

■ Régions • Auvergne-Rhône-Alpes • Bourgogne-Franche-Comté • Centre-Val de Loire • Nouvelle-Aquitaine • Occitanie • Pays de la Loire  
 Départements • Allier • Ardèche • Cher • Creuse • Indre-et-Loire • Loir-et-Cher • Loire • Haute-Loire • Loire-Atlantique • Loiret • Lozère • Maine-et-Loire • Nièvre • Puy-de-Dôme • Saône-et-Loire • Haute-Vienne  
 ■ Villes, Agglos et Métropoles • Agglomération de Nevers •



• Angers Loire Métropole • Blois • Bourges • Châteauroux • Clermont Communauté • Limoges • Montluçon • Moulins Communauté • Nantes Métropole • Orléans • Roannais Agglomération • Saint-Etienne-Métropole • Saint-Nazaire • Saumur Val de Loire • Tour(s)plus • Vichy • Vierzon  
 ■ SICALA • Allier • Cher • Indre-et-Loire • Haute-Loire • Maine-et-Loire • Nièvre • Saône-et-Loire



10 mars 2017

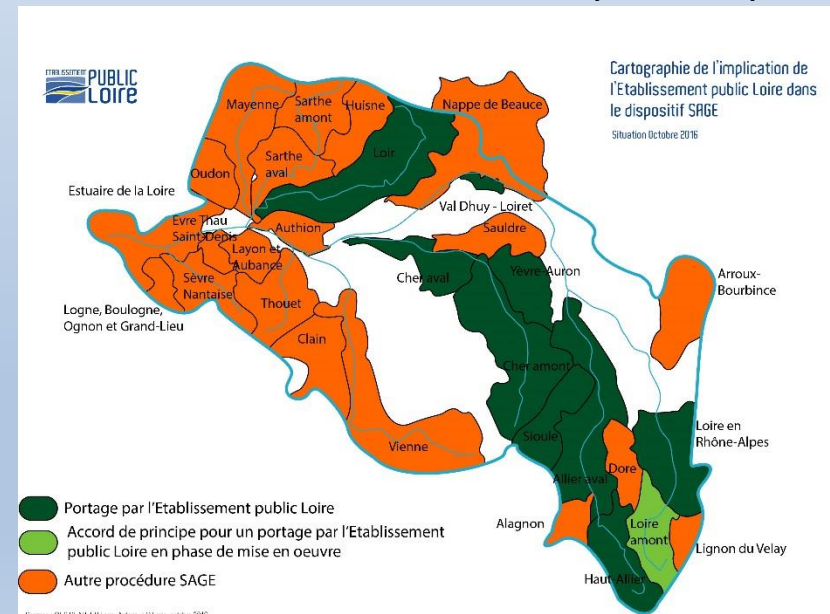




## **Le contexte et les objectifs de la démarche**



- Actions de l'EP Loire depuis 2007 visant l'adaptation aux impacts du changement climatique du bassin fluvial ([en savoir +](#)), avec la volonté de :
  - Utiliser et partager les connaissances scientifiques déjà acquises
  - Les intégrer opérationnellement dans certaines de ses interventions (gestion des barrages de Naussac et de Villerest, portage de SAGE)
- Objectif de l'opération. **Assurer la restitution des données disponibles relatives aux impacts du changement climatique, sur les territoires des 9 SAGE portés par l'Etablissement pour :**
  - Informer des connaissances existantes et des impacts potentiels du changement climatique
  - Mettre à disposition les connaissances pour faciliter leur réutilisation éventuelle sur les territoires
  - Sensibiliser aux enjeux de l'adaptation



- Elaboration (2016-2017) par le Comité de bassin Loire-Bretagne d'un plan de bassin d'adaptation au changement climatique ([en savoir +](#)).



Proposer une restitution adaptée des impacts liés au changement climatique

- cible territoriale : les 9 SAGES portés par l'Établissement Public de la Loire
- valorisation et exploitation des études existantes sur le bassin de la Loire :
  - Explore 2070 (portée par le Ministère)
  - ICC Hydroqual (portée par l'EP Loire)

→ Principalement évolution des débits, et température de l'eau

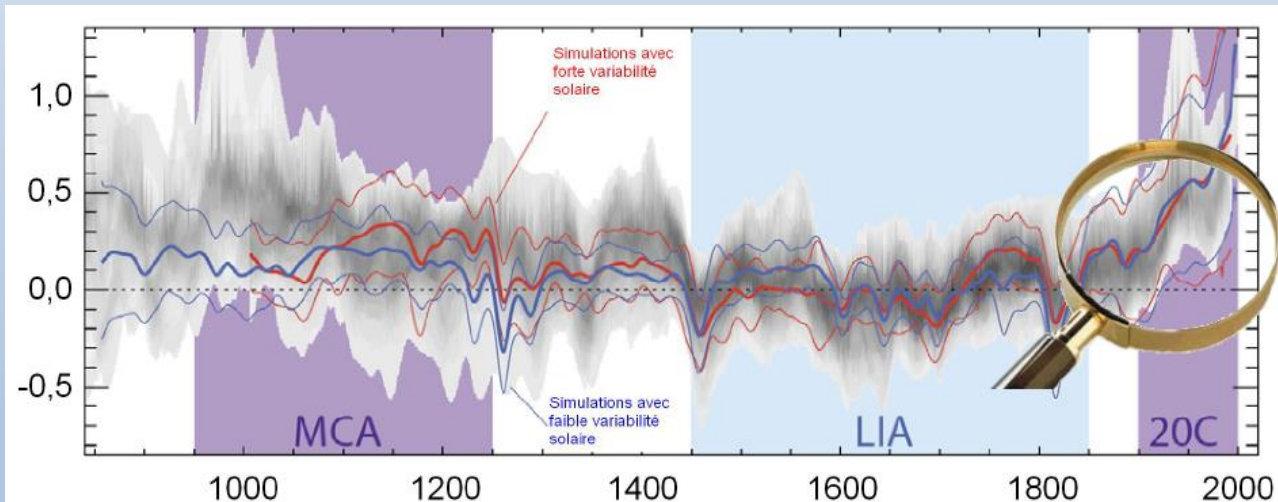
- ✓ Sensibilisation des membres de la CLE aux impacts possibles du changement climatique
- ✓ Bilan et restitution de **l'état actuel des connaissances** sur le bassin (≠étude spécifique à chaque SAGE)
- ✓ Transcription en termes d'enjeux du SAGE
- ✓ Livraison d'un fichier avec les indicateurs et graphiques d'évolution du climat et des débits



**Qu'apprend-t-on des observations ?**



- Réchauffement du système climatique = sans équivoque / depuis les années 1950.
- Chacune des trois dernières décennies = successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850.
- Concentrations de CO<sub>2</sub> ↗ +40% depuis la période préindustrielle.
- (Groupe d'Experts étudiant l'évolution du Climat, 2013)

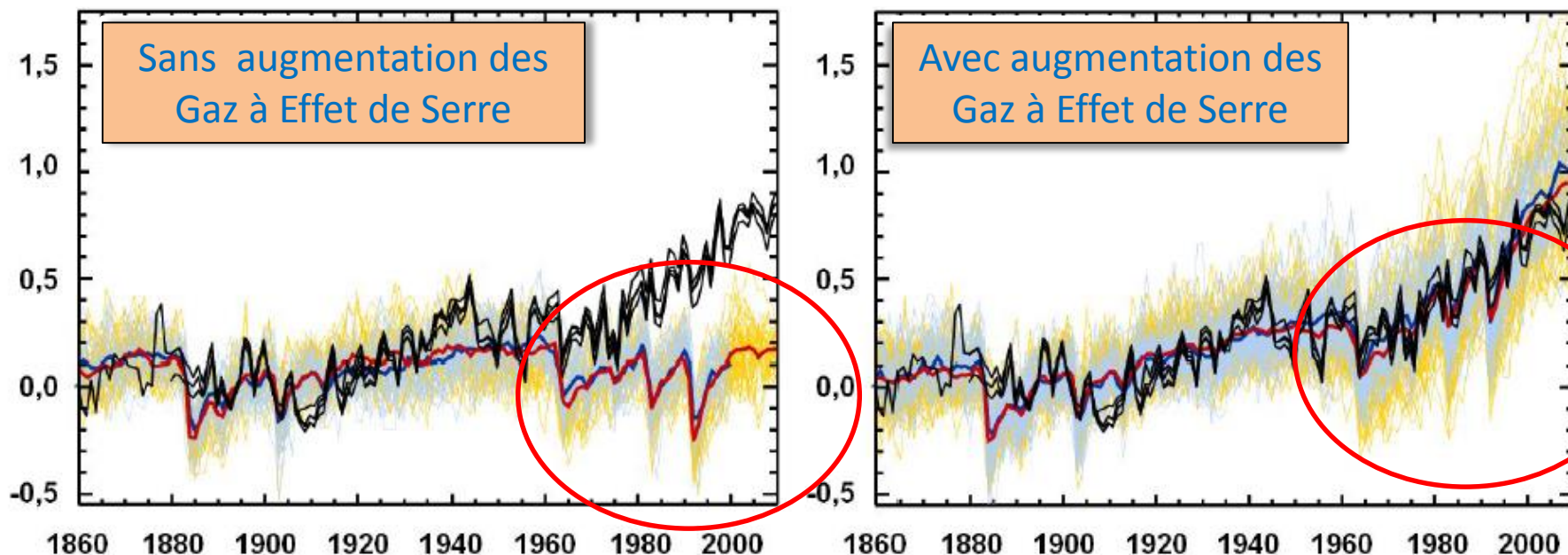


Évolutions de la température moyenne de l'hémisphère Nord  
en surface relatives à 1500-1850 (°C)

