



**HAL**  
open science

# Réalisation d'une étude Hydrologie-Milieux-Usages-Climat sur la Sèvre Nantaise Mise en place d'une modélisation pluie-débit-usages-gestion, utilisation de projections climatiques Explore2, scénarisation des usages futurs

Guillaume Thirel, Léonard Santos

## ► To cite this version:

Guillaume Thirel, Léonard Santos. Réalisation d'une étude Hydrologie-Milieux-Usages-Climat sur la Sèvre Nantaise Mise en place d'une modélisation pluie-débit-usages-gestion, utilisation de projections climatiques Explore2, scénarisation des usages futurs. École thématique. Ecole d'été ImpactHYDRO, Banyuls sur-mer, France, France. 2025. <hal-05154218>

**HAL Id: hal-05154218**

**<https://hal.science/hal-05154218v1>**

Submitted on 9 Jul 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization



➤ **Réalisation d'une étude Hydrologie-Milieux-Usages-  
Climat sur la Sèvre Nantaise**

Mise en place d'une modélisation pluie-débit-usages-gestion, utilisation de projections climatiques Explore2, scénarisation des usages futurs

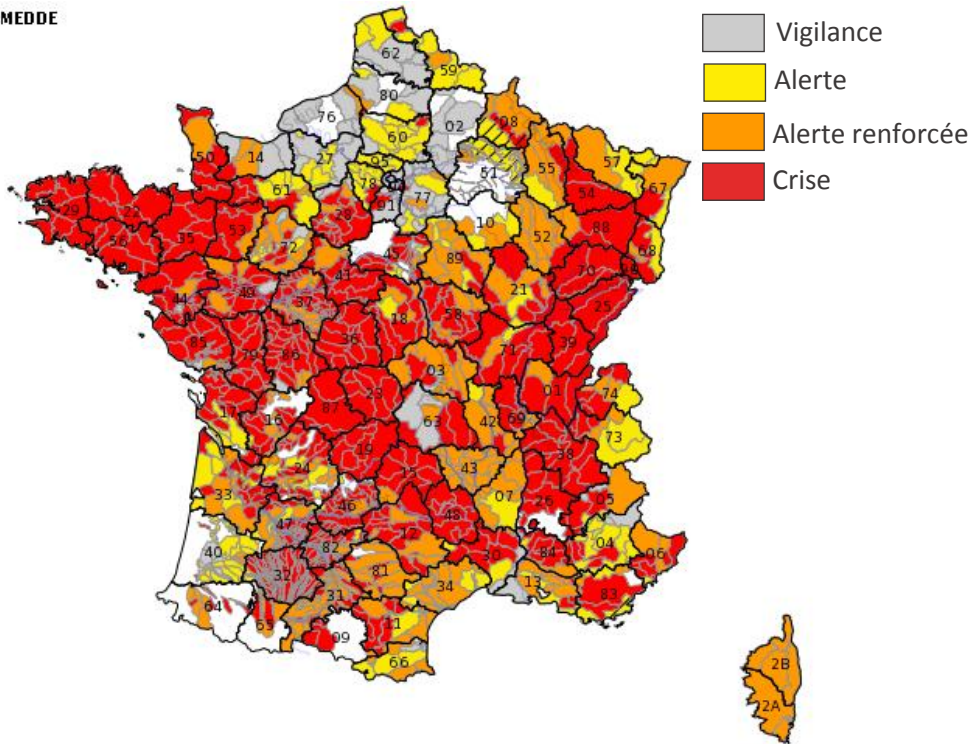
Guillaume Thirel, Léonard Santos

# ➤ Quand ressources et demandes ne sont à l'équilibre...

... il faut faire des choix

Impact sur les usages de l'eau

© MEDDE



400 km

Propluvia : arrêtés sécheresses, août 2022

**INRAE**

Hydrologie et changement climatique

23/06/2025 / Impact HYDRO Banyuls/ Guillaume Thirel

Impact des niveaux de restriction

**En période de sécheresse, les mesures de restrictions permettent de protéger la disponibilité de la ressource en eau**

	Stade alerte	Stade alerte renforcée	Stade crise
<b>Agricole</b> Irrigation gravitaire ou aspersion Irrigation collective (OUGC) Irrigation localisée Abreuvement animaux	🚫 restriction horaire et consommation 🟢 autorisé sans condition 🟢 autorisé sans condition	🚫 restriction horaire et consommation 🟢 autorisé sans condition 🟢 autorisé sans condition	🚫 interdiction totale 🚫 interdiction totale 🚫 interdiction horaire 🟢 autorisé sans condition
<b>Industrie</b> Industrie, artisans et commerciaux ICPE Production électricité hydraulique	🚫 restriction consommation 🚫 restriction consommation 🟢 autorisé sous conditions	🚫 restriction consommation 🚫 restriction consommation 🟢 autorisé sous conditions	🚫 restriction consommation 🚫 restriction consommation 🟢 autorisé sous conditions
<b>Domestique</b> Jardins potagers Espaces verts Golfs Terrains de sport Jeux d'eau Lavage de véhicules (voitures, engins nautiques...) Lavage des surfaces imperméables Piscine publique Piscine privée Plan d'eau (remplissage/mise à niveau) Fontaine Travaux en cours d'eau	🚫 restriction horaire 🚫 restriction horaire et consommation 🚫 restriction horaire et consommation 🚫 interdiction sauf exception 🚫 interdiction sauf exception 🚫 sauf eau sous pression 🚫 interdiction sauf exception 🚫 interdiction sauf exception 🚫 interdiction sauf exception 🟢 autorisé sans condition	🚫 restriction horaire 🚫 interdiction sauf plantation 🚫 restriction horaire et consommation 🚫 restriction horaire et consommation 🚫 interdiction sauf exception 🚫 interdiction sauf exception 🚫 sauf eau sous pression 🚫 interdiction sauf exception 🚫 interdiction sauf exception 🚫 interdiction sauf exception	🚫 interdiction sauf exception 🚫 interdiction totale 🚫 interdiction sauf exception 🚫 interdiction sauf exception 🚫 interdiction sauf exception 🚫 interdiction totale 🚫 interdiction totale 🚫 interdiction totale 🚫 interdiction totale 🚫 interdiction sauf exception

Scannez-moi pour connaître les exceptions

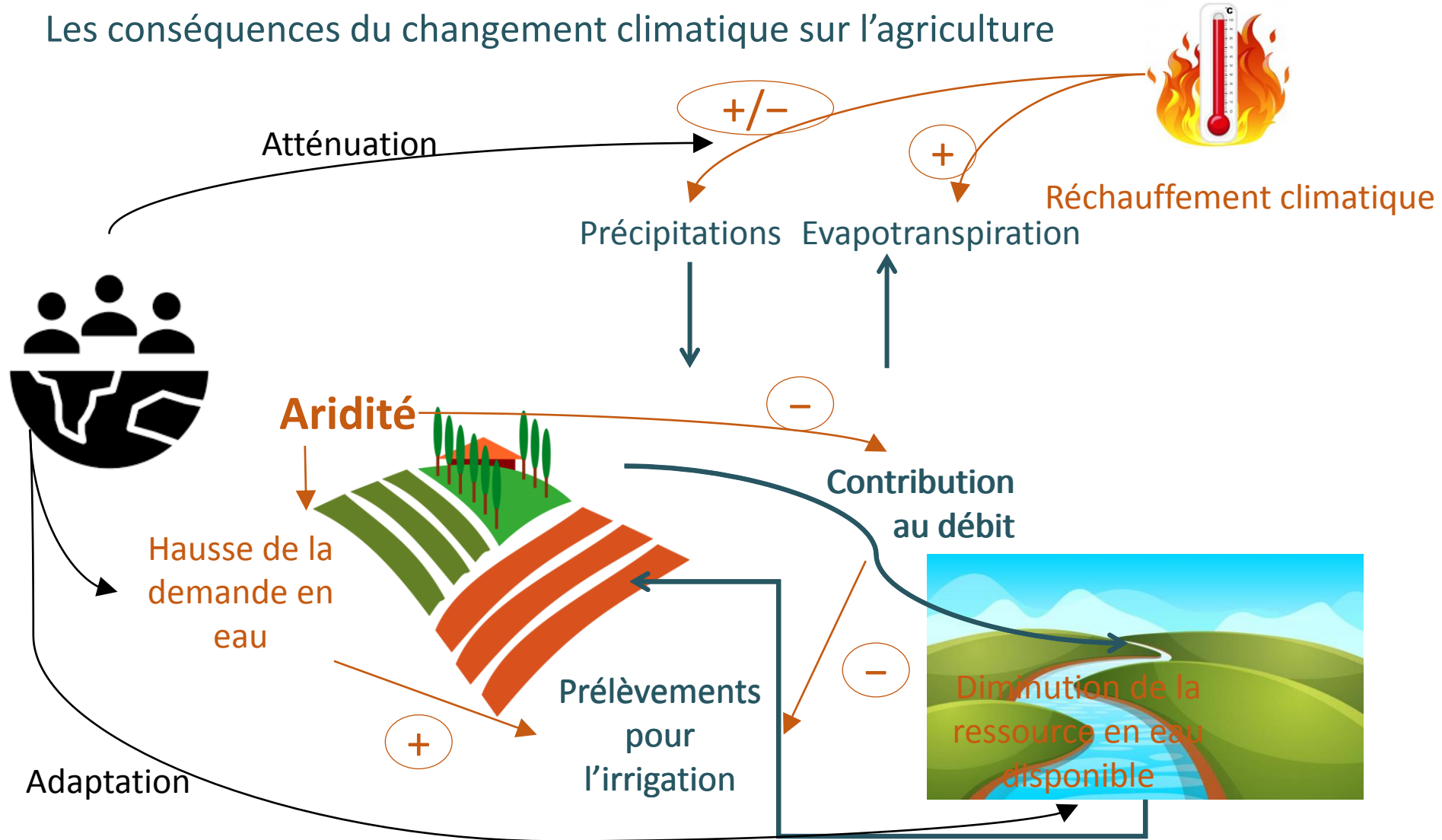
Abonnez-vous pour suivre les informations en temps réel

