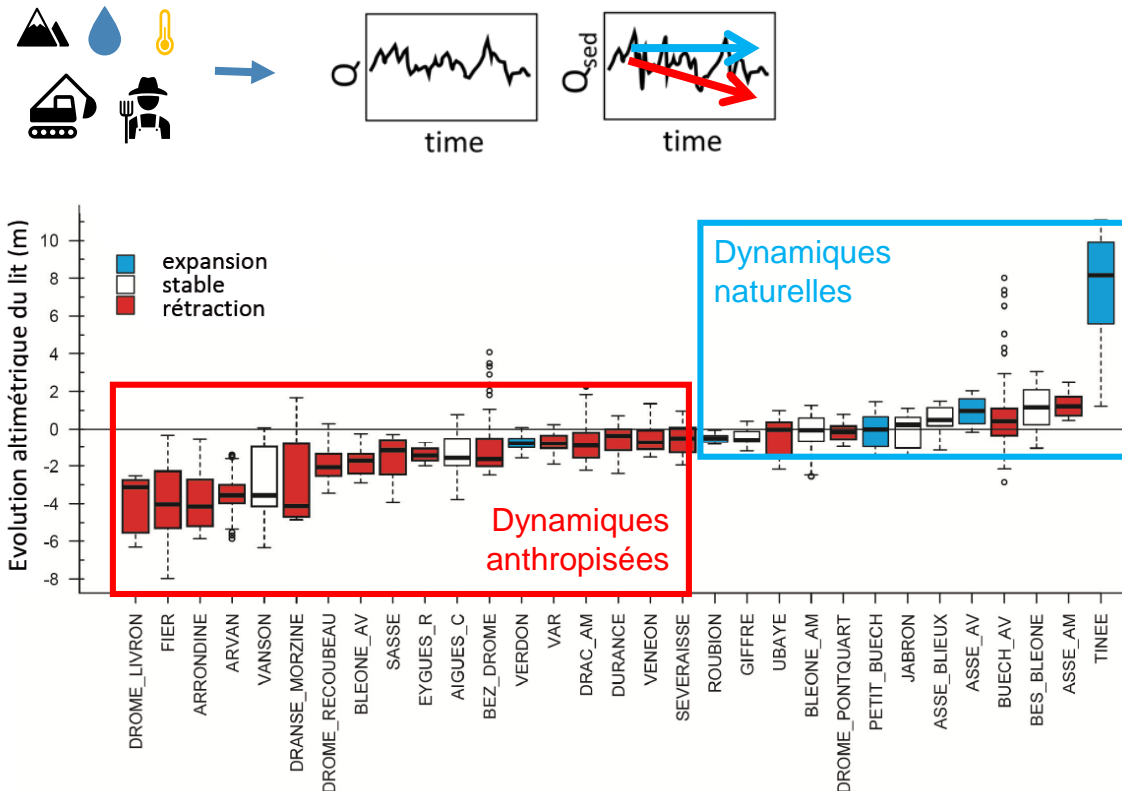


(climat, végétation, ouvrages, ...)



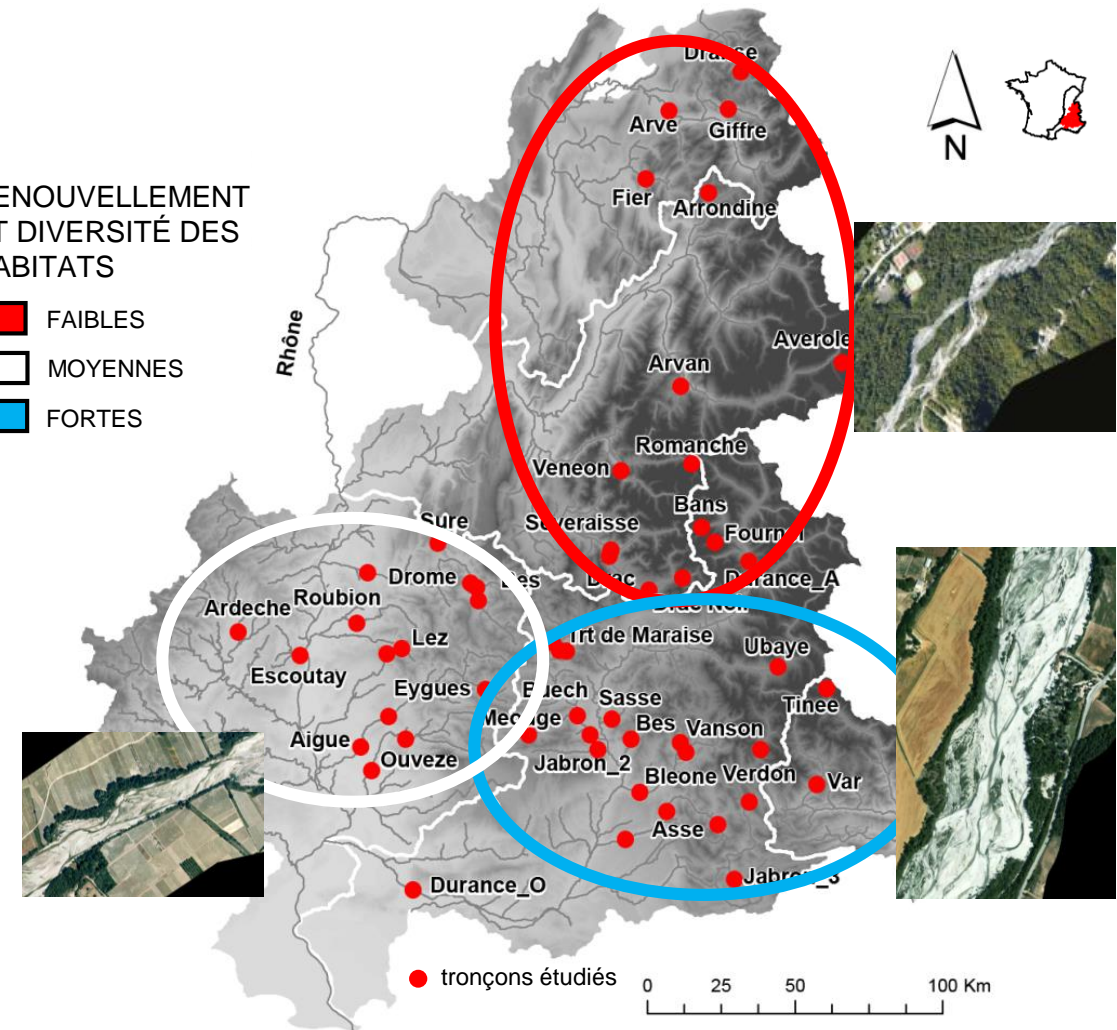
Enjeux et questions de recherche - géomorphologie

• Les rivières en tresses françaises



RENOUVELLEMENT ET DIVERSITÉ DES HABITATS

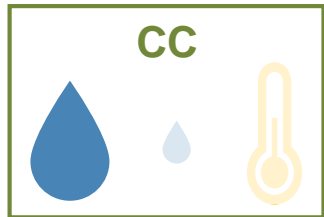
- FAIBLES
- MOYENNES
- FORTES



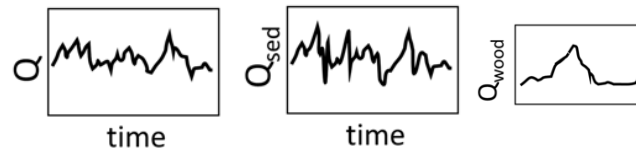


Enjeux et questions de recherche - géomorphologie

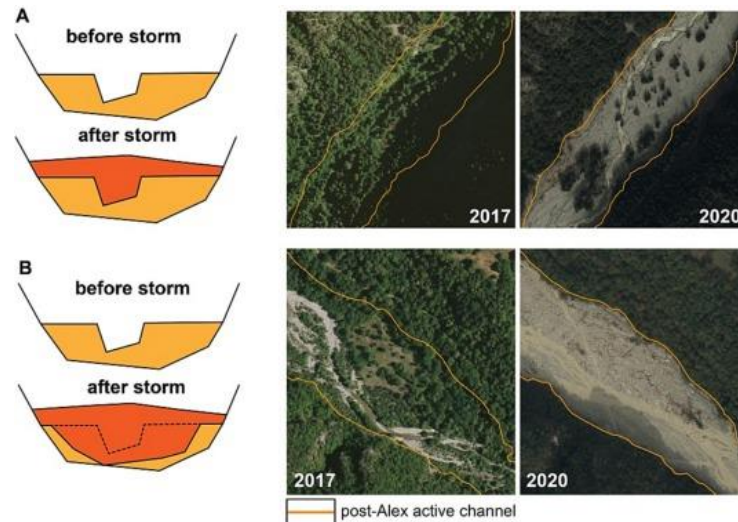
- Les CC et la géomorpho



Les variables clés...