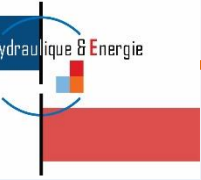
MCA: Anomalie Climatique Médiévale  
LIA: Petit Age Glaciaire

# Gaz à Effet de Serre (GES) à l'origine du réchauffement climatique = hypothèse fondatrice

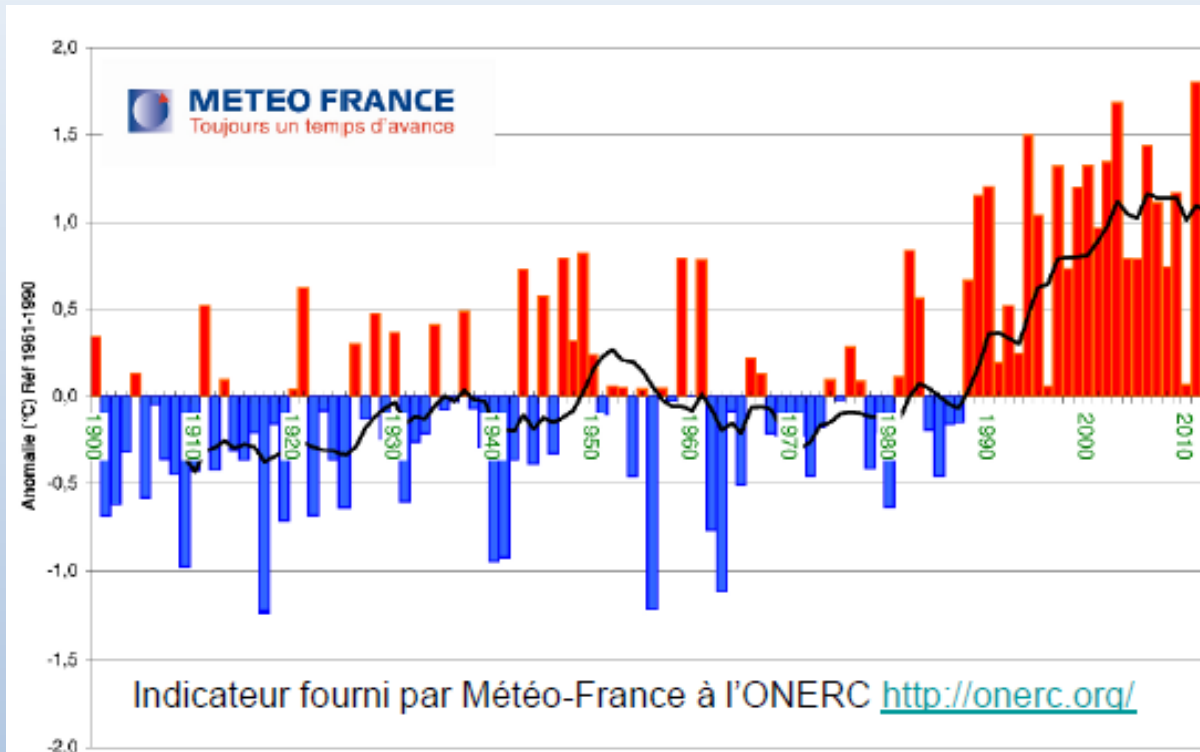
Température moyenne: anomalies relatives à 1880-1919 (°C)






- Observations
- Simulations « ancienne version » (2007)
- Simulations « nouvelle version » (2013)



## Evolution de la température moyenne sur la période 1900-2012



-  Ecart de température /moyenne 1961-1990
-  Ecart de température /moyenne 1961-1990
-  Moyenne sur 10 dix ans

### Année 2011 :

- ✓ T° moyenne supérieure de 1,8 °C à la moyenne de la période 1961-1990.
- ✓ Année la plus chaude en France métropolitaine depuis 1900, battant le précédent record de 2003 (+1.7°C).





## **Etudes d'impact : processus et incertitudes associées**





<https://vimeo.com/85531294>





## Ce qu'on peut retenir :

- L'étude du Climat  $\neq$  Prévisions météorologiques
- ✓ Le climat est modélisé par de nombreux modèles climatiques différents
- ✓ Les projections obtenues sont dispersées, avec des points de convergence et des points de divergence.
- ✓ Chaque projection climatique a le même niveau de chance de se produire.
- ✓ Nécessité de traiter plusieurs projections climatiques.
- ✓ Ne pas se focaliser sur les valeurs absolues (tendances ? points de convergences entre les projections climatiques ?)
- ✓ Inertie du système climatique





- Des précisions?
- Quelles réalités du changement climatique sur votre territoire?
- Avez-vous déjà constaté des évolutions?





## **Etudes / Données existantes sur les impacts du changement climatique**





- **Explore 2070** (2010-2012, portée par le Ministère de l'Environnement) : évolution du climat et des débits à l'échelle de la France et Outre-Mer
- **ICC Hydroqual** (2008-2010, portée par l'EP Loire) : évolution des débits et de la température de l'eau à l'échelle du bassin de la Loire et ses affluents
- Vocabulaire utilisé par la suite :
  - ✓ Temps Présent : période jusqu'en 2000
  - ✓ Horizons des projections climatiques : **Milieu du Siècle** (MS horizon 2065) / **Fin du Siècle** ( FS horizon 2100)

### Des hypothèses communes :

- ✓ Se basent sur les modélisations climatiques du 4<sup>e</sup> rapport du GIEC (2007)
- ✓ Scénario d'émission de gaz à effet de serre médian
- ✓ 7 projections dans Explore 2070
- ✓ 14 projections dans ICC Hydroqual





- Evolution des **précipitations, températures**, ETP ou **évapotranspiration** (données restituées à l'échelle mensuelle)
- Evolution des eaux de surface (**débits mensuels**)
- Peu d'éléments sur les eaux souterraines :  
une indication du **taux de recharge** (volume d'eau infiltré dans les nappes, à l'échelle de grands bassins versants)  
Peu de résultats localement
- Evolution de la **température de l'eau** (le long de la Loire et ses affluents)





