

NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Faire de la pluralité des projections hydro-climatiques un moteur pour l'adaptation de la gestion de l'eau



Intervenant.e.s

Eric Sauquet, Directeur de recherche en hydrologie à INRAE, porteur scientifique du projet Explore2

Typhaine Berthou, Animatrice milieux aquatiques de la Commission Locale de l'Eau du Sage Rance Frémur et en charge de l'étude HMUC

**NOUVEAU
EN 2025 !**
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Eric Sauquet

Directeur de recherche en hydrologie à INRAE,
porteur scientifique du projet Explore2



NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

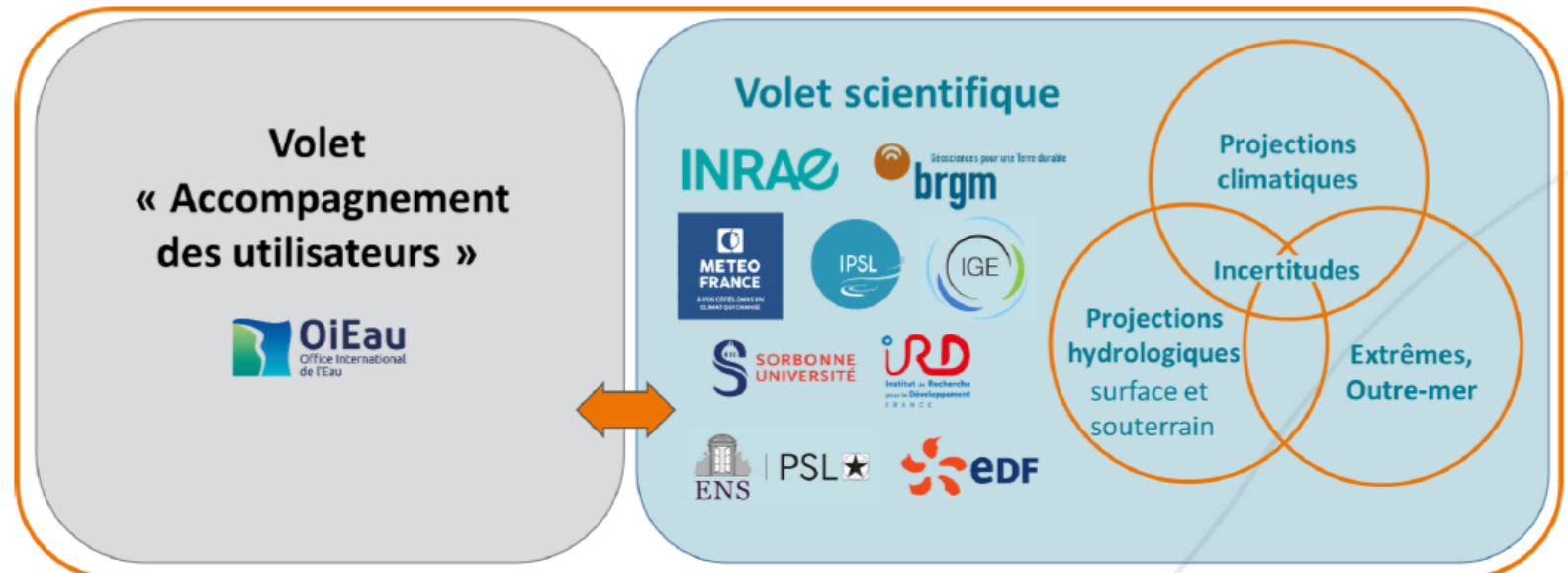
Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Le projet : des futurs de l'eau en Bretagne

- **Une envie partagée (scientifiques et acteurs de l'eau) :**
 - d'actualiser les connaissances sur la base de scénarios récents du GIEC, d'avancées scientifiques et de modèles améliorés (climat et hydrologie)
 - de faciliter leur appropriation pour l'adaptation

- **Un projet de 3 ans soutenu par le MTECT et l'OFB, coordonné par l'OiEau et INRAE**



**NOUVEAU
EN 2025 !**
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

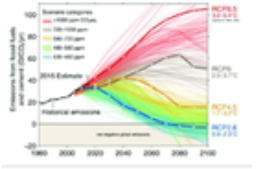
Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de 

Volet scientifique

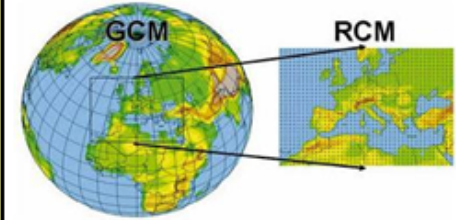
Mise en œuvre d'une approche multi-scénarios et multi-modèles uniforme sur l'ensemble du territoire métropolitain et sur l'ensemble du XXI^e siècle pour :

- explorer une large gamme de futurs possibles
- apprécier les incertitudes aux différents niveaux de modélisation du climat et de l'hydrologie

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, recharge des
aquifères ou hauteur piézométrique
(variable diagnostic)




NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Volet accompagnement

- **Animation et coordination** : OiEau en lien avec le projet  **LIFE Eau & Climat**
- **Objectif principal** : assurer la compréhension des résultats scientifiques produits (projections climat et hydrologie) et leur utilisation future par les acteurs de l'eau
- Création de comités « utilisateurs » (2 pour la métropole, 1 pour l'Outre-mer)
- **Qui participent aux comités des utilisateurs ?** des représentants des Agences de l'eau, EPTB, DREAL, DDT, CEREMA, ADEME, chambre d'agriculture, bureaux d'étude, etc.)
- **Modalités d'échange** : des enquêtes en ligne, des discussions sur les résultats et des suggestions de sollicitations (trame pédagogique du MOOC, liste des points de simulation)