...et les réponses morphologiques



Tranport du bois dans la Roya (Alpes Maritimes) (Oct. 2020)

Érosion, aggradation, élargissement du lit dans la Vésubie (Alpes Maritimes) (Oct. 2020)

Élargissement du lit dans le torrent de l'Etaçon/Bonne Pierre (Ecrins) (Juin 2024)





Enjeux et questions de recherche - géomorphologie

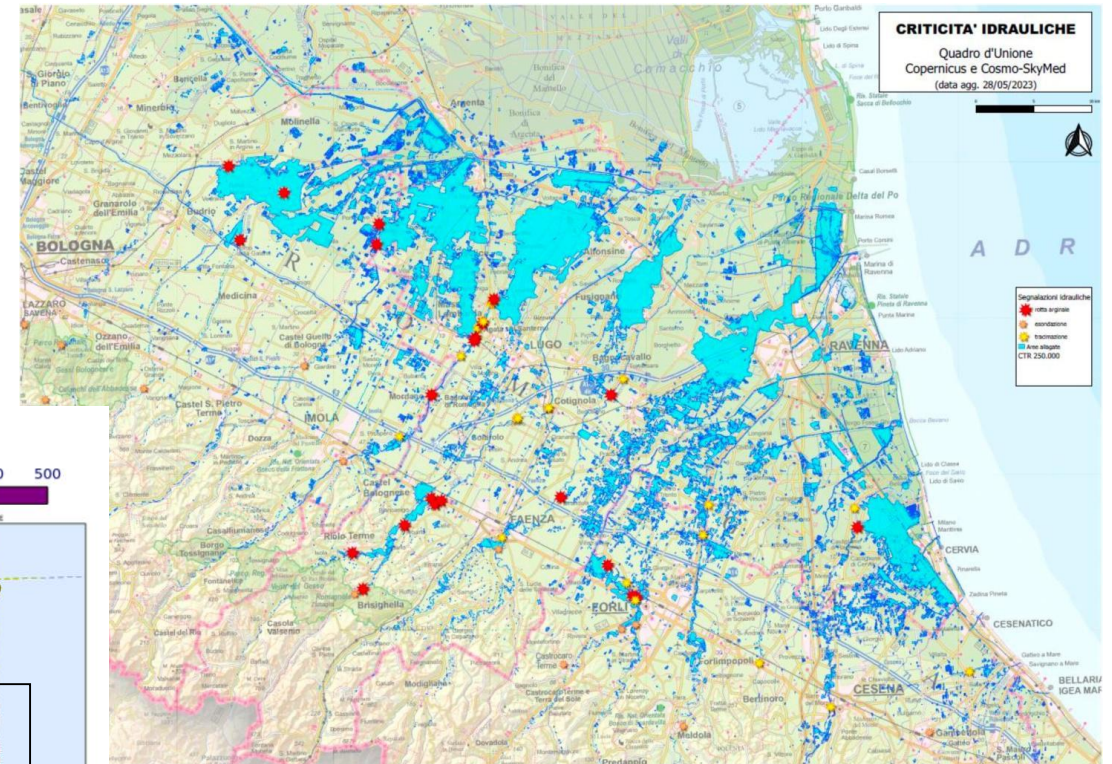
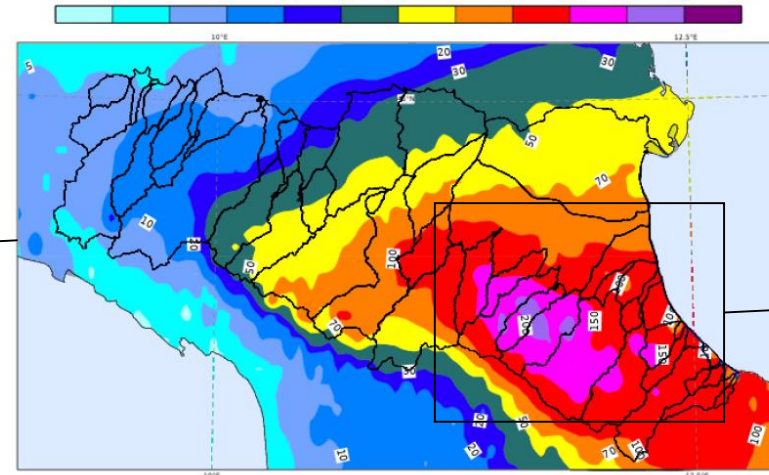
Sentinel-2 MSI

23/05/2023



Inondations, ruptures de digues, éboulements, ...
(Mai 2023)

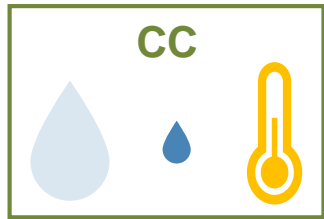
poggia cumulata [mm] in 48 ore
Cumulata dal 15-05-2023 alle ore 13 U.T.C. al 17-05-2023 alle ore 13 U.T.C.



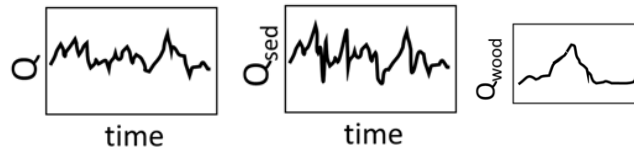


Enjeux et questions de recherche - géomorphologie

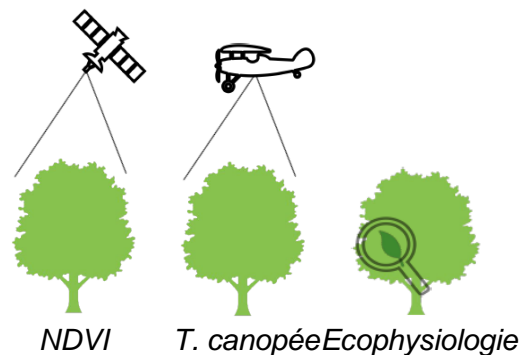
- Les CC et la géomorpho



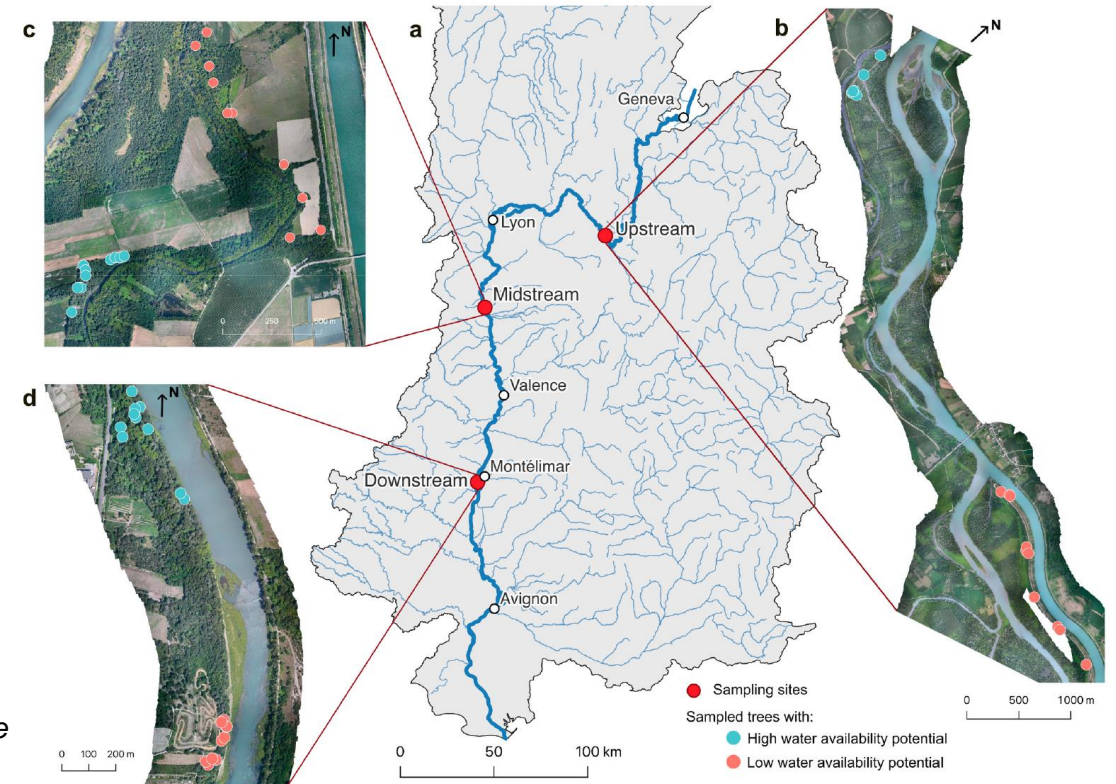
Les variables clés...