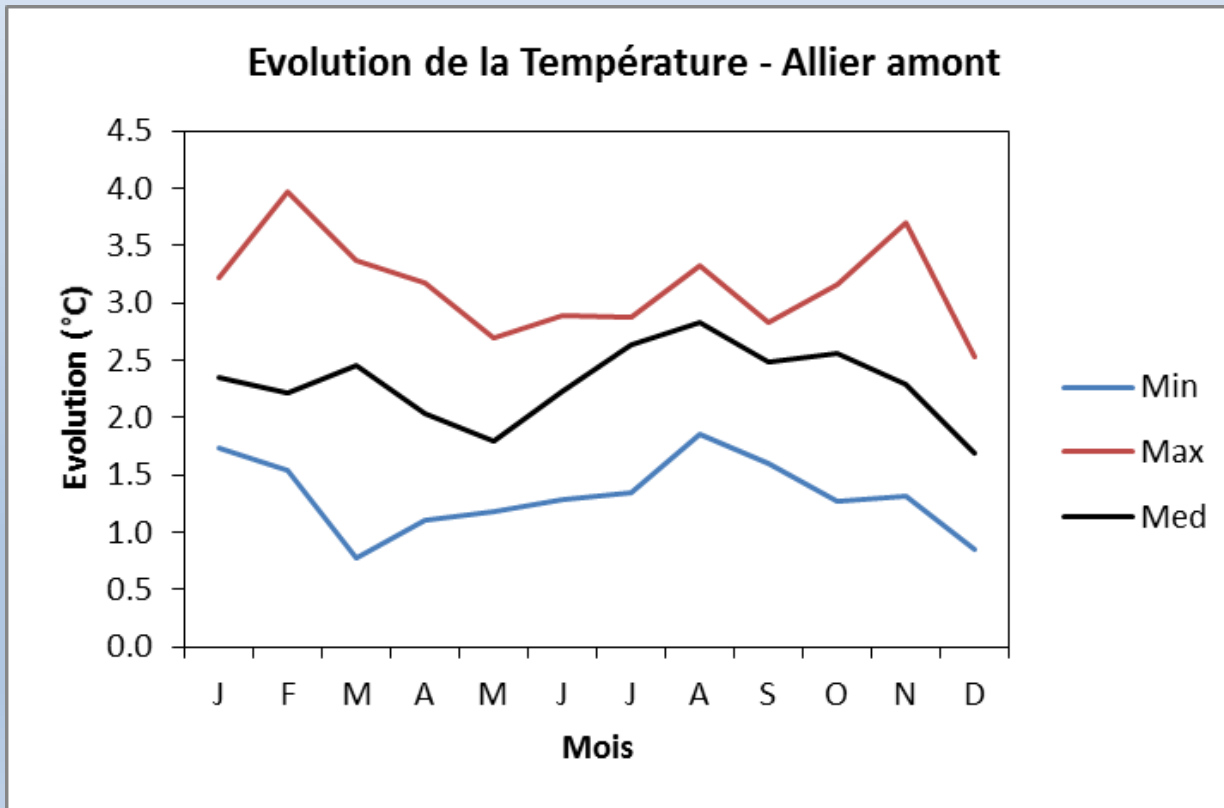
## **Les effets du Changement Climatique en termes d'impact sur le territoire du SAGE**





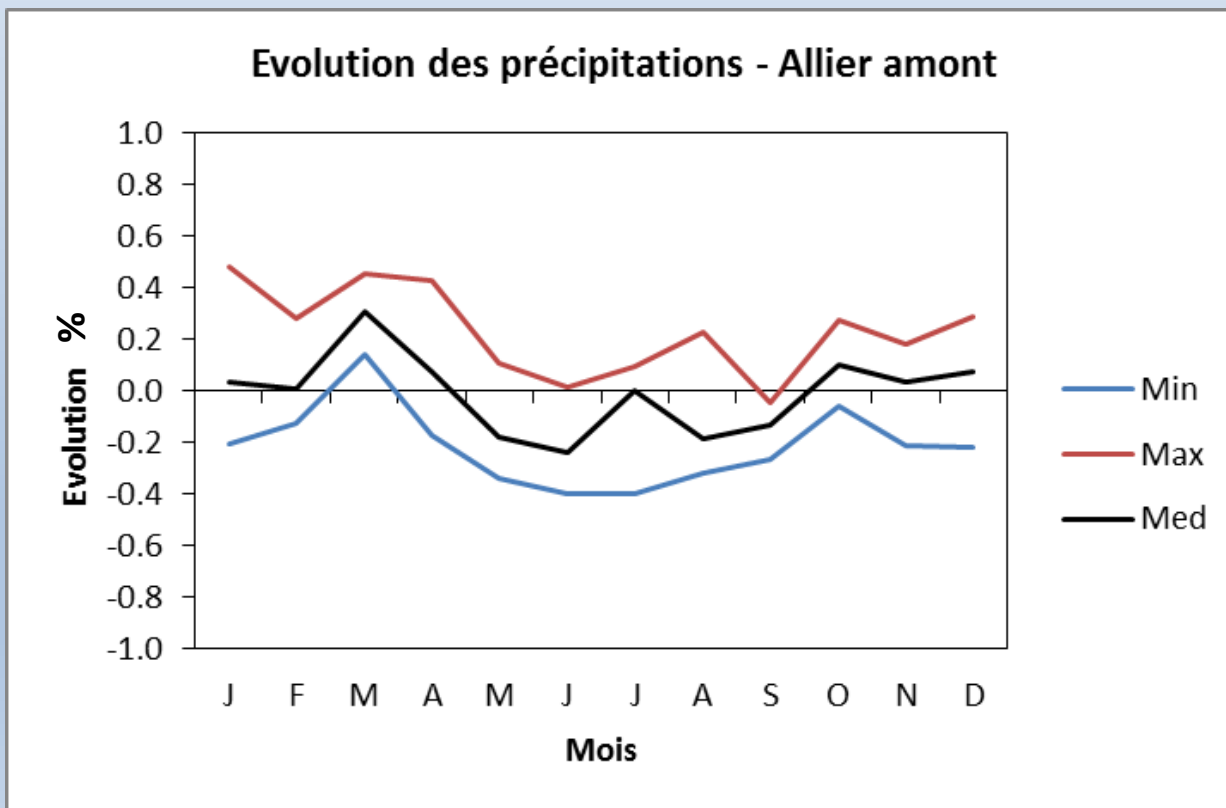


- Réchauffement de l'ordre de 2.2 à 2.3°C en Milieu Siècle.
- + important en été et en d'automne.
- + prononcé en Fin Siècle.

