



Etude de l'influence du changement climatique sur les ressources en eau sur le bassin de la Vienne

Séminaire – 21 juin 2022

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.



1. Présentation de l'étude

2. Rappel des résultats phase 1&2

Analyse rétrospective du climat et de la ressource

3. Résultats de phase 3

Analyse prospective du climat et de la ressource



PRESENTATION DE L'ETUDE

Objectifs de l'étude

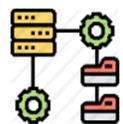
Approfondir les connaissances sur la caractérisation du changement climatique et de ses impacts sur la ressource en eau

Etablir un socle solide de connaissances sur l'évolution climatique passée et projetée, par le traitement et l'analyse des données historiques et des dernières modélisations climatiques disponibles ;

Caractériser les impacts passés et futurs des changements climatiques sur la ressource en eau et les milieux aquatiques ;

Valoriser les résultats via des supports d'information et de sensibilisation accessibles pour tous les publics, afin de :

- ✓ favoriser une prise de conscience des enjeux liés au changement climatique
- ✓ permettre leur intégration au sein des différents documents de planification et politiques publiques de l'eau, de l'aménagement du territoire,...



PHASE 1 : Etat des lieux et synthèse des connaissances



PHASE 2 : Analyse de l'évolution du climat actuel et des impacts sur les ressources en eau



PHASE 3 : Analyse des projections climatiques à moyen et long terme et des conséquences potentielles sur les ressources en eau

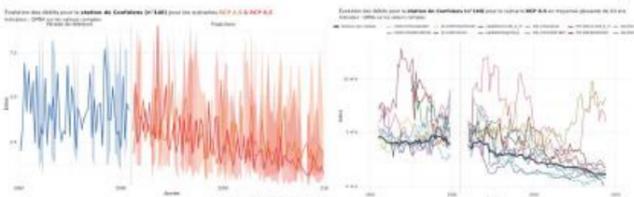
Livrables

Fiche n° 19 : Les impacts du changement climatique sur les débits des cours d'eau

La variabilité est importante en fonction des modèles et des scénarios d'émission

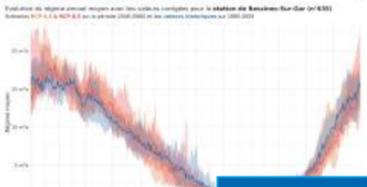
En climat futur, les débits d'étiage (les « QMNA ») sont en baisse sur l'ensemble des stations du bassin de la Vienne qui ont été étudiés. Les tendances sont similaires qu'il s'agisse du RCP 4.5 ou 8.5 à l'horizon 2050. Plusieurs éléments sont à retenir :

- Si d'importantes tendances à la baisse s'observent à horizon 2050, l'aggravation de la tendance à horizon fin de siècle est nette, en particulier en scénario RCP 8.5 (le scénario de poursuite tendancielle de la hausse des émissions).
- On notera qu'assez rapidement (2040-2050) on observe des valeurs de QMNA qui n'ont pas été rencontrées pendant la période de référence simulée par le modèle... On mesurera donc plus régulièrement dans les prochaines décennies des valeurs de débits qui étaient peu probables, voire qui n'étaient pas mesurées historiquement.
- Il faut prendre en considération la gamme d'incertitude très importante associée à l'évolution des débits. On voit sur le graphique ci-dessous que si la grande majorité des 12 simulations climatiques montrent un net signal de baisse des débits, la gamme de valeur est importante.



Un allongement de la période d'étiage est observé (exemple Gartempe)

Les simulations rendent compte d'un allongement de l'étiage, qui se déclenche plus précocement au printemps et s'allonge vers l'automne. Cela va dans le sens des observations hydrologiques des dernières décennies et en particulier des dernières années marquées par la sécheresse.



Pour aller plus loin : hydrologie détaillée par station dans la fiche ANNEXE « stations SIM2 » & graphiques détaillés disponibles par station dans le dossier de l'étude

Fiche n° 15 : Le climat du bassin de la Vienne en 2050

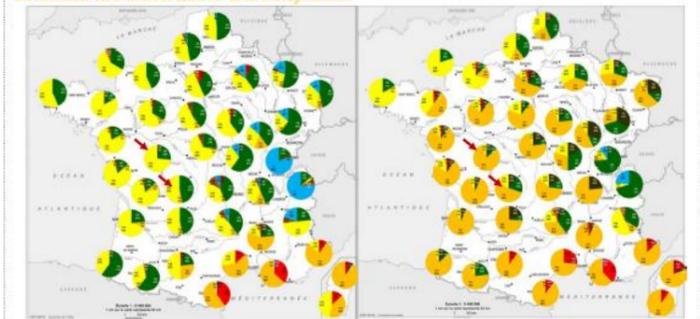
Quelle évolution du climat global ?

La hausse des températures entraîne un glissement de la typologie des climats en France. Il faut rappeler que le climat français s'est déjà réchauffé en moyenne de 1,7° depuis 1900.

Une étude de V. Dubreuil publiée en 2022 a observé l'évolution des types de climat en France (à partir de la classification de Köppen), les stations fraîches représentent 85% des stations... Le type méditerranéen prédominerait largement au sud comme à l'ouest du pays. On assiste donc à un phénomène de « méditerranéisation » du climat français.

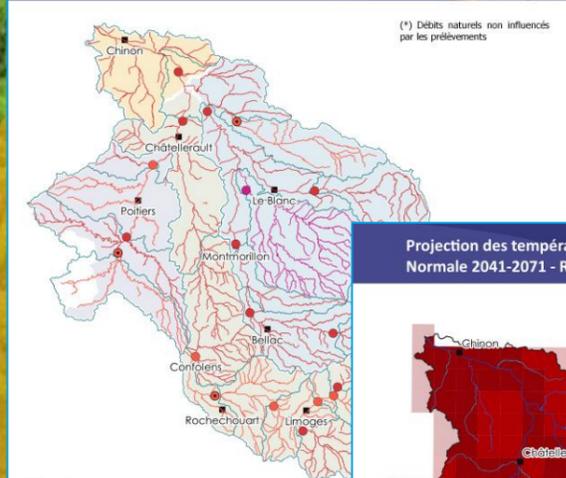
Sur le bassin de la Vienne, le climat historique était majoritairement tempéré avec des étés frais et sec (cela correspond à un climat océanique altéré). A horizon 2050, on glisse vers un climat à dominante méditerranéen, tendance encore plus marquée en fin de siècle ; soit un climat tempéré à été chaud et sec.

* voir la fiche 3 sur la modification du climat. Ces scénarios correspondent à des trajectoires d'émissions de GES, le scénario RCP 4.5 repose sur une stabilisation des émissions de GES, le RCP 8.5 sur une augmentation.



Type	Nom (indicateur)	Caractéristiques
II	Montagnard	Tendance à haute humidité, précipitations convulsives
III	Chl	Bi
IV	Chl	Ch
V	Chl	Mix
VI	Chl	Dan
VII	Chl	Méd
VIII	Chl	Sud
IX	Chl	S
X	Chl	S
XI	Chl	S
XII	Chl	S

Tendances d'évolution des débits annuels médians* Débits modélisés SIM2 corrigés



(*) Débits naturels non influencés par les prélèvements

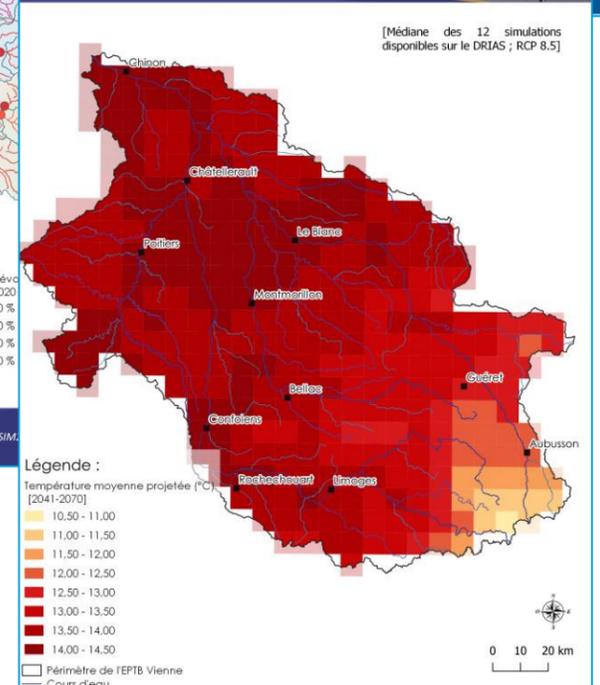
Légende :

- Réseau hydrographique
- Station hydrométrique
- ⊙ Station hydrométrique avec données brutes en sortie du modèle MODCOU - non corrigées
- Unité de gestion
- Périmètre des sous bassins versant / SAGE
- Clair
- Creuse
- Vienne
- Vienne Tourangelle

Tendance d'évolution des débits annuels médians (2041-2070) :

- 10 à -20%
- 20 à -30%
- 30 à -40%
- 40 à -50%

Projection des températures moyennes Normale 2041-2071 - RCP 8.5



[Médiane des 12 simulations disponibles sur le DRIAS ; RCP 8.5]

Légende :

- Température moyenne projetée (°C) [2041-2070]
- 10.50 - 11.00
- 11.00 - 11.50
- 11.50 - 12.00
- 12.00 - 12.50
- 12.50 - 13.00
- 13.00 - 13.50
- 13.50 - 14.00
- 14.00 - 14.50

Périmètre de l'EPTB Vienne
Cours d'eau

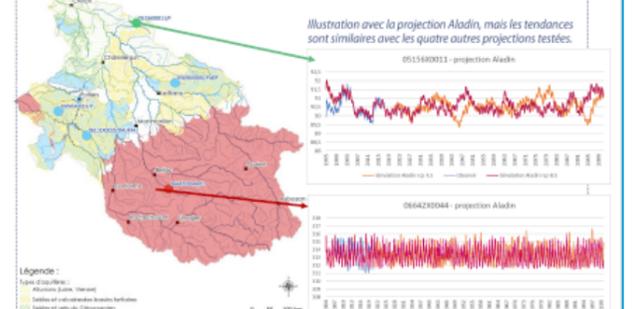
Fiche n° 20 : Les impacts du changement climatique sur les nappes souterraines

Rappel : L'évolution passée des eaux souterraines du bassin a été étudiée dans la fiche n°12

A été modélisée (logiciel Gardénia) la recharge future et le niveau piézométrique de 5 piézomètres du bassin versant, dont trois dans les formations calcaires jurassiques, un dans les sables et grès du Cénomaniens et un dans le socle. Les piézomètres sélectionnés sont peu influencés et sont plutôt représentatifs des dynamiques retrouvées sur les différentes nappes (bien qu'il y ait de fortes hétérogénéités d'amplitudes entre les piézomètres notamment dans les calcaires du Jurassique). Une fois calés, les modèles ont été forcés avec 5 jeux de chroniques climatiques futures issues du portail DRIAS (projections présentées dans les précédentes fiches de l'étude).

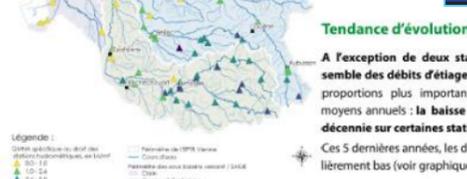
Simulation d'une piézométrie future : Cénomaniens et socle

Les deux piézomètres étudiés sur la zone de socle et la nappe Cénomaniens ne montrent pas de tendance particulière d'évolution du niveau piézométrique. Attention néanmoins, Gardénia simule l'évolution de la recharge de la nappe, et ne prend pas en compte les échanges avec les eaux superficielles qui peuvent impacter le niveau de la nappe ! Etant donné que la recharge de ces nappes a principalement lieu durant la période hivernale et que la pluviométrie varie peu (voire est en augmentation), d'après le modèle la nappe se recharge correctement et il n'y a pas de décrochage des piézomètres. On retiendra que si la nappe continue de se recharger correctement, elle peut néanmoins être impactée par la baisse des débits en surface qui vont accentuer le drainage de la nappe, point dont la modélisation ne rend pas compte. Cela concerne en particulier la zone de socle, où les petites nappes sont très liées au bassin hydrographique dont elles épousent souvent les contours.

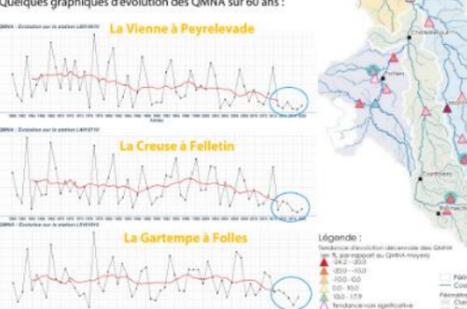


Fiche n° 11 : Evolution de l'hydrologie et Hydrologie d'étiage

La carte des débits d'étiage (définition p.1 et 3) montre des modules spécifiques Creuse et de la Gartempe hydrologique même en sont beaucoup plus faibles. On notera que sur des cours d'eau par les n° éléments qui expliquent



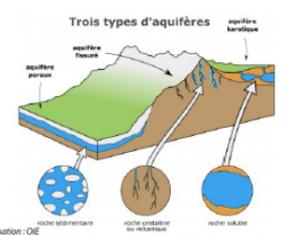
Quelques graphiques d'évolution des QMNA sur 60 ans :



Fiche n° 12 : Evolution du niveau des nappes

Les principales nappes du bassin versant de la Vienne

En fonction du contexte géologique, différents types d'aquifère sont rencontrés :



Qu'est-ce qu'un aquifère ?

C'est une formation géologique constituée de roches perméables qui contiennent, de façon temporaire ou permanente, de l'eau. L'eau qui circule dans la roche constitue la nappe phréatique.

On parle de « nappe libre » lorsque le niveau de la nappe peut varier librement en fonction des précipitations, et de « nappe captive » lorsque la nappe, souvent sous pression, est recouverte d'une couche imperméable.

Sur certains secteurs du bassin, on rencontre un empilement de différentes nappes captives.

On distingue donc (voir schéma ci-dessus) différents types d'aquifère en fonction de la nature géologique du terrain :

1. **Les aquifères sédimentaires** (calcaires, sables, grès, craie) : les roches peuvent être très poreuses (craie) et contenir de l'eau au sein de leurs pores, ou bien présenter des microfissures au sein desquelles l'eau circule, ce qui leur confère une perméabilité élevée.

Les nappes calcaires fissurées (Jurassique) sont présentes en aval du bassin (Vienne, Clain), ce sont des nappes réactives et avec peu de stockage qui alimentent les rivières en hiver et les drainent en période de basses eaux. Il s'agit notamment des nappes du Dogger.

La nappe du Cénomaniens (formation sableuse), en extrême aval du bassin, est un réservoir important et un soutien d'étiage des cours d'eau environnants. La variation annuelle du niveau de nappe est faible.

2. **Les aquifères karstiques** : il s'agit de roches calcaires très fissurées, au sein desquelles se développent des réseaux souterrains dans lesquels circule l'eau.

Au sein du bassin du Clain, le Dive du sud se perd dans un réseau karstique, qui ne correspond pas au bassin topographique : la rivière souterraine se dirige vers la Sèvre Niortaise.

3. **Les aquifères de socle** (roches cristallines et volcaniques) : si les roches souvent pour la plupart imperméables, des zones altérées et des fissures peuvent contenir localement de petites nappes libres, souvent difficiles à localiser.

En bordure du massif central sur l'amont de la Vienne, de la Creuse et de la Gartempe, ces aquifères de socle peuvent abriter de petites nappes peu productives et mais réactives, et qui peuvent alimenter les rivières (zones de sources...).

4. **Les aquifères alluviaux** : il s'agit de nappes en relation directe avec les cours d'eau, formées de sables et de gravier.

Il n'y a pas de grand aquifère alluvial sur le périmètre, à l'exception de la nappe alluviale de la Vienne, située en extrême aval du périmètre et qui n'est pas un gros aquifère.

Liste des fiches pédagogiques

1. Qu'est-ce que le changement climatique ?
2. Lien entre climat et ressource en eau
3. Les projections climatiques
4. Les autres études « eau et climat »
5. Les données mobilisées dans le cadre de l'étude Vienne
6. Le climat actuel de la Vienne
7. Evolution historique des températures
8. Evolution historique de la pluviométrie
9. Evolution historique de l'ETP
10. Evolution historique des sécheresses
11. Evolution historique des débits
12. Evolution historique du niveau des nappes
13. Evolution de la température de l'eau
14. Corrélation entre climat et hydrologie
15. Le climat de la Vienne en 2050
16. Evolution projetée de la température
17. Evolution projetée des précipitations
18. Evolution projetée de l'ETP
19. Impact du changement climatique sur les débits
20. Impact du changement climatique sur les nappes souterraines
21. Les projections vont-elles dans le même sens que celles des études passées ?
22. Impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques



+ atlas cartographique et nombreux graphiques d'analyse



RESULTATS DES PHASES 1 & 2

 Analyse rétrospective du climat et de la ressource

Les autres études « eau et changement climatique »

Trois projets ambitieux présentaient des résultats disponibles sur le BV :

- ✓ **Explore 70** 2012,
- ✓ **ICC Hydroqual** - 2010,
- ✓ **Les travaux de thèse de G. Dayon** 2015.

Cependant :

→ Ils sont basés sur les anciens scénarios du GIEC et non pas sur les simulations « nouvelle génération », ou alors les données ne sont pas encore disponibles ;

→ Les débits ne sont pas renaturalisés

Ne pas oublier :

- **Explore 2** - en cours
- **Projet AP3C** - caractérisation du changement climatique sur le massif central et calcul d'indicateurs agro-climatiques

Nombreuses études régionales visant la caractérisation de l'impact du CC sur les ressources :