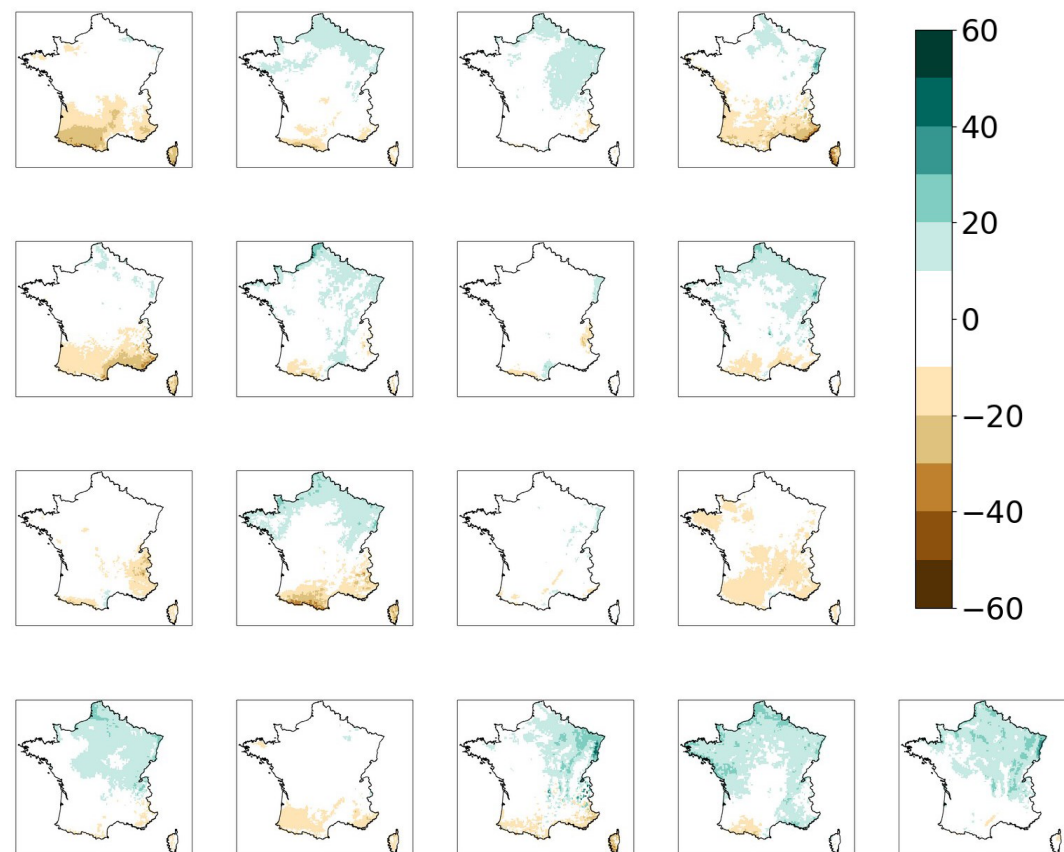
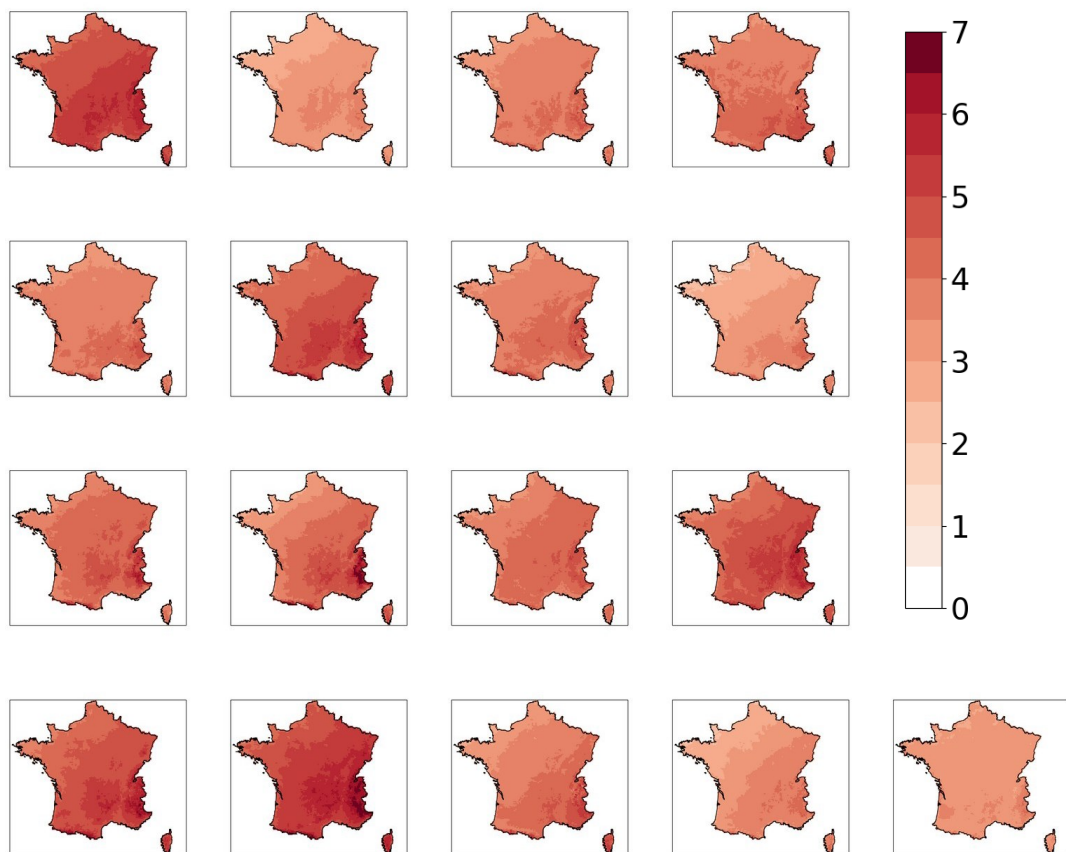
NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des GESTIONS LOCALES de l'eau

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Des climats possibles en fin de siècle (scénario d'émissions fortes)

Températures annuelles (°C)



Précipitations annuelles (%)

Changement (2070 – 2099) versus (1976 – 2005)

NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
GESTIONS
LOCALES
de l'eau

Les messages d'Explore2 (scénario d'émissions fortes)



- Tant que les émissions nettes de gaz à effet de serre continueront, le réchauffement se poursuivra (hausse plus forte l'été que l'hiver, hausse plus marquée sur le sud-est et sur les reliefs qu'au nord-ouest)