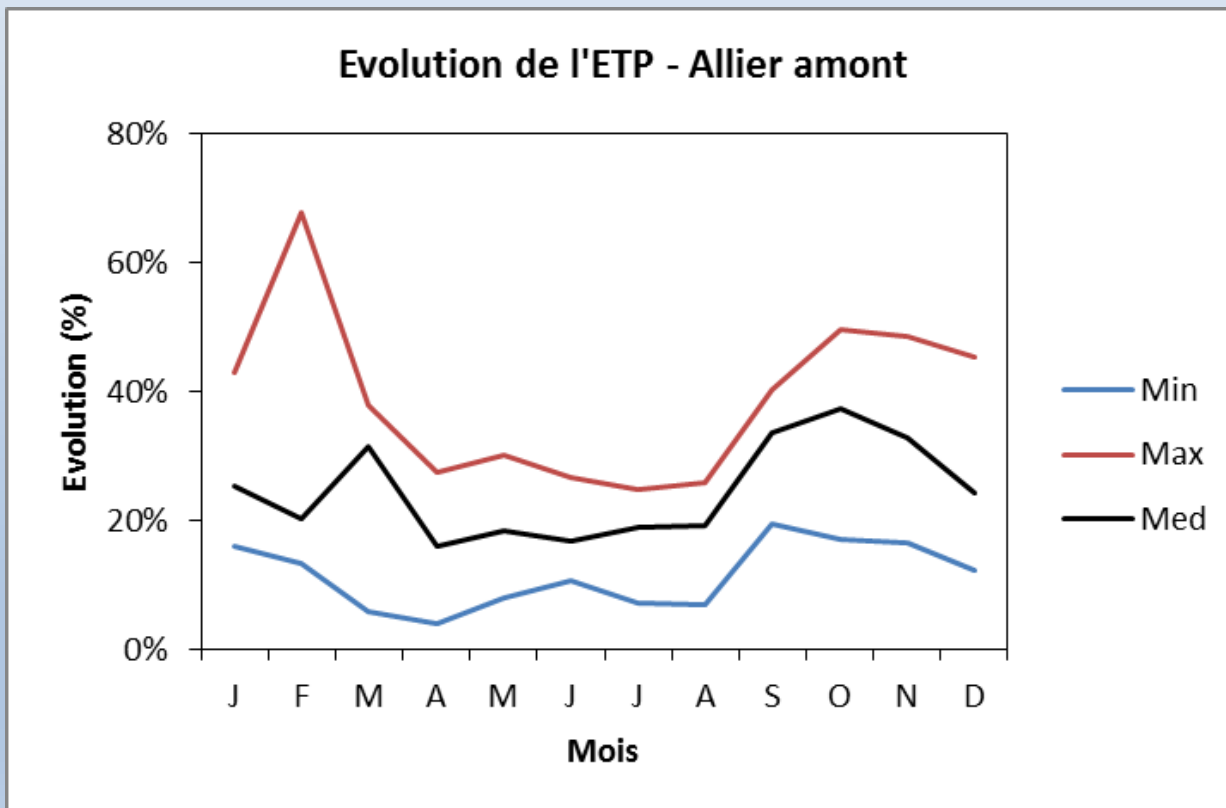




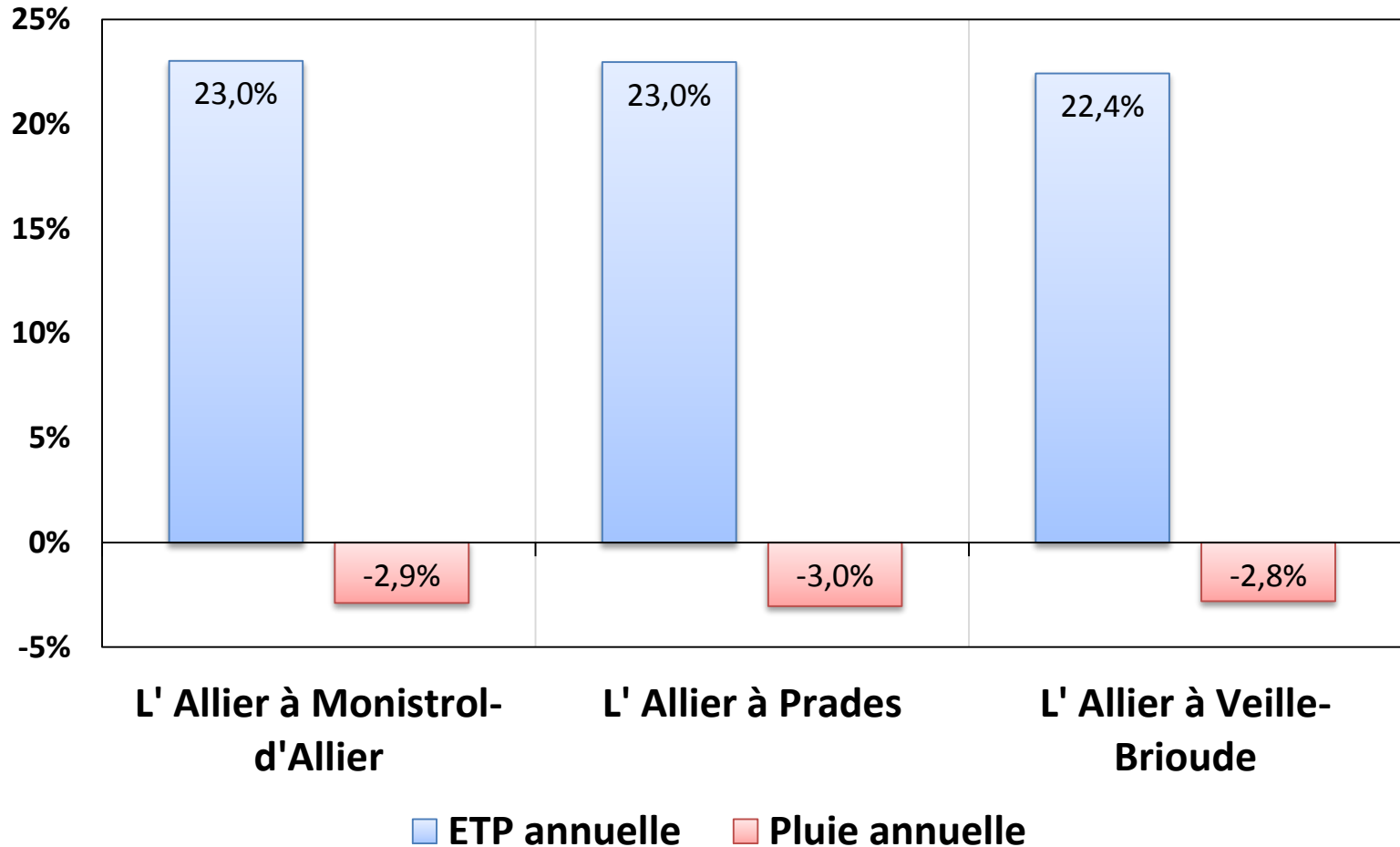
- Légère  $\searrow$  du cumul annuel pour le scénario médian en Milieu Siècle.
- Légère  $\searrow$  des précipitations au printemps et en été en Milieu Siècle.
- $\nearrow$  Variabilité des pluies mensuelles



- Forte ↗ de l'ETP annuelle (+23.0%).
- ↗ très marquée en automne.



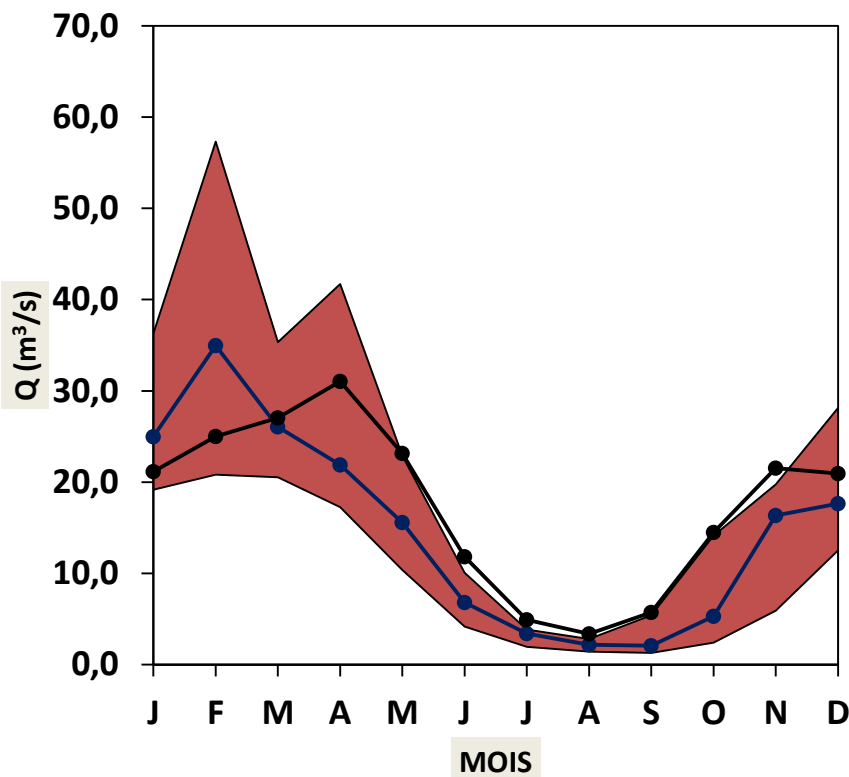
## % d'évolution du cumul annuel de la Pluie et de l'ETP à l'horizon 2046-2065



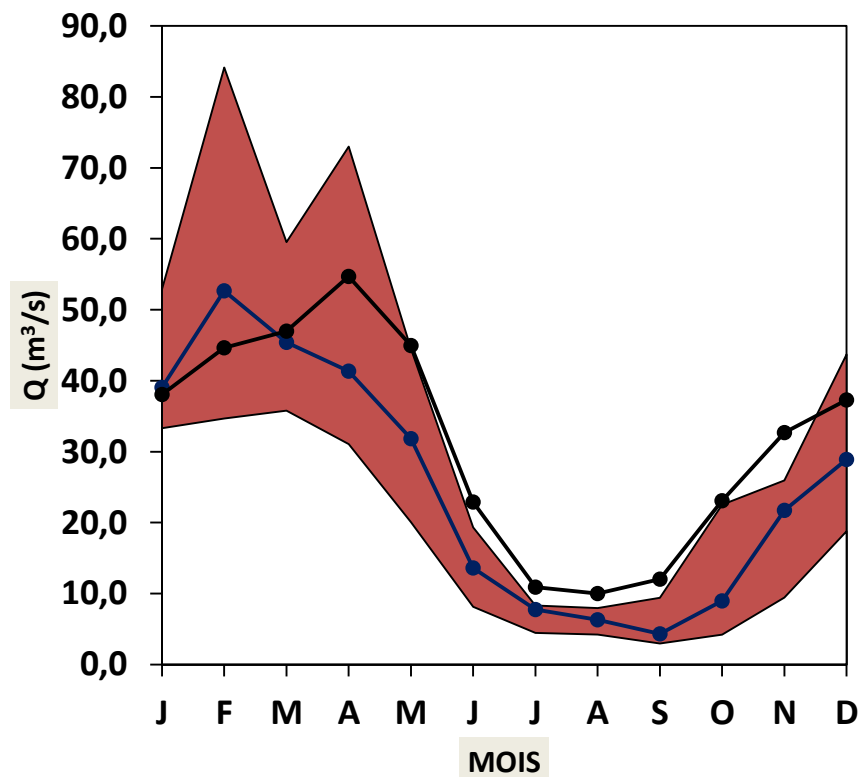


- Restitution (horizon Milieu du Siècle) :
  - ✓ 3 stations sur l'Allier
- Débits influencés par le barrage de Naussac