RExHySS – Seine
2009

Imagine 30 – Garonne
2009

Vulcain – méditerranée
2011

Vulnar – Rhin supérieur
2012

Climarware – Seine
2013

R2D2 – Durance
2014

Hydracare – Bourgogne
2016

MOSARH21 – Rhin
2018

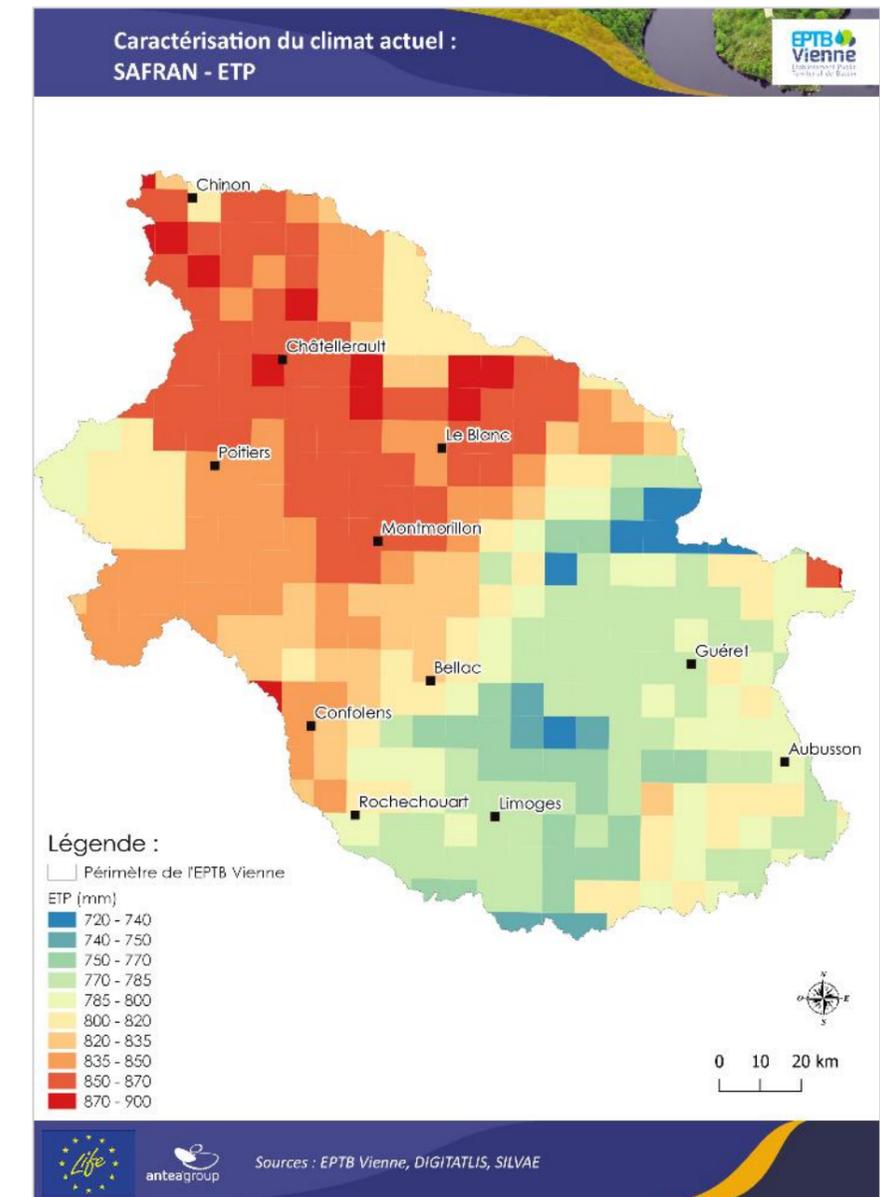
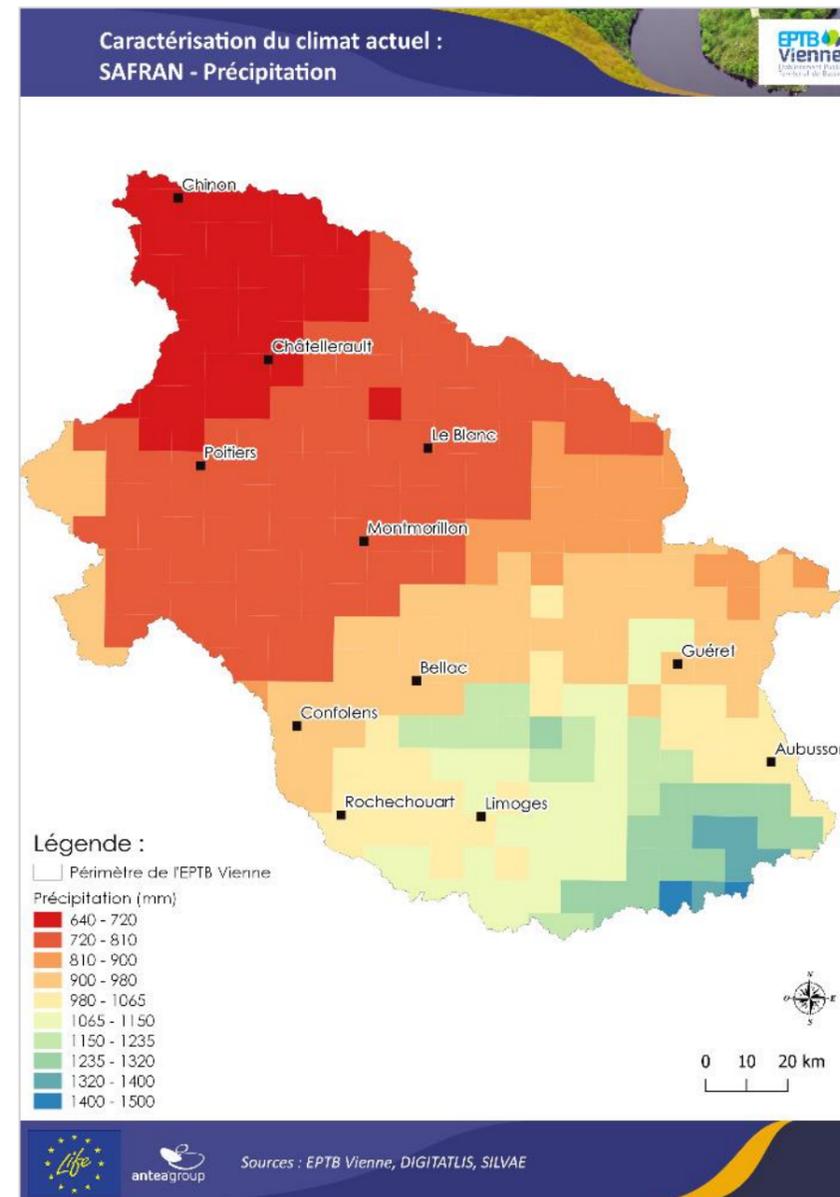
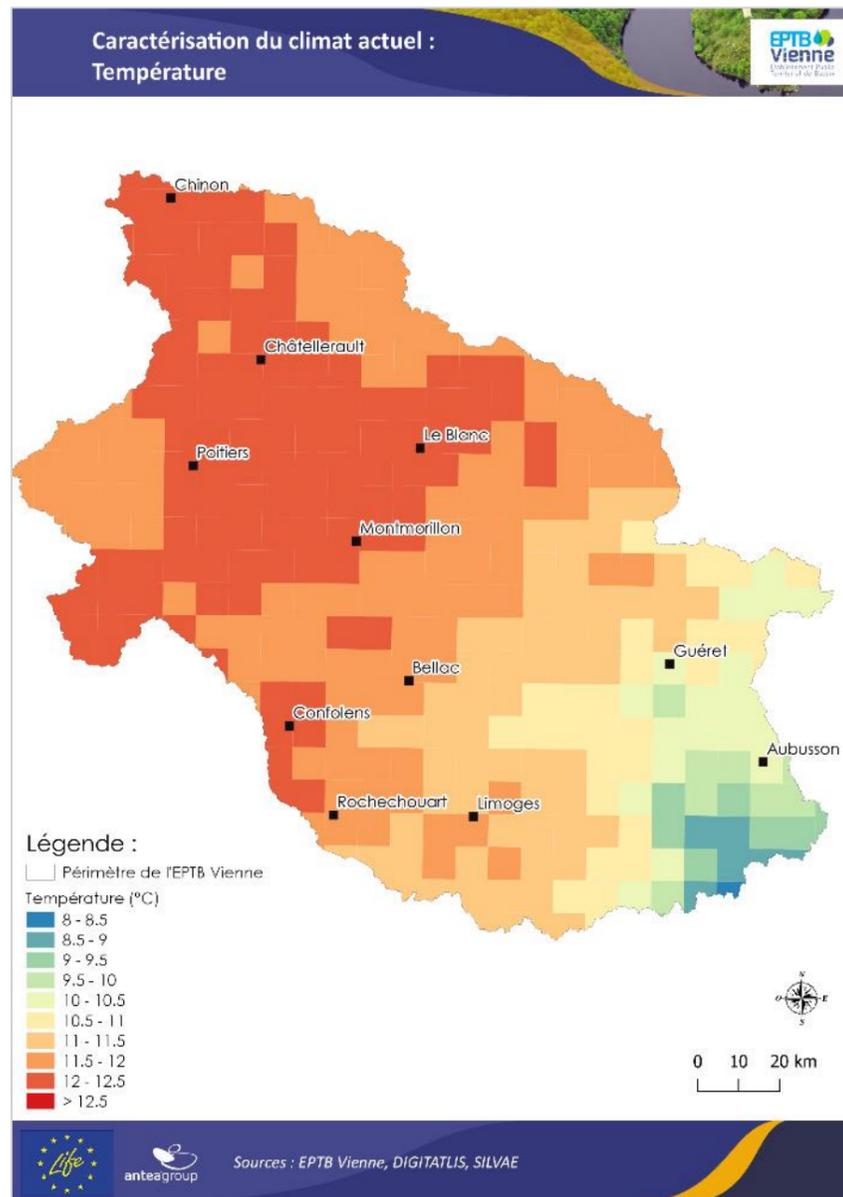
Chimere21 – Meuse
En cours

Le climat actuelle sur le bassin de la Vienne



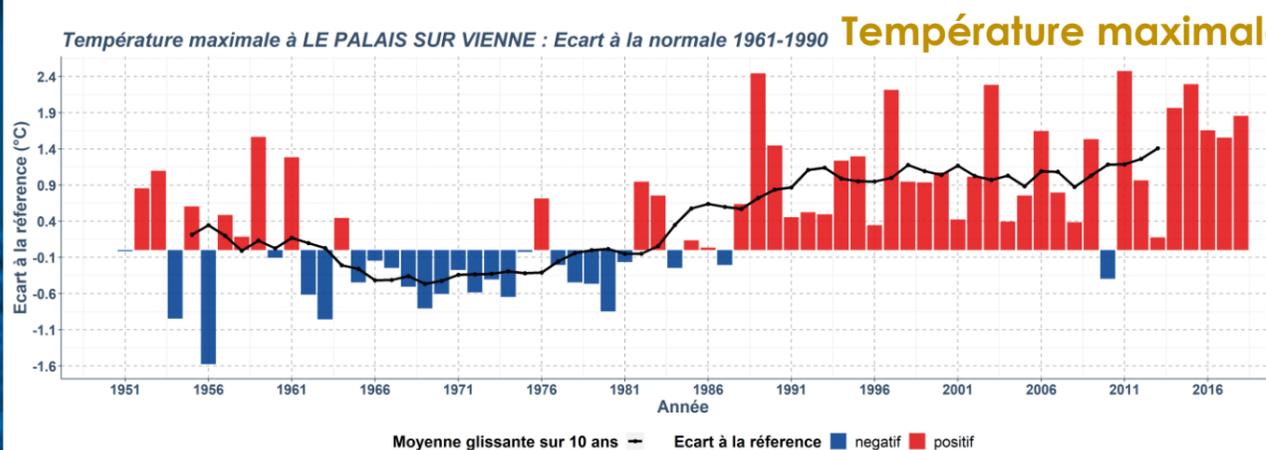
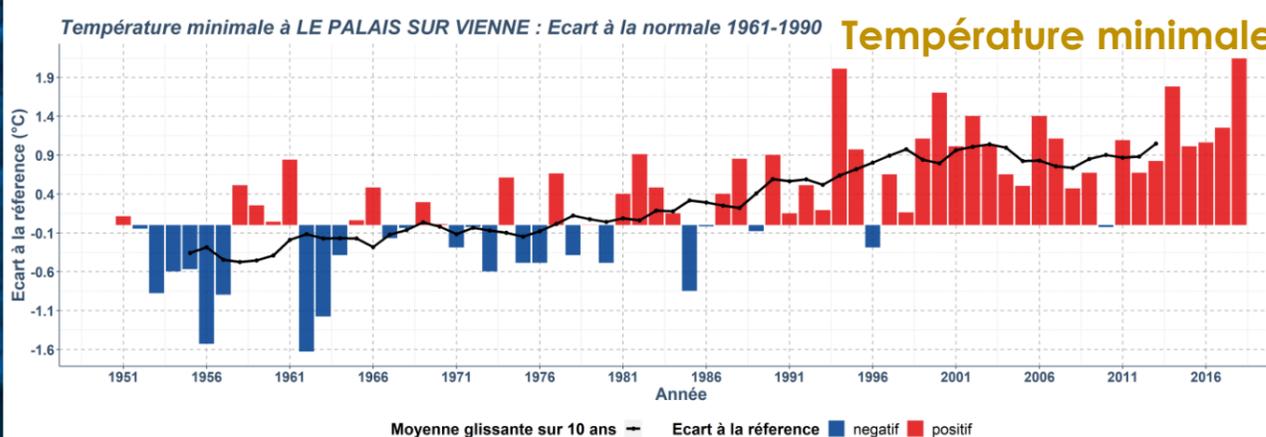
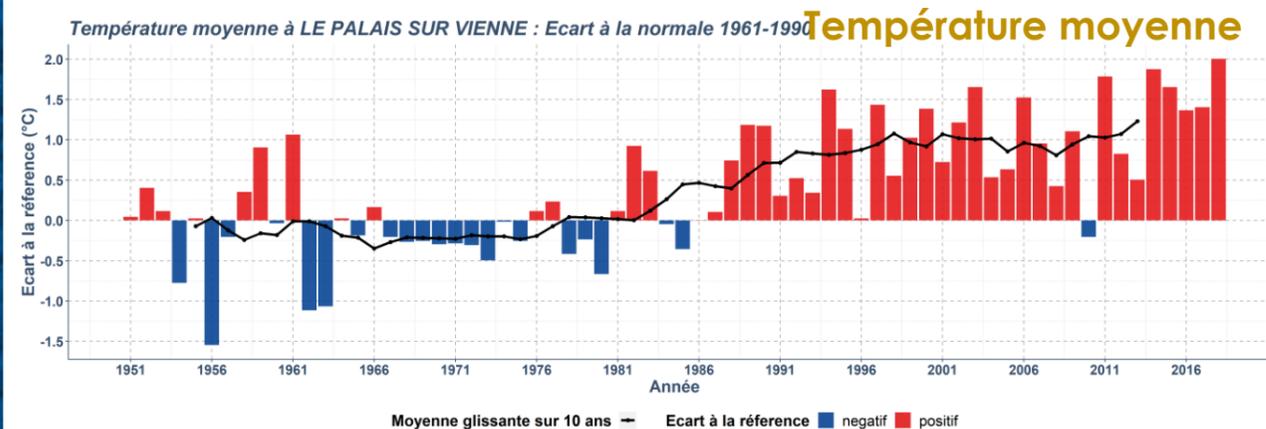
Climat océanique « altéré », laissant place à une influence montagnarde sur le sud est du bassin versant (massif central)

Gradient pluviométrique et de température de l'amont vers l'aval

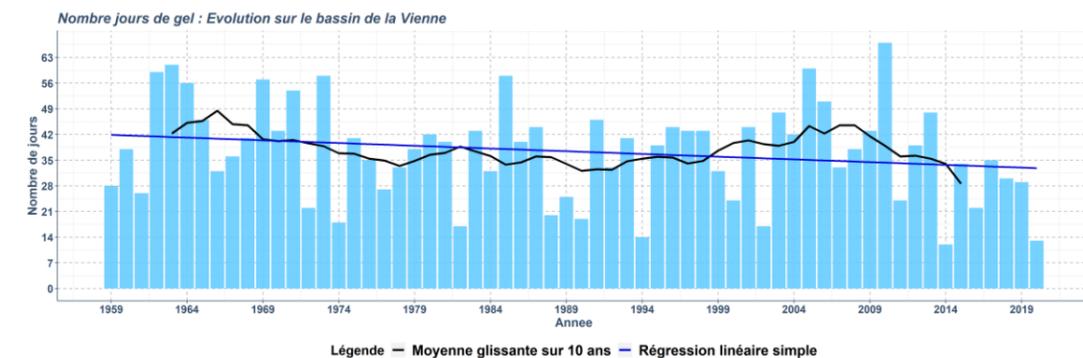


Comment ont évolué les températures ?

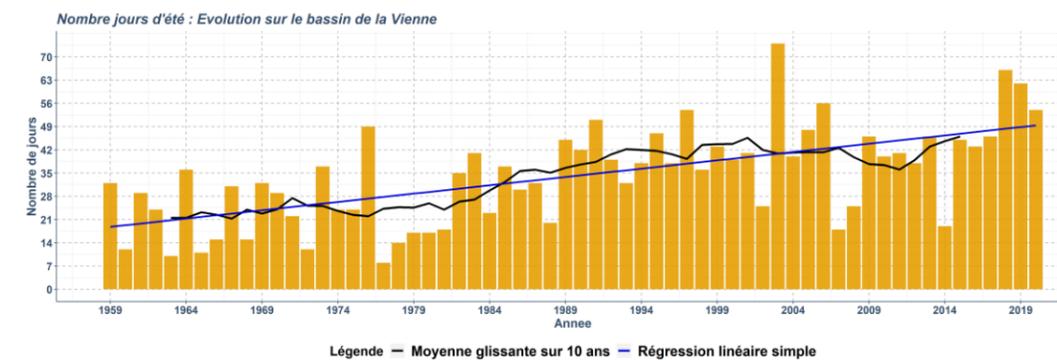
↘ A la hausse !



Le nombre de jours de gel diminue :



Alors que le nombre de journées estivales augmente :

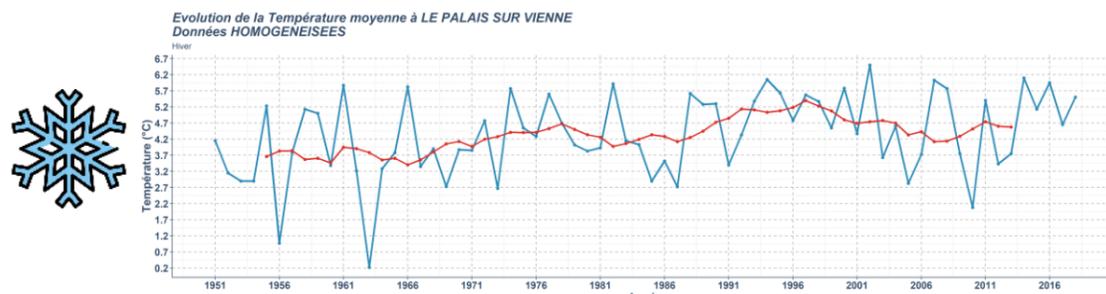


Comment ont évolué les températures ?

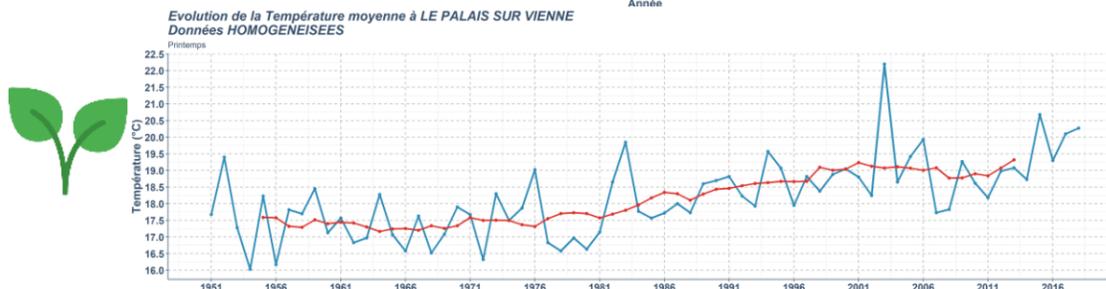


A la hausse !

Une hausse particulièrement marquée en été, et au printemps :

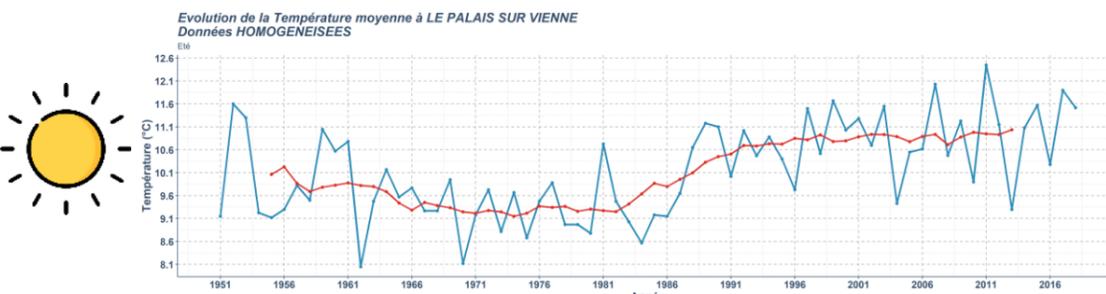


+ 0,21 /dec
Soit + 1,4°

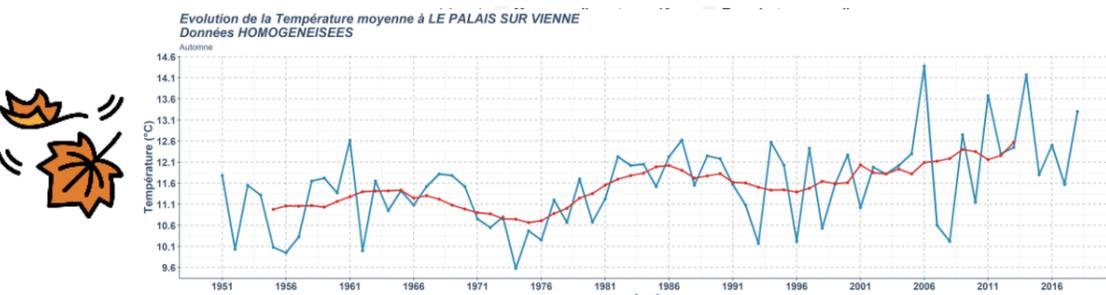


+ 0,28 /dec
Soit + 1,9°

** A noter qu'en amont du bassin, les hausses de t° printanières sont plus fortes que celles décrites ici*



+ 0,36 /dec
Soit + 2,4°



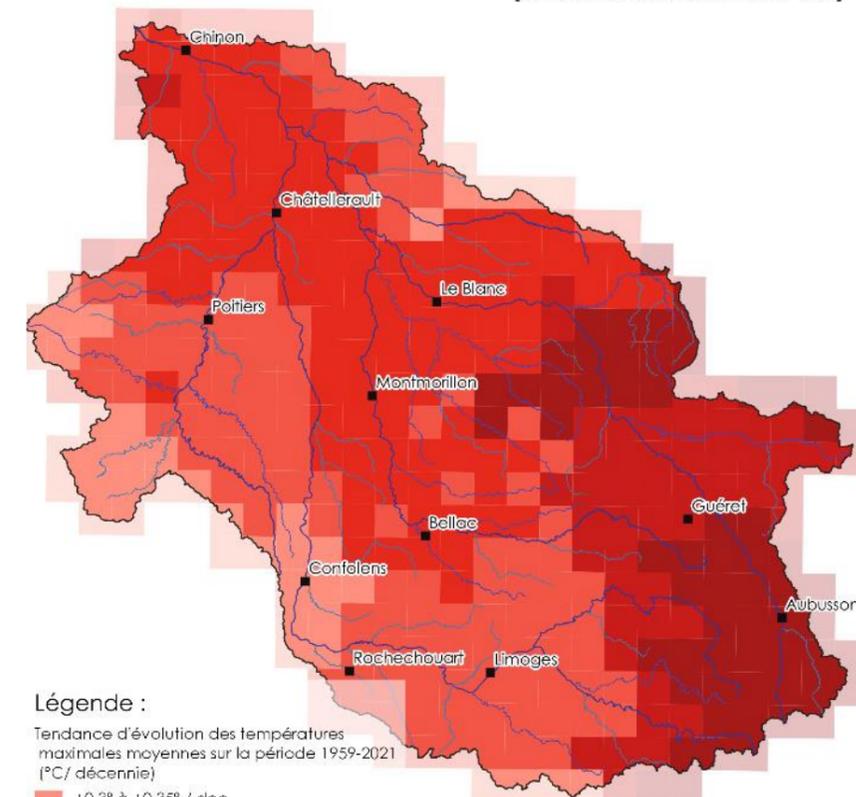
+ 0,21 /dec
Soit + 1,4°

Légende — Moyenne glissante sur 10 ans — Température annuelle

La hausse concerne l'ensemble du bassin versant :

Evolution des températures maximales 1959-2021

[Données modélisées SAFRAN 1959 - 2021]

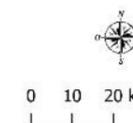


Légende :

Tendance d'évolution des températures maximales moyennes sur la période 1959-2021 (°C/ décennie)

- +0,3° à +0,35° / dec
- +0,35° à +0,4° / dec
- +0,4° à +0,45° / dec
- +0,45° à +0,5° / dec
- +0,5° à +0,58° / dec