...et les réponses biophysiques en lien aux conditions locales



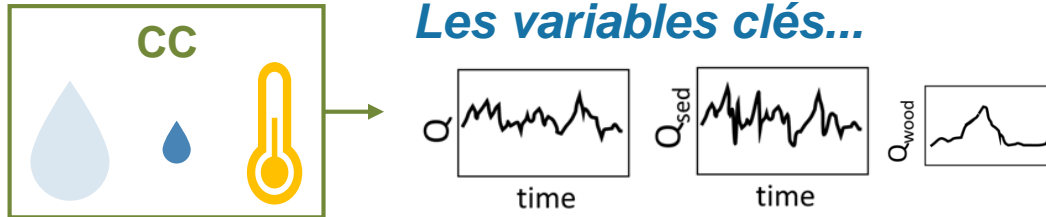
La ripisylve le long du corridor du Rhône (année 2023)





Enjeux et questions de recherche - géomorphologie

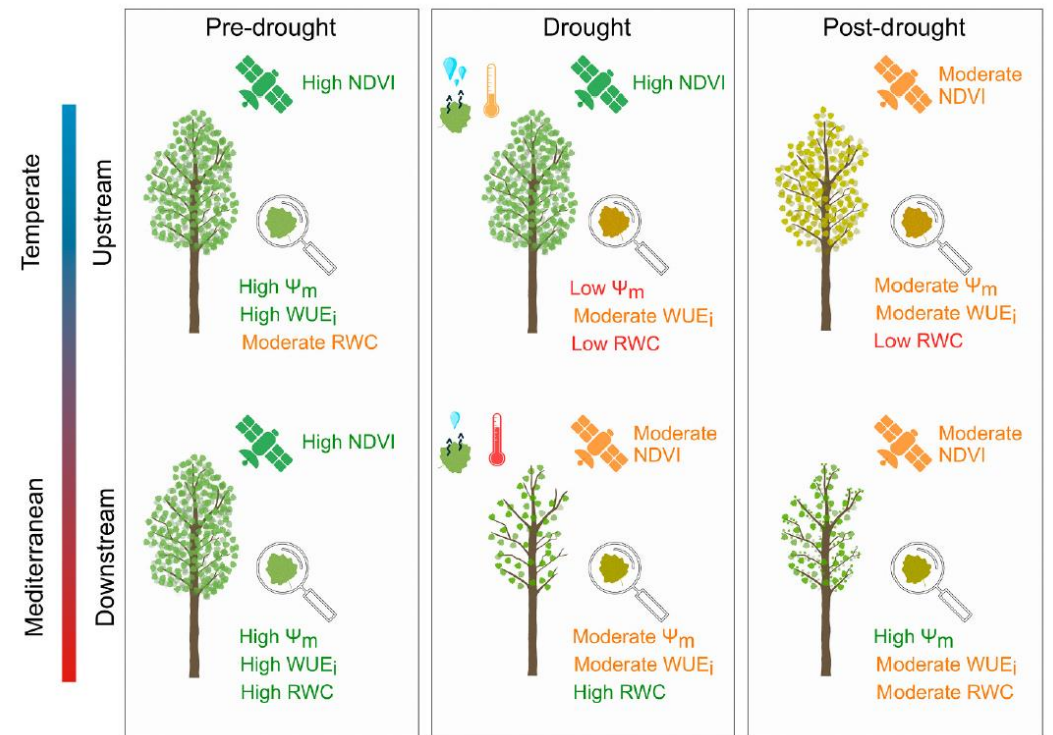
- Les CC et la géomorpho



...et les réponses biophysiques en lien aux conditions locales

Conceptual model of white poplar responses to seasonal drought development at upstream and downstream sites. Upstream white poplars exhibit high transpiration rates, resulting in low leaf water potential and water content but high NDVI. In contrast, downstream trees have low transpiration rates, resulting in higher leaf water potential and water content, but lower NDVI.

La ripisylve le long du corridor du Rhône (année 2023)

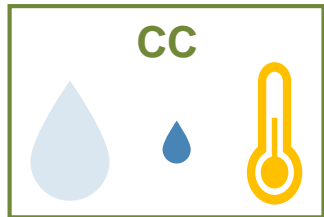




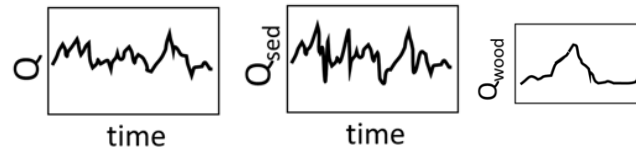
Enjeux et questions de recherche - géomorphologie

• Les CC et la géomorpho

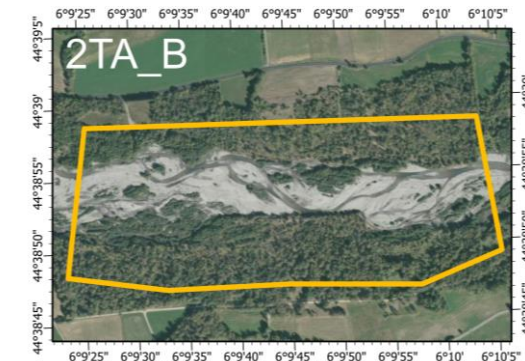
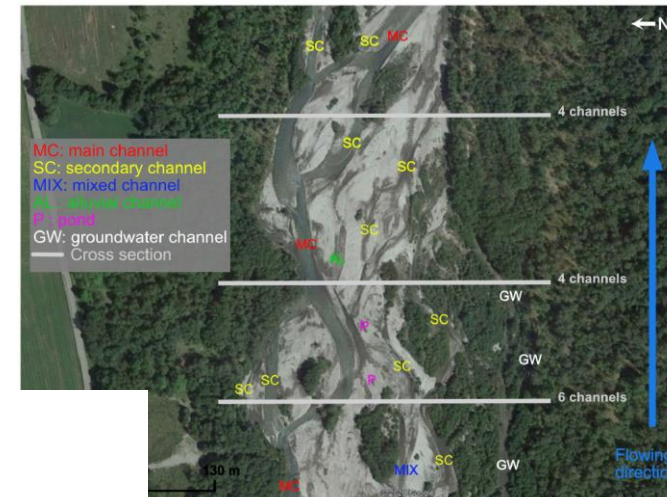
Les habitats et la communauté benthique du Drac suite à la restauration (année 2018-19)



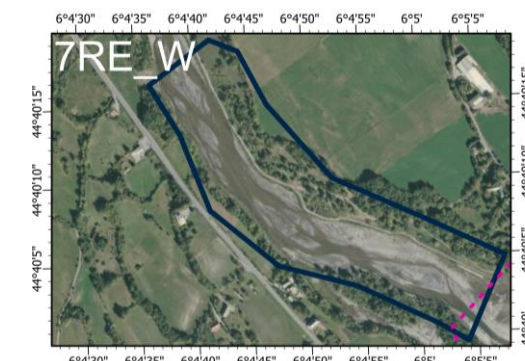
Les variables clés...