L'Allier à Monistrol d'Allier



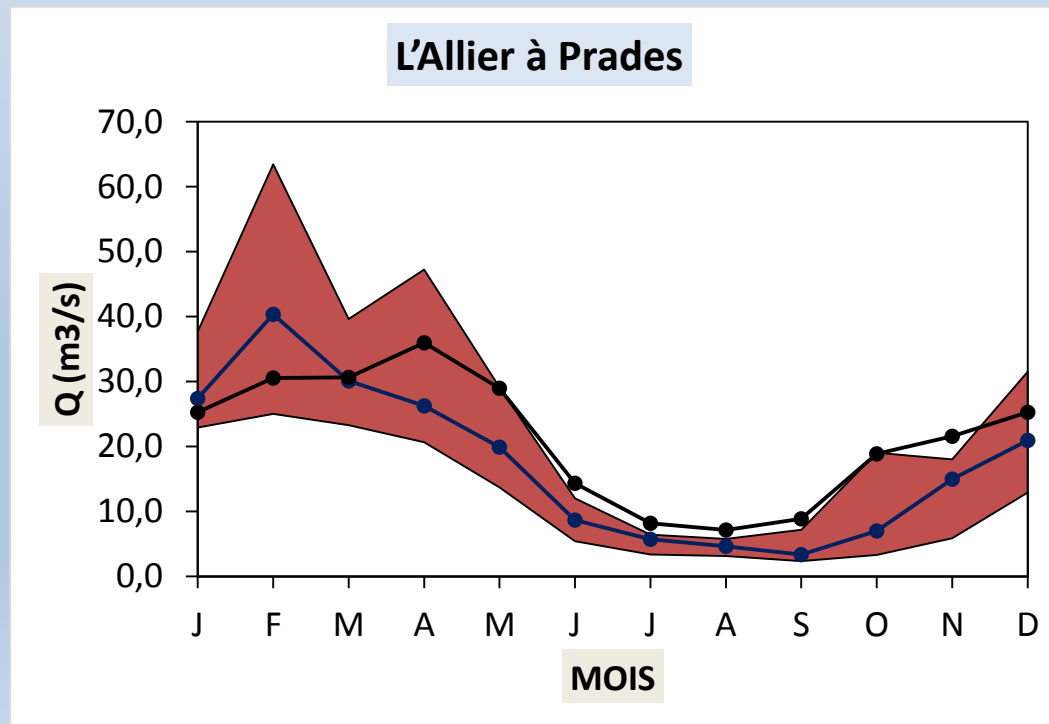
L'Allier à Vieille-Brioude



- Enveloppe 7 projections
- Q Médian (2046-2065)
- Q Observé

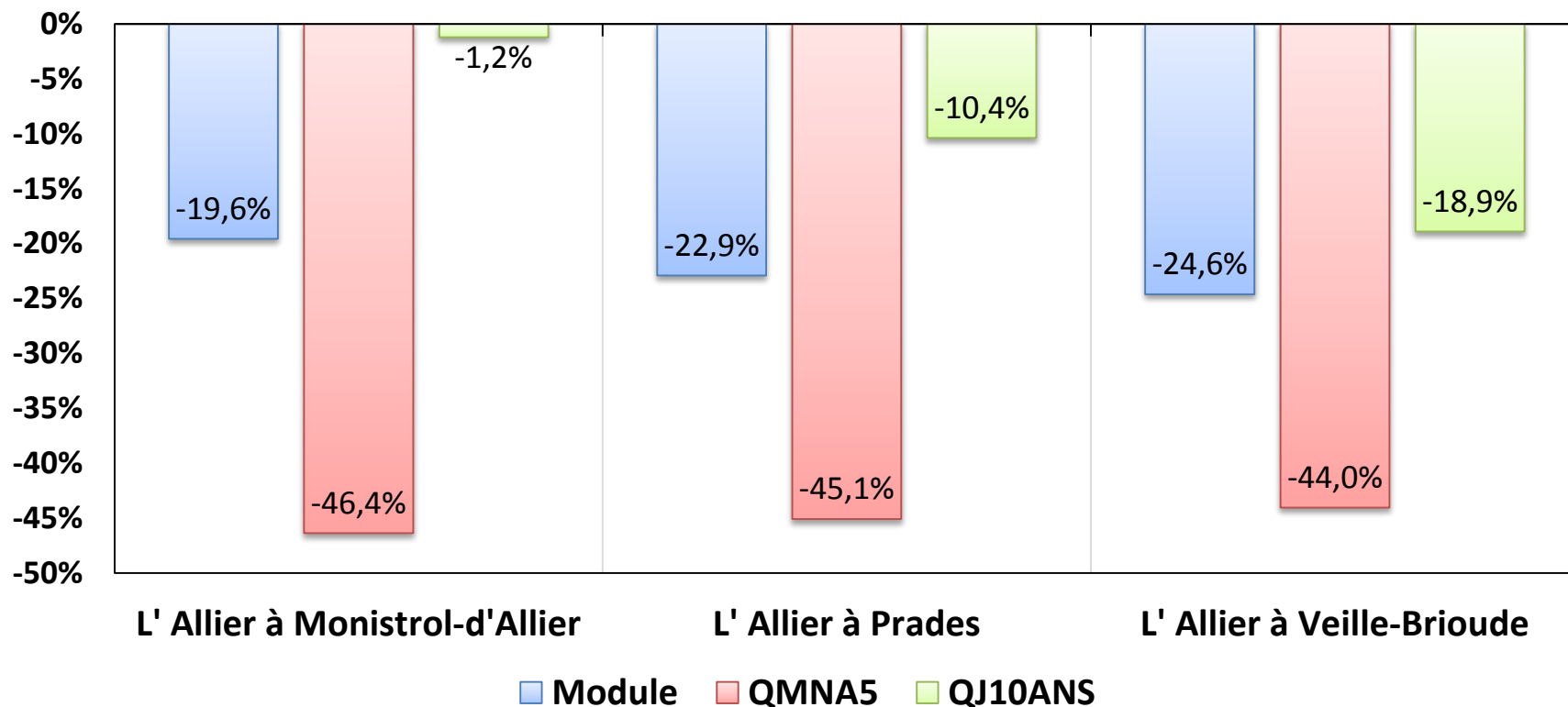
## Sur l'ensemble des stations (source : Explore 2070) :

- Une diminution généralisée des débits moyens mensuels (scénario médian) :
  - ✓ Diminution robuste de juin à septembre
  - ✓ Signal plus dispersé en hautes eaux
  - ✓ Baisse maximale = septembre et octobre
- Décalage de l'étiage = +0.4 à +0.6 mois
- Etiages probablement plus sévères et prolongées en automne



- ↘ Indice écoulement annuel : -24.6 à -19.6 % → (Module)
- ↘ Indice étiage : -46.4 à -44 % → (QMNA5)
- ↘ Indice crue: -18.9 à -1.3 % → (QJ10 ans)