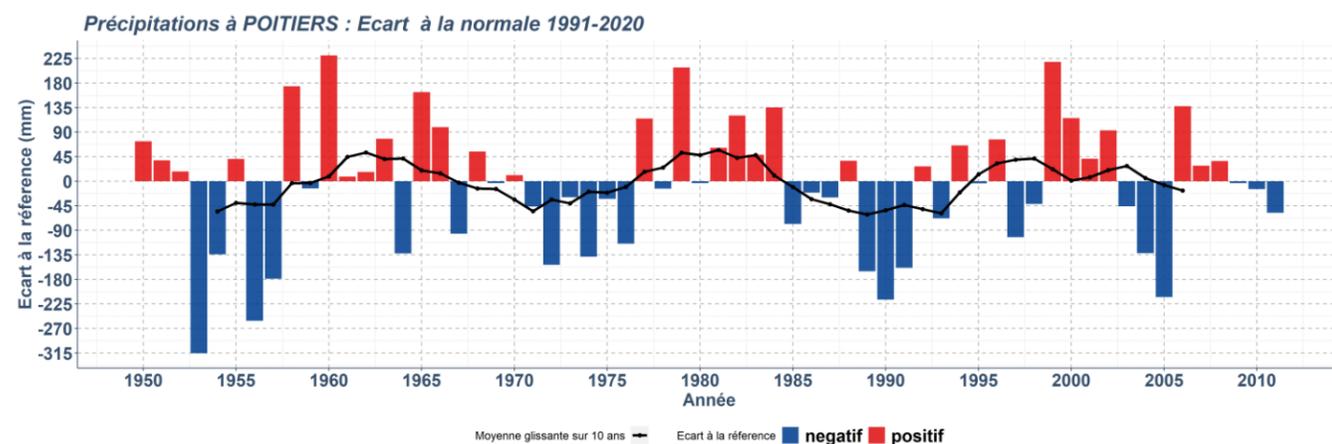
□ Périmètre de l'EPTB Vienne
— Cours d'eau



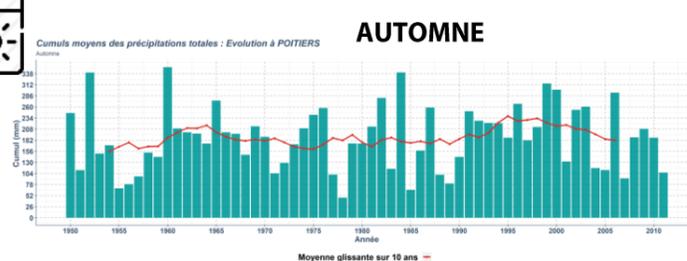
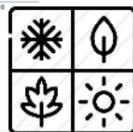
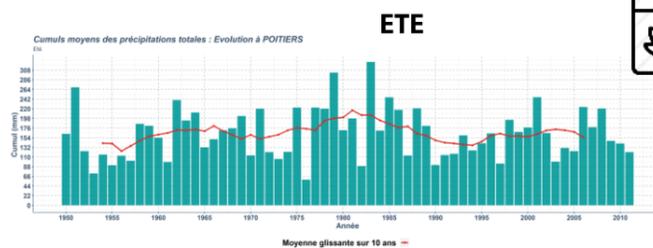
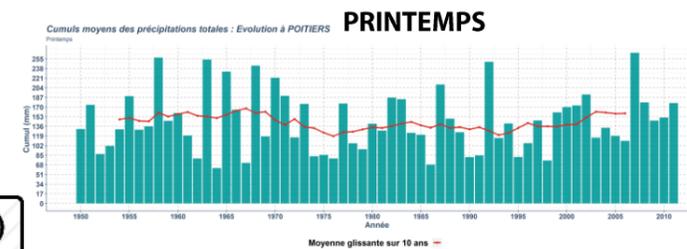
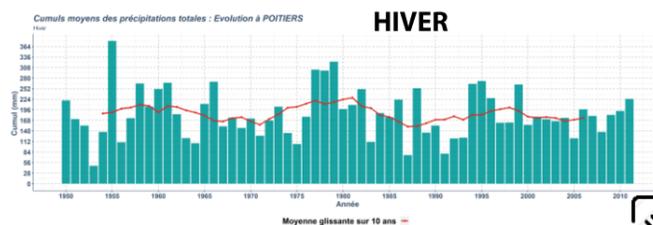
Comment a évolué la pluviométrie ?

→ Pas d'évolution constatée sur le bassin

- Pas de tendance significative sur les cumuls,
- Forte variabilité inter-annuelle, avec des décennies sèches / humides en alternance et ces dernières années sèches en été et automne

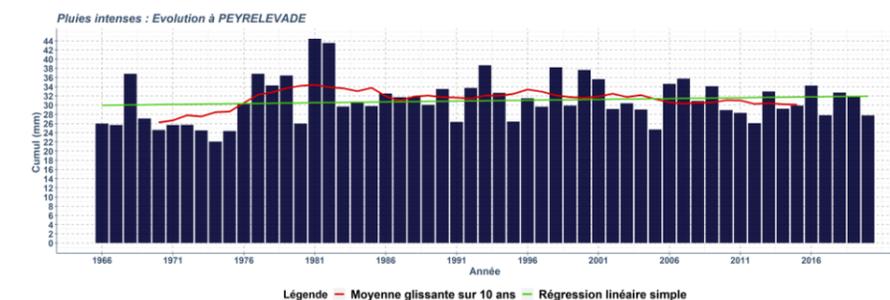


- Pas de tendance à l'échelle saisonnière (exemple station de Poitiers)

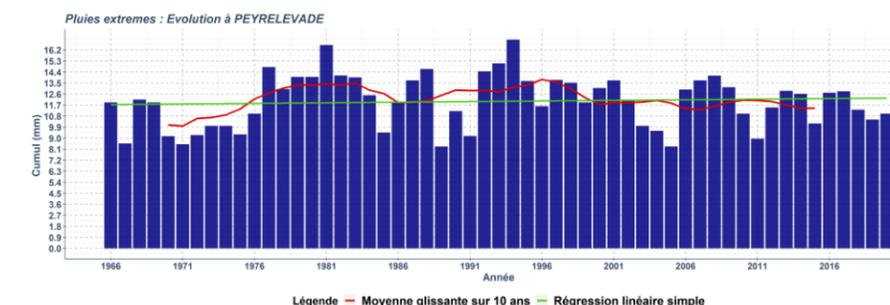


- Pas de tendance significative sur l'intensification des pluies, ni sur la saisonnalité....

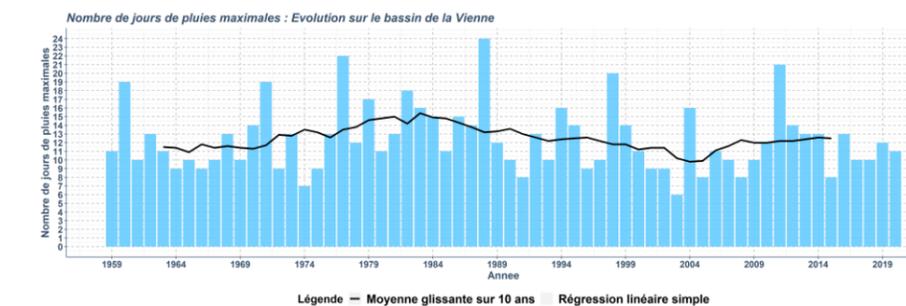
Pluies intenses (nombre de jours)



Pluies extrêmes



Pluies maximales

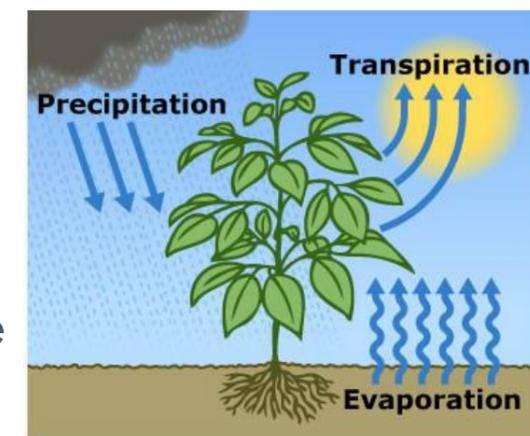


L'évapotranspiration potentielle augmente

Qu'est-ce que l'évapotranspiration ?

→ C'est l'eau transpirée par le couvert végétal et évaporée des sols.

- On distingue :
- **L'évapotranspiration potentielle** qui correspond à la quantité maximale d'eau susceptible d'être évaporée;
 - **L'évapotranspiration réelle** qui correspond au volume d'eau effectivement consommée.

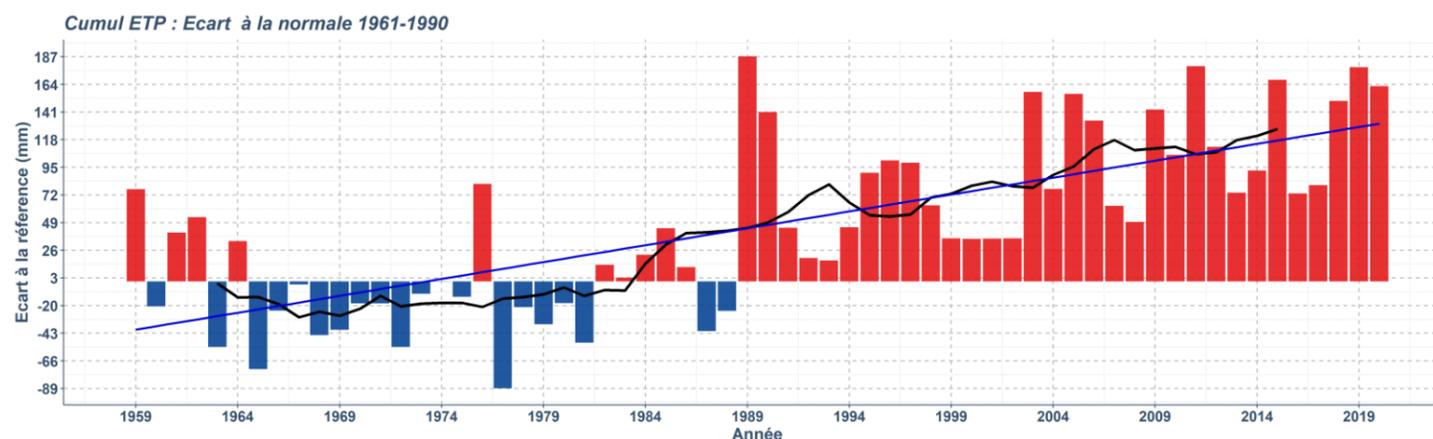


Lorsque les précipitations ne permettent pas de satisfaire la demande évapo-transpiratoire (ETP), on parle de déficit hydrique.

L'évapotranspiration est en hausse sur le bassin :

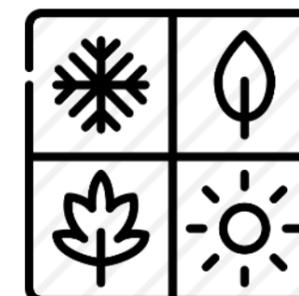
...en lien avec l'augmentation des températures

Cette hausse est plus marquée au printemps et en été :



Hiver > + 4mm

Automne > + 40 mm



Printemps > + 70 mm

Été > + 50 mm

Attention cependant à la baisse des pluies efficaces !

Définition des pluies efficaces

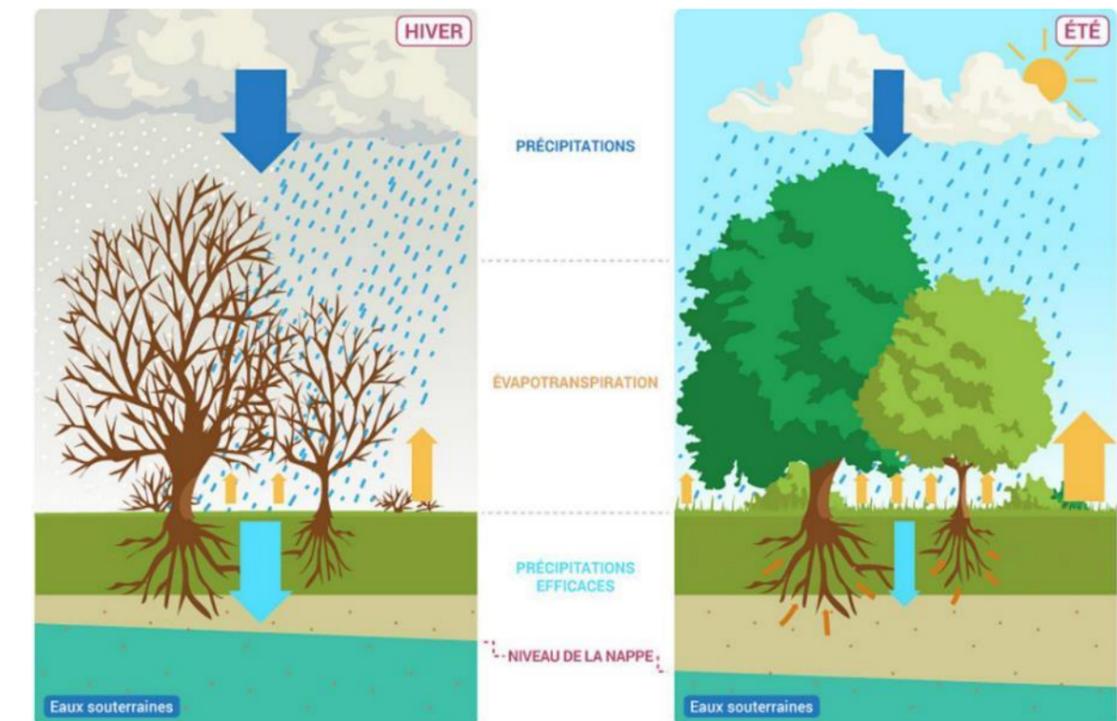
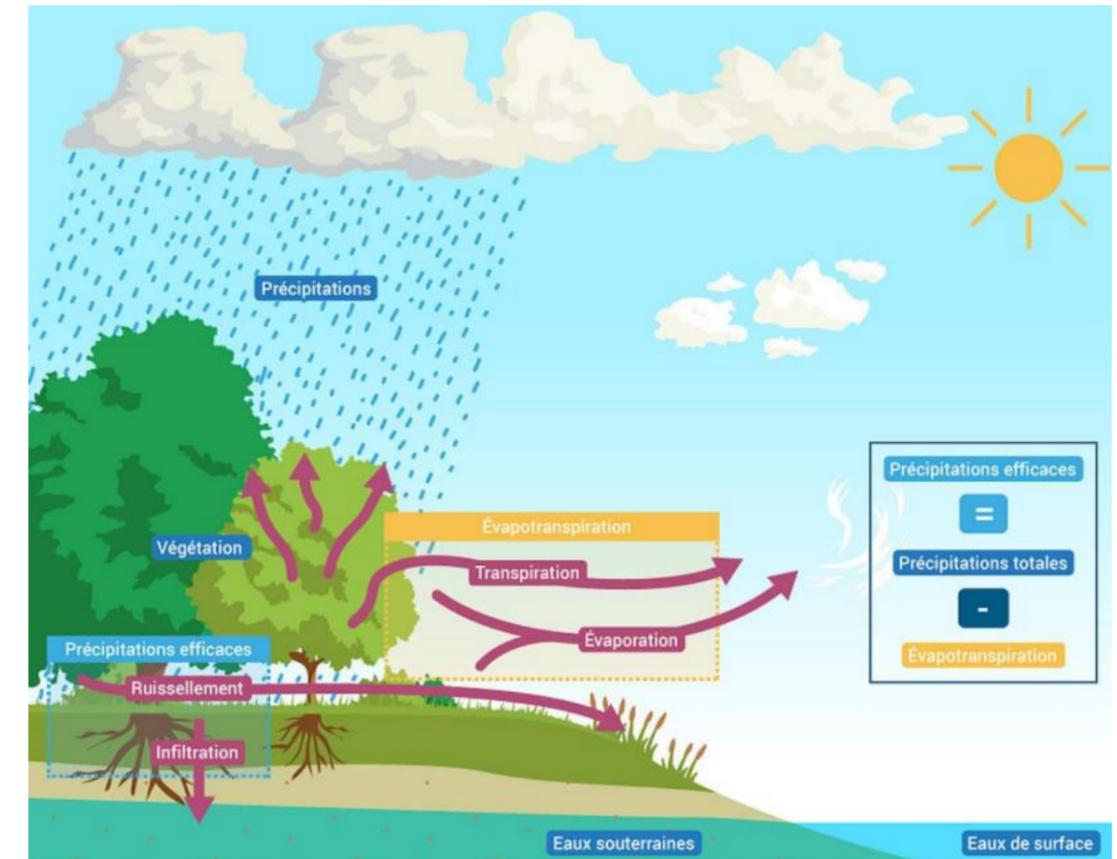
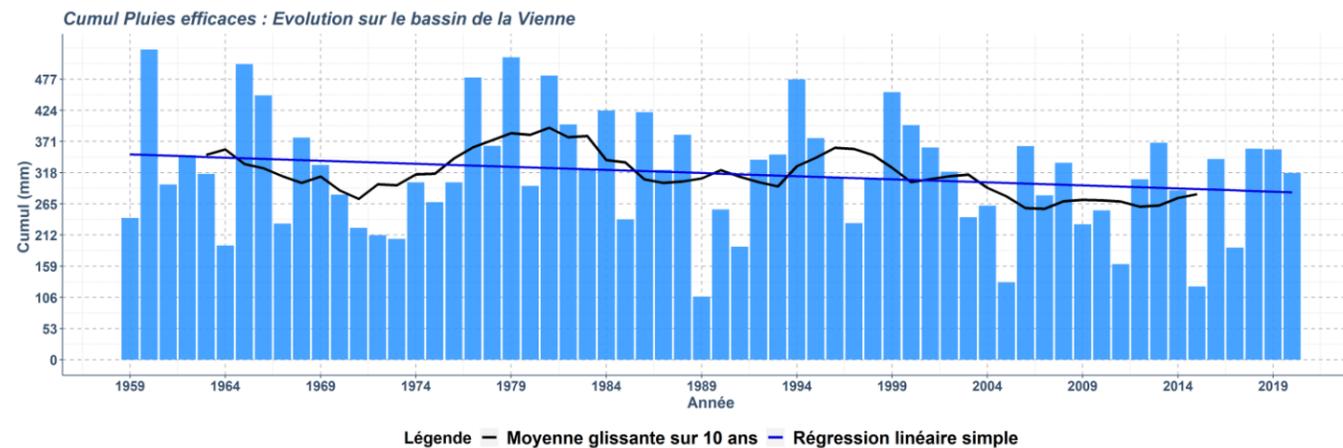
→ Précipitations qui permettent de **recharger les nappes souterraines** et qui **alimentent les cours d'eau** et milieux aquatiques.

Une partie de cette eau va **s'infiltrer** et l'autre va **ruisseler**.

Pluie efficace = pluviométrie – ETR*

* ETR = évapotranspiration réelle

Des pluies efficaces en baisse :



Comment évoluent les sécheresses ?