...et les réponses biophysiques en lien aux conditions locales



Drac à Chabottes

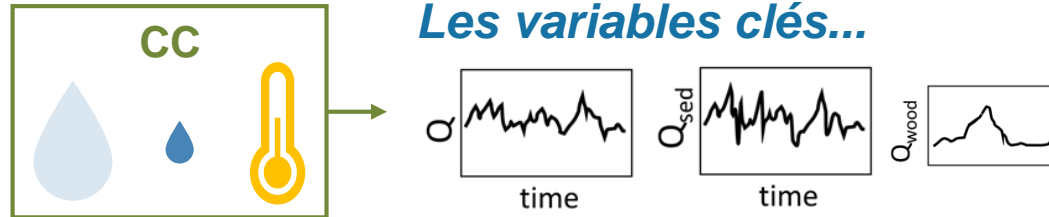


Drac à St.Bonnet en Champsaur



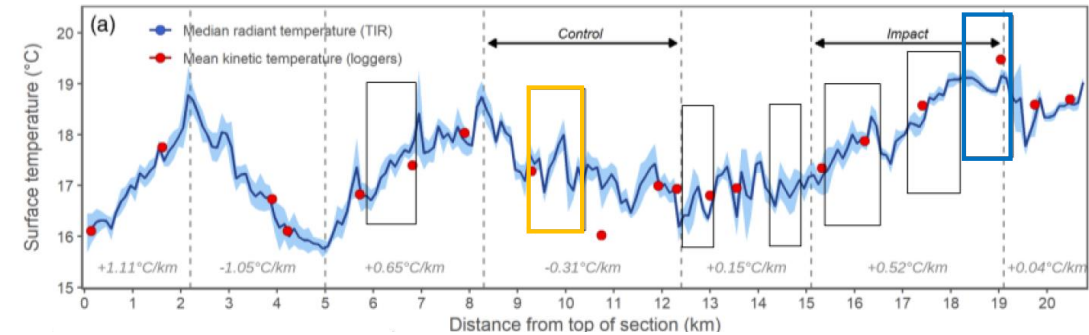
Enjeux et questions de recherche - géomorphologie

- Les CC et la géomorpho

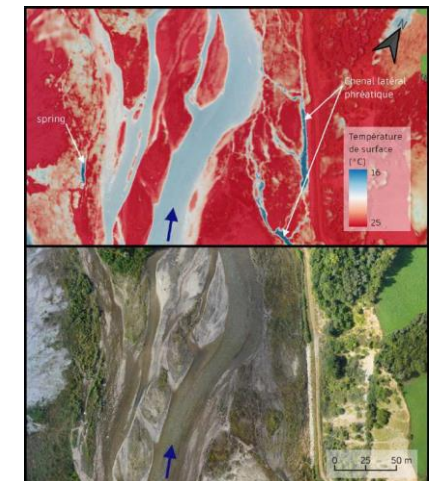
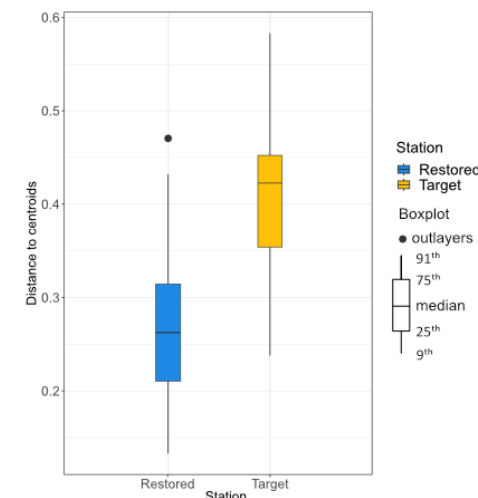


...et les réponses biophysiques en lien aux conditions locales

Les habitats et la communauté benthique du Drac suite à la restauration (année 2018-19)



Longitudinal temperature profile of the Drac river on the main channel in 2018





Verrous - géomorphologie

- Les effets des pressions multiples, souvent mal connues : *fragmentation anthropique et naturelle, urbanisation et artificialisation, ...*

Pressions
passées

+

Pressions en cours

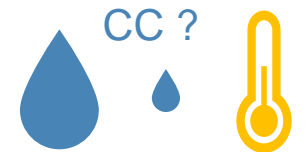
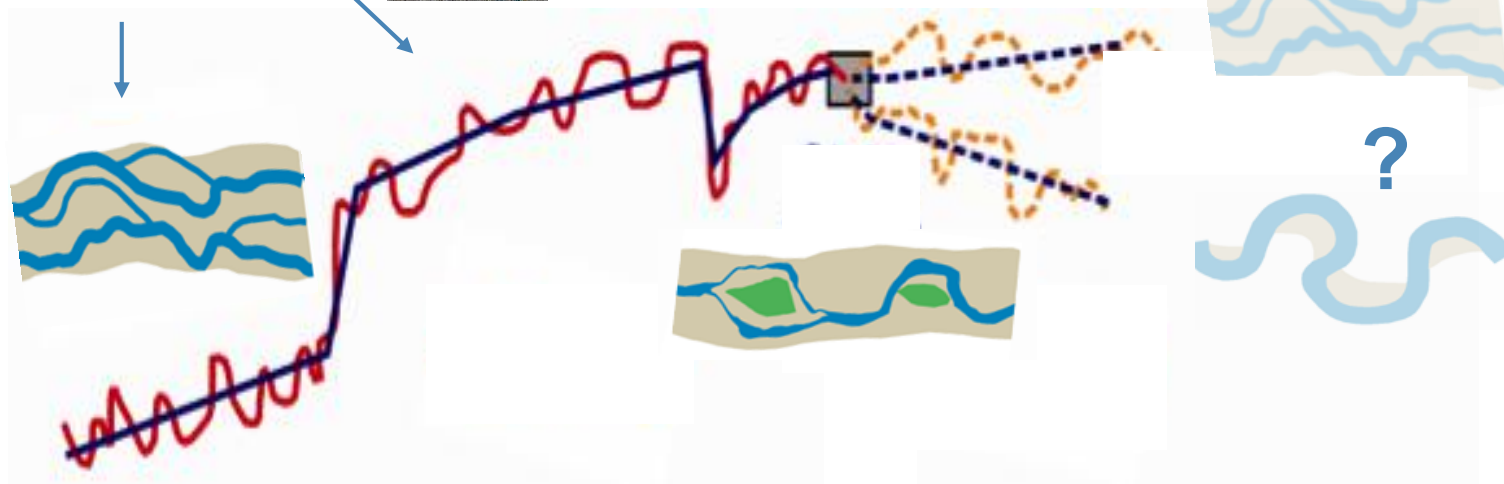
→

Scénarios futurs ?



Paysages anthropisés

Quels paysages fluviaux ?



Biodiversité ?



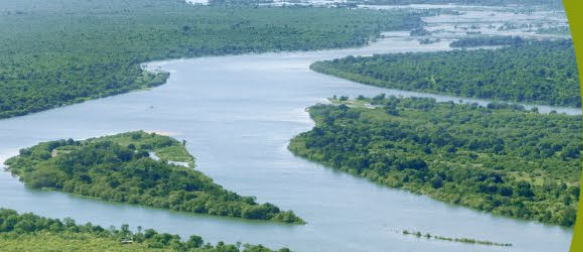
Société ?





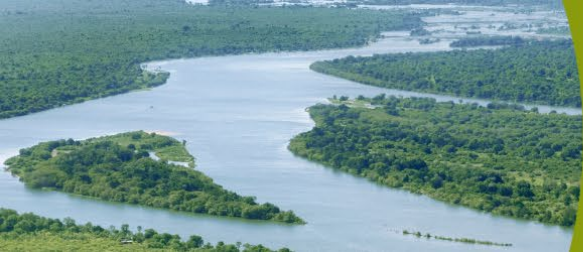
Besoins en données et/ou outils - géomorphologie

- Quelles données hydroclimatiques ?
 - Comment les extraire et utiliser
 - Besoin de données spatialisées et adaptées à l'échelle d'analyse
- Comment combiner ces données avec les autres sur les autres pressions ?
- Quelles références ? Comment comparer ? Comment lier local et global ? Comment gérer ?
- Outils de visualisation, d'exploration de ces données



Mon approche du changement climatique et mes besoins

Emeline Comby
(Université LYON 2 - UMR 5600 EVS)



L'OSTF en quatre questions : quid du chgt climatique ?

- Q1. Comment se manifestent de façon différenciée des changements sociaux, politiques et économiques sur les cours d'eau ?
- Q2. Comment différents risques alimentent des controverses dans le bassin du Rhône ?
- Q3. Comment s'articulent les différents territoires de l'eau avec ceux d'autres politiques publiques ?
- Q4. Comment construire de nouvelles manières de chercher et d'écrire autour d'un rapport sensible à l'eau vue comme commun ?



Quelle place pour le changt climatique dans l'OSTF ?