% d'évolution du module, du QMNA5 et du QJ10ans à l'horizon 2046-2065

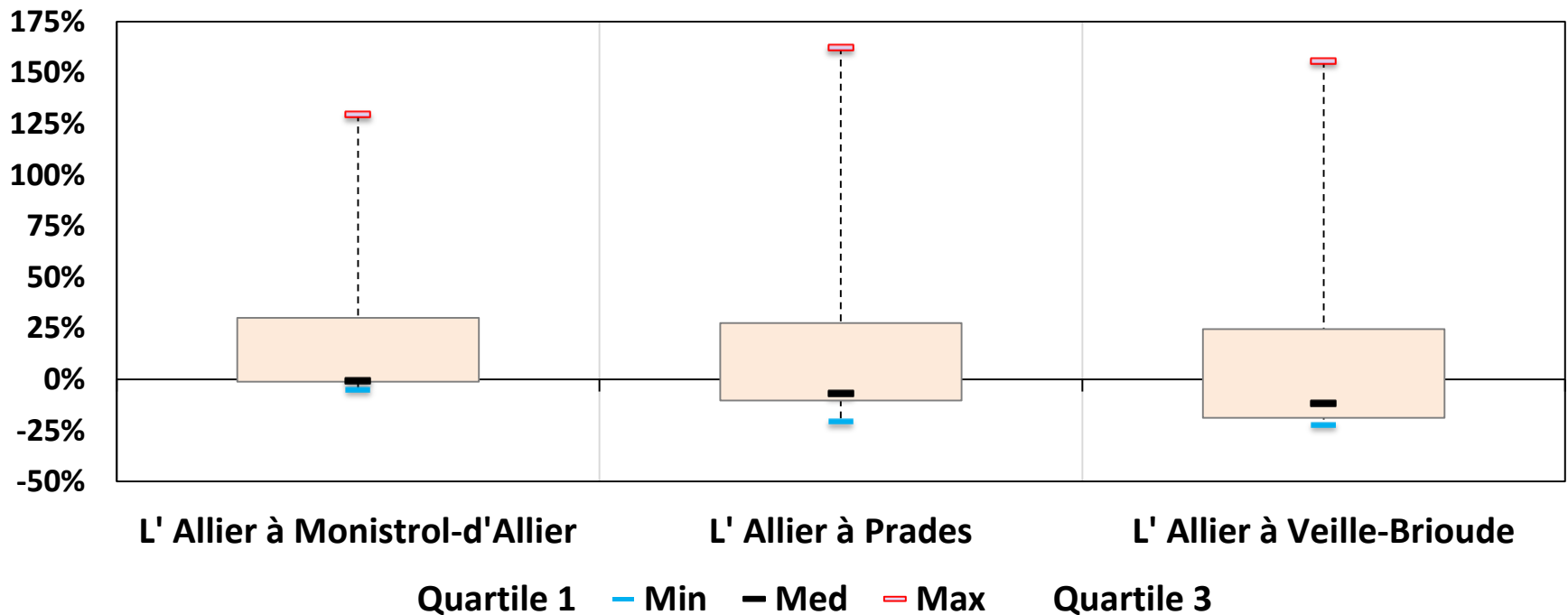






- ↗ Pluies extrêmes possible
- Décalage progressif de la saison des extrêmes vers l'hiver, ↘ épisodes d'automne
- Des projections contrastées

% d'évolution du QJ10ans à l'horizon 2046-2065

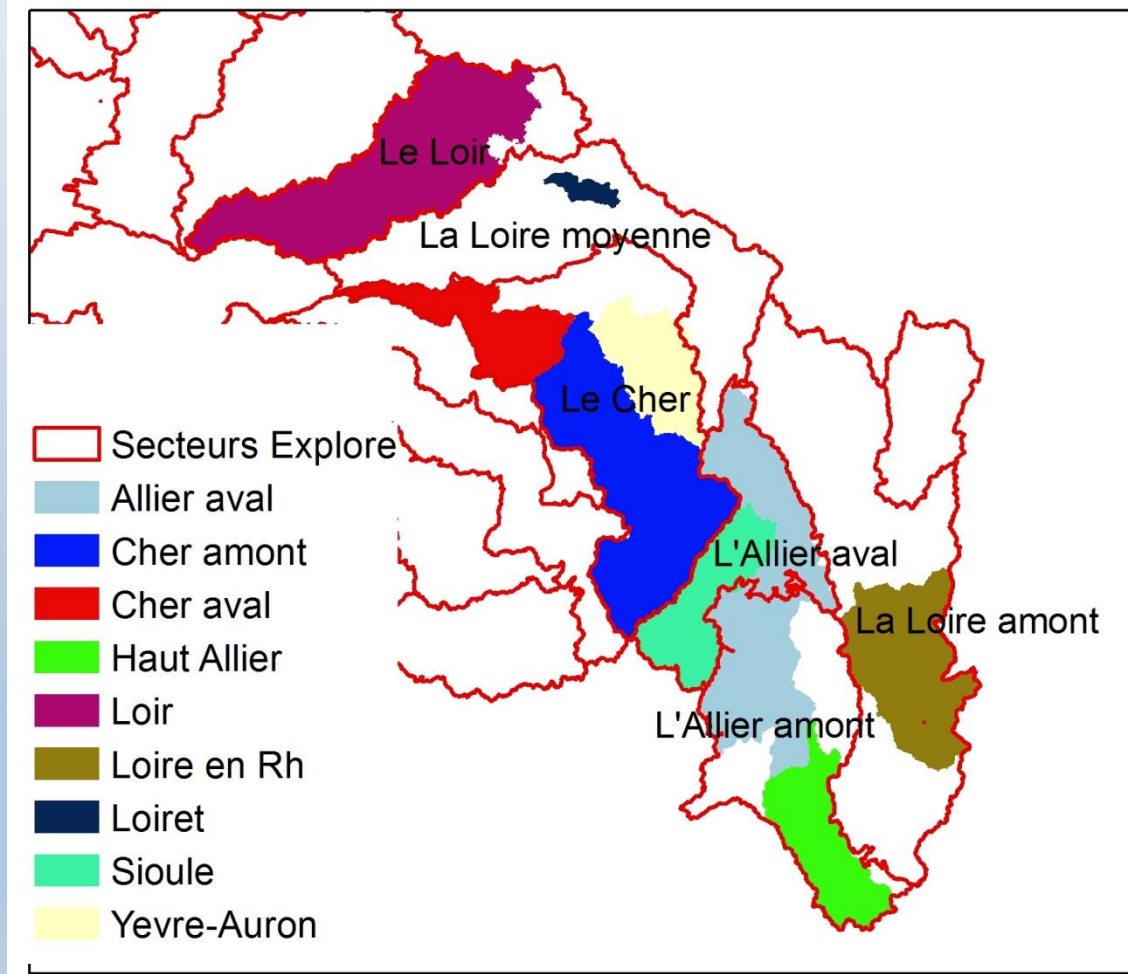


Echelle de disponibilité des taux de recharge: secteurs « Explore »

## ↳ Indice eaux souterraines :

Recharge sur le secteur Explore  
« Allier amont »

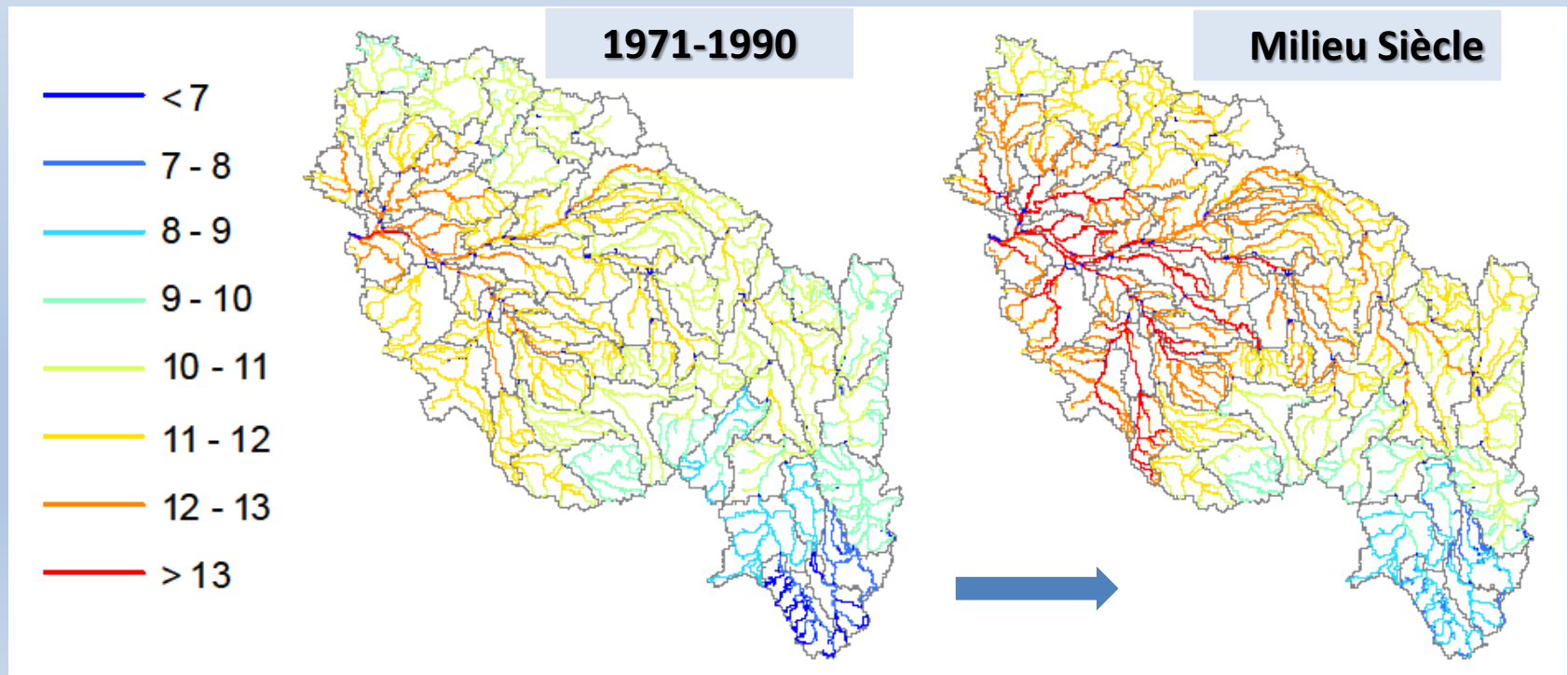
**-26.7% à -25.4%**



(Source : ICC Hydroqual / moyenne des simulations)