Sécheresse météorologique

≠

Sécheresse des sols



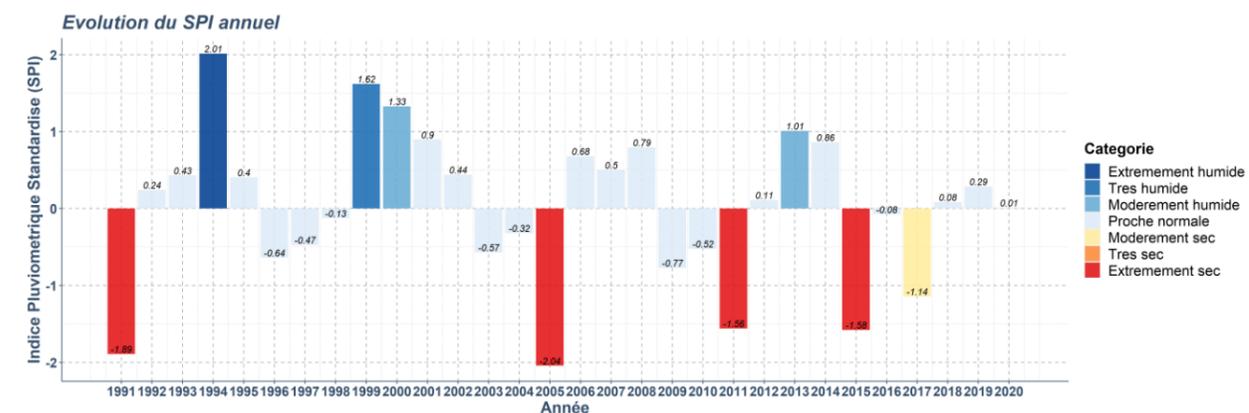
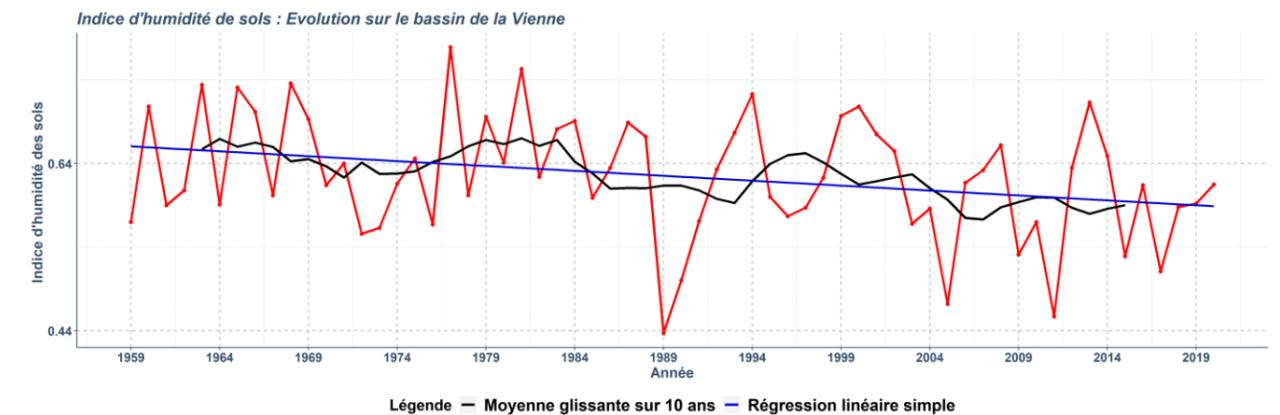
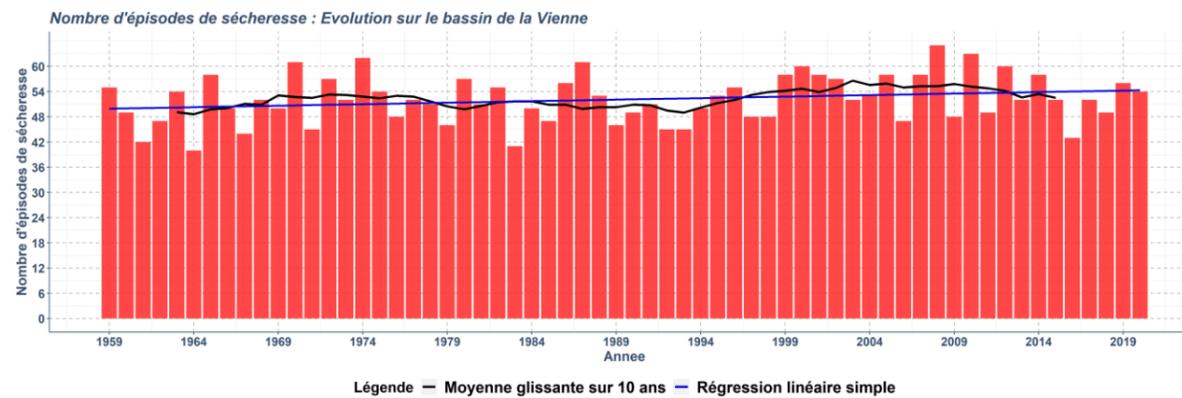
correspond à un déficit de précipitations sur une longue période



résulte d'un déficit de précipitations et d'eau contenue dans les sols (RU) durant la saison de végétation (printemps/été)

Pas de tendance en ce qui concerne la sécheresse météorologique :

L'humidité des sols diminue sur le bassin :



Cela participe à la multiplication et à l'aggravation des épisodes de sécheresses des sols

La température de l'eau en hausse



Modélisation IRSTEA 2009-2018 à partir de mesures FD pêche et OFB (103 points)



Augmentation de la température de l'eau sur tous les points, sauf en aval du barrage d'Erguzon (soutien d'étiage du barrage)

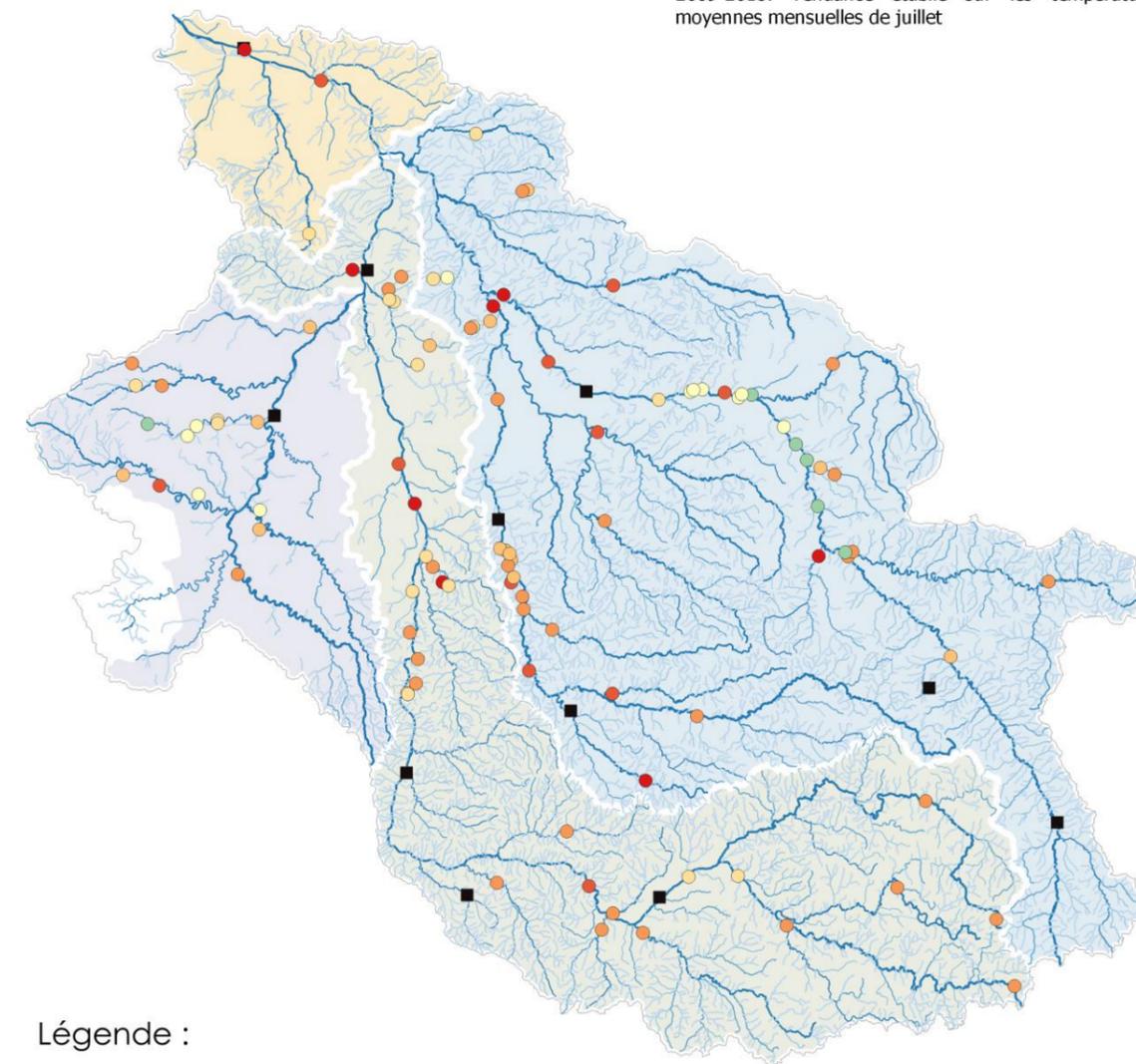


La température de l'eau augmente plus vite que celle de l'air

Evolution de la thermie des cours d'eau au mois de juillet



Source : données de températures quotidiennes modélisées (relation T_{air} - T_{eau}), sur la période 2009-2018. Tendence établie sur les températures moyennes mensuelles de juillet



Légende :

Evolution des T° moyennes de l'eau

- mois de juillet

- 0,33° - 0°
- 0° - +0,5°
- +0,5° - +1°
- +1° - +1,5°
- +1,5° - +2°
- +2° - +2,5°
- +2,5° - +2,9°

□ Périmètre de l'EPTB Vienne

— Cours d'eau

□ Périmètre des sous bassins versant / SAGE

- Clain
- Creuse et Gartempe
- Vienne
- Vienne Tourangelle



0 50 100 km



Sources : EPTB Vienne, IGN, SANDRE, INRAE

A RETENIR / rétrospective CLIMAT



Des températures en hausse, surtout en été et au printemps, avec une augmentation plus rapide sur l'amont du bassin



Pas de tendance significative sur la pluviométrie



La hausse des températures entraîne **une hausse de l'ETP** et **une baisse des pluies efficaces**,



donc + de sécheresse et des étiages + sévères

Des débits moyens à la baisse

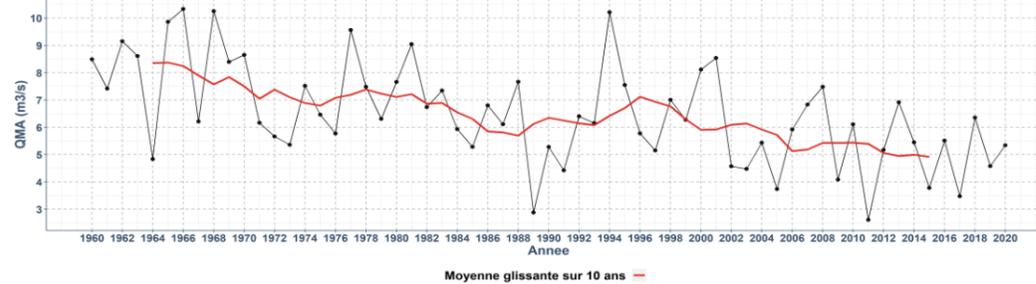
Les débits moyens sont **en baisse** sur une très large majorité de stations



Attention, les tendances sont observées sur des débits mesurés aux stations, qui sont impactés par les divers prélèvements et des rejets ayant lieu dans le cours d'eau.

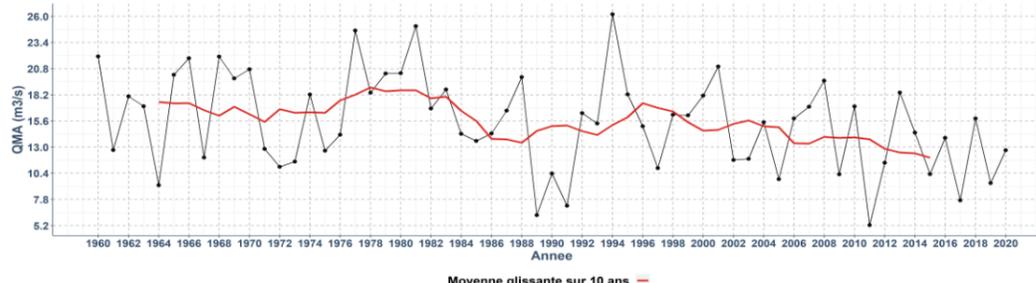
Le Taurion à Pontarion

QMA : Evolution sur la station L0231510



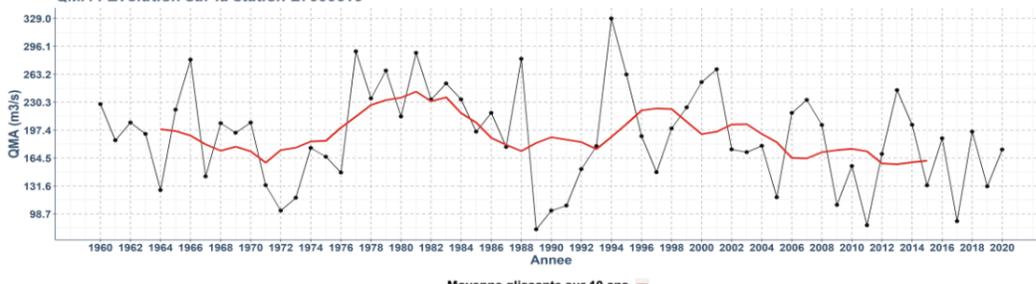
La Creuse à Fresselines

QMA : Evolution sur la station L4220710



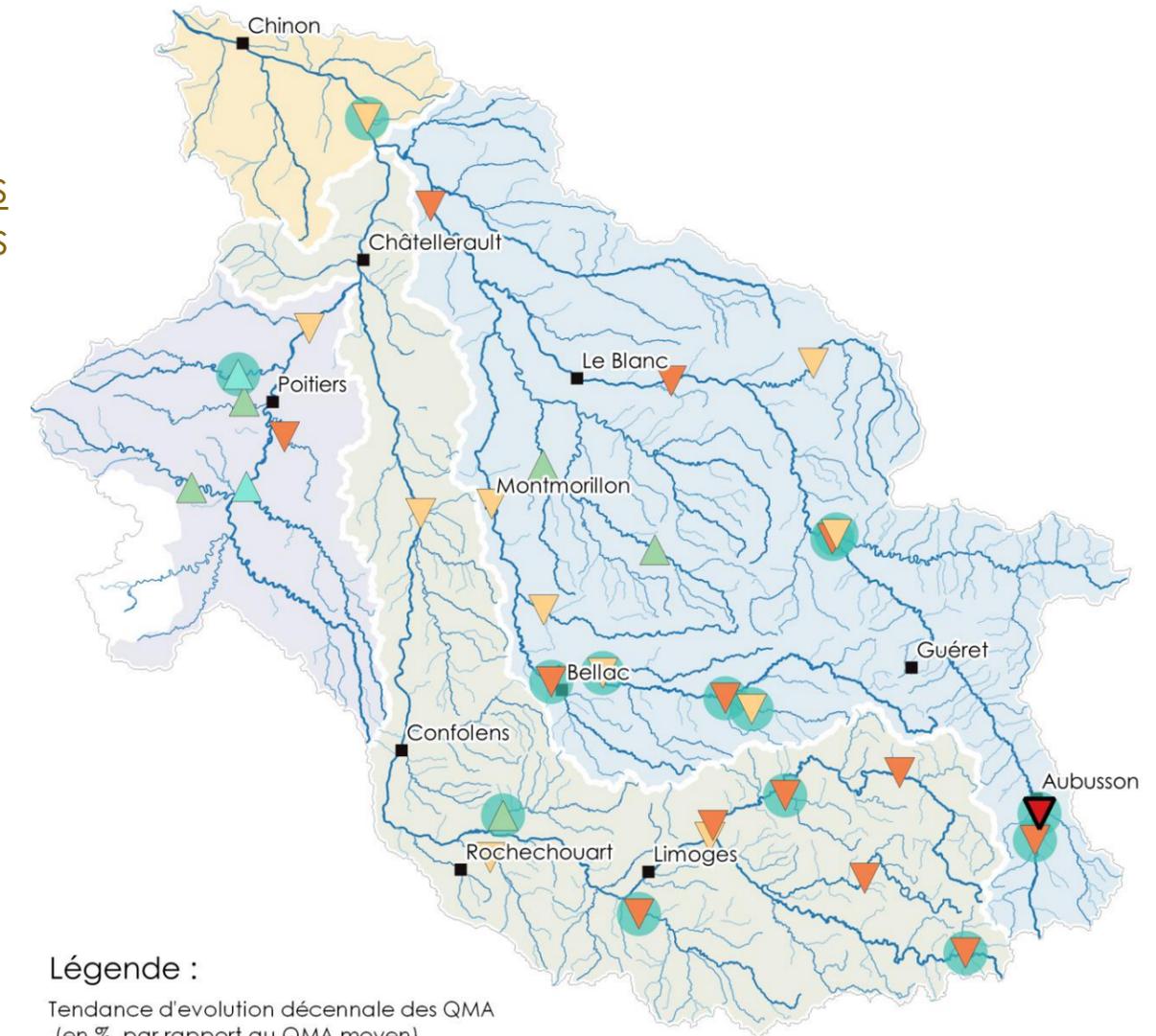
La Vienne à Nouâtre

QMA : Evolution sur la station L7000610



Tendances d'évolution des QMA* 1990-2020

* QMA = débit moyen annuel



Légende :

Tendance d'évolution décennale des QMA
(en %, par rapport au QMA moyen)

▲ -14,5 - -10,0

▲ -10,0 - -5,0

▲ -5,0 - 0,0

▲ 0,0 - 5,0

▲ 5,0 - 9,8

● Station RRSE (non influencée)

▼ Tendance significative

□ Périmètre de l'EPTB Vienne

— Cours d'eau

□ Périmètre des sous bassins versant / SAGE

□ Clain

□ Creuse et Gartempe

□ Vienne

□ Vienne Tourangelle

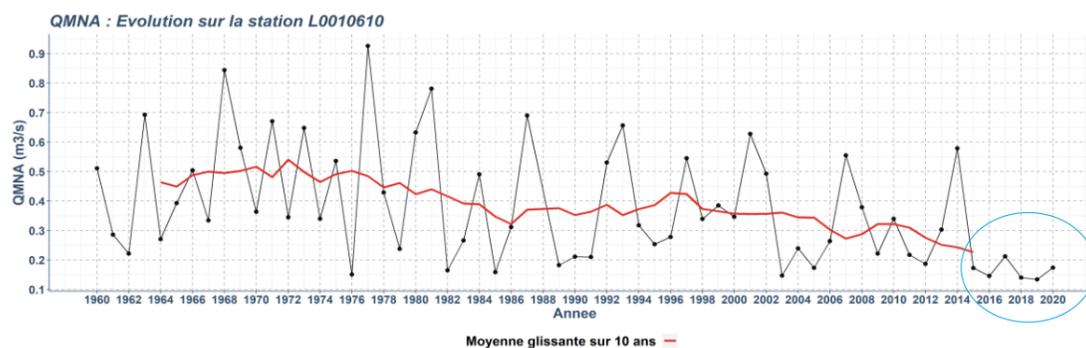


Sources : EPTB Vienne, IGN, SANDRE, banque HYDRO, OFB

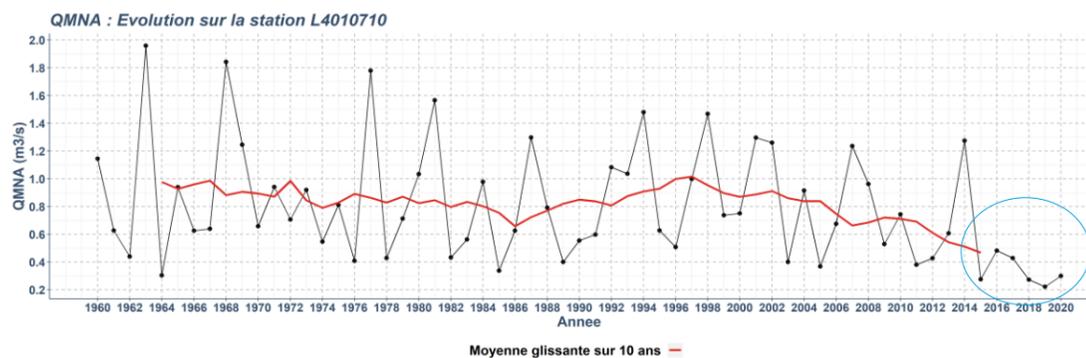
Des étiages plus sévères

Les débits d'étiage présentent de fortes **baisses** sur une très large majorité de stations, jusqu'à -20 à -25%.
Les 5 dernières années sont particulièrement sévères.

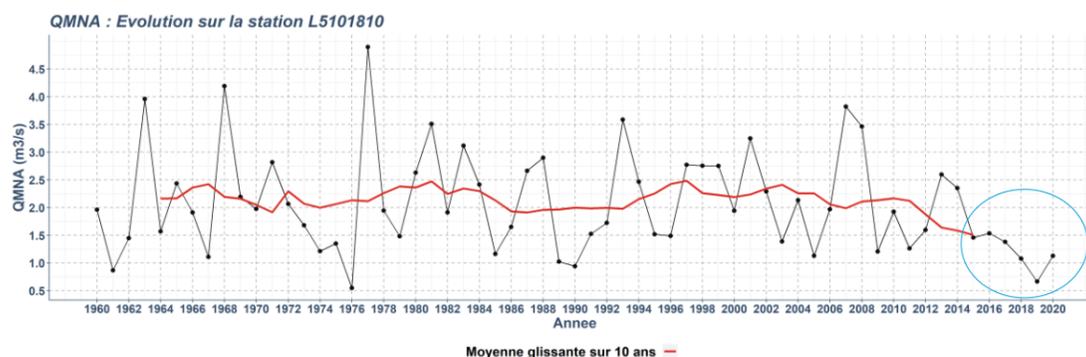
La Vienne à Peyrelevade



La Creuse à Felletin

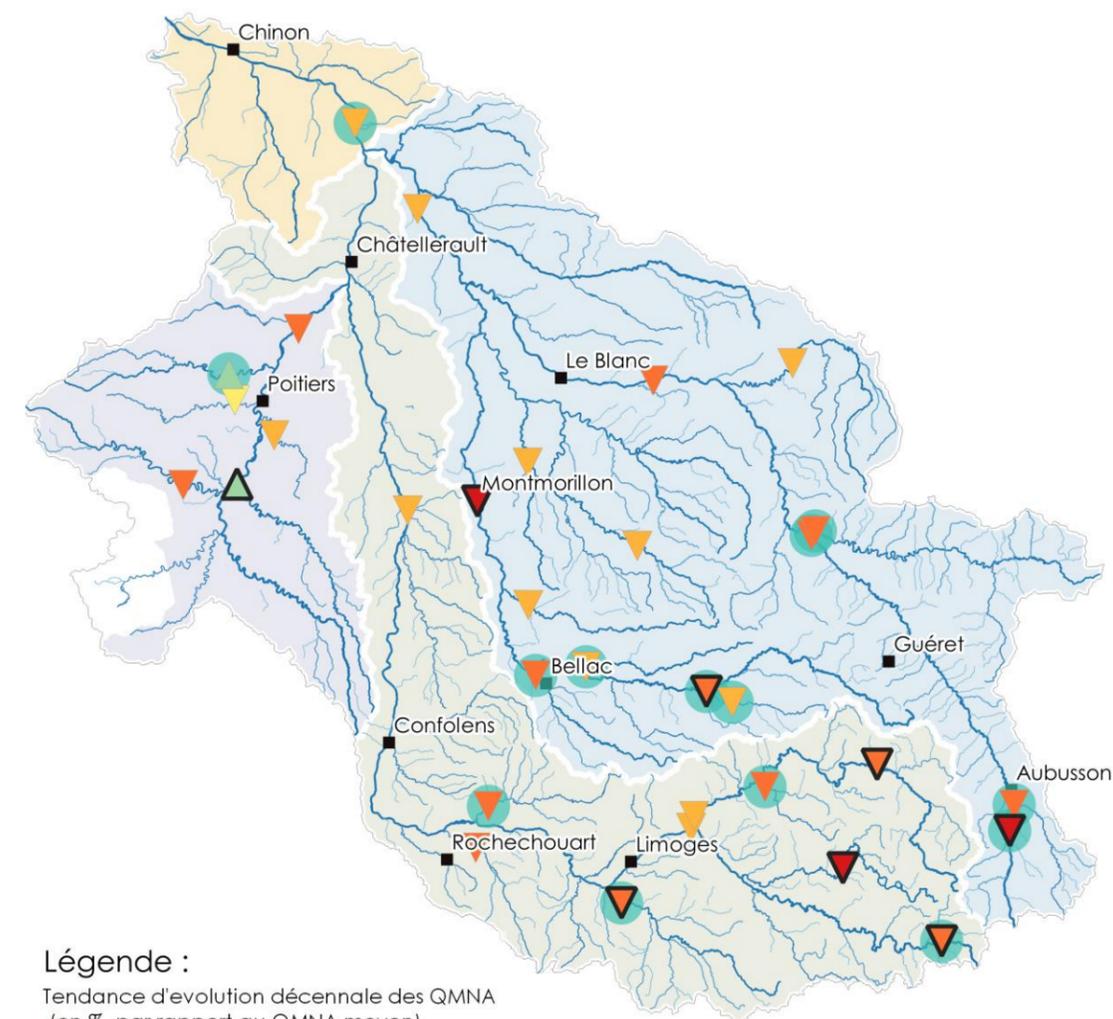


La Gartempe à Folles



Tendances d'évolution des QMNA* 1990-2020

* QMNA = débit mensuel minimal de chaque année civile



Légende :