- Un élément de contexte et d'accentuation de dynamiques



Informer sur les étiages

HydroPop : Vers une hydrologie populaire et participative

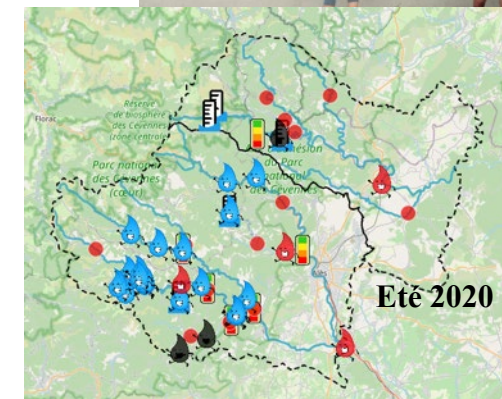
De la mesure des basses eaux, aux sciences participatives et à la gestion de crise

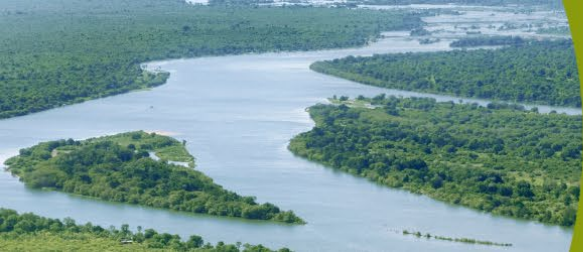
• Objectifs

- Mesurer les phénomènes de basses eaux
- Engager les résidents dans la compréhension des phénomènes
- Mettre en dialogue les différents acteurs de la gestion de la ressource en eau

• Résultats

- Installation de stations de suivi des étiages
- Sciences citoyennes en action
- Gestion de crise sécheresse à l'échelle communale





Quelle place pour le changt climatique dans l'OSTF ?

- Un élément de contexte
- Une surreprésentation des sites ateliers méditerranéens
 - Mesurer les apprentissages issus de dispositifs participatifs par les représentations sociales et territoriales : l'exemple de l'eau potable et de sa vulnérabilité au changement climatique par P. Garin, S. Girard et A. Honeggeer (Drôme et Cèze)
 - Craintes chez les moins familiers de l'eau « *C'est vrai que j'ai pris conscience que (...) ce n'est pas une ressource qui est inépuisable et (...) elle peut s'arrêter quoi, donc il faut qu'on anticipe ça* » (élu, « éloigné » de l'eau, Diois)
 - Mais perspective d'un manque d'eau potable difficile à envisager pour les plus proches : « *Dans un avenir proche, non, je ne pense pas. Après d'ici trente, quarante ans, ça... ben tout peut arriver j'ai envie de dire, peut être oui, mais...* » (élu, « proche » de l'eau, Diois)
 - Résistance ou déni : « *Mais à la fois ça me paraît un peu... flou parce qu'il y a quand même... beaucoup d'eau en France* », justifié par un manque de projection sur les ressources



Quelle place pour le changt climatique dans l'OSTF ?

- Un élément de contexte
- Une surreprésentation des sites ateliers méditerranéens
- De nombreux projets financés depuis quelques années : ex en 2023
 - Les recompositions de la gestion et de la gouvernance territoriales des eaux face au changement climatique en moyenne montagne méditerranéenne : approches analytiques, participatives et prospectives (S. Girard et A. Honegger)
 - Un laboratoire vivant pour s'adapter au manque d'eau en Cévennes : une expérimentation à l'échelle de la Communauté de Communes Causses Aigoual Cévennes (J. Cerceau)
 - Perceptions, actions et représentations des acteurs de la Saône face au changement climatique (E. Comby)



1. Enjeux autour du changement climatique en SHS

- Comprendre la diversité des perceptions et les représentations du CC
 - Diversité des approches théoriques
 - Différences selon les disciplines
 - Pas vraiment de théories dominantes



Rufat et al. 2022

- Diversité des facteurs explicatifs et des déterminants : pas de réponse simple
- Question des relations entre perceptions, représentations et actions
- Question des indicateurs du CC retenus par les personnes (parfois non aquatiques)



Quelle place pour le changt climatique dans l'OSTF ?

- Comprendre la diversité des perceptions et les représentations du CC

RAdHy-Buëch

À la confluence entre les enjeux et les marges de manoeuvre des usagers et ceux du bassin versant

• Démarche

- Recueil des perceptions
- Proposition de scénarios
- Lier entre scénarios gestion agricole de l'eau et hydrologie

Vous écouter et vous associer

Nous vous proposons de participer au projet RADHY-Buëch en répondant à notre enquête sur la vision actuelle et future du territoire du Buëch et de la gestion de l'eau.

Le projet de recherche RADHY-Buëch est le fruit d'une collaboration pluridisciplinaire entre différentes équipes de recherche spécialisées dans la modélisation hydrologique, la modélisation de prise de décision d'acteurs et les approches géoprospectives.

Mai 2020

1^{ère} étape : L'enquête - partie 1

- ▶ Questionnaire sur la vision actuelle transmis le XX mai
- ▶ Réponses attendues au plus tard le XX mai.
- ▶ Restitution des premiers résultats le XXX.

Juin 2020

2^{ème} étape : L'enquête - partie 2

- ▶ Questionnaire sur la vision future transmis le XX juin, accompagné de documents de synthèse donnant des projections à l'horizon 2050 : climat, ressource en eau, démographie locale...
- ▶ Réponses attendues au plus tard le XX juin.

Automne 2020

3^{ème} étape : Restitution - Discussion

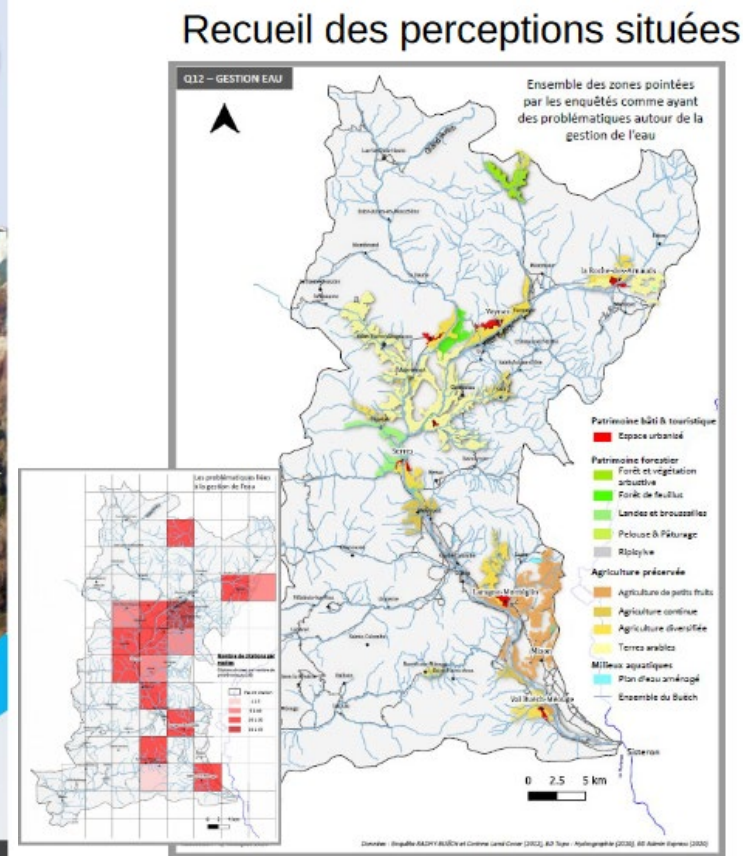
- ▶ Les résultats seront intégrés dans la formulation de scénarios des futurs possibles et souhaités de la gestion de l'eau dans le bassin du Buëch.
- ▶ Des restitutions vous seront proposées, soit par un atelier participatif, soit à distance via un webinaire.

Vers la construction d'un territoire souhaitable et durable pour tous

Le territoire du Buëch et son Bassin Versant

Une occasion de projeter votre territoire dans l'espace et dans le temps !