📘 Prefet06
🐦 @prefet06

Usages prioritaires = santé, sécurité, eau potable...

# ➤ L'agriculture en première ligne face au changement climatique

Les conséquences du changement climatique sur l'agriculture



# ➤ L'agriculture en première ligne face au changement climatique

Le changement climatique est déjà une réalité

AGRICULTURE - PÊCHE

## Sécheresse : la situation inquiète le monde agricole qui réclame des actions

Alors que la sécheresse qui sévit en France cet hiver fait craindre le pire pour l'été à venir, le monde agricole s'inquiète. Le "plan de sobriété sur l'eau" évoqué samedi par Emmanuel Macron de l'Agriculture résonne comme une douloureuse évidence.

Luc Servant : « La sécheresse de 2022 rappelle 1976 dont le bilan agricole avait été drar.

## Sécheresse : dans toute la France, tensions autour de l'eau

La quasi-totalité du territoire métropolitain était, vendredi, concernée par des restrictions d'eau, avec 73 départements placés en situation de « crise ». Partout, les crispations entre secteurs d'activité se multiplient.

### Affrontements

## Bassines de Sainte-Soline : des dizaines de blessés, 5 personnes en «urgence absolue»

Les affrontements entre manifestants et force de l'ordre ont été très violents ce samedi. 4 véhicules de gendarmerie ont été incendiés.

INRAE

Hydrologie et changement climatique

23/06/2025 / Impact HYDRO Banyuls/ Guillaume Thirel

## ➤ Besoin d'objectiver le débat : des outils pour planifier le partage de l'eau

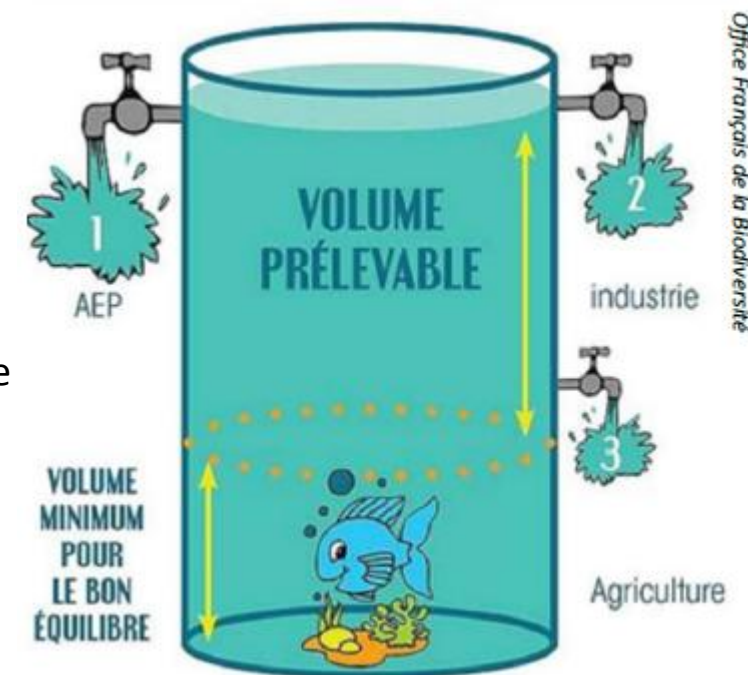
HMUC : Hydrologie – Milieux – Usages – Climat (Agence de l'eau Loire-Bretagne)

**Objectifs des études H.M.U.C :** Apporter des éléments de connaissances et de méthodes pour aider à la gestion de la ressource en eau, dans un contexte d'évolution des besoins et de changement climatique...

Les résultats de l'étude HMUC (ici sur la Sèvre Nantaise) doivent notamment permettre de :

- Améliorer les connaissances concernant la ressource en eau et ses usages sur le territoire, notamment en établissant une modélisation ré-exploitable
- Proposer, si nécessaire :
  1. une adaptation des objectifs de gestion structurelle (recherche de la satisfaction de l'ensemble des usages de l'eau en moyenne 8 années sur 10),
  2. une révision des objectifs de gestion de crise,
  3. un ajustement des volumes prélevables par unité de gestion,
  4. la définition des objectifs hivernaux de débits et de niveaux piézométriques.
- Analyser les possibilités de prélèvements sur l'ensemble de l'année,
- Engager un volet sur les perspectives d'évolution de tous ces éléments dans le cadre climatique.

Guide HMUC : [https://donnees-documents.eau-loire-bretagne.fr/files/live/mounts/midas/Donnees-et-documents/Sdage/Analyses\\_HMUC\\_Guide\\_et\\_r](https://donnees-documents.eau-loire-bretagne.fr/files/live/mounts/midas/Donnees-et-documents/Sdage/Analyses_HMUC_Guide_et_r)



INRAE

Hydrologie et changement climatique

23/06/2025 / Impact HYDRO Banyuls/ Guillaume Thirel

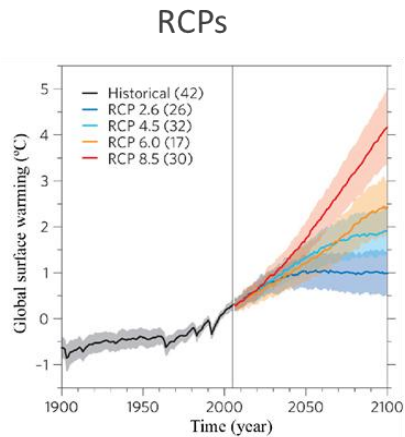
## ➤ Des résultats pas toujours bien reçus...



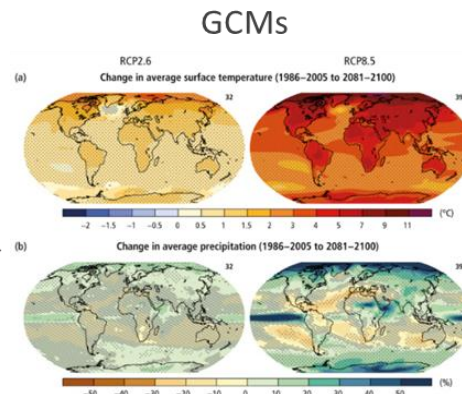
Les irrigants reprochent à l'EPTB d'avoir mené l'étude HMUC Vienne à charge.