Tendance d'évolution décennale des QMNA
(en %, par rapport au QMNA moyen)

- ▼ -24,2 - -20,0
- ▼ -20,0 - -10,0
- ▼ -10,0 - 0,0
- ▼ 0,0 - 10,0
- ▼ 10,0 - 17,9
- ▼ Tendance significative
- Station RRSE (non influencée)

- Périmètre de l'EPTB Vienne
- Cours d'eau
- Périmètre des sous bassins versant / SAGE
 - Clain
 - Creuse et Gartempe
 - Vienne
 - Vienne Tourangelle



0 50 100 km



Sources : EPTB Vienne, IGN, SANDRE, banque HYDRO, OFB

Des niveaux de nappe en baisse également

Les niveaux piézométriques sont globalement en baisse



Attention, un piézomètre n'est pas représentatif de l'ensemble de la nappe

Les baisses sont + importantes sur certains piézomètres :

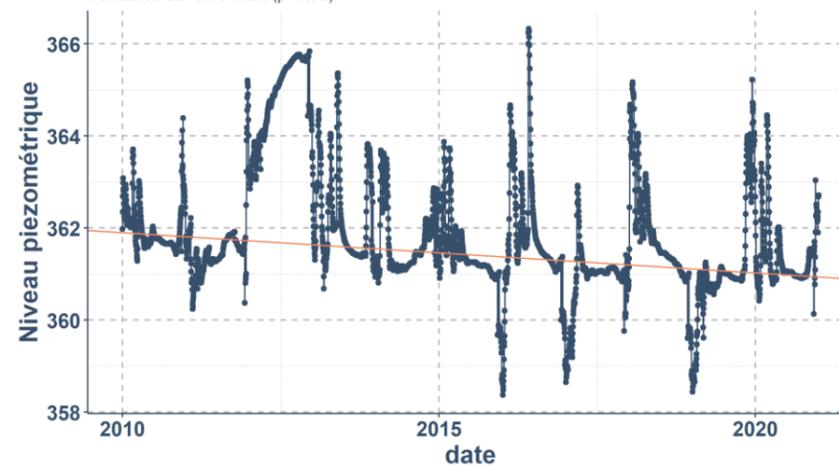
nappe du Dogger libre (BV de la Creuse)
05914X0007/PAEP
Tendance de -0.26 m/an (p<0.05)



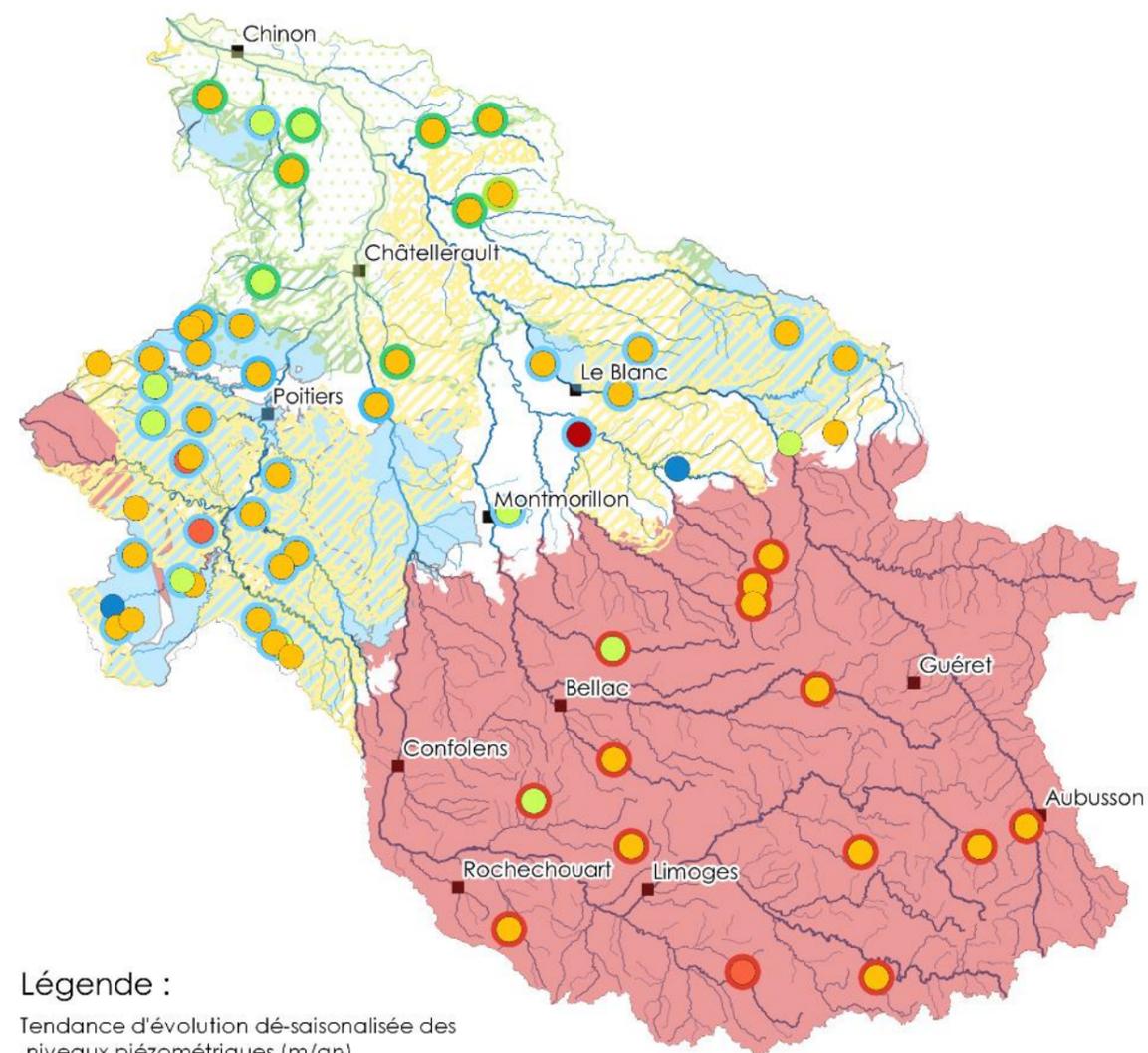
Infra-Toarcien captif
06123X0044/S
Tendance de -0.13 m/an (p<0.05)



06165X0008/F19 Nappe de socle (Gartempe)
Tendance de -0.09 m/an (p<0.05)



Evolution des niveaux piézométriques



Légende :

Tendance d'évolution dé-saisonnalisée des niveaux piézométriques (m/an)

- -0,26 - -0,20
- -0,20 - -0,10
- -0,10 - 0,00
- 0,00 - 0,10
- 0,10 - 0,20
- 0,20 - 0,26

○ Type de nappe (voir légende ci-contre)

□ Périmètre de l'EPTB Vienne

— Cours d'eau

Contexte hydrogéologique :

- Alluvions de la Vienne
- Sables et calcaire des bassins tertiaires
- Craie du Séno-Turonien
- Sables et grès du Cénomaniens
- Calcaires et marnes du jurassique
- Formations de socle

0 50 100 km



Sources : EPTB Vienne, IGN, SANDRE, banque HYDRO, OFB

A RETENIR / rétrospective RESSOURCE



Les **débits moyens et les débits d'étiage** sont en baisse.
Les 5 dernières années (hors 2021) sont les plus sévères



Les niveaux piézométrique sont globalement en baisse – mais chroniques assez courtes



La température de l'eau augmente, surtout en été



L'hydraulicité des cours d'eau est statistiquement liée aux **précipitations et à l'ETP** : ces 5 dernières années, l'hydraulicité est en baisse du fait de l'ETP en hausse et de la sécheresse météorologique



RESULTATS DE LA PHASE 3

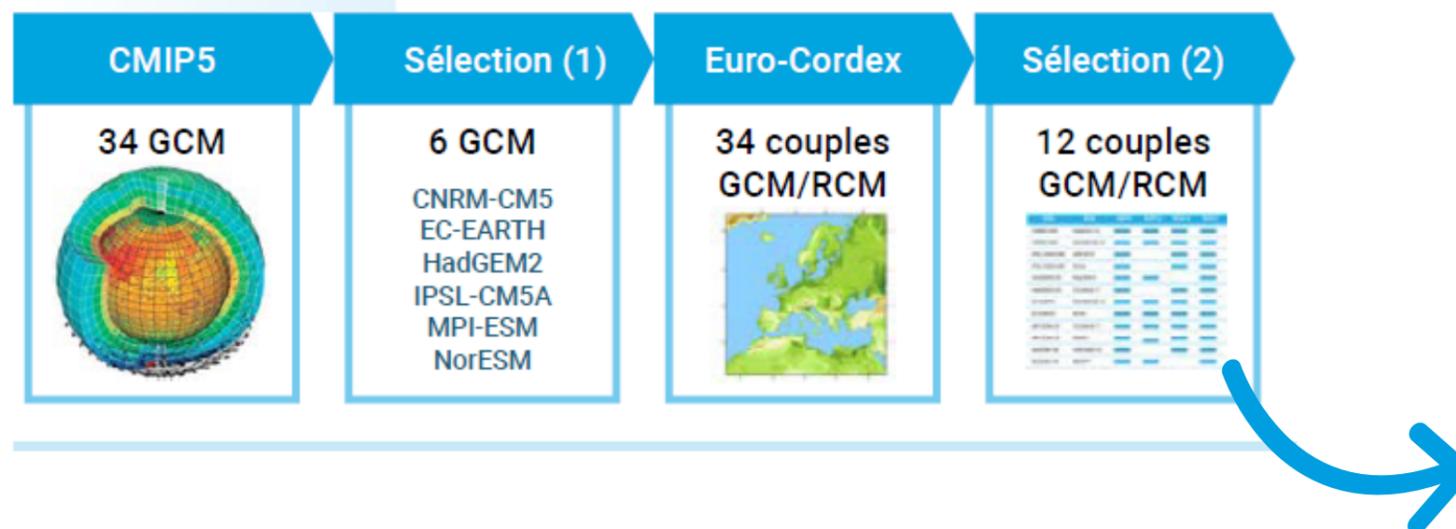


Analyse prospective du climat et de la ressource

Comment le changement climatique est-il modélisé ?

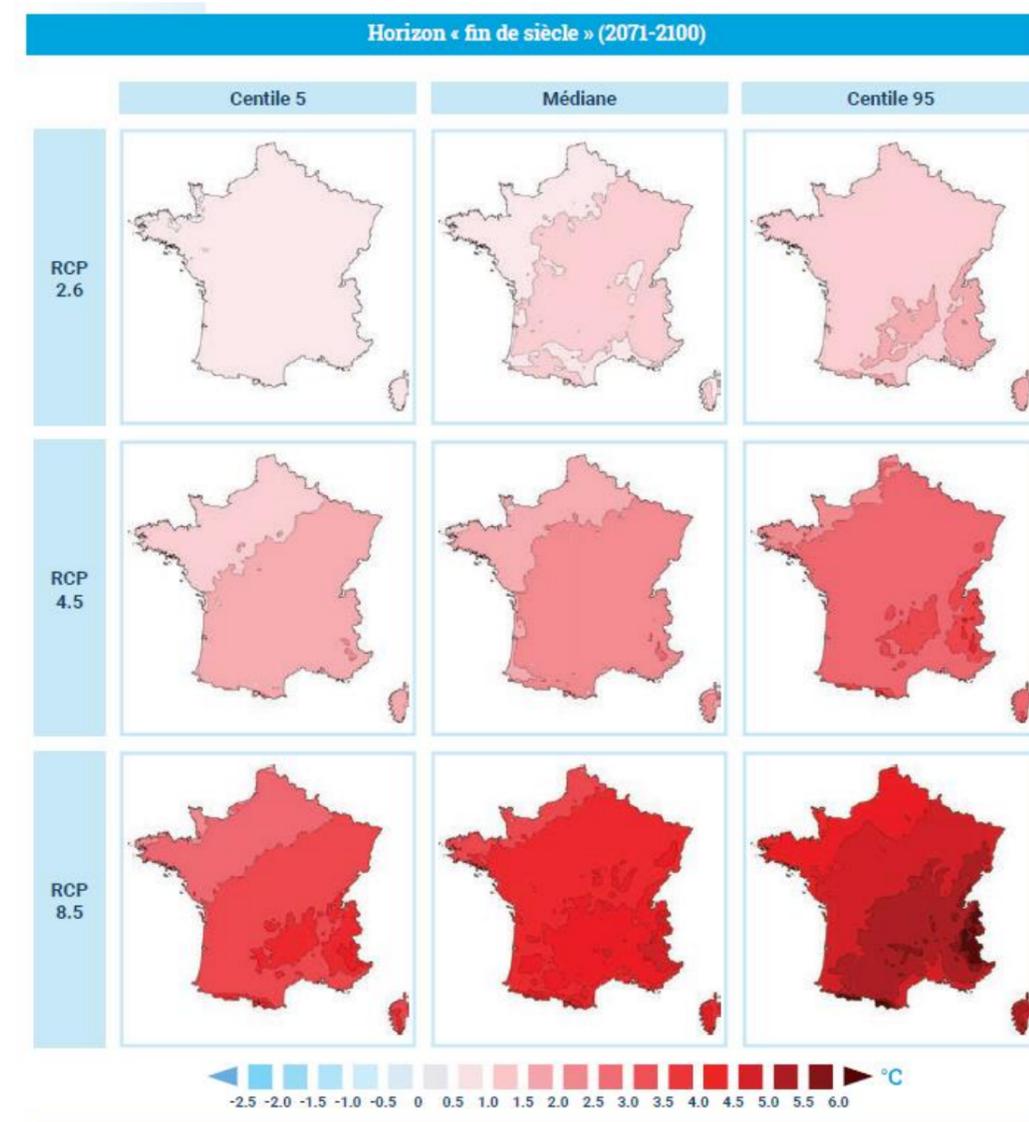
Le climat est modélisé à l'échelle mondiale, et les projections climatiques intègrent différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre (= les scénarios RCP).

Des méthodes de régionalisation permettent ensuite de simuler les évolutions climatiques sur des zones plus précises.



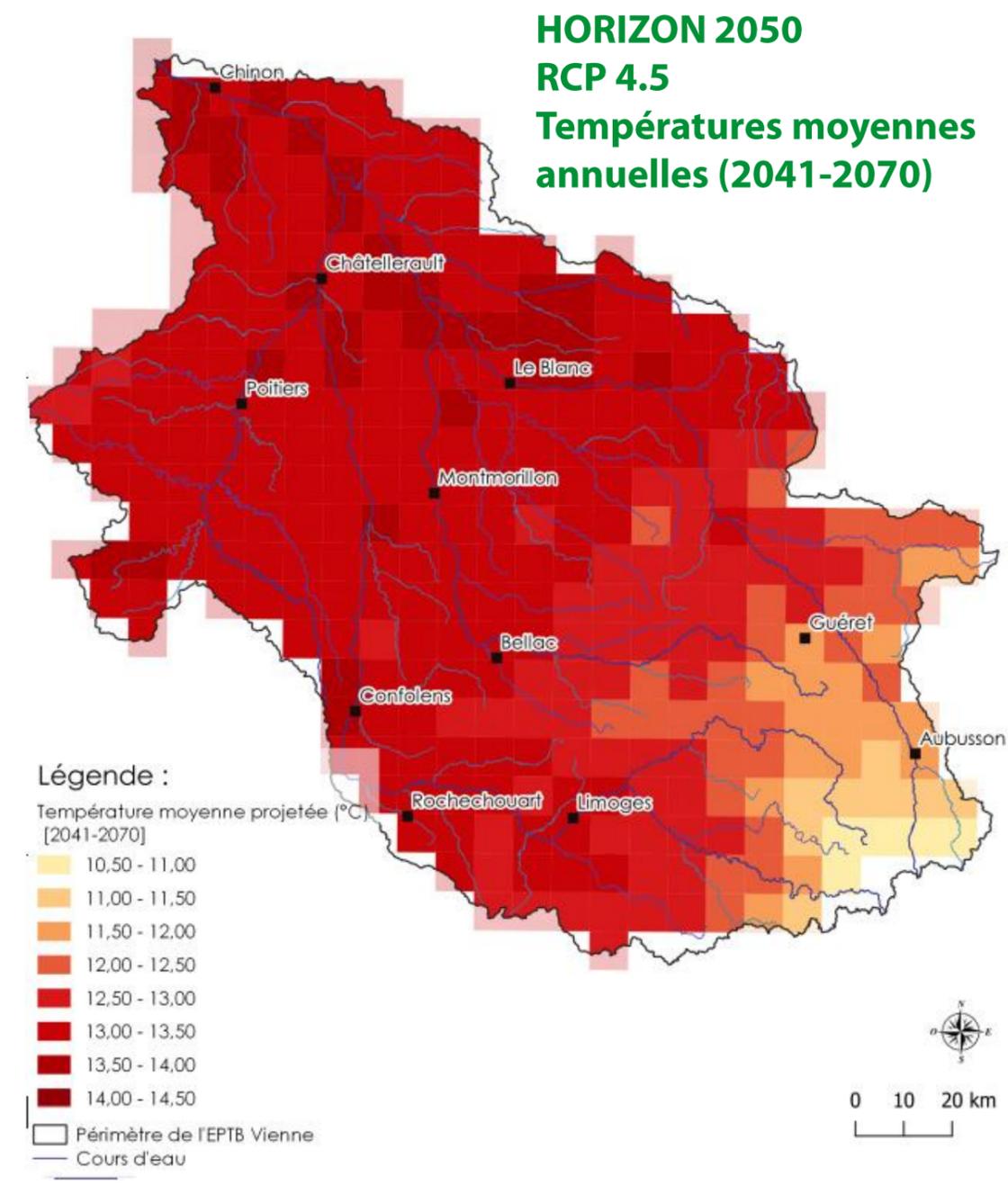
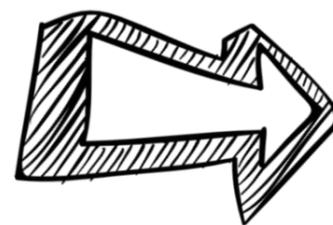
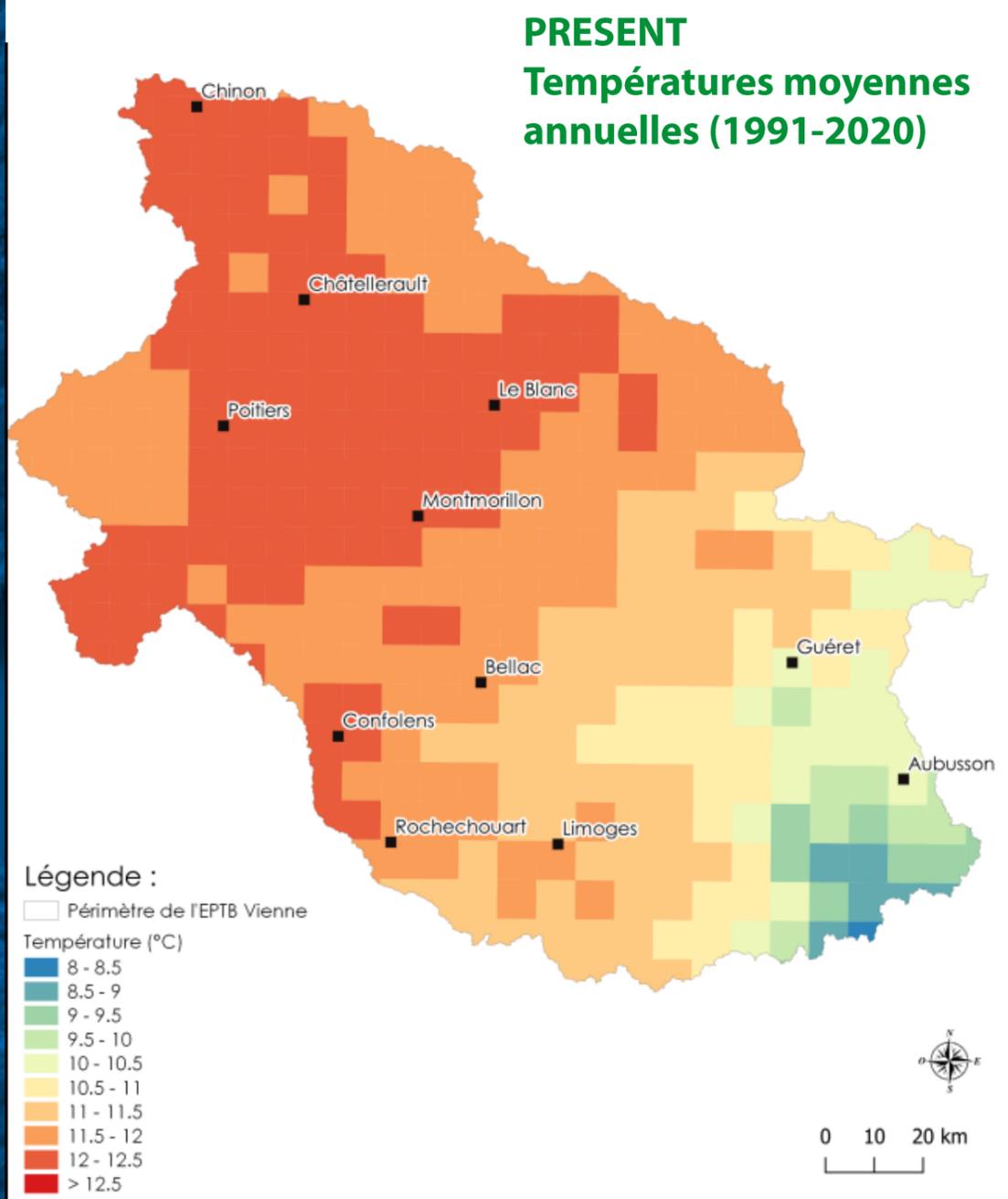
Dans le cadre de cette étude, nous avons mobilisé les 12 couples de modèles disponibles sur le DRIAS avec deux scénarios d'émission :

- **RCP 4.5** : scénario avec stabilisation des émissions puis baisse à partir de 2050
- **RCP 8.5** : scénario du laisser-faire



Quel sera le climat type de la Vienne en 2050 ?