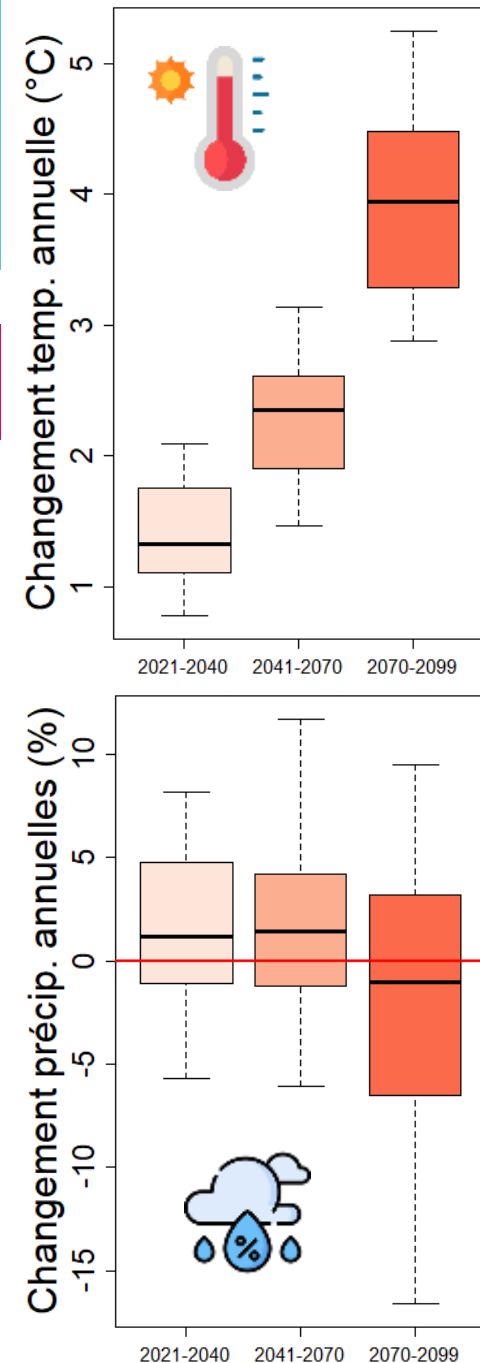


- Des incertitudes sur l'évolution future des précipitations du fait de la position géographique de la France (zone de transition)
- Pour les scénarios d'émissions modérées et fortes, la majorité des projections s'accorde **en fin de siècle**
 - sur une hausse de la pluviométrie en hiver
 - sur une baisse de la pluviométrie en été



Une variabilité d'une année à l'autre qui existera toujours et qui se transmettra à l'hydrologie

Moyenne France hexagonale (référence : 1976-2005)



NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Les messages d'Explore2 (scénario d'émissions fortes)



- Débits annuels : des évolutions avec d'importantes incertitudes (peu d'accord, sauf partie 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
- Augmentation de la sévérité des sécheresses hydrologiques avec une très forte convergence entre les projections 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 versants



- Recharge potentielle des aquifères : augmentation au nord de la France, stabilité sur le reste du pays



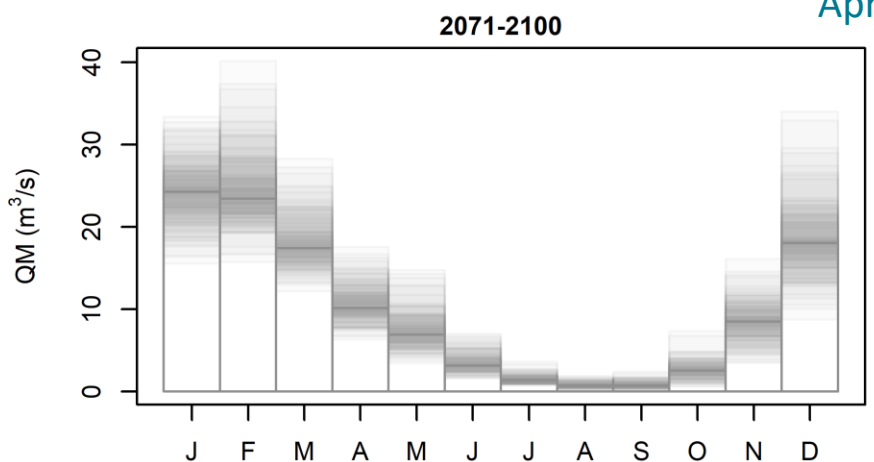
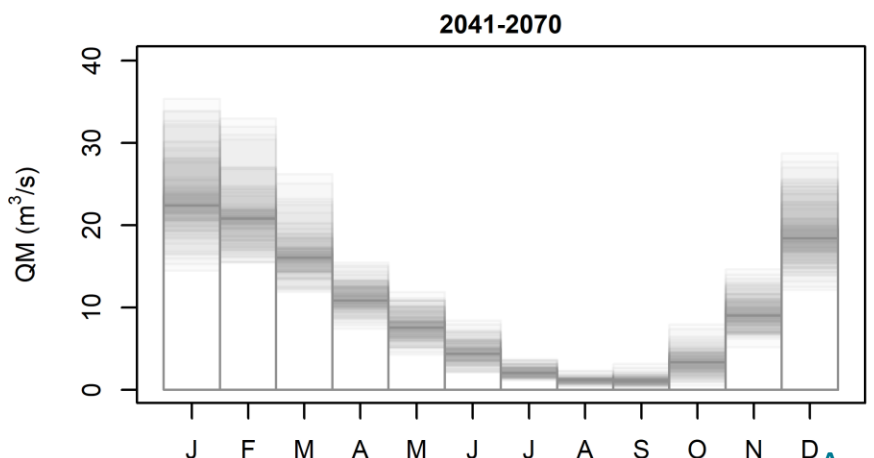
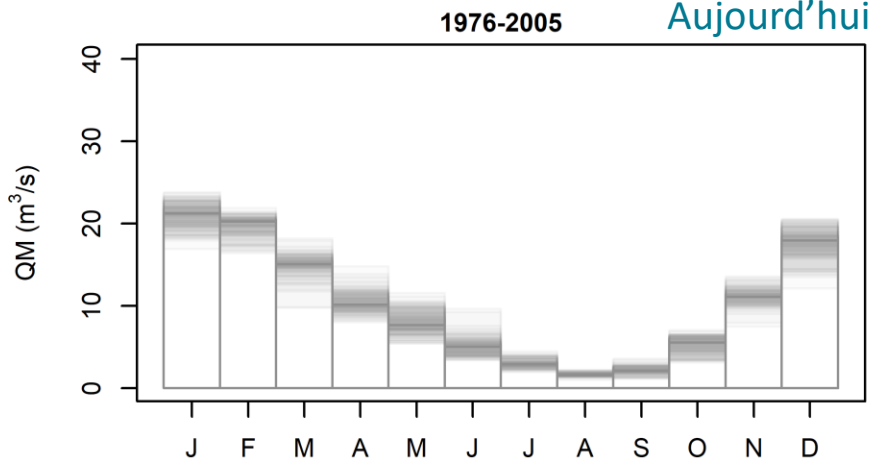
Une variabilité d'une année à l'autre héritée de la variabilité naturelle du climat