Credit : Annelise Lampe





1. Enjeux autour du changement climatique en SHS

- Comprendre la diversité des perceptions et les représentations du CC
- Repolitiser la question climatique
 - Le règne de l'adaptation par rapport à l'atténuation ?
 - Echelles d'action : Adaptation individuelle / collective
 - Mode d'action : Adaptation structurelle / adaptation comportementale
 - Définir la maladaptation : en tant que telle, en termes d'horizon temporel...
 - Quid des rapports de domination et des mesures efficaces
 - Evaluation d'instrument de politiques publiques

RAISONS D'AGIR
COURS & TRAVAUX

Jean-Baptiste Comby

La question climatique

Genèse et dépolitisation
d'un problème public

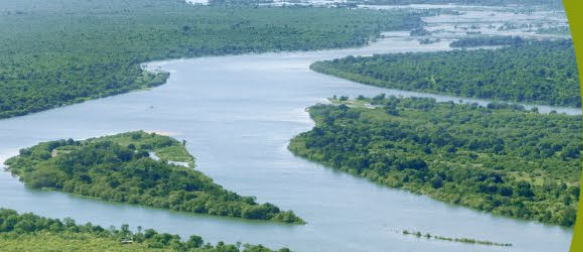


La question climatique
Genèse et dépolitisation d'un problème public

Au cours des années 2000, la montée en puissance de la question climatique dans les médias généralistes français, en rendant plus évidents les dégâts environnementaux provoqués par le capitalisme, aurait pu conduire à interroger l'emprise des rationalités marchandes sur l'organisation des sociétés. Revenant sur la genèse et le déroulement ordinaire de ce débat public, ce livre montre comment s'est au contraire imposée une vision dépolitisée de la question climatique.

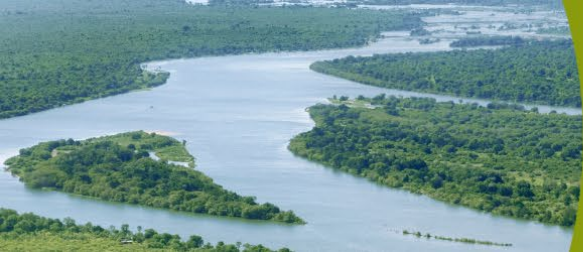
Pour attirer l'attention des journalistes, les défenseurs conventionnels de cette cause doivent en livrer une version consensuelle propre à satisfaire les verdicts du « plus grand nombre ». Ils développent alors une entreprise de moralisation des individus ce qui, du même coup, met à l'abri de la critique les logiques économico-politiques et politiques engendrant la catastrophe écologique en cours. Et ce d'autant plus que les prescriptions « éco-citoyennes » occultent le coût environnemental plus élevé des styles de vie socialement valorisés, permettant ainsi aux plus favorisés de faire valoir leur bonne volonté écologique sans avoir à questionner leurs aspirations consuméristes.

Loin d'être neutre, la dépolitisation des enjeux climatiques conforte une organisation sociale hautement inégalitaire et écologiquement dévastatrice. C'est donc à une sociologie des mécanismes concourant à la préservation de l'ordre établi que contribue l'enquête présentée dans ce livre. Ce faisant, elle ouvre des pistes pour penser autrement, et au-delà du seul cas français, une transformation sociale et écologique des « sociétés de marché ».



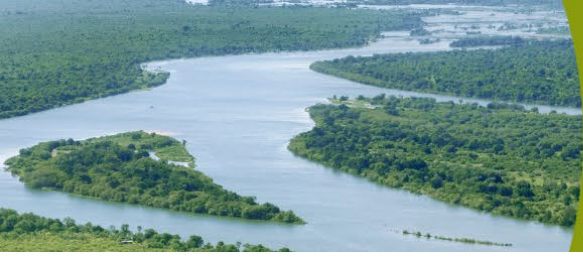
2. Les verrous des SHS face au changement clim.

- Une question d'échelle ? Niveaux politiques et prise de décision, choix économiques et conséquences
- Le passé et le présent oui, mais le futur...
 - Incertitudes dans les modèles et les différents scénarios : lequel choisir ? Pourquoi ?
 - Imprédictibles comportements et contextes ? Les approches en prospective
 - La modélisation d'accompagnement et les couplages de données
 - Les jeux sérieux et autres techniques de scénario et de projection
 - Les difficultés à faire avec l'incertitude
- Comment allier les différentes dimensions du changement climatique : est-ce que la porte d'entrée aquatique est trop réduite ?



3. Quelles attentes et quels besoins ?

- Comment peut-on utiliser ces données pour animer des démarches d'enquêtes ?
 - Des cartes / statistiques pour animer des ateliers participatifs ou des bases dans des interactions : une méthode pour renouveler les données collectées
 - Capacité à réaliser des enquêtes en lien avec la variabilité modélisée du climat en plus des déterminants plus classiques des SHS ? Choix des terrains et hypothèses
- Est-on en capacité de penser ensemble une approche objectivante du changement climatique et une entrée plus subjective liée aux enquêtes ?
 - Indicateurs socioécologiques hybrides : quels couplages pour penser vulnérabilités ?
 - Est-ce que les modèles permettent d'aller au-delà des indicateurs aquatiques ?
 - Doit-on cibler des sites ateliers prioritaires à étudier ou multiplier les exemples ?



Mon approche du changement climatique et mes besoins

Aymeric Dabrin
(INRAE, RiverLy)



Mon approche du changement climatique et mes besoins

*ZABR - Thème Flux de Polluants Ecotoxicologie, Ecosystèmes
(FPEE)*

Aymeric Dabrin – INRAE, Unité de Recherche RiverLy



ZABR - Thème Flux de Polluants Ecotoxicologie, Ecosystèmes (FPEE)

Comment les apports multiples de contaminants impactent les milieux aquatiques, la biodiversité et la santé des écosystèmes ? Quelles actions et quels leviers pour les limiter?



Caractérisation de la contamination et de l'exposition

Dynamique spatio-temporelle (ech. passifs), transferts et flux (model.), traçage des sources, substances suspectées (dont métabolites), pharmaceutiques, microplastiques ...



Chimie

Hydrologie

Ecotox.

Ecologie

Contribution des masses/sources d'eau

Modèles hydrologiques, modèles hydro-sédimentaire



Caractérisation de l'exposition sur les organismes (populations)

Bioessais en lab/ in situ (poissons, crustacés, plantes...)

Biomarqueurs (dont moléculaires)

Bioaccumulation



Caractérisation de l'exposition sur le fonctionnement des écosystèmes

Approches en mésocosmes, in situ, échelle des communautés,
Approches fonctionnelles (réseau trophique...)
Approches écosystémiques





Thème Flux de Polluants Ecotoxicologie, Ecosystèmes (FPEE) – Trois questions majeures

- **Q1** : Comment l'évolution des pratiques et des actions de gestion de l'eau permet de **diminuer les intrants et de réduire les impacts** ?
- **Q2** : Comment les nouveaux polluants, les transformations et remobilisations des polluants historiques, impactent les **communautés et les fonctions de l'écosystème** ?
- **Q3** : Comment les conséquences du **changement climatique** peuvent-ils renforcer ou modifier les effets des polluants sur les organismes, les communautés et les écosystèmes ?

Constat lors du Séminaire d'animation FPEE (Lyon, Novembre 2023)...

**Peu de projets qui
abordent cette question**



Pourquoi peu de projets sur cette question du changement climatique? Synthèses des discussions lors du séminaire FPEE (Novembre 2023)

- Question de termes employés (changements climatiques, environnementaux, changements globaux) et comment l'aborder : modification des écosystèmes température/débit, changements socio-politiques urbanisation...
- La complexité des interactions abiotiques et biotiques soumises au réchauffement climatique sont complexes, même si la majorité des scientifiques pensent que l'on a une synergie entre température et pollutions.
- Question qui est abordée de manière parcellaire : peu « d'interdisciplinaire », conditions expérimentales des projets (laboratoire ou mésocosmes, peu d'in situ), périodes temporelles courtes (2 ans max), limité à des modèles ciblés (espèces centrées)...



Pourquoi peu de projets sur cette question du changement climatique? Synthèses des discussions lors du séminaire FPEE (Novembre 2023)

- S'il est important de prendre en compte la dynamique des contaminants avec l'influence du changement climatique, il est tout aussi important de prendre en compte dynamique des espèces cibles (quel intérêt des approches écotoxicologiques si les espèces ont disparu du milieu?)
- Nécessaire de mieux prendre en compte le volet socio-économique et la trajectoire des usages et donc des polluants « du futur », vers où iront nous ? Besoin d'un volet socio en lien avec les « entreprises, industries », comment évoluent-elles ?



Par quel biais aborder l'impact du changement climatique sur les contaminants dans les hydrosystèmes et leurs effets?

Constat CC



Baisse des débits, étiages fréquents

Conséquences

Augmentation des concentrations des contaminants, changement de phase/spéciation, + « biodisponibles »

Besoins

Projection sur fréquence/niveau des étiages, débits



Fonte des glaciers

Remobilisation de contaminants historiques, érosion

Projection sur vitesse disparition, volume d'eau libérés, surfaces à nue, érosion...