<https://www.caracteres.fr/enterrement-de-lirrigation-devant-la-prefecture>

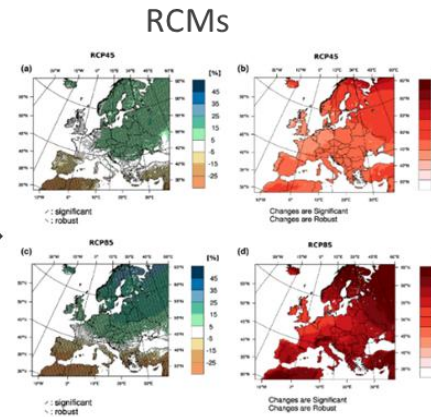
# ➤ Chaîne de modélisation de l'impact du changement climatique



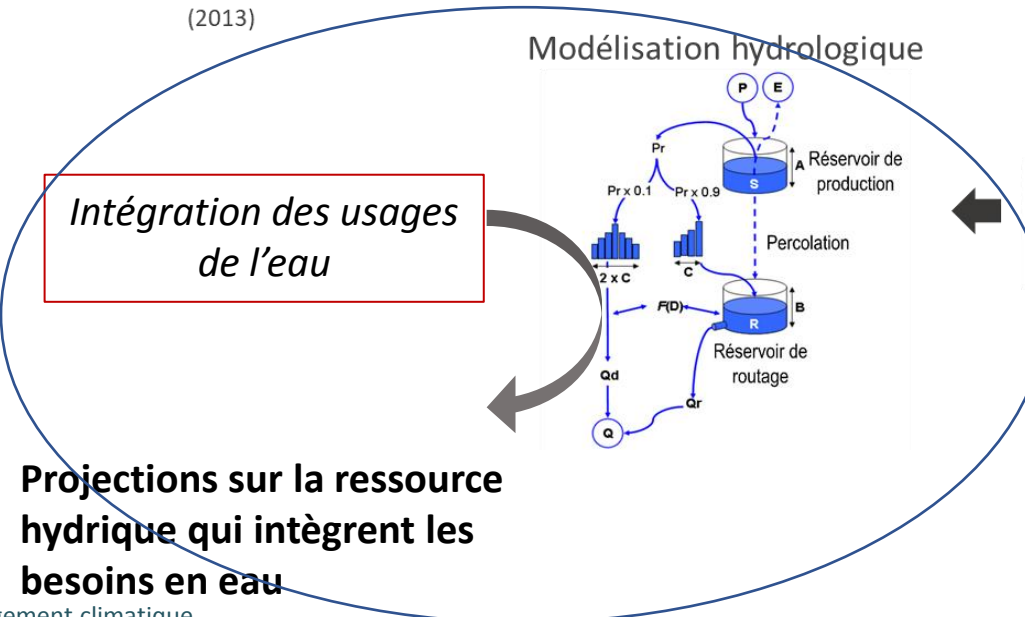
Source : Knutti and Sedláček (2013)



Source : GIEC 2014

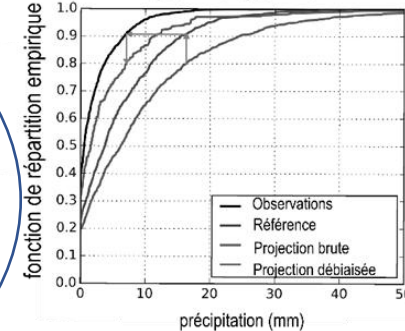


Source : Jacob et al., 2013

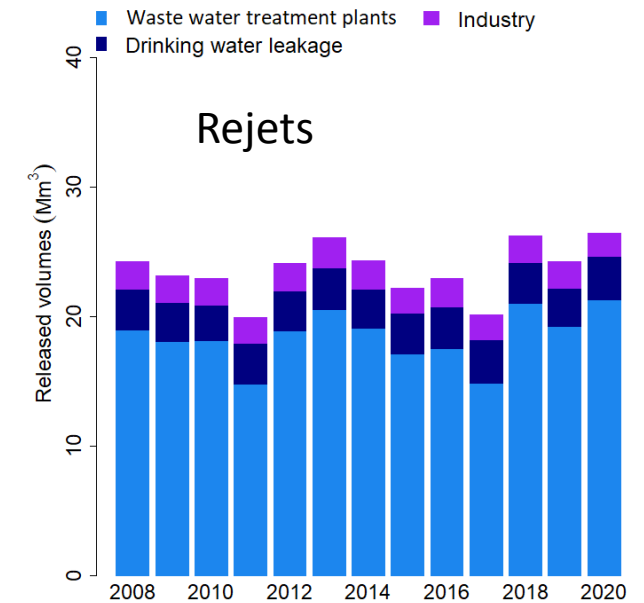
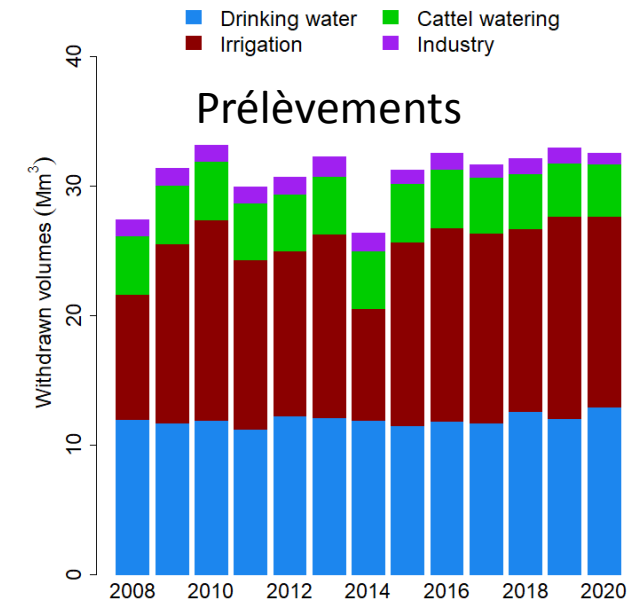
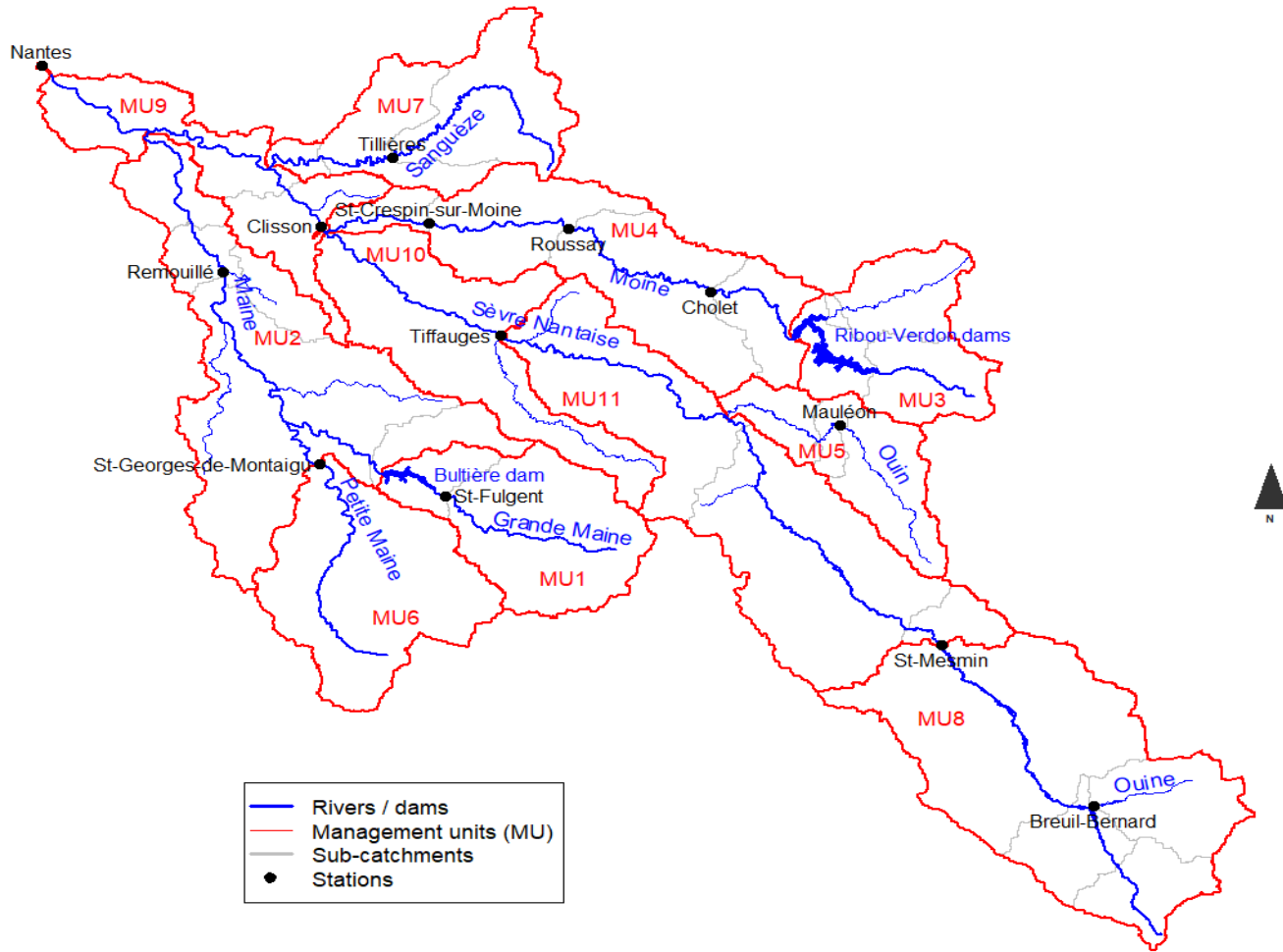