**NOUVEAU
EN 2025 !**
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Co
GE
LO

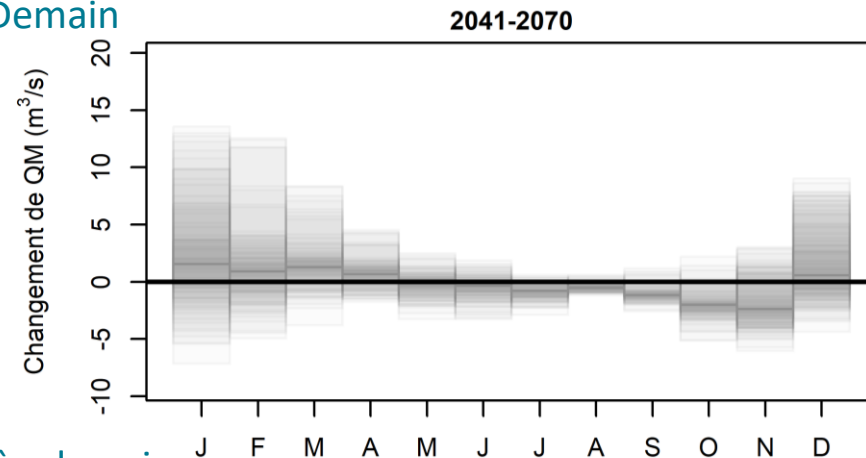
Une illustration en Bretagne

La Vilaine

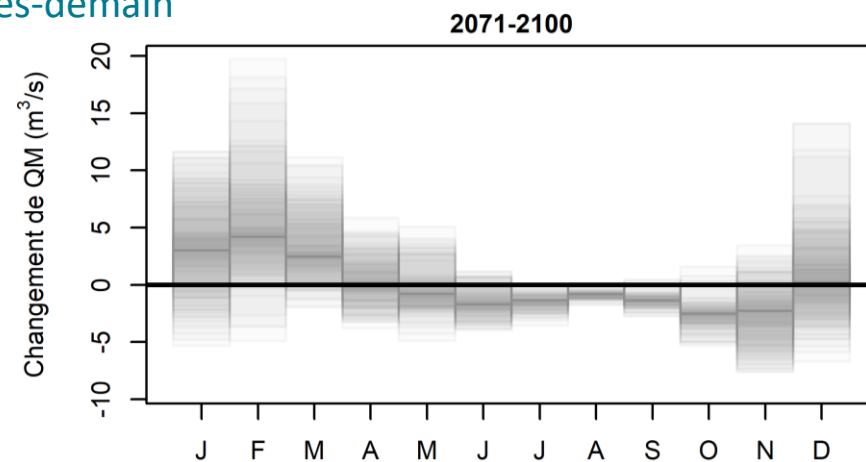


**Evolution des écarts à la
référence 1976-2005
sous RCP8.5**

Demain



Après-demain



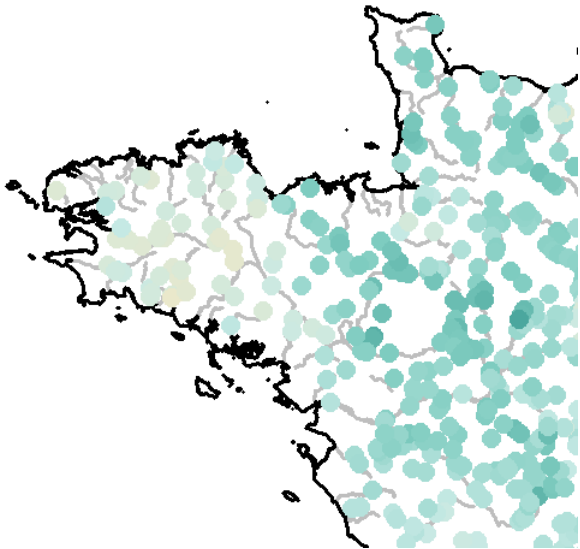
NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
GESTIONS
LOCALES
de l'eau

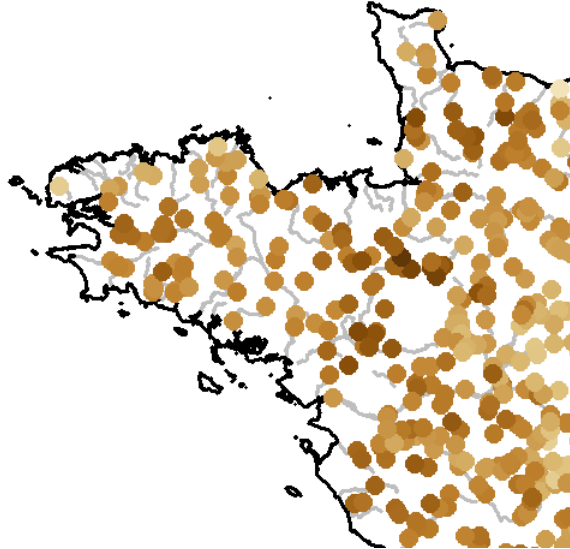
22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

L'hydrologie de surface en Bretagne en fin de XXIe siècle (sous scénario d'émissions fortes)

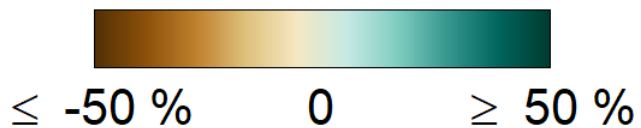
Changement débit d'hiver



Changement débit d'été



Changement (%)



0 200 km

A horizontal scale bar with a vertical tick at the left end (0) and another at the right end (200 km).