Augmentation fréquence/intensité des épisodes de crues/érosion

Remobilisation de contaminants

Projection sur fréquence/intensité crue, quels sédiments affectés, érosion...



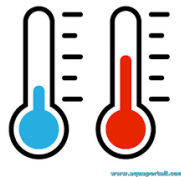


Par quel biais aborder l'impact du changement climatique sur les contaminants dans les hydrosystèmes et leurs effets?

Constat CC

Conséquences

Besoins



Augmentation de la température

Métabolisme (activité bactérienne)
Augmentation de la volatilisation (eaux + sols),
Apparition de produits de transformations...

Adaptation des organismes à
changement (température...) -
Multistress

Projection fine sur l'augmentation
de la température eau/sols

Populations, communautés
écosystèmes

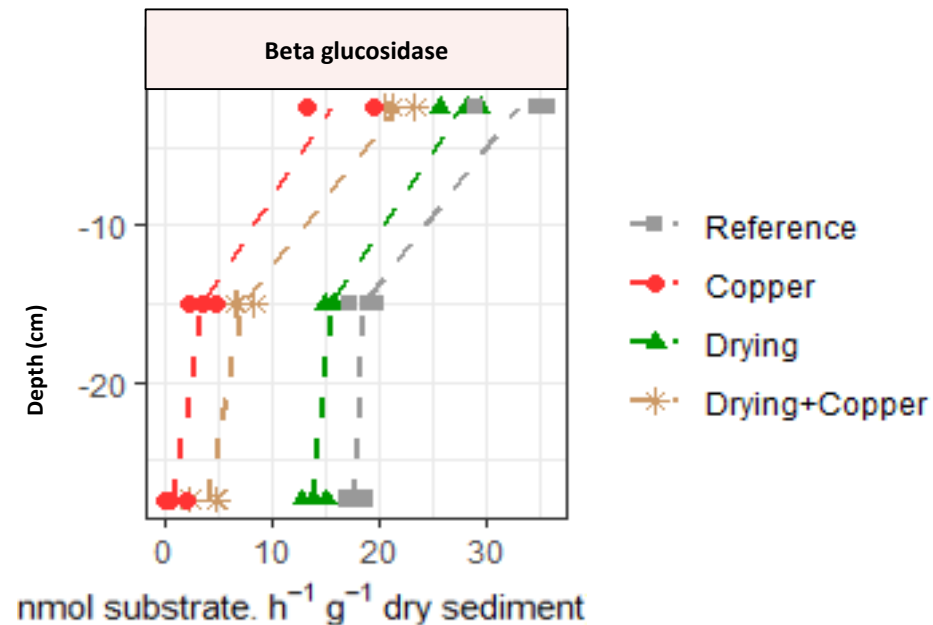


Quelques exemples (ZABR)

Comment le changement climatique est-il abordé ?

- **Thèse Laura Kergoat (INRAE, 2019-2022)** - Réponses structurelle et fonctionnelle des communautés microbiennes aux stress combinés dans la zone hyporhéique (cuivre + assèchement/colmatage de la zone hyporhéique)

Microbiologie, laboratoire, réponses des communautés microbiennes (assèchement, colmatage + cuivre)





Quelques exemples (ZABR)

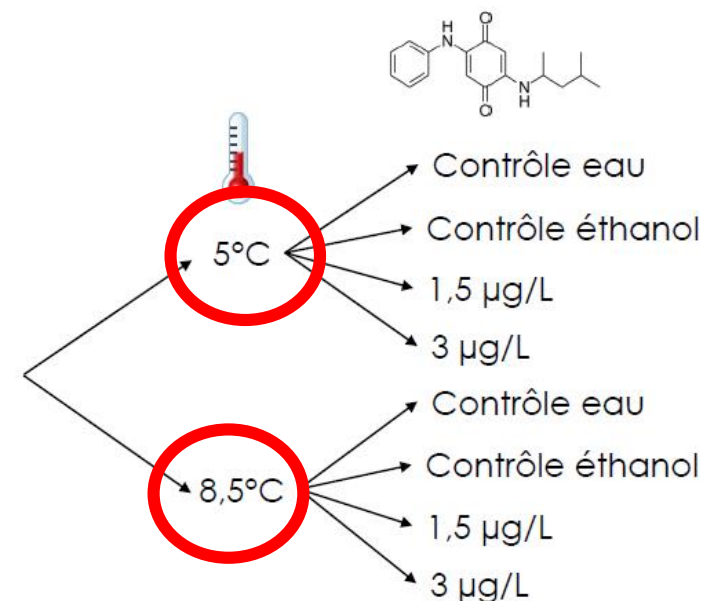
Comment le changement climatique est-il abordé ?

- **PlastiOmbI (2023-2024)** - Effets de l'exposition précoce à des particules de plastiques issues de pneu couplés à une hausse de température durant les premiers stades de vie d'un poisson lacustre patrimonial sténotherme froid, l'omble chevalier (USMB-INRAE CARRETEL -EDYTEM)

Ecophysiologie, mésocosme, hausse température, particules plastiques, réponses d'une espèce de poisson



Premiers stades de vie
= les + **sensibles**

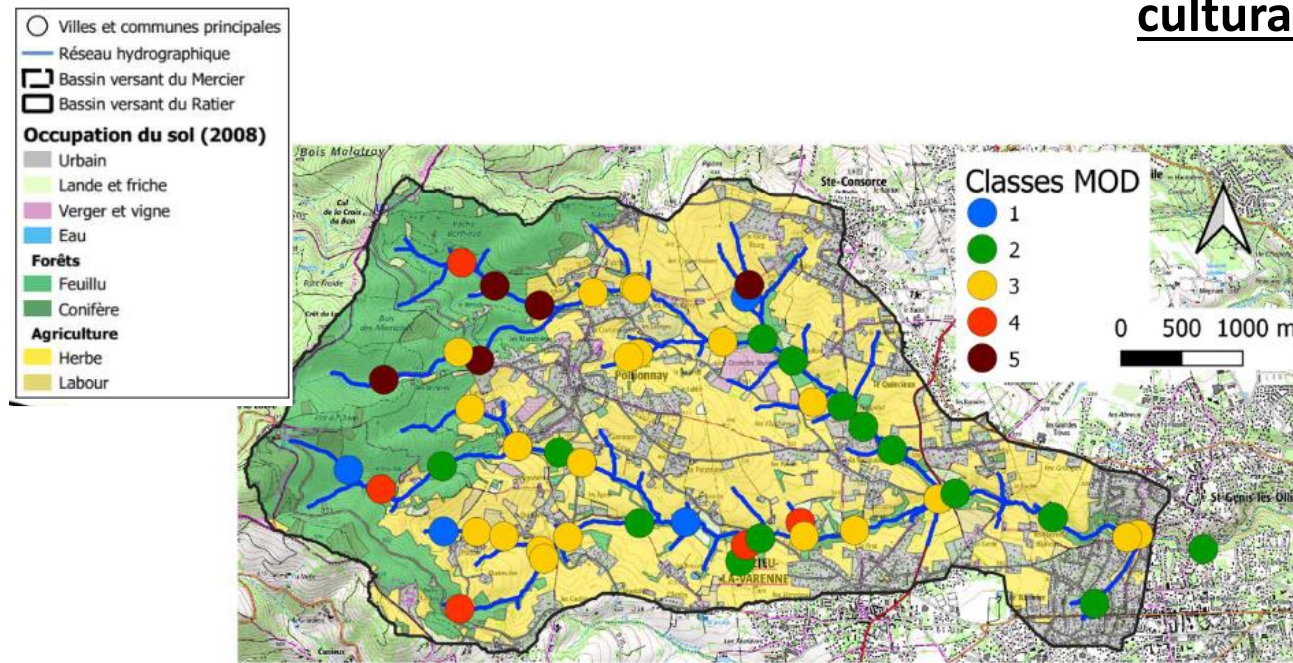




Quelques exemples (ZABR)

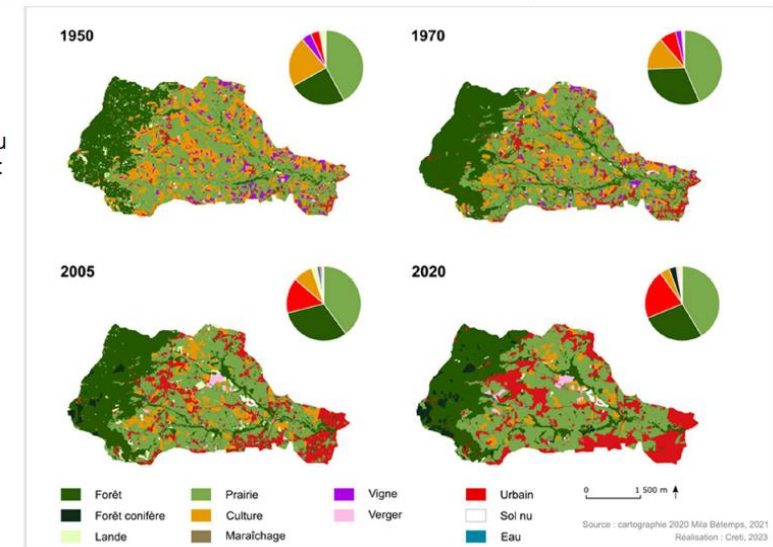
Comment le changement climatique est-il abordé ?