**Projections sur la ressource hydrique qui intègrent les besoins en eau**

Corrections de biais/  
Descente d'échelle  
quantile-quantile



# ➤ Le bassin de la Sèvre Nantaise

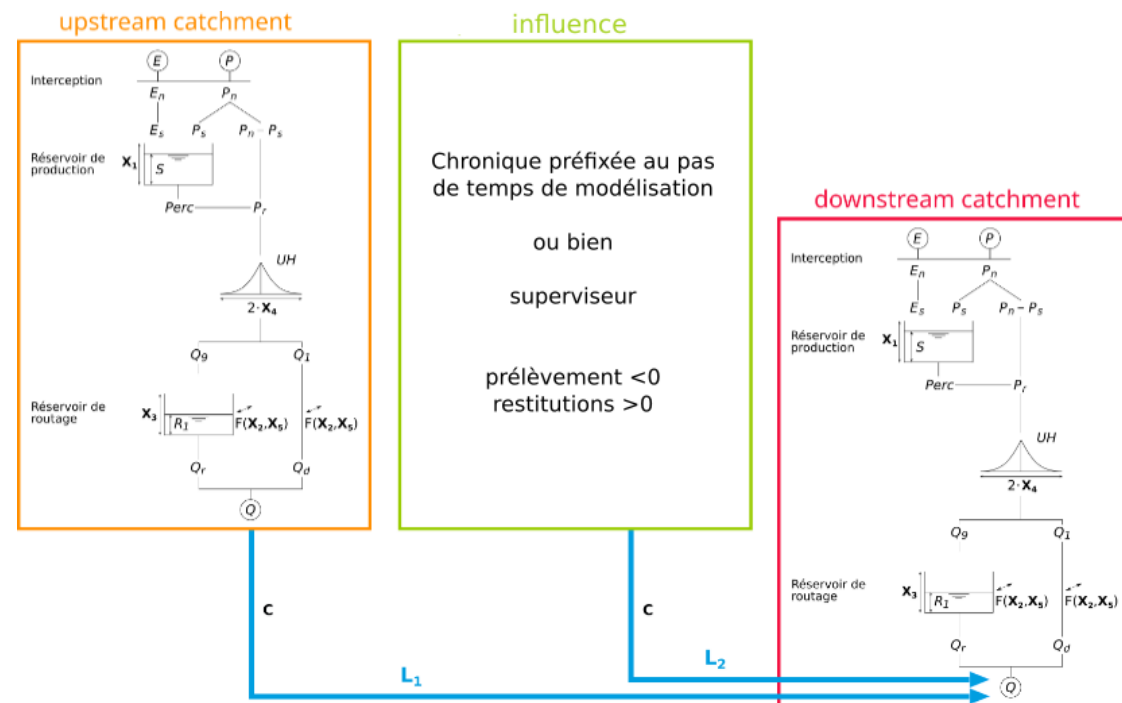
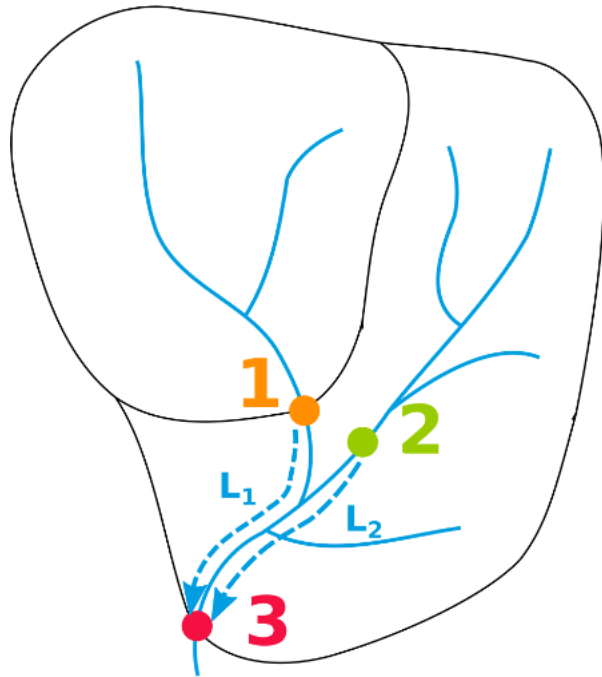


# ➤ Modélisation intégrée

Développement – Modélisation hydrologique



Modèle GR



*Possibilité d'inclure des « influences » en plus de bassins versants modélisés*



INRAE

Hydrologie et changement climatique

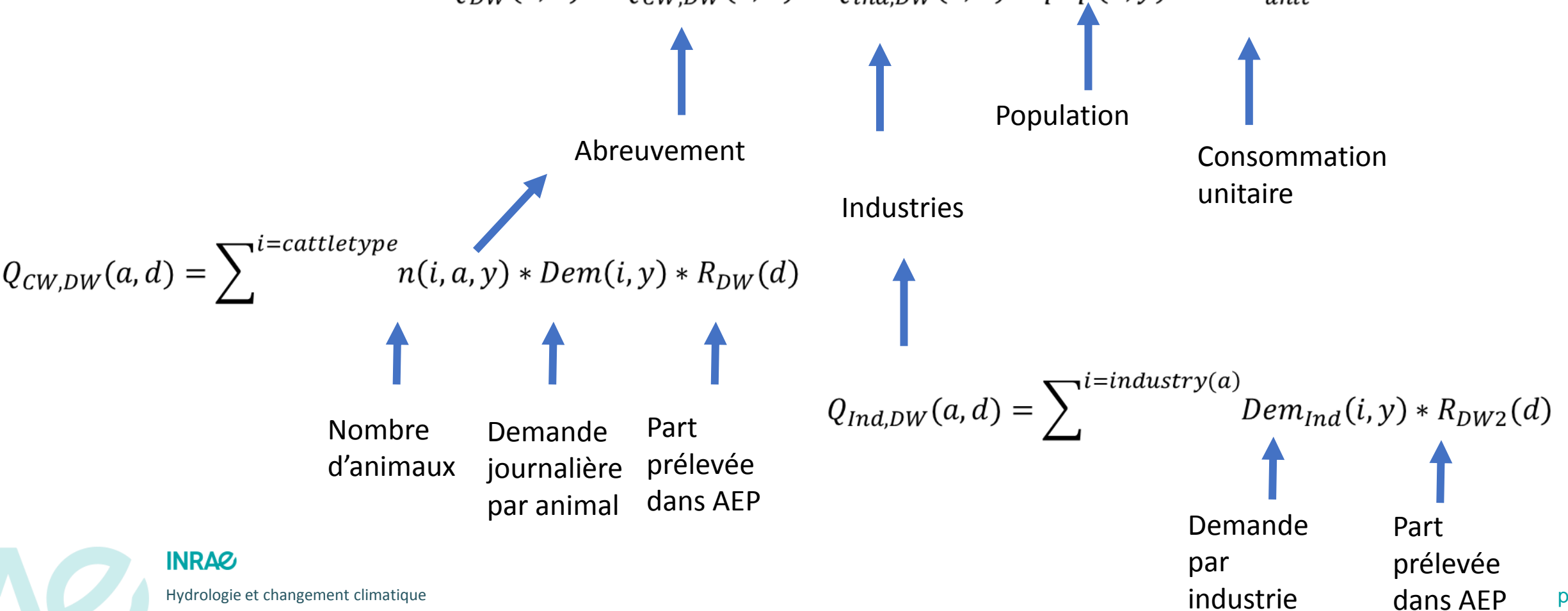
23/06/2025 / Impact HYDRO Banyuls/ Guillaume Thirel

# ➤ Exemple de modèle d'usage

## Alimentation en eau potable

La demande en eau potable quotidienne pour la zone a et le jour d vaut :

$$Q_{DW}(a, d) = Q_{CW,DW}(a, d) + Q_{ind,DW}(a, d) + pop(a, y) * Cons_{unit}$$



## ➤ Comment imaginer les évolutions sociétales futures ?



# ➤ Construction de scénarios sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise

## Méthode : Ateliers

1. Identification et compilation d'une littérature grise sur les évolutions: Globales / Nationales / Régionales / Locales
2. Ecriture de trois scénarios contrastés : Constant / Tendanciel / « Alternatif »
3. Définition de la variation de paramètres de modélisation (surface agricole irriguée, population, efficacité des réseaux d'eau potable...)
4. Préparation et envoi d'un rapport détaillant cela aux acteurs du territoire (chambres d'agriculture, producteurs d'eau potable, associations, instituts publics...)
5. Ateliers pour confronter ces scénarios et les paramètres à la réalité du terrain
6. Ajustement des scénarios et des paramètres