**Estimation médiane
multi-modèles sous RCP8.5
en fin de siècle (2070 –
2099) versus (1976 – 2005)**

**NOUVEAU
EN 2025 !**
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Conclusions

- 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
- La gestion de l'eau d'hier et celle de demain seront nécessairement différentes pour s'adapter au changement des régimes hydrologiques
- Chaque territoire est spécifique (trajectoires climatiques différentes sur le territoire)
- Ces projections sont une des briques de la prospective « Eau 2050 » de France Stratégie et d'autres actions en cours (Agences de l'eau)
- Un traitement de ces données est en cours pour les besoins de la TRACC (analyse par niveau de réchauffement)

**NOUVEAU
EN 2025 !**
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Temps d'échanges



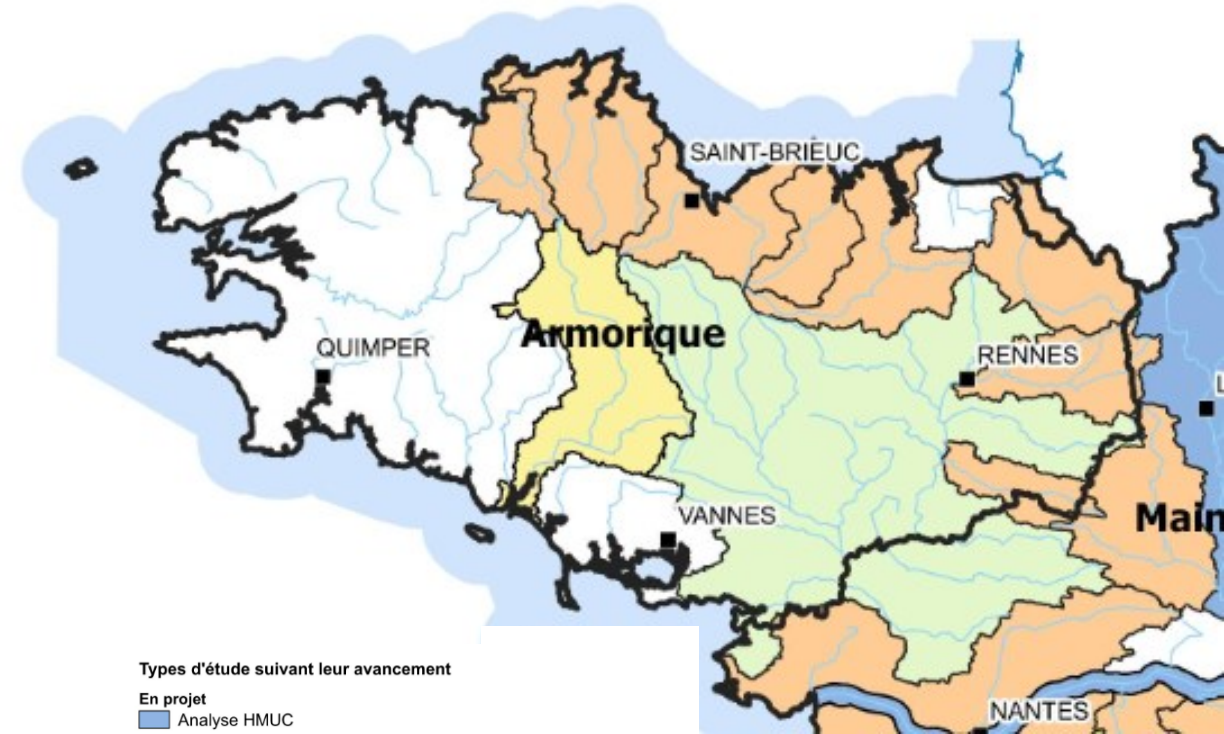
**NOUVEAU
EN 2025 !**
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des GESTIONS LOCALES de l'eau

**22 ET 23
JANVIER 2025**
PARC EXPO
DE RENNES

Typhaine Berthou

Animatrice milieux aquatiques de la Commission
Locale de l'Eau du Sage Rance Frémur et en
charge de l'étude HMUC



Types d'étude suivant leur avancement

En projet

■ Analyse HMUC

En cours

■ Etude d'intérêt local

■ Etude préalable HMUC

■ Analyse HMUC

Finalisée

■ Etude préalable HMUC

■ Analyse HMUC et volumes prélevables validés en CLE

□ Limite délégation

HMUC : Hydrologie-Milieux-Usages-Climat

CLE : Commission Locale de l'Eau

©IGN AdminExpress 2024 - ©BD CarThAgE Loire-Bretagne 2017

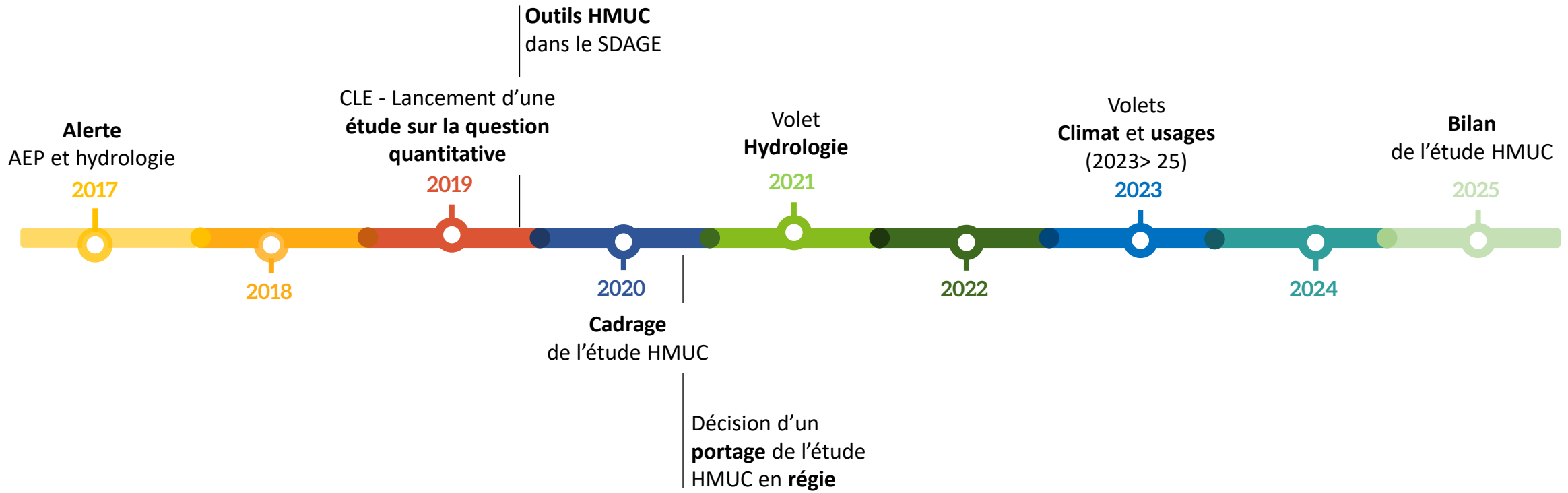
**Etat d'avancement des
démarches HMUC sur le
territoire breton**

NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

L'étude « Partage durable de l'eau sur la Rance et le Frémur »



NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

L'étude « Partage durable de l'eau sur la Rance et le Frémur »

Méthodologie / Volets Hydro & Climat

- **Acculturation** et **appropriation** du **sujet** par les agents
- Appropriation des **données disponibles** sur le territoire (2 années)
- Portage en régie > **Renforcement** des équipes en régie
- Accompagnement par un bureau d'études (**expertises pratiques** de terrain)
- Sollicitation des **partenaires, experts** pour comprendre et venir présenter les sujets en CLE
- Organisation d'un **accompagnement à l'échelle régionale** (OEB, AELB, OFB, ...) et sollicitation de l'échelle nationale (DRIAS Climat/Eau)

NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

**22 ET 23
JANVIER 2025**
PARC EXPO
DE RENNES

Les futurs des débits sur la Rance et le Frémur

Le chapitre « les futurs de l'hydrologie et de l'hydrogéologie »

- Attente des résultats d'Explore 2 et de leur mise en ligne sur DRIAS – eau
- 1 journée de formation en présentiel à Paris en mai 2024
- Été 2024 : export des données, analyse & rédaction (3 mois à 75 %)



➔ **Présentation en Commission Locale de l'Eau en déc. 2024**

NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des GESTIONS LOCALES de l'eau

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Les futurs des débits sur la Rance et le Frémur

La méthode

17 projections climatiques



1 modèle de simulation des débits
1 modèle de simulation de la piézométrie
1 modèle de simulation de la recharge des nappes

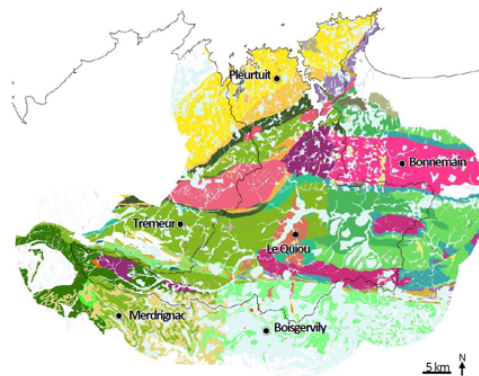


7 sites de simulation des débits futurs
6 sites de simulation de la piézométrie future

Figure 2. Localisation des stations modélisées dans DRIAS-eau



Localisation des piézomètres et contexte géologique



Mettre en avant les
résultats plutôt que la
méthode

NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Les futurs des débits sur la Rance et le Frémur

La présentation des limites /des incertitudes



- Futurs : **aucun scénario n'est plus probable qu'un autre**, ce sont différents possibles de l'évolution du climat et de l'hydro(géo)logie



**Faire prendre conscience
du spectre des possibles**
ne pas se focaliser sur la médiane

- Modélise des **débits et des piézométries**
« **naturels** » c'est-à-dire sans influence anthropique
- La période historique est elle aussi modélisée avec le même modèle, c'est une **référence de comparaison**



**Permettre de mieux
appréhender les résultats
présentés**

NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
GESTIONS
LOCALES
de l'eau

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Les futurs des débits sur la Rance et le Frémur

La présentation des résultats


Introduction par le président :
« Les résultats sont alarmistes
mais on veille à assumer la
réalité et à être dans démarche
positive et constructive pour
s'adapter »

➔ Marquer l'ambition
à avoir

Les futurs des **volumes écoulés en basses eaux** (du 1^{er} juin au 31 octobre) seraient en nette diminution
avec tous les modèles climatiques et sur l'ensemble des stations :


De -20 % à -30 %
sur 2036–2065
par rapport à 1976–2005


D'environ - 50 %
sur 2066–2100
par rapport à 1976–2005


Autrement dit, les volumes écoulés en basses eaux
sur 2066–2100
seront **2 x moins importants**
que sur 1976–2005

Les futurs des **volumes écoulés en hautes eaux** (du 1^{er} novembre au 31 mai) montrent eux une évolution différente selon les stations :


La Rance en amont de Rophémel :
Relative stabilité dans le temps


La Rance en aval de Rophémel, le Néal et le Linon :
+10 % pour 2036-2065 +15 % pour 2066-2100
par rapport à 1976–2005

➔ Simplifier (sans être simpliste) la présentation
des résultats pour une meilleur appropriation

NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
GESTIONS
LOCALES
de l'eau

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Les futurs des débits sur la Rance et le Frémur

Les réactions de la CLE

- Aucune interrogation sur la méthode ou les résultats
- Première intervention : « qu'est-ce qu'on fait ? Des nouvelles retenues pour l'alimentation en eau potable ? Pour irriguer en été ? »



Conclusion des débats

- Il faut **anticiper**, identifier toutes les tensions qui vont apparaître
- Il faut **alerter**, diffuser ces résultats
- Il faut **rester connecté** au territoire
- Il faut d'ores et déjà **identifier** les meneurs d'ordres légitimes

**NOUVEAU
EN 2025 !**
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Vers une stratégie d'adaptation



**Où sont aujourd'hui ces incertitudes
et comment les prendre en compte ?**

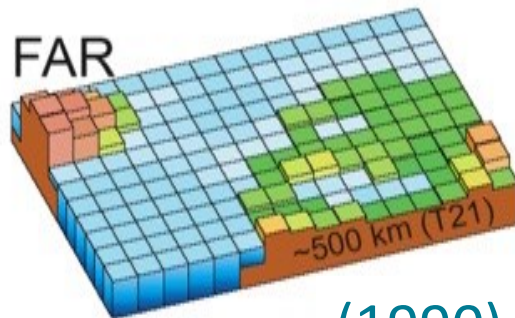
NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
GESTIONS
LOCALES
de l'eau

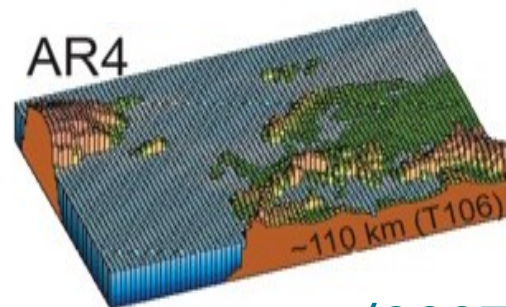
22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

La nécessaire prise en compte des incertitudes

- Des incertitudes multiples :
 - sur les futures émissions de gaz à effet de serre
 - dans la modélisation (imperfection)



(1990)



(2007)

mais on progresse !