- AE ZABR IDESOC (2021/2024) / ANR CHYPSTER (2021/2025) Identification et caractérisation des sources de contaminants dans des bassins versants d'usage mixte (INRAE, Université de Grenoble IGE, Pacte, Vetagrosup Pluridisciplinaire (Biogéochimie, hydrologie, géographie...), *In situ* (bassin versant) changement de pratiques culturales



Trajectoires paysagères passées – BV Ratier / Yzeron

Évolution des modes d'occupation du sol dans le bassin versant du Ratier : (de 1950 à 2020)





Quelques exemples (ZABR)

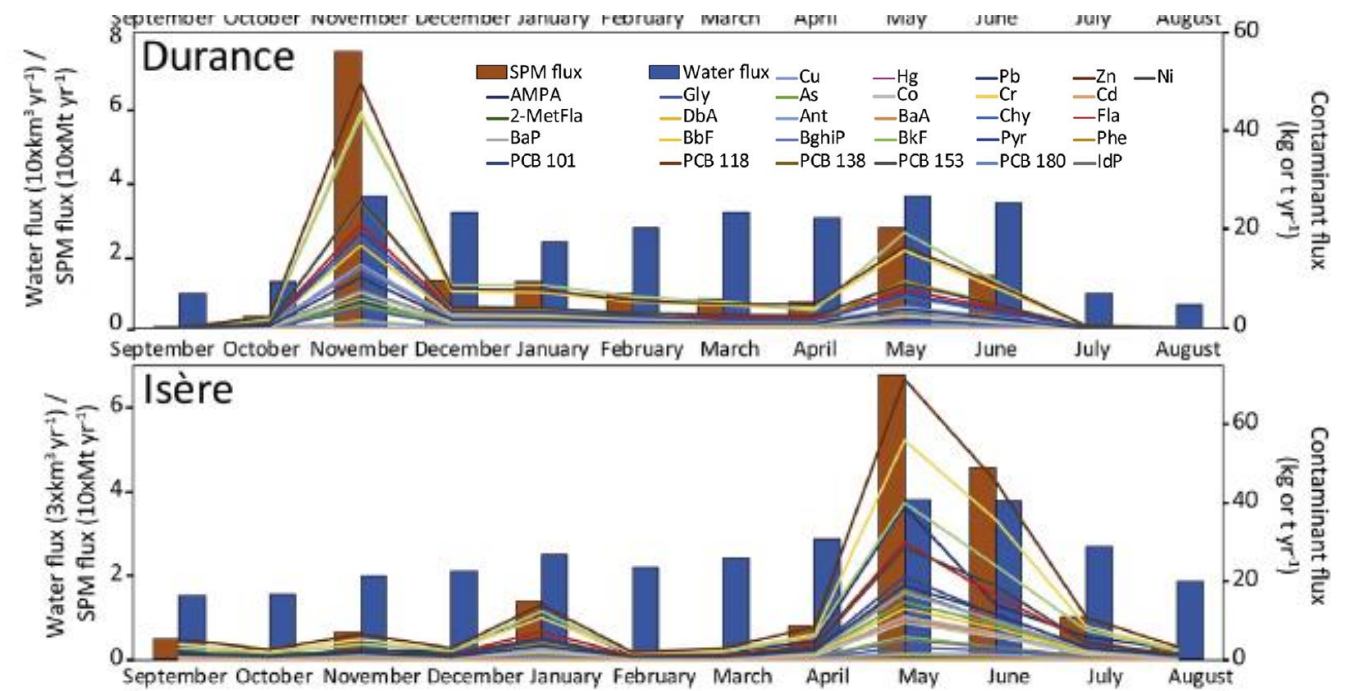
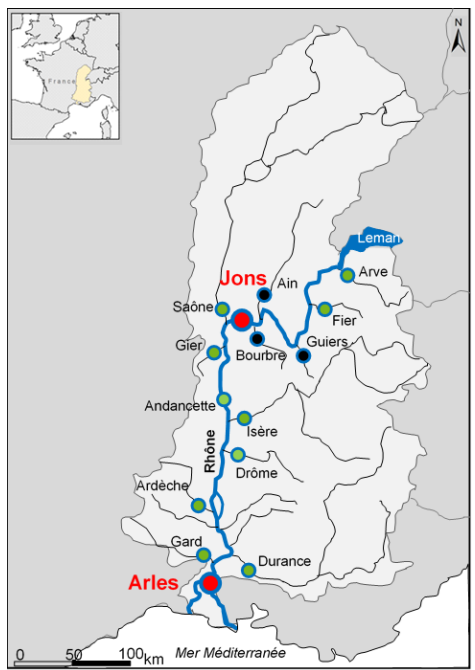
Comment le changement climatique est-il abordé ?



- Observatoire des Sédiments du Rhône (depuis 2009... (ENTPE, INRAE, CEREGE, EVS, Ifremer, IRSN)



Pluridisciplinaire (Hydrologie, sédimentologie, chimie, géographie...), réseau pérenne d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants associés



Flux eau, MES, contaminants (2008-2018).
Delile et al., 2020. Water Research



Quelques exemples (ZABR) Comment le changement climatique est-il abordé ?



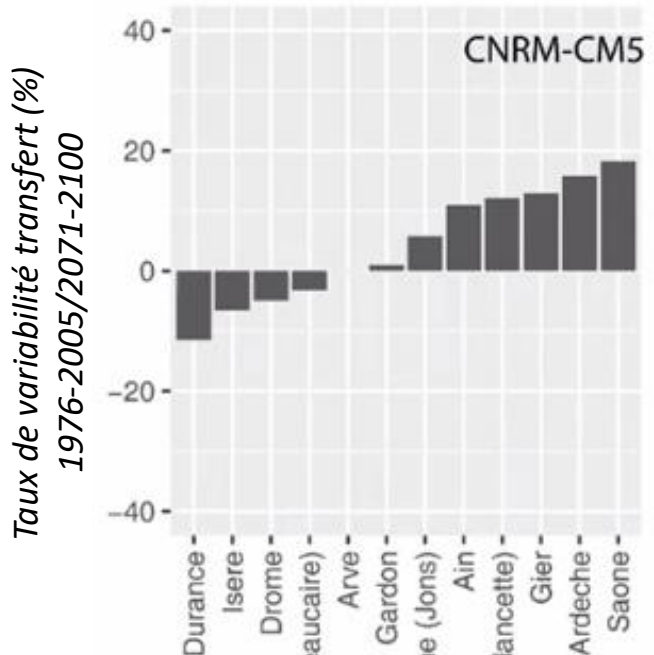
• Observatoire des Sédiments du Rhône (depuis 2009... (ENTPE, INRAE, CEREGE, EVS, Ifremer, IRSN)

Pluridisciplinaire (Hydrologie, sédimentologie, chimie, géographie...), réseau pérenne d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants associés

Depuis 2021 - Axe D Prospectif

Anticiper les changements qui pourraient affecter les transferts de sédiments et de contaminants

- Scénarios prospectifs*
- Modèles hydro
- Modèles transfert de sédiments
- Modèles propagations des contaminants



Exemple de sortie de modèle
Evolution du transfert de MES entre 1976-2005 et 2071-2100 (%)

Diminution en domaine Alpin, forte augmentation sur la Saône



Merci pour votre attention

Question?



Glacier du Rhône, Furka, Mai 2023