On observe un glissement de la typologie des climats en France : en Vienne, cela se traduit par le passage d'un climat historique « océanique altéré » (tempéré avec des étés frais et sec) vers un climat à dominante méditerranéen (tempéré à été chaud et sec).



Comment vont évoluer les extrêmes climatiques ?



Les records vagues de chaleur seront de plus en plus fréquents et plus intenses : **doublement d'ici à 2050**

Exemples :

- *La vague de chaleur de juin et juillet 2019 aura 4 fois plus de chance de se produire à horizon 2040 qu'aujourd'hui ;*
- *Le pic de chaleur de septembre 2020 sera 3 fois plus probable à horizon 2040 ;*
- *Un évènement équivalent à la canicule de 2003 devrait rester exceptionnel à horizon 2050 mais deviendrait régulier à horizon fin de siècle en scénario RCP 8.5*



L'évolution des évènements extrêmes en matière de précipitation est difficile à qualifier, ils s'inscrivent dans la variabilité naturelle des pluies. **Une intensification des pluies et donc des évènements extrêmes est néanmoins simulée à horizon fin de siècle** par une partie des projections climatiques



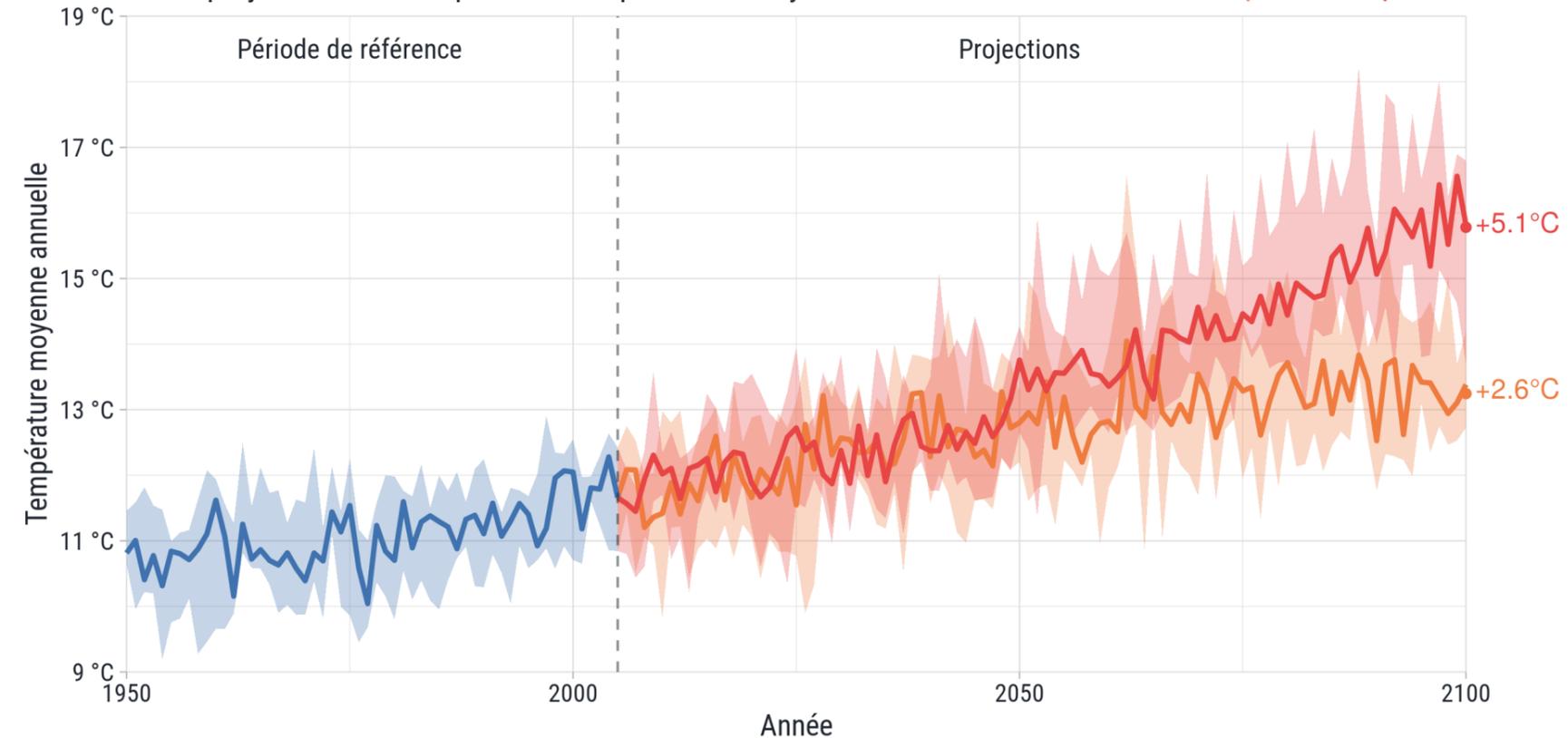
Le changement climatique aurait **peu d'impact sur l'occurrence et l'intensité des tempêtes.**

Comment vont évoluer les températures ?



L'ensemble des projections convergent vers une importante augmentation des températures : **+1,6° à + 2,2°** selon le scénarios à horizon 2050 (par rapport à 1976-2005)

Evolution des projections climatiques des températures moyennes issues des scénarios **RCP 4,5 & RCP 8,5**



Source : MétéoFrance (DRIAS), réalisation Anteagroup

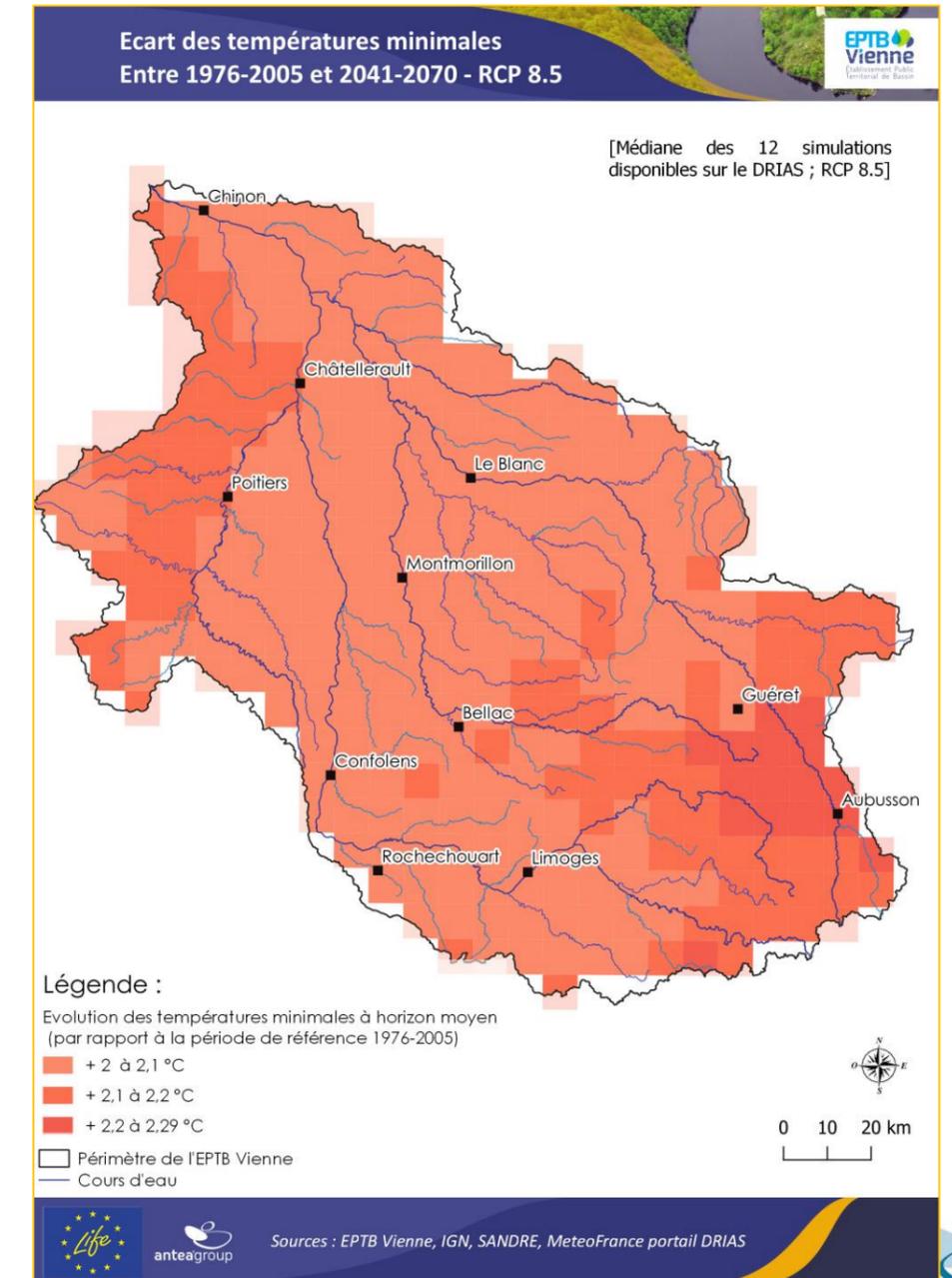
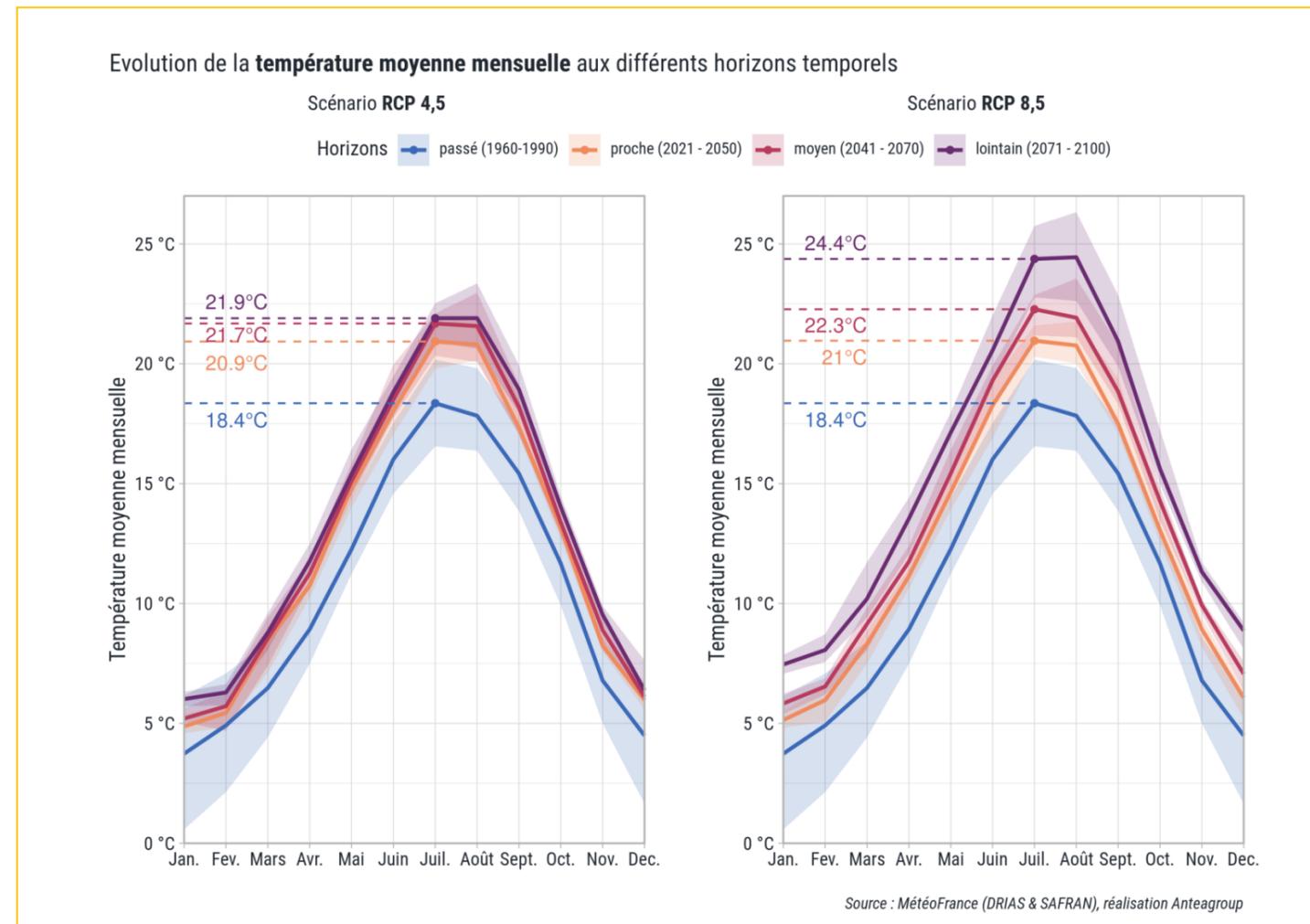


En fin de siècle (2070-2100), la trajectoire diffère drastiquement selon le scénario d'émission : stabilisation des températures autour de **+ 2,1°** ou poursuite de la hausse jusqu'à **+4°** (par rapport à 1976-2005)

Comment vont évoluer les températures ?

→ C'est durant les mois d'été que la hausse des température est la plus élevée :

→ La hausse est uniforme sur l'ensemble du bassin versant :

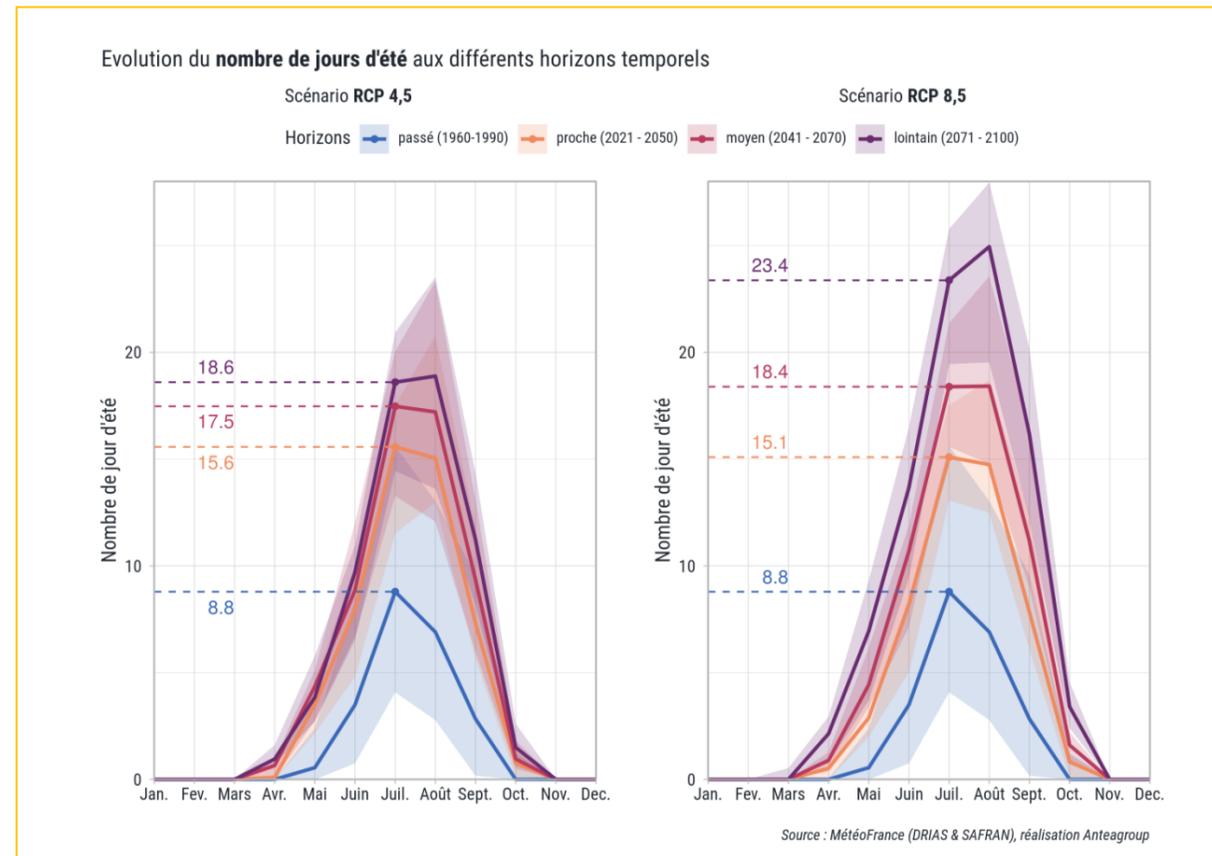


Jusqu'à +6° sur la période estivale en fin de siècle !

Comment vont évoluer les températures ?



Le nombre de jours d'été ($t^{\circ} > 25^{\circ}$) va fortement augmenter :

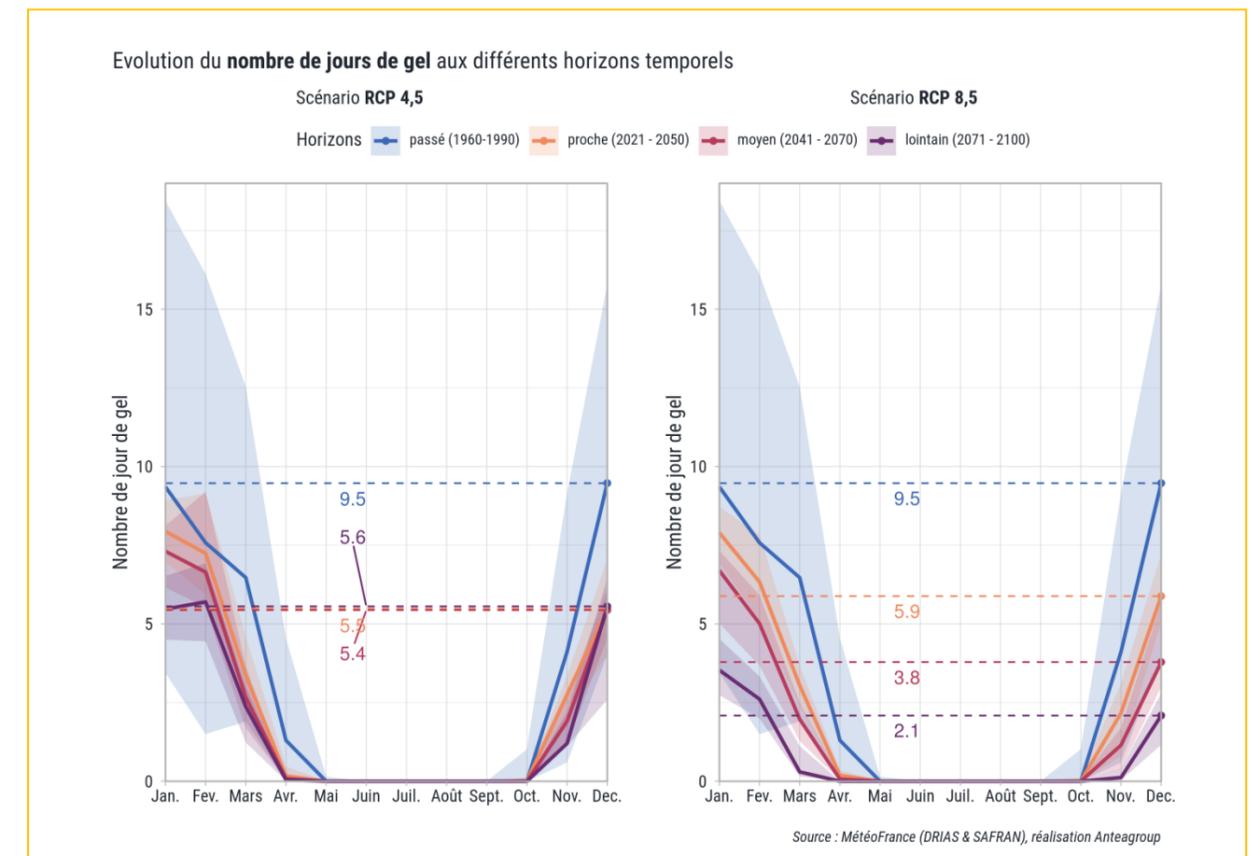


A horizon 2050, il y aura 25 à 30 jours d'été supplémentaires et 2 à 3 journées de température extrême en plus ($t^{\circ} > 35^{\circ}$)

Un « été type » 2050 sur le bassin de Vienne se rapprochera de l'été 2019.