- liées à la variabilité climatique

NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

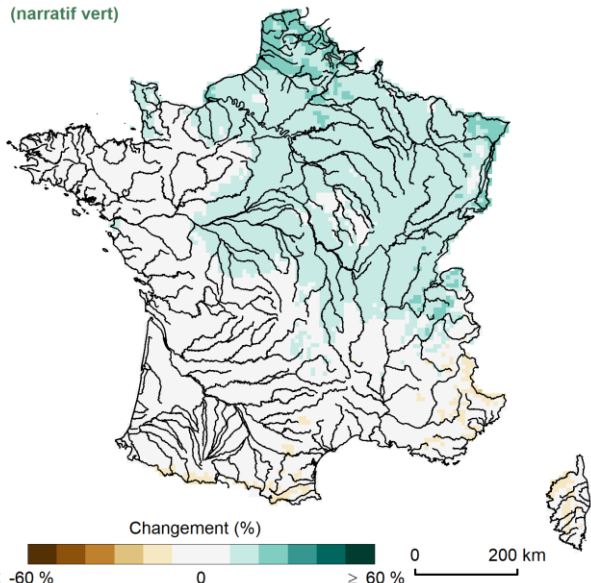
Carrefour des GESTIONS LOCALES de l'eau

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

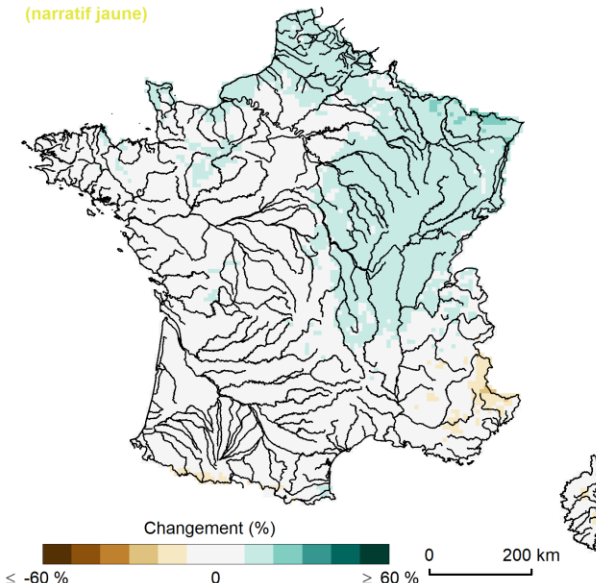
Des futurs possibles du climat en fin de XXIe siècle (scénario d'émissions fortes)

Précipitations annuelles

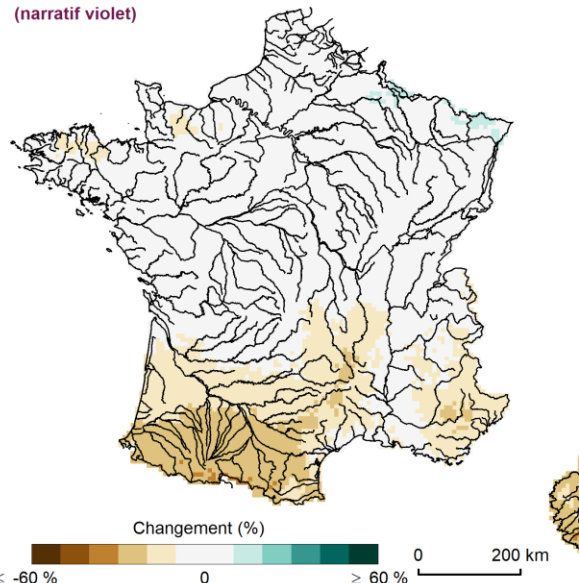
Réchauffement marqué et augmentation des précipitations
(narratif vert)



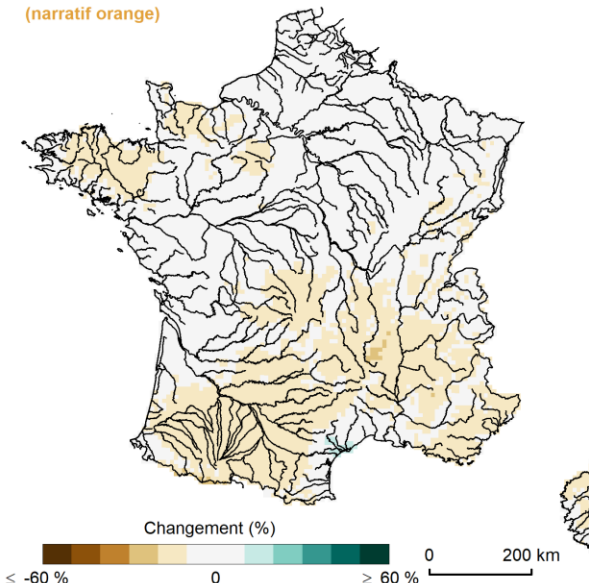
Changements futurs relativement peu marqués
(narratif jaune)



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



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



Températures

année + 4,8 °C
hiver + 3,8 °C
été + 6,1 °C

année + 3,7 °C
hiver + 3,2 °C
été + 4,2 °C

(référence :
1976-2005)

année + 5,0 °C
hiver + 4,2 °C
été + 6,5 °C

année + 4,6 °C
hiver + 3,7 °C
été + 6,4 °C

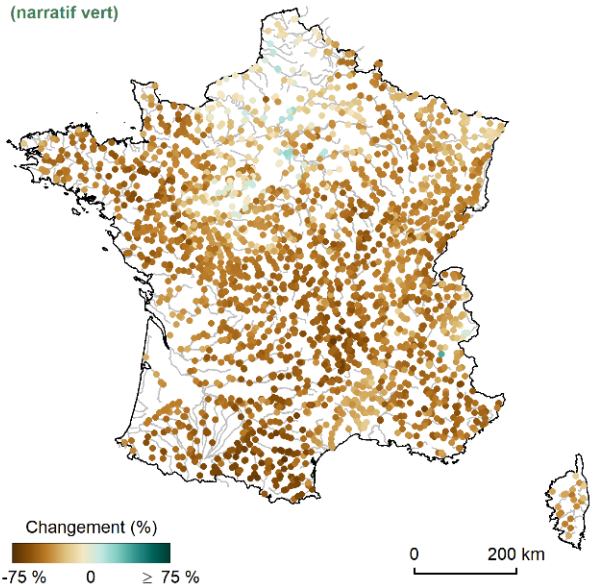
NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