## ➤ Construction de scénarios sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise

Exemple pour l'alimentation en eau potable et l'assainissement

Item	Spatial scale	Unit	Reference	2016-2045	2036-2065	2056-2085
Drinking water and sewage treatment						
Population	Heterogeneous over the catchment	Percentage of evolution	2020	From 0 to +0.5 % between 2023 and 2059 following a linear trend. Stable after 2059. Main cities follow a higher increase (+0.2 %), while rural areas follow a lower increase (-0.2 %)		
Consumption per unit				Stable overall, then -1 % per year from 2040 to 2050		
Drinking water network efficiency	Whole catchment	Rate		+0.08 % per year		
Partition between collective and individual sewage treatment				Incoming population considered as within the collective network		
Inter-catchment transfers				-		
				Unchanged except if already planned		

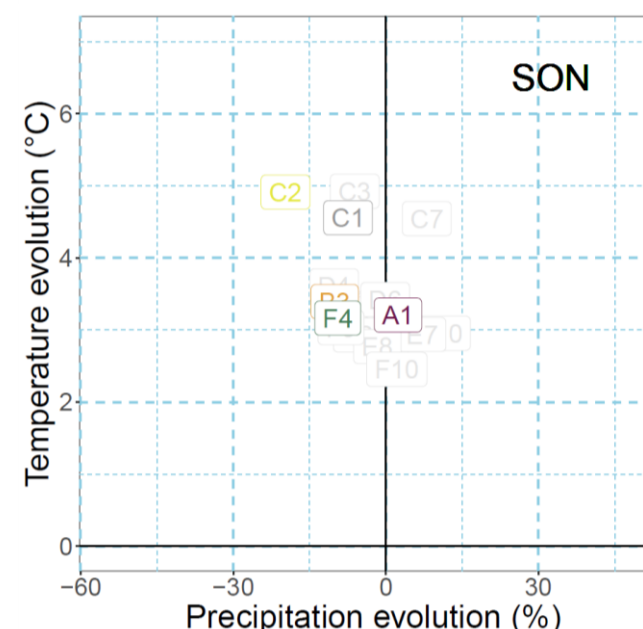
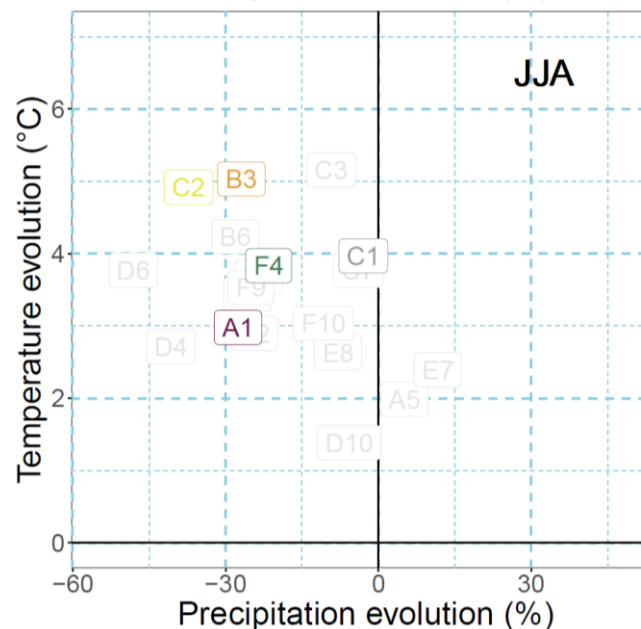
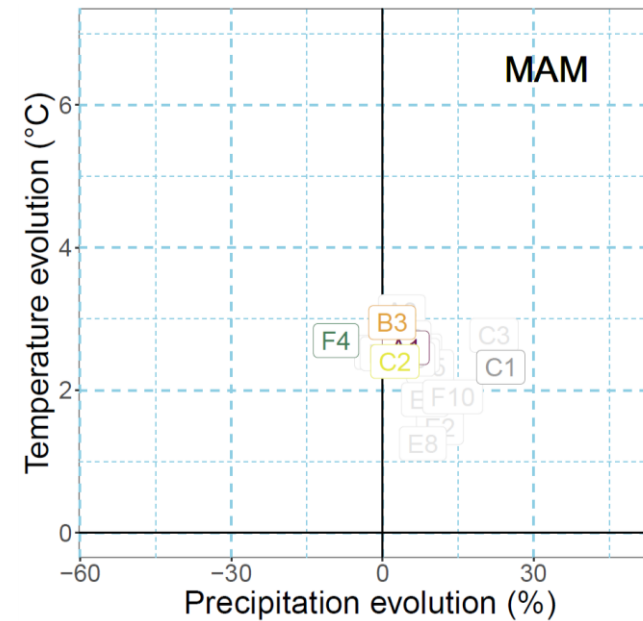
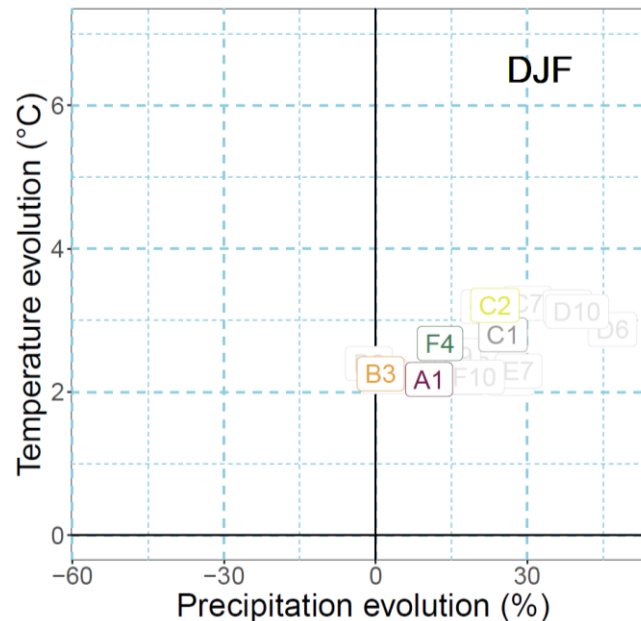
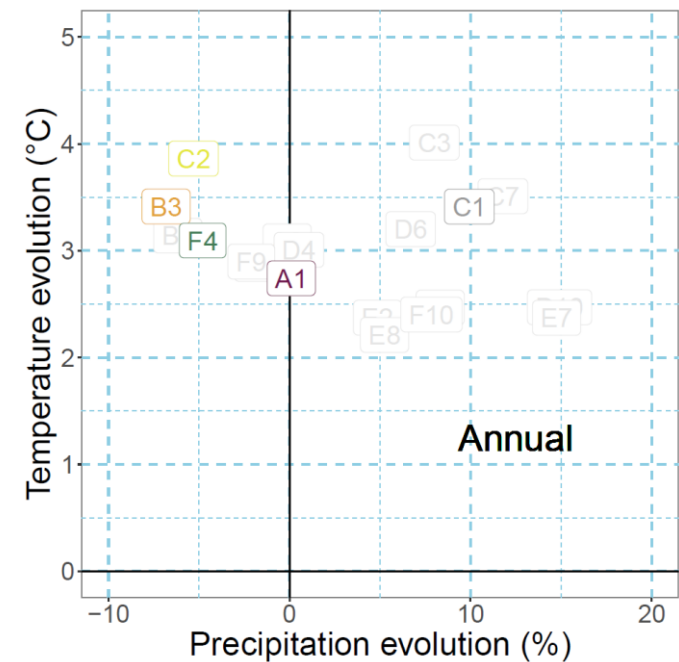
# ➤ Construction de scénarios sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise

## Exemple pour l'agriculture et l'industrie

Agriculture						
Dairy cows	Whole catchment	Percentage of evolution of the number of heads	2020	-0.6 % per year		
Suckler cows				-1.4 % per year		
Calves				-0.7 % per year		
Porks				-0.5 % per year		
Poultry				-1.4 % per year		
Consumption per unit		L d <sup>-1</sup> head <sup>-1</sup>	Unchanged (except during days with air temperature > 30 °C)			
Part of water withdrawal coming from the drinking water network		Rate	+5 %	+10 %	+20 %	
Total cultivated area		Percentage of evolution	2020	Unchanged		
Crop rotation		Type of crop		Wheat is partly replaced by barley, and maize by sorghum, at a rate of 0.5 % per year.		
Vine water spraying		-		On half of vineyards		
Irrigation practices		-		Unchanged		
Irrigated surfaces		km <sup>2</sup>	+5 %	+10 %	+15 %	
Industries						
Industrial activity	Whole catchment	Percentage of evolution	2020	+1 %	+2 %	+3 %
Consumption per unit				-4 %	-6 %	-8 %