Et le nombre de jours de gel diminuer :

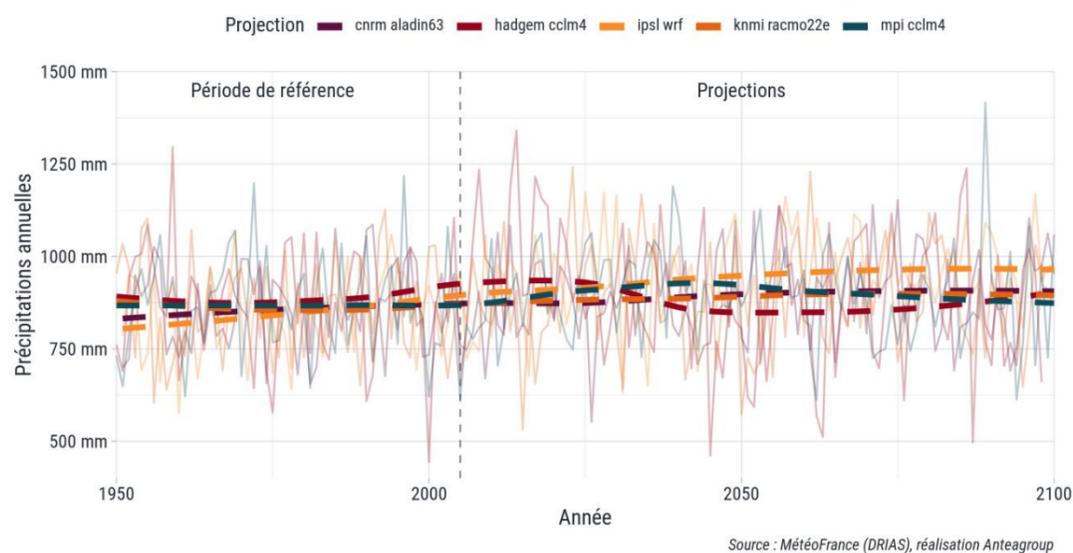


A horizon 2050, une quinzaine de jours de gel en moins

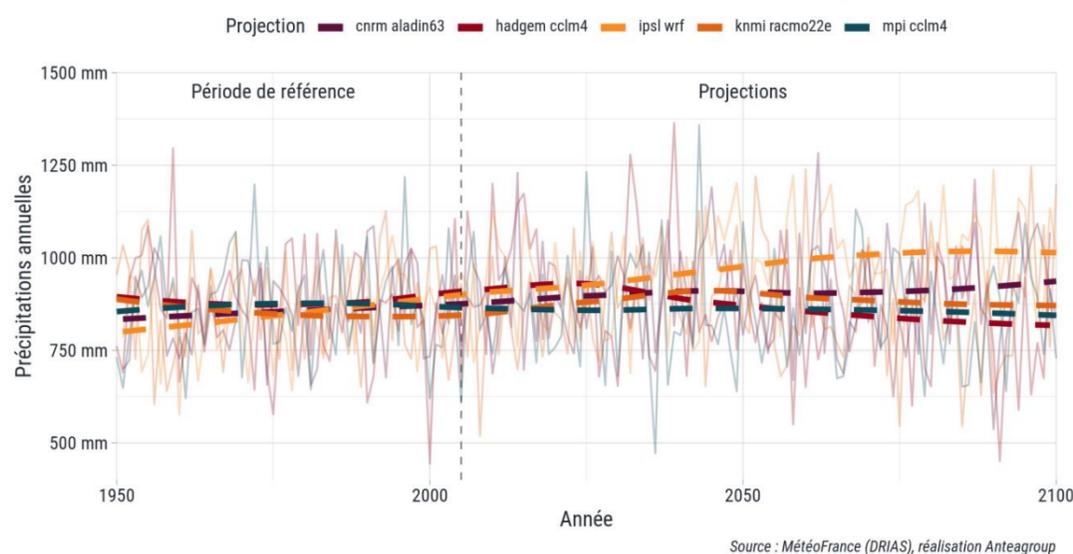
Comment va évoluer la pluviométrie ?

A horizon 2050, les modèles prévoient peu d'évolution des précipitations annuelles, et l'incertitude est élevée

Comparaison des projections climatiques des précipitations issues des scénarios RCP 4,5

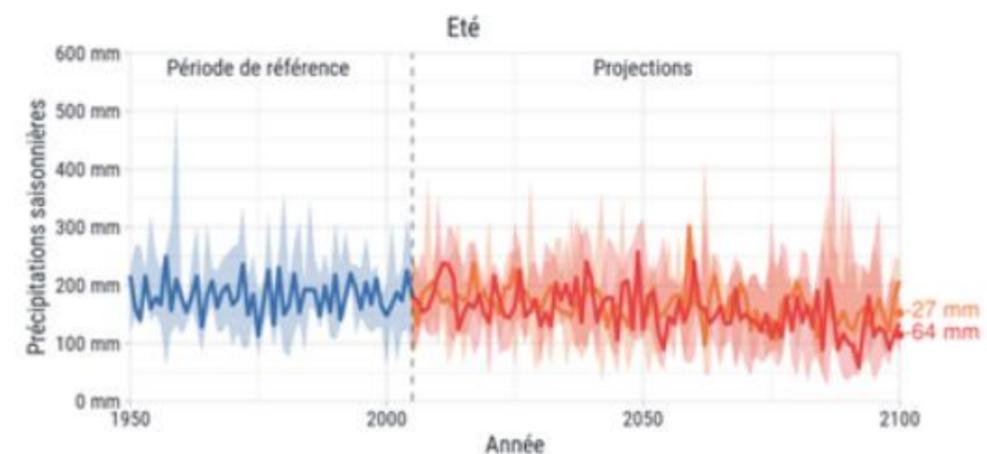
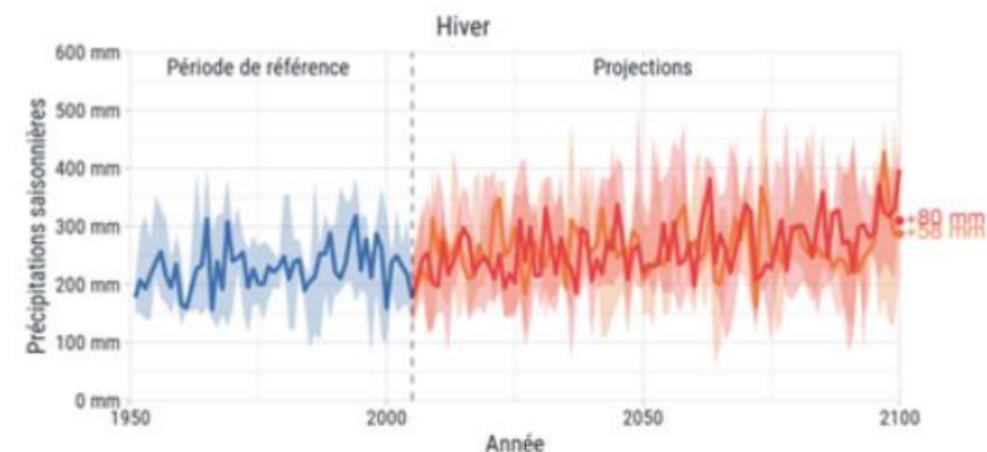


Comparaison des projections climatiques des précipitations issues des scénarios RCP 8,5



La répartition saisonnière des pluies évolue néanmoins, surtout à horizon fin de siècle :

Evolution des projections climatiques des précipitations issues des scénarios RCP 4,5 & RCP 8,5



Un signal d'intensification des pluies est identifié en climat futur

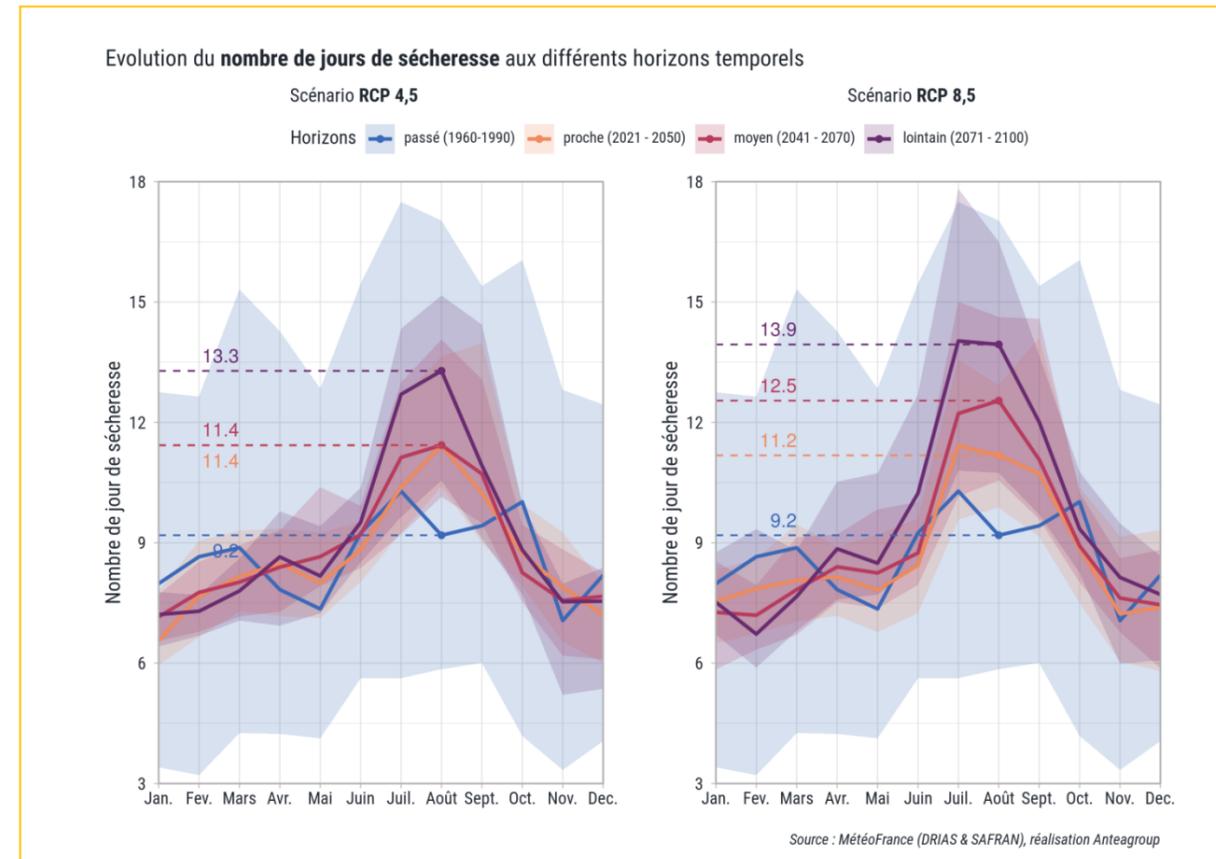


anteagroup

Comment va évoluer la pluviométrie ?



Les sécheresses météorologiques seraient en augmentation, en particulier en saison estivale



Les sécheresses des sols vont s'aggraver, en lien avec la forte augmentation de l'évapotranspiration.

Des travaux menés en 2018 font été de +30 à 40% de sécheresse agricole en France à horizon 2100

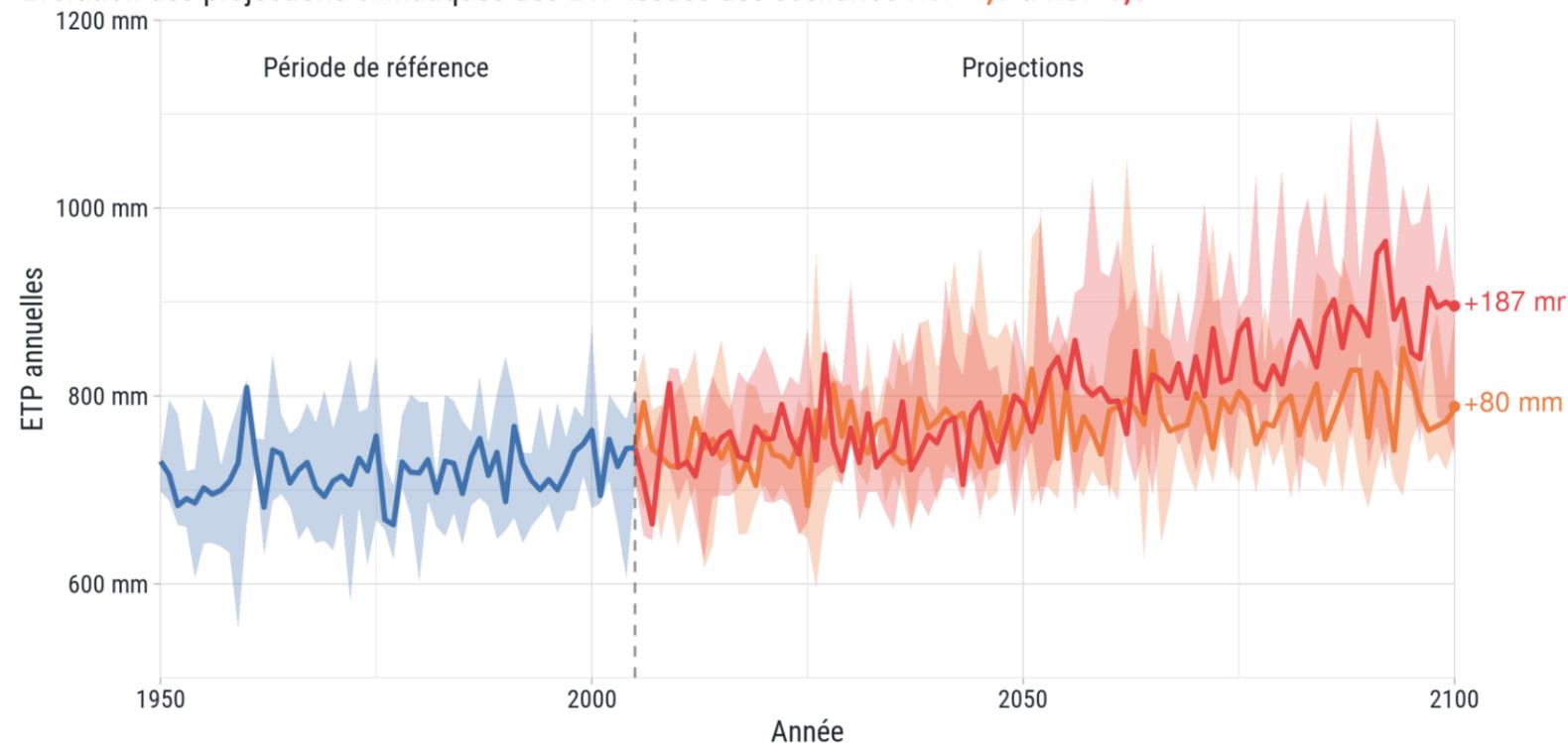
Comment va évoluer l'évapotranspiration ?

→ Une hausse généralisée de l'évapotranspiration



Les projections font état d'une hausse de l'ETP progressivement jusqu'en 2050, suivie d'un décrochage pour le scénario RCP 8.5

Evolution des projections climatiques des ETP issues des scénarios **RCP 4,5** & **RCP 8,5**



Source : MétéoFrance (DRIAS), réalisation Anteagroup

A horizon 2050, l'ETP automnale augmente de 10 à 15%, l'ETP estivale de 10 %

→ Allongement de la période estivale qui va impacter la ressource

A RETENIR / prospective CLIMAT



Des températures moyennes en forte hausse : +1,6° à + 2,2° selon le scénarios à horizon 2050 (par rapport à 1976-2005), jusqu'à +4° en fin de siècle
Un mois de jours d'été supplémentaire à horizon 2050



Un signal d'intensification et de modification saisonnière des pluies en climat futur (augmentation des pluies hivernales)



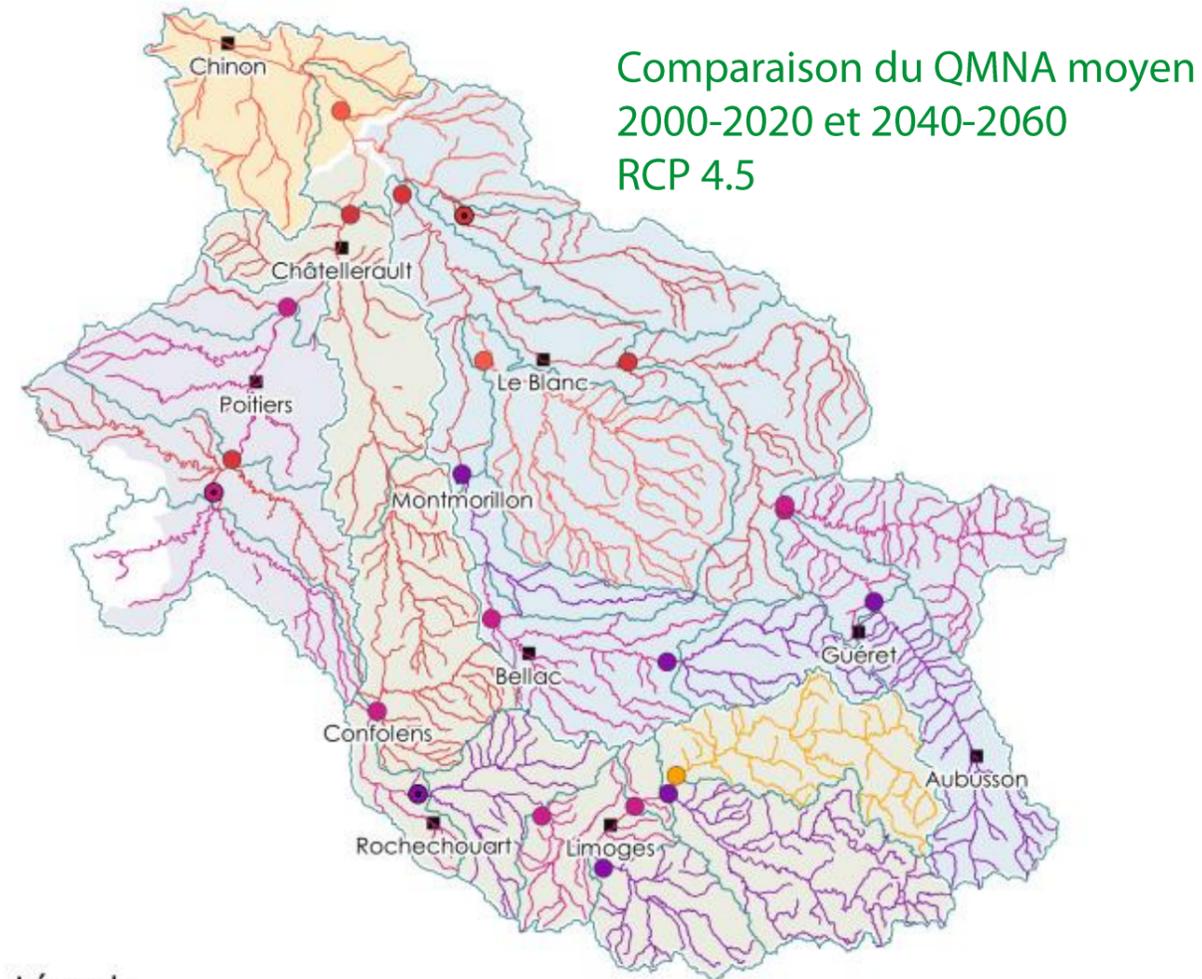
Des épisodes de sécheresse météorologiques plus longs, surtout en période estivale



L'évapotranspiration potentielle (la « demande climatique ») est en hausse, 10% en été et +15% en automne à horizon 2050

Quel impact du changement climatique sur les débits ?

Les débits d'étiage naturels présentent des tendances à la baisse importantes à horizon 2050, avec jusqu'à 50% de baisse sur les têtes de bassin



Légende

- Réseau hydrographique
- Station hydrométrique
- ⊙ Station hydrométrique avec données brutes en sortie du modèle MODCOU - non corrigées
- Unité de gestion

Périmètre des sous bassins versant / SAGE

- Clain
- Creuse
- Vienne
- Vienne Tourangelle

Tendance d'évolution des QMNA entre 2000-2020 et 2040-2060 (%) - RCP 4.5

- 0 à -10 %
- 10 à -20 %
- 20 à -30 %
- 30 à -40 %
- 40 à -50 %



Méthode :

La projection des débits futurs est issue du modèle SIM2 de MétéoFrance, forcé avec 12 couples de modèles climatiques simulant le climat futur.

Les données ont été corrigées à partir des chroniques renaturalisées des débits mesurées aux stations hydrographiques correspondantes.