- Réchauffement **moyen** : **+2.1°C** en **Milieu Siècle** à **+2.9°C** en **Fin Siècle**.
- Réchauffement **plus important sur la Loire amont et l'Allier**, comparativement aux cours d'eau septentrionaux (Sarthe, le Loir ou le Maine)
- **2 pics au printemps et en automne**

Température moyenne annuelle des cours d'eau



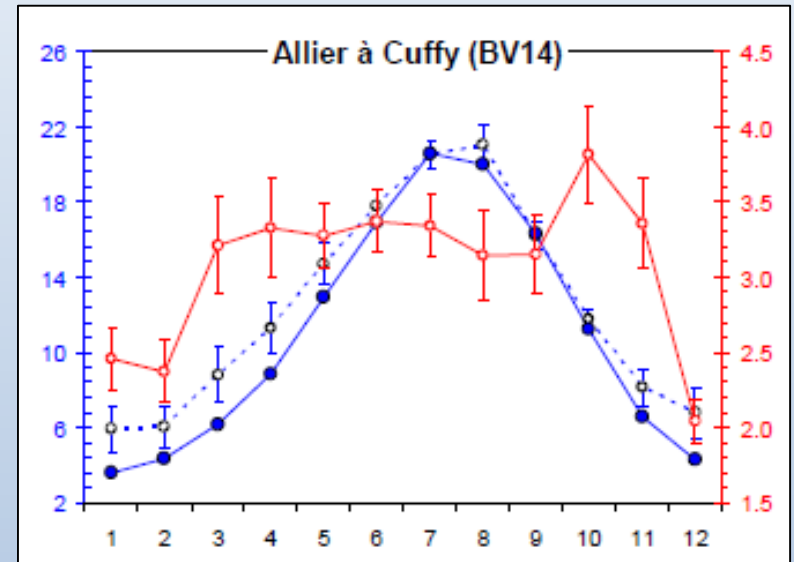
## L'Allier à Cuffy :

### • Milieu Siècle :

- ✓ Moyenne : +2.3°C
- ✓ Ecart-type : +0.6°C
- ✓ Min : +0.8°C
- ✓ Max : +3.1°C
- ✓ Janvier : +1.9°C
- ✓ Avril : +2.4°C
- ✓ Juillet : +2.5°C
- ✓ Octobre : +2.8°C

### • Fin Siècle :

- ✓ Moyenne : +3.2°C
- ✓ Ecart-type : +0.8°C
- ✓ Min : +2.3°C
- ✓ Max : +4.7°C
- ✓ Janvier : +2.5°C
- ✓ Avril : +3.4°C
- ✓ Juillet : +3.4°C
- ✓ Octobre : +3.9°C

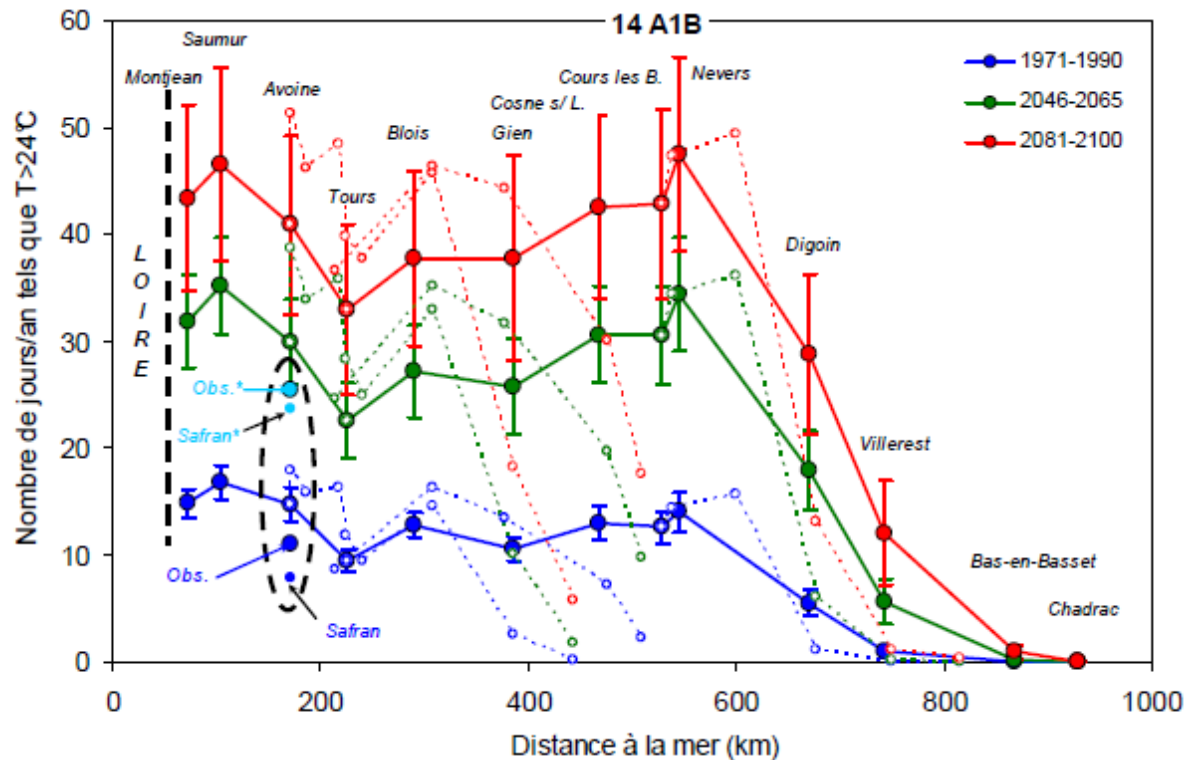


— T° eau modélisée – temps présent

— Evolution T° eau modélisée  
Fin de siècle

(Source : ICC Hydroqual)

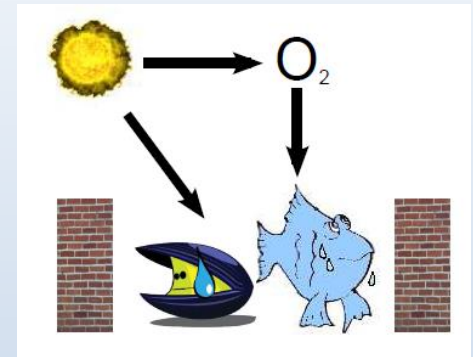
- Réchauffement généralisé des masses d'eau.
- Evolutions très significatives / fortes variabilités.
- Hauts bassins de l'Allier, de la Loire et de la Vienne = derniers refuges thermiques potentiels.
- Seuil des 24°C : Villerest (Temps Présent) -> Bas-en-Basset (Milieu du Siècle)



Profils longitudinaux de l'occurrence de dépassement du seuil 24°C

## ↗ Température de l'eau, ↘ débits

- Phénologie (migrations de reproduction, ponte, âge à maturité...)
- Disponibilité en oxygène



Source: Daufresne, 2012

→ déplacements, migrations vers plus hautes altitudes et latitudes, recherche de refuges thermiques

→ importance de la restauration morphologique (diversité d'habitats, refuges thermiques) et de la continuité (absence d'obstacles au déplacement)

- Autres impacts:
  - ✓ Risque de désynchronisation des dynamiques prédateur – proie
  - ✓ Événements climatiques extrêmes
  - ✓ Quel état de référence?