# ➤ Sélection des projections climatiques : approche des narratifs

Parmi les projections Explore2



INRAE

Hydrologie et changement climatique

23/06/2025 / Impact HYDRO Banyuls/ Guillaume Thirel



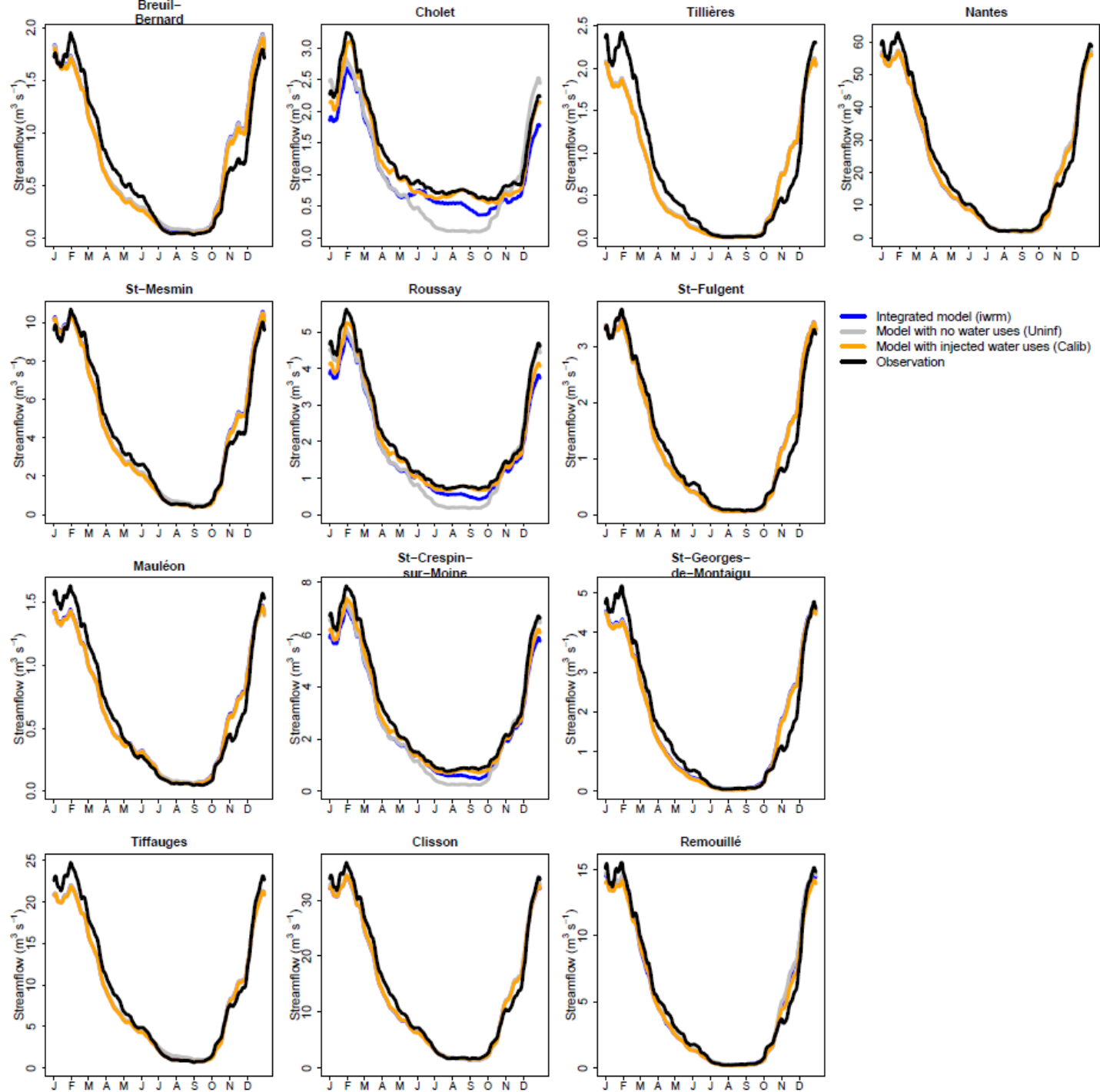
➤ Quelques résultats

# ➤ Régimes interannuels

2008-2020

Forçage SAFRAN

- Impact des usages qui diffère selon les bassins



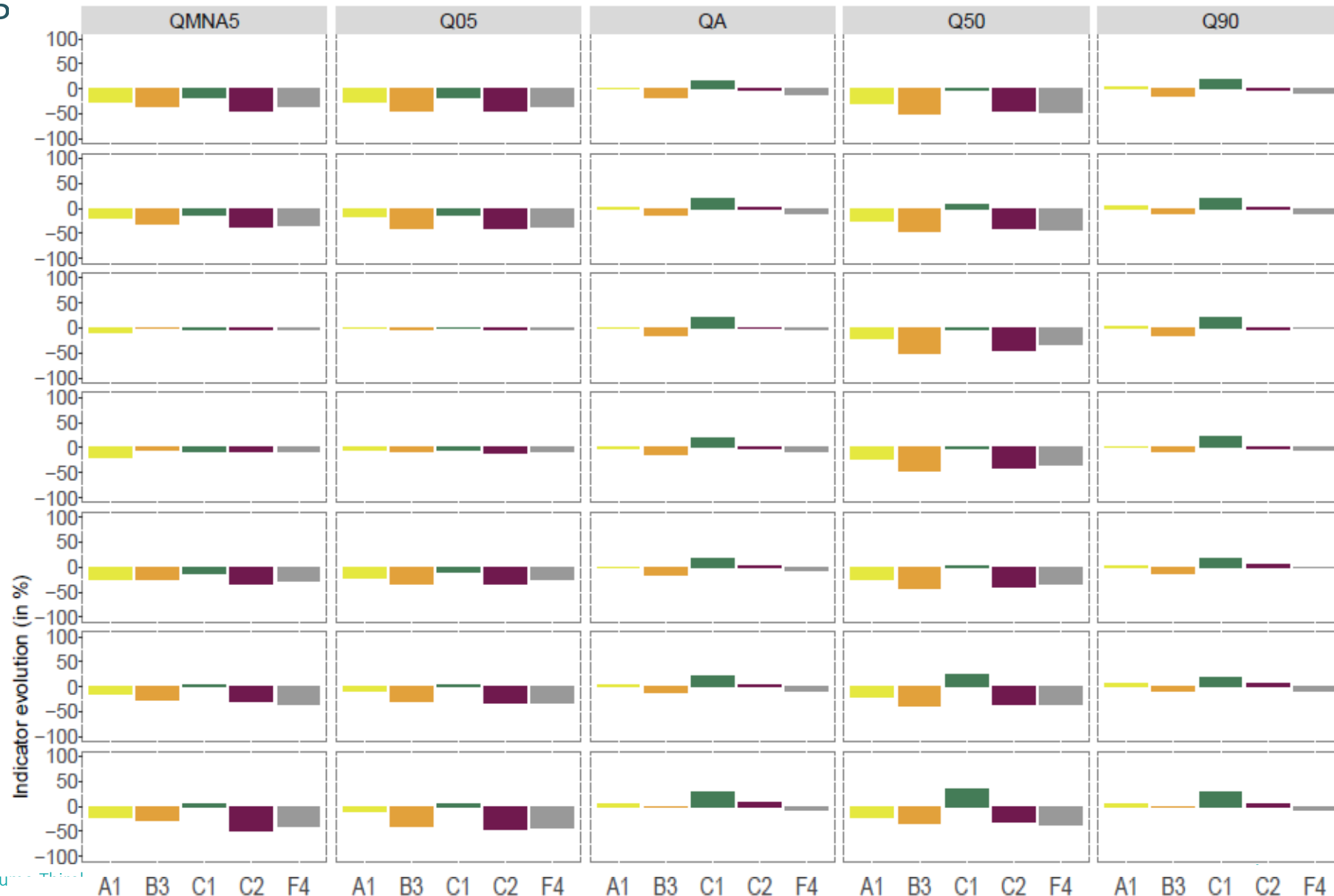
INRAE

Hydrologie et changement climatique

23/06/2025 / Impact HYDRO Banyuls/ Guillaume Thirel

# ➤ Evolution d'indicateurs hydrologiques non influencés

2070-2100 vs 1976-2005



- Baisse forte des bas débits et débits moyens (sauf narratif vert)
- Incertitude sur les forts débits