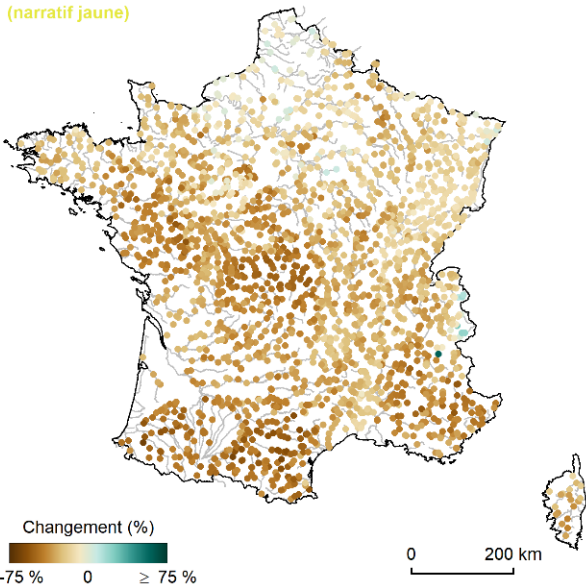
22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Des futurs possibles des étiages en fin de XXIe siècle (scénario d'émissions fortes)

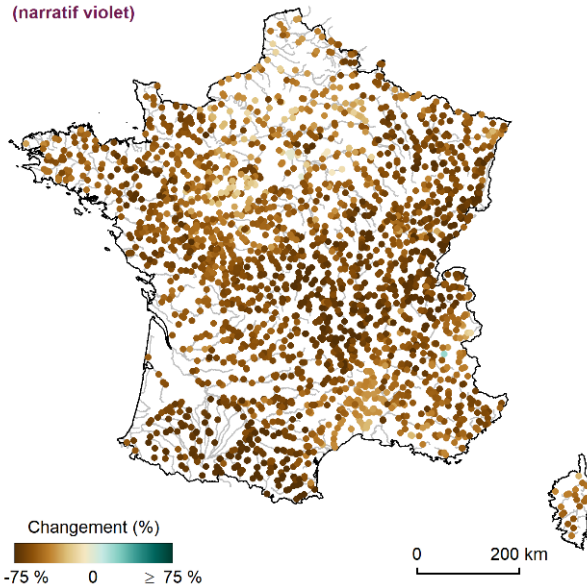
Réchauffement marqué et augmentation des précipitations
(narratif vert)



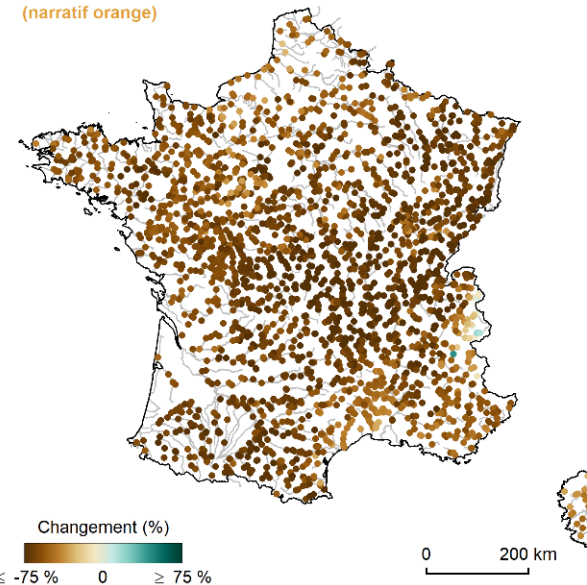
Changements futurs relativement peu marqués
(narratif jaune)



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



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



Changements projetés d'un débit d'étiage pour quatre futurs contrastés (référence : 1976-2005)

➔ intensification des sécheresses du sol et hydrologiques

**NOUVEAU
EN 2025 !**
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Vers une stratégie d'adaptation



**Quels éléments permettent de faciliter
la prise de décision et l'engagement
vers une stratégie d'adaptation ?**

NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des GESTIONS LOCALES de l'eau

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Vers une stratégie d'adaptation

Enjeu 1 : l'engagement de (presque) toutes les politiques et de tous les partenaires du territoire dans la démarche

1. Avoir des enjeux et des résultats acceptés et partagés
2. Mobiliser grâce à des résultats concrets et locaux, et sur le long terme



NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Vers une stratégie d'adaptation

Enjeu 1 : l'engagement de (presque) toutes les politiques et de tous les partenaires du territoire dans la démarche

1. Avoir des enjeux et des résultats **acceptés et partagés**
2. **Mobiliser** grâce à des résultats concrets et locaux, et sur le long terme

Enjeu 2 : dépasser le sentiment d'impuissance, être dans démarche positive et constructive

1. **Assumer** les résultats alarmistes
2. Proposer des idées de **solutions**
3. Parler des **mal-adaptations**

**NOUVEAU
EN 2025 !**
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
**GESTIONS
LOCALES**
de **l'eau**

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Temps d'échanges



NOUVEAU
EN 2025 !
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des
GESTIONS
LOCALES
de l'eau

22 ET 23
JANVIER 2025
PARC EXPO
DE RENNES

Pour en savoir plus...

- **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 et des fiches de synthèse par point de simulation
 - Un MOOC <https://e-learning.oieau.fr/enrol/index.php?id=3799>
- **Accès aux données :**
 - Le portail DRIAS Eau (<https://www.drias-eau.fr>)
 - **Les données visualisées dans l'espace Découverte de DRIAS Eau NE sont PAS celles d'Explore2**
- **Visualisation des données :**
 - MEANDRE qui présente de manière guidée les résultats des projections de débits en hautes, moyennes et basses eaux <https://meandre.explore2.inrae.fr/>



**NOUVEAU
EN 2025 !**
1 HALL EN +
2 ACCUEILS

Carrefour des GESTIONS LOCALES de l'eau

**22 ET 23
JANVIER 2025**
PARC EXPO
DE RENNES

Merci !

www.creseb.fr