- Modèle Loire/Allier représentant l'ensemble des règles de gestion existantes pour Naussac/Villerest
- Points d'objectif: Gien, Poutès, Vieille-Brioude, Vic-le-Comte...
- 13 projections hydrologiques (Hydroqual) intégrées
  - Taux d'atteinte des objectifs de soutien d'étiage
  - Logiciel pour tester différentes stratégies

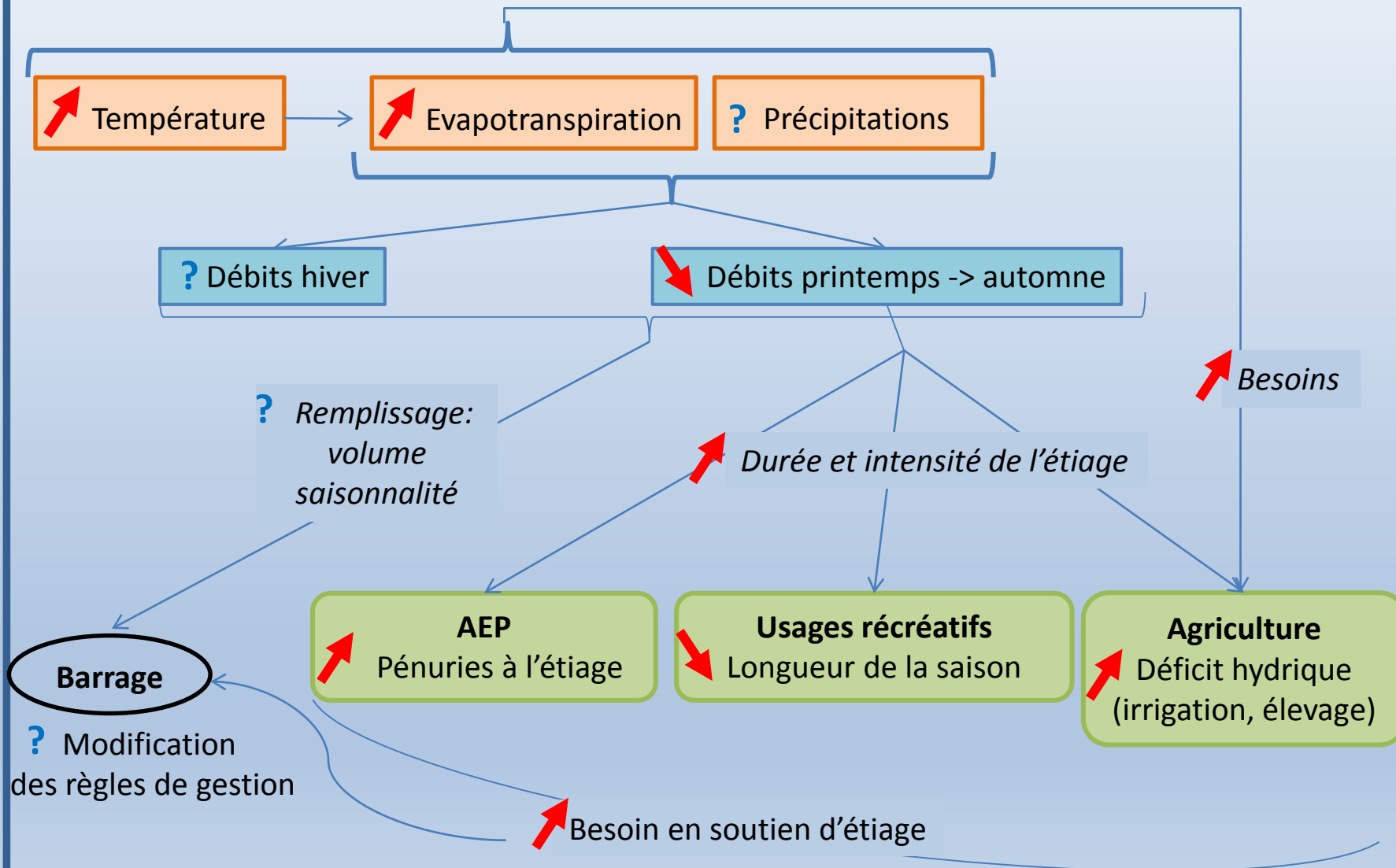




## **Focus sur les usages de l'eau face au changement climatique**







Activités/secteurs/thèmes	Vulnérabilités/opportunités
AEP	Risque accru de pénuries à l'été
Elevage	Déficit hydrique accru des prairies (printemps-été)
Cultures d'été	Déficit hydrique
Usages récréatifs	Attractivité accrue
	Raccourcissement de la saison
Barrage de Naussac	Tension à l'été



## **Synthèse des impacts du changement climatique sur les objectifs du PAGD**



Grands objectifs	Enjeux affectés par le changement climatique	Aléas	Impacts
Poursuivre les efforts d'amélioration de la qualité des eaux superficielles et souterraines	Maîtrise des pollutions pour répondre aux exigences des milieux aquatiques et des activités humaines	↓ Débits d'étiages ↑ T° cours d'eau	↓ Capacité de dilution ↑ Risque d'eutrophisation
	Amélioration de la gestion des barrages en faveur des milieux aquatiques et des usages existants	↓ Débits d'étiages ↑ Durée de l'étiage ↑ T° cours d'eau ↑ Evapotranspiration	↑ Besoin de soutien d'étiage ↑ Demande en eau en aval
Gérer durablement les ressources en eau en raisonnant les usages et en maintenant la fonctionnalité des zones humides	Améliorer la gestion quantitative	↓ Débits d'étiages ↑ Evapotranspiration ↓ Précipitations été	↓ Ressource disponible ↑ Demande en eau agricole
	Amélioration des connaissances, préservation et restauration du rôle fonctionnel et de l'intérêt patrimonial des zones humides et des têtes de bassins	↑ T° ↑ Evapotranspiration ↓ Précipitations été ↓ Débits d'étiages	↑ Assèchement des zones humides ↓ Soutien d'étiage par les zones humides

Grands objectifs	Enjeux affectés par le changement climatique	Aléas	Impacts
<b>Optimiser les fonctionnalités des écosystèmes</b> aquatiques en faveur de la biodiversité	Améliorer la qualité hydromorphologique en faveur des espèces	↓ Débits d'étiages ↑ T° cours d'eau	Changements de distribution, migrations ↓ Espèces d'eau froide Pression accrue des espèces invasives
Maintenir la culture du <b>risque de crue</b>	Gestion des risques inondation en favorisant la réduction de la vulnérabilité	? Intensité et fréquence des crues	Le risque de crue n'est pas réduit face au changement climatique

**Vulnérabilité = exposition x sensibilité**

4 enjeux: gestion quantitative, qualité de l'eau, biodiversité, eutrophisation

**Exposition:** variations hydro-climatiques auxquelles un système est exposé

Gestion quantitative	Qualité de l'eau	Biodiversité	Eutrophisation
↓ débits et/ou recharge	↓ capacité de dilution	↑ T° cours d'eau ↓ débits d'étiages	↑ T° cours d'eau ↓ débits d'étiages

**Sensibilité:** caractéristiques d'un territoire qui le rendent plus ou moins fragile vis-à-vis d'une exposition donnée. Evaluée par rapport à la situation présente.

	<b>Gestion quantitative</b>	<b>Qualité de l'eau</b>	<b>Biodiversité</b>	<b>Eutrophisation</b>
<b>Sensibilité faible</b>	Equilibre quantitatif atteint	Bonne qualité	Milieus peu altérés et bonne continuité	Milieus peu propices à l'eutrophisation
<b>Sensibilité moyenne</b>	Des déséquilibres sont constatés	Une bonne capacité de dilution est nécessaire pour limiter les problèmes de qualité	Richesse patrimoniale ou Milieus altérés ou ruptures de continuité	Hydromorphologie propice à l'eutrophisation
<b>Sensibilité forte</b>	Bassins en déséquilibre (pressions fortes sur l'hydrologie, classement en ZRE)	Eaux de qualité médiocre ou mauvaise	Richesse patrimoniale Et milieux fortement altérés	Des phénomènes d'eutrophisation sont constatés Et Hydromorphologie propice à l'eutrophisation

## Enjeux affectés par le changement climatique

Gestion quantitative

Gestion qualitative

Biodiversité

Eutrophisation

Légende :

### Sensibilité aux impacts du changement climatique

Faible

Moyenne

Forte





Les grands objectifs du PAGD permettent d'améliorer la résilience du territoire face aux impacts du changement climatique.

Des mesures supplémentaires seront nécessaires pour s'adapter aux impacts du changement climatique.

- Adaptation de la conduite des prairies et plus généralement des systèmes d'élevage (cf. études et programmes CA)
- Ressource alternative pour les communes alimentées par les eaux de surface
- Scénarios d'adaptation du barrage de Naussac
- Améliorer les connaissances :
  - ✓ Connaissance et préservation des refuges thermiques (suivi en cours sur l'Allier)
  - ✓ Demande en eau agricole (prairies, cultures d'été)
  - ✓ Rôle des zones humides et leur évolution
  - ✓ Déclinaison territoriale de l'évaluation de la vulnérabilité menée à l'échelle des agences de l'eau





*Demandes de précisions sur les éléments présentés ?*

*Quelles sont les démarches/projets d'adaptation en cours sur vos territoires ?*

*Quelles pistes pour la prise en compte de cet enjeu dans vos SAGE ?*





**Merci pour votre attention**