INRAE

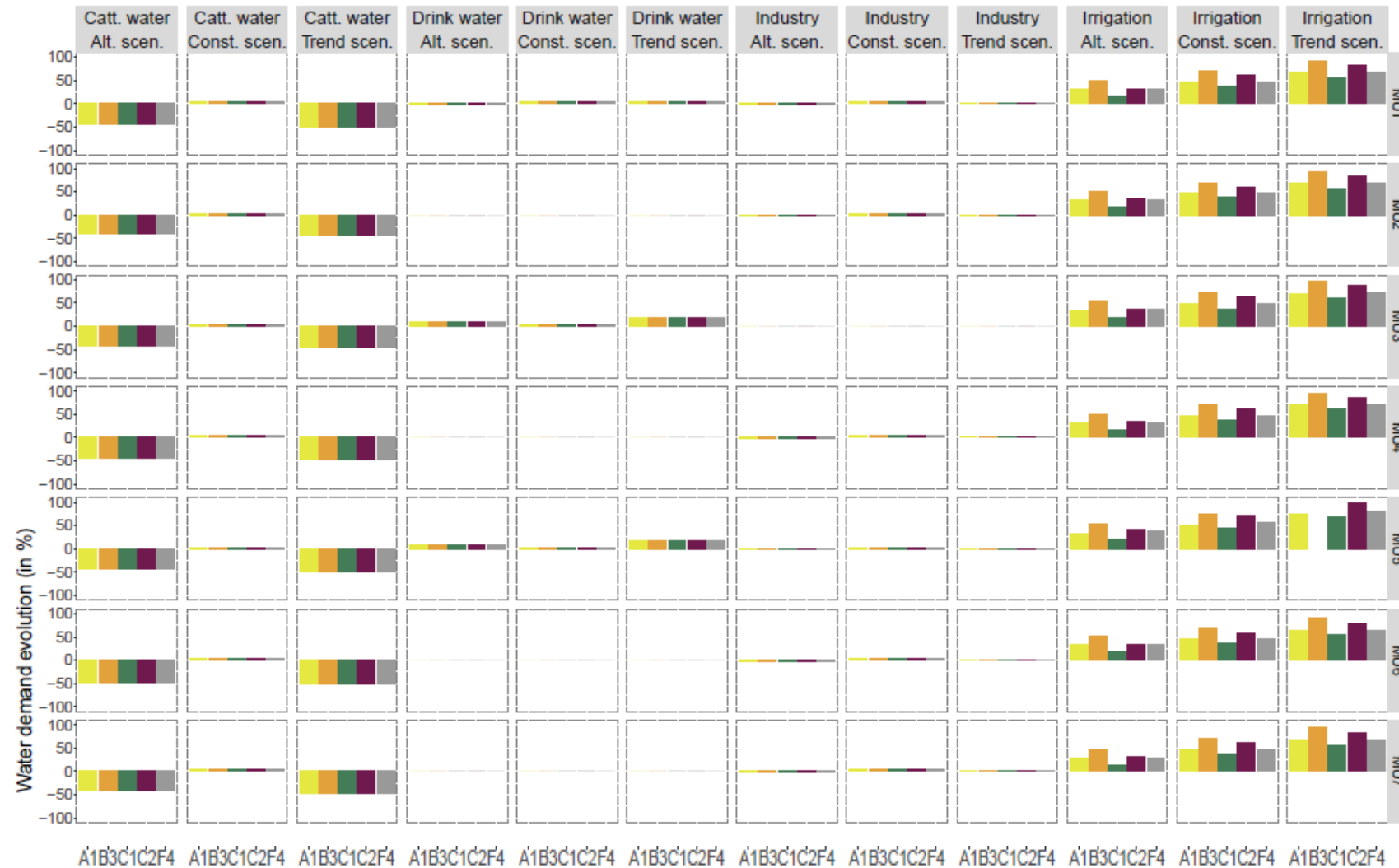
Hydrologie et changement climatique

23/06/2025 / Impact HYDRO Banyuls/ Guilla...

# ➤ Evolution de la demande en eau

2070-2100 vs 1976-2005

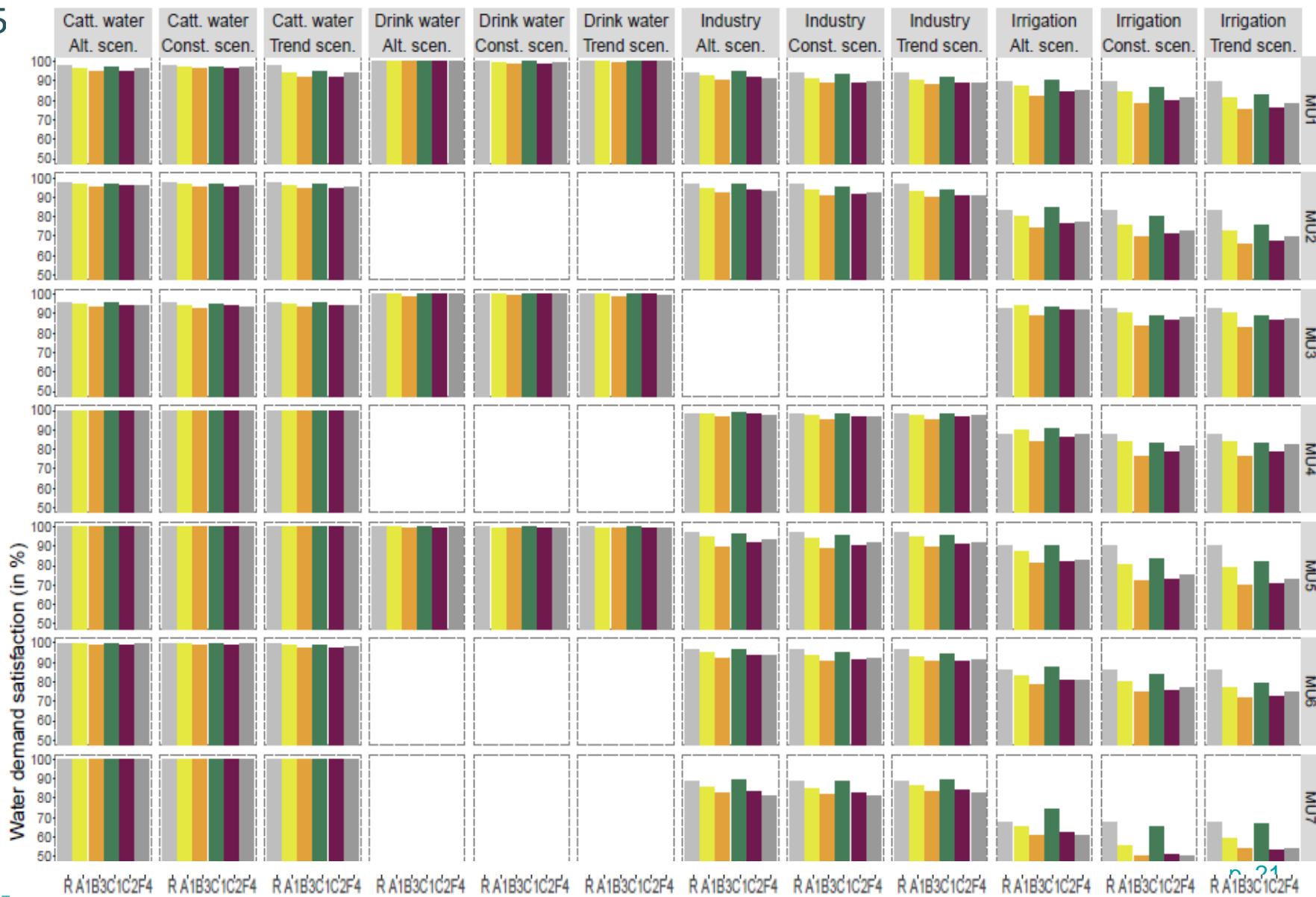
- Baisse de la demande abreuvement
- Augmentation de la demande AEP
- Augmentation de la demande irrigation (forte dépendance au climat)



# ➤ Evolution de la satisfaction de la demande en eau

2070-2100 ET 1976-2005

- Baisse de la satisfaction des usages non prioritaires



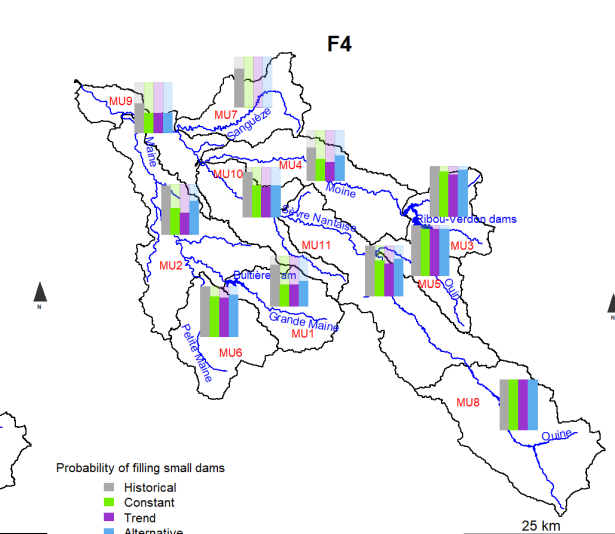
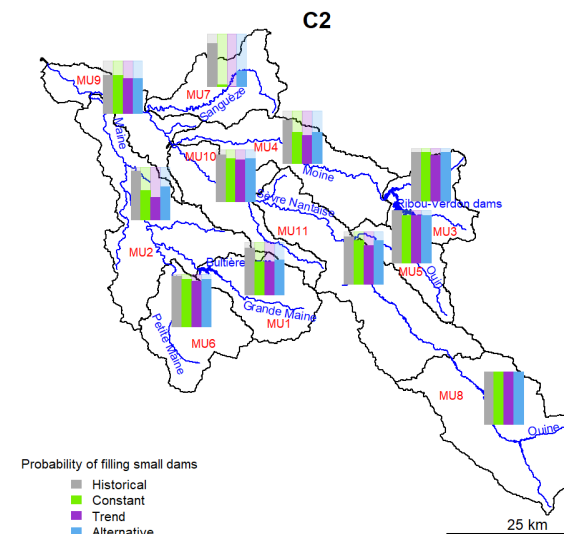
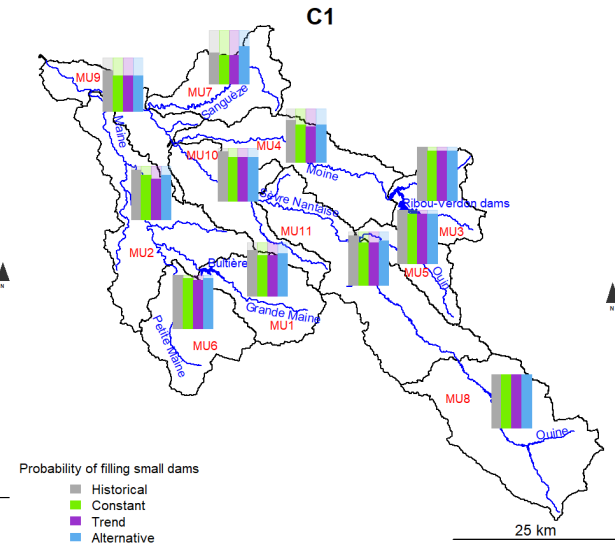
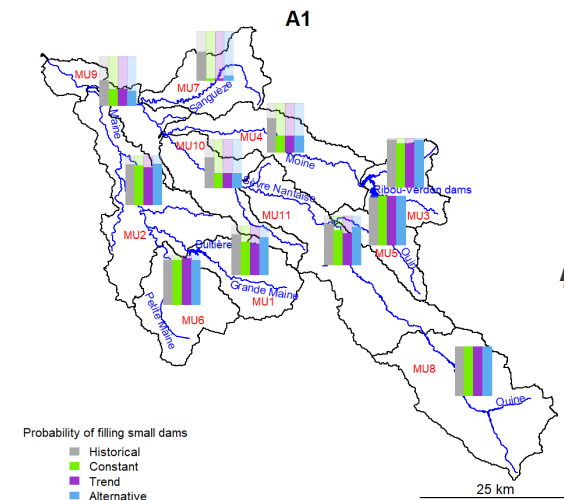
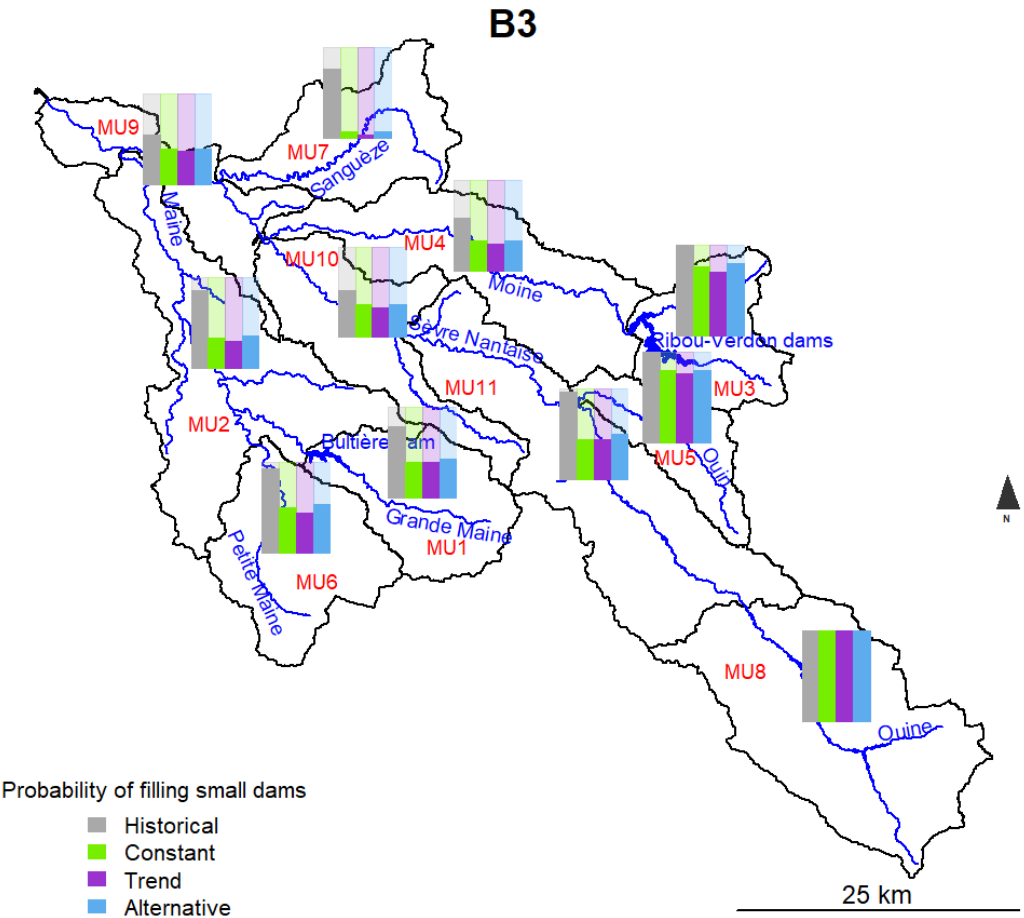
INRAE

Hydrologie et changement climatique

23/06/2025 / Impact HYDRO Banyuls/ Guillaume T...

# ➤ Probabilités de remplissage des retenues d'eau d'irrigation

2070-2100 ET 1976-2005



## > Merci !

### Rapports HMUC :

Léonard Santos, Anthony Thomas, Laurent Mounereau, Guillaume Thirel. Etude HMUC : Rapport Phase 1 - Analyse des données et définition des besoins complémentaires. INRAE; EPTB Sèvre Nantaise. 2022, pp.1-115. [hal-03962321](#)

Léonard Santos, Evelyne Tales, Aaron Bluche, Anthony Thomas, Laurent Mounereau, et al.. Etude HMUC : Rapport Phase 2 - État des lieux / Diagnostic / Constitution de la modélisation. INRAE; EPTB Sèvre Nantaise. 2023, pp.1-324. [hal-04008873](#)

Léonard Santos, Gaëlle Tallec, Evelyne Tales, Aaron Bluche, Bertrand You, et al.. Étude HMUC : Rapport Phase 3. Définition des débits biologiques - Analyses prospectives : besoins futurs et changement climatique. INRAE; EPTB Sèvre Nantaise. 2025. [hal-04355199v2](#)

Léonard Santos, Anthony Thomas, Laurent Mounereau, Guillaume Thirel. Étude HMUC : Rapport Phase 4. Quantification des volumes prélevables et programme d'actions. INRAE. 2025. [hal-04650908](#)

### Thèses :

Lemaitre-Basset, T., 2023. Importance de la demande en eau atmosphérique et anthropique en contexte de changement climatique sur la durabilité de la gestion de la ressource : cas d'étude du bassin versant de la Moselle en France. INRAE (Antony), Sorbonne Université (Paris), GRNE (Paris), 211 pp. <https://www.theses.fr/2023SORUS120>

Soutif-Bellenger, M., 2023. Eau, agriculture, changement climatique. Apports d'une modélisation intégrée agro-hydrologique pour l'adaptation. Hydrologie. Sorbonne Université, 2023. Français. INRAE (Antony), Sorbonne Université (Paris), GRNE (Paris), 287 pp. <https://theses.hal.science/tel-04485778>