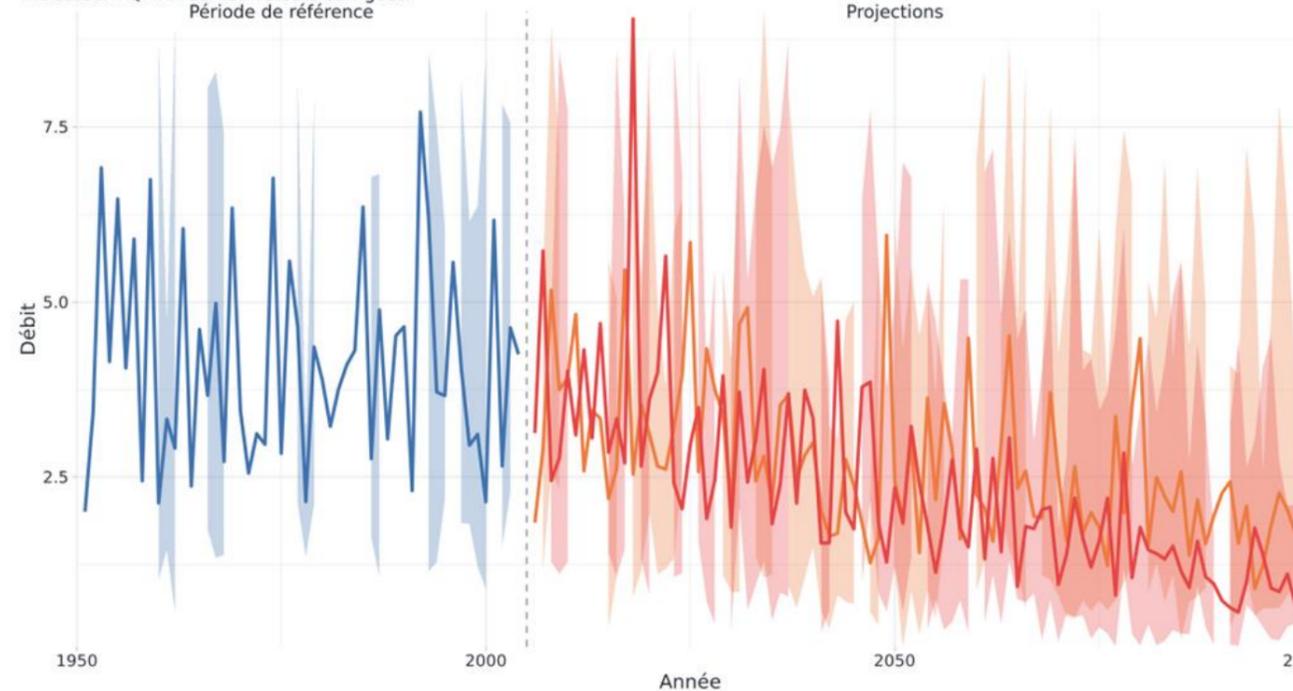
Quel impact du changement climatique sur les débits ?

Quelques analyses :

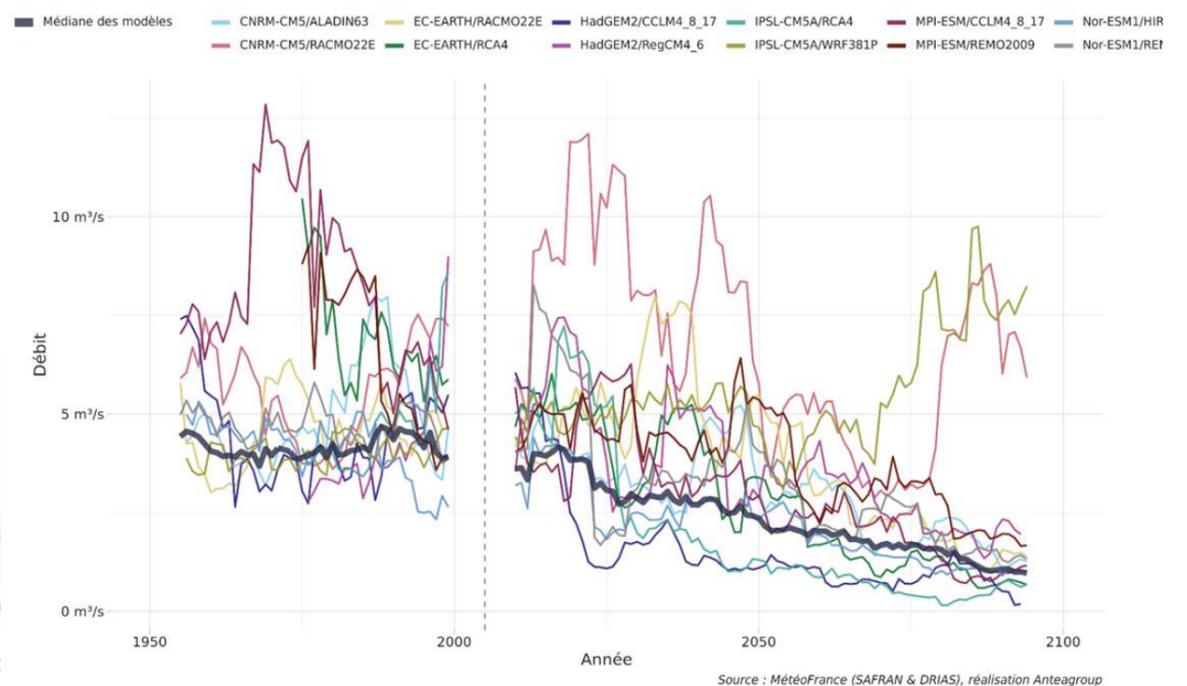
- Si d'importantes tendances à la baisse s'observent à horizon 2050, l'aggravation de la tendance à horizon fin de siècle est nette
- On notera qu'assez rapidement (2040-2050) on observe des valeurs de QMNA qui n'ont pas été rencontrées pendant la période de référence simulée par le modèle....
- Il faut prendre en considération la gamme d'incertitude très importante associée à l'évolution des débits

Exemple sur la station de la Vienne à Confolens :

Évolution des débits pour la **station de Confolens (n°140)** pour les scénarios **RCP 4,5 & RCP 8,5**
Indicateur : QMNA sur les valeurs corrigées
Période de référence



Évolution des débits pour la **station de Confolens (n°140)** pour le scénario **RCP 8.5** en moyenne glissante de 10 ans
Indicateur : QMNA sur les valeurs corrigées



-30% à -34% à horizon 2050 et -7% à 65% à horizon fin de siècle

Quel impact du changement climatique sur les débits ?

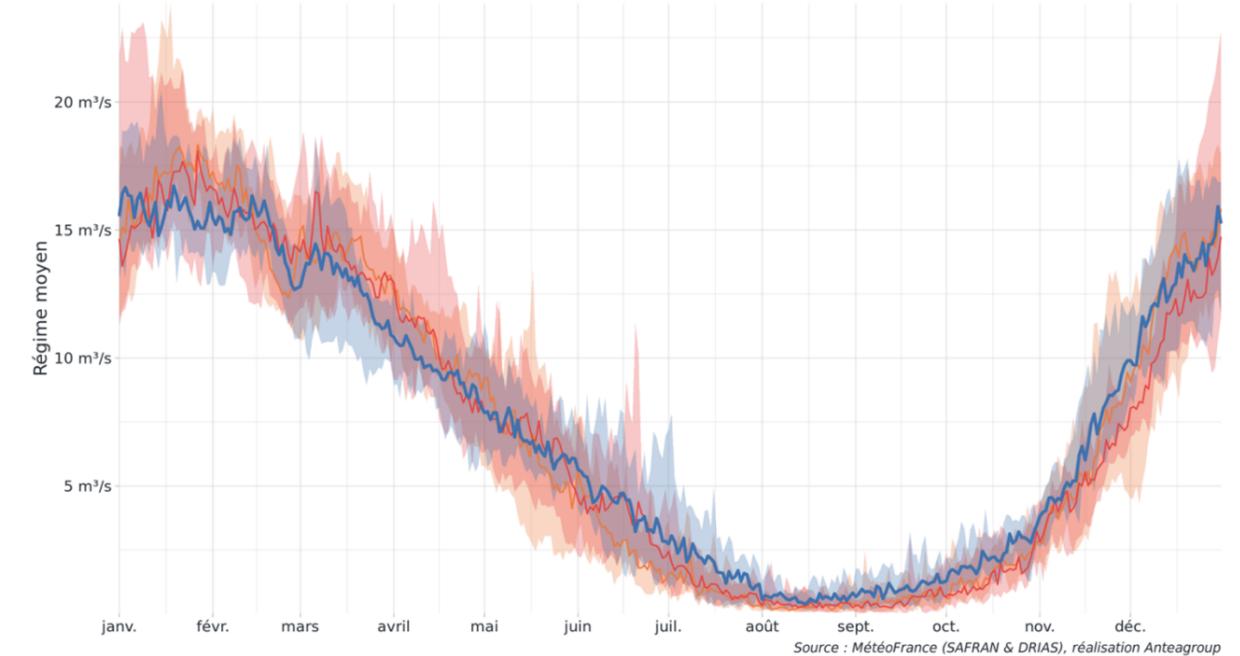
Quelques analyses :

- On observe également un allongement de la période d'étiage en climat futur
- Une baisse des débits médians, surtout en deuxième moitié de ce siècle & -10 à -18% à horizon 2050 sur l'exemple de la Vienne à Confolens

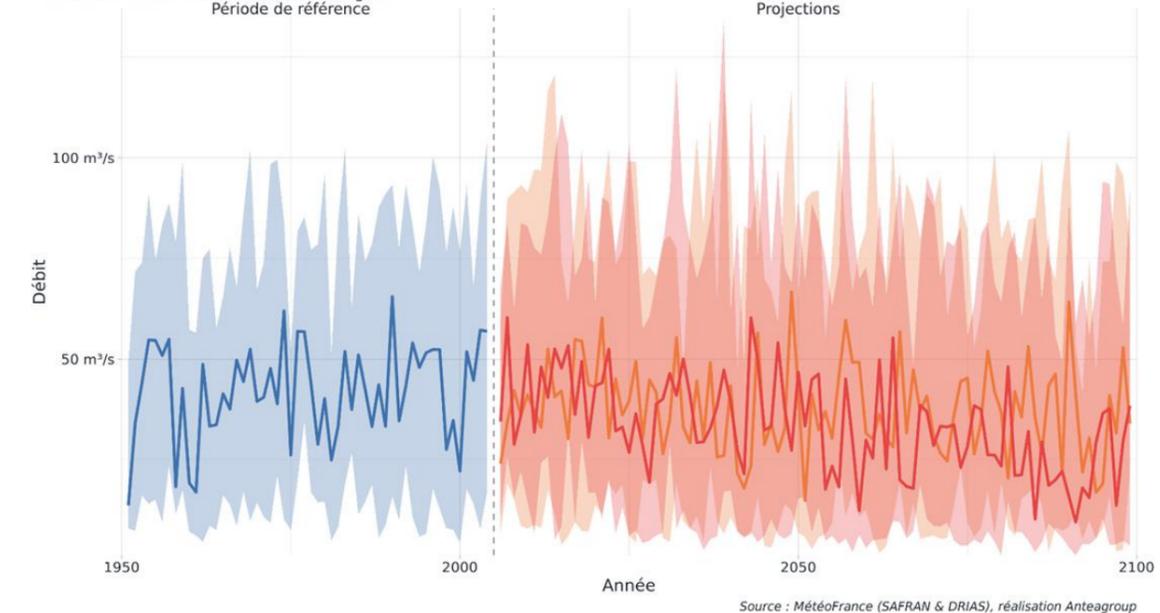


Avec néanmoins une variation interannuelle très importante, % d'évolution à manipuler avec précaution

Evolution du régime annuel moyen avec les valeurs corrigées pour la **station de Bessines-Sur-Gar (n°635)**
Scénarios **RCP 4,5** & **RCP 8,5** sur la période 2040-2060 et **les valeurs historiques** sur 1985-2005



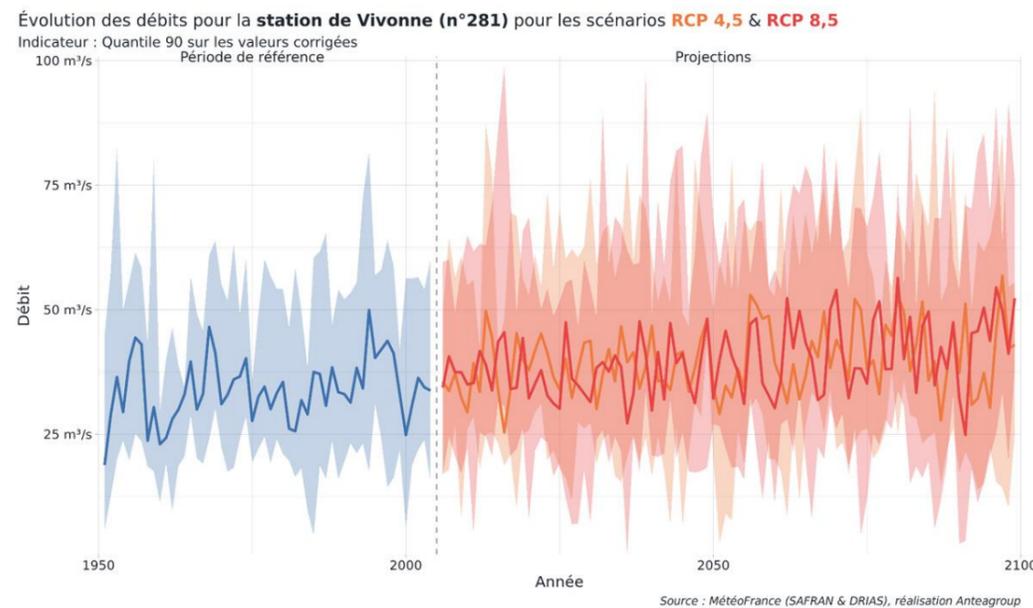
Évolution des débits pour la **station de Confolens (n°140)** pour les scénarios **RCP 4,5** & **RCP 8,5**
Indicateur : Médianes sur les valeurs corrigées
Période de référence



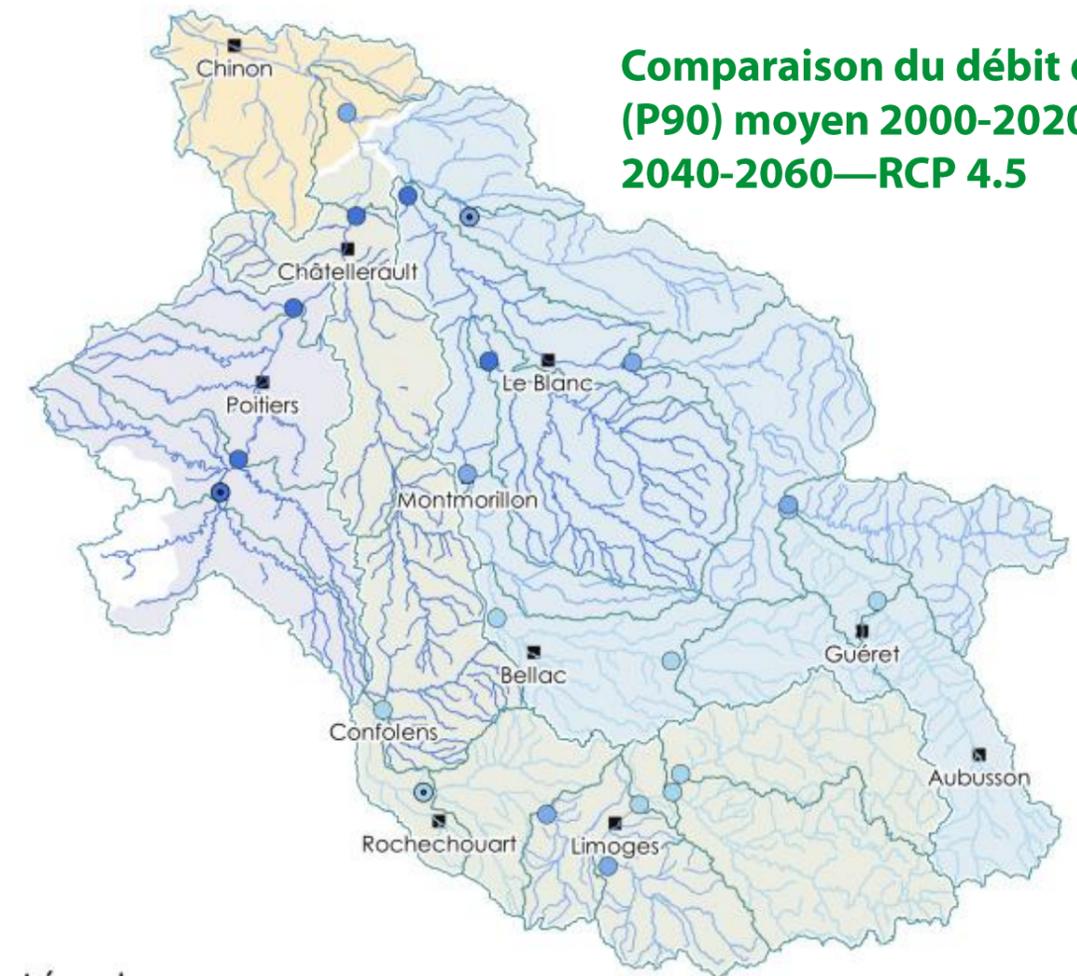
Quel impact du changement climatique sur les débits ?

Quelques analyses :

- Les débits de crue, malgré une forte incertitude, montrent une tendance à la hausse en aval du bassin (en lien avec l'évolution de la pluviométrie)



Ici sur le Clain à Vivonne, +5% à horizon 2050 et +15% à horizon fin de siècle



Comparaison du débit de crue (P90) moyen 2000-2020 et 2040-2060—RCP 4.5

Légende

- Réseau hydrographique
- Station hydrométrique
- ⊙ Station hydrométrique avec données brutes en sortie du modèle MODCOU - non corrigées
- Unité de gestion
- Périimètre des sous bassins versant / SAGE
 - Clain
 - Creuse
 - Vienne
 - Vienne Tourangelle

Tendance d'évolution des débits de crue entre 2000-2020 et 2040-2060 (%) - RCP 4.5

- 0 à +5 %
- +5 à +10 %
- +10 à +15 %



0 10 20 km



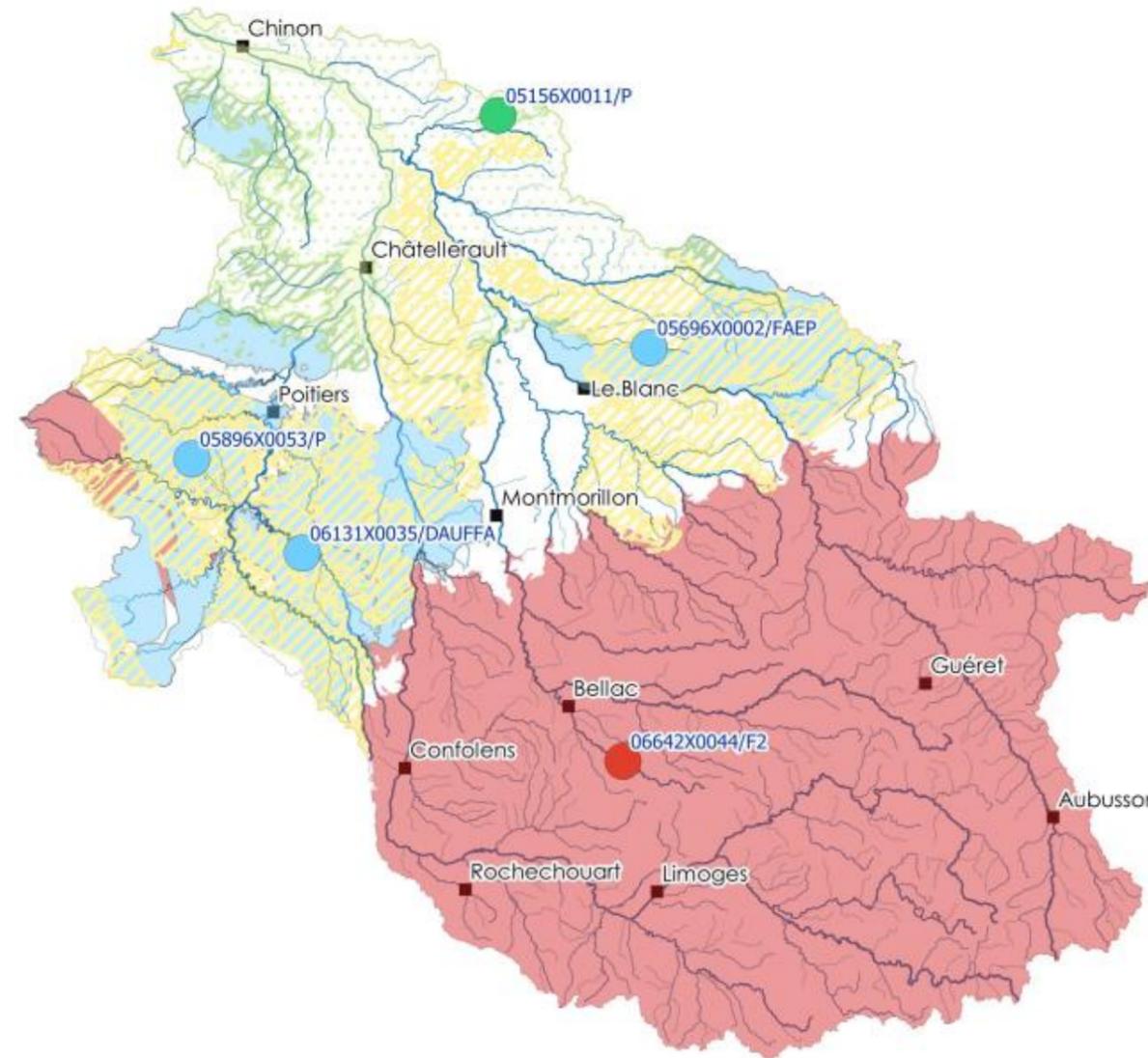
Ces graphiques d'évolution des indicateurs de débits et de régime hydrologiques sont disponibles au droit de 22 stations hydrométriques du bassin

Quel impact du changement climatique sur les niveaux de nappe ?



Méthode :

Modélisation (logiciel Gardenia) pluie-niveau de 5 piézomètres du bassin en injectant les chroniques pluie et ETP futures de 5 couples de modèles.
Choix de piézomètres non ou peu influencés par les prélèvements
Attention, pas de prise en compte des échanges nappe rivière.



Légende :

Types d'aquifères :

- Alluvions (Loire, Vienne)
- Sables et calcaires des bassins tertiaires
- Sables et grès du Cénomaniens
- Calcaires et marnes (Lias, Dogger, ...)
- Socle
- Périmètre de l'EPTB Vienne
- Cours d'eau



Résultats issus du modèle « Jurassique » du BRGM, qui est un modèle maillé plus performant et rendant compte des échanges avec les rivières, qui devront être observés afin de confirmer ou informer les éléments présentés (mise à jour dans le cadre d'Explore 2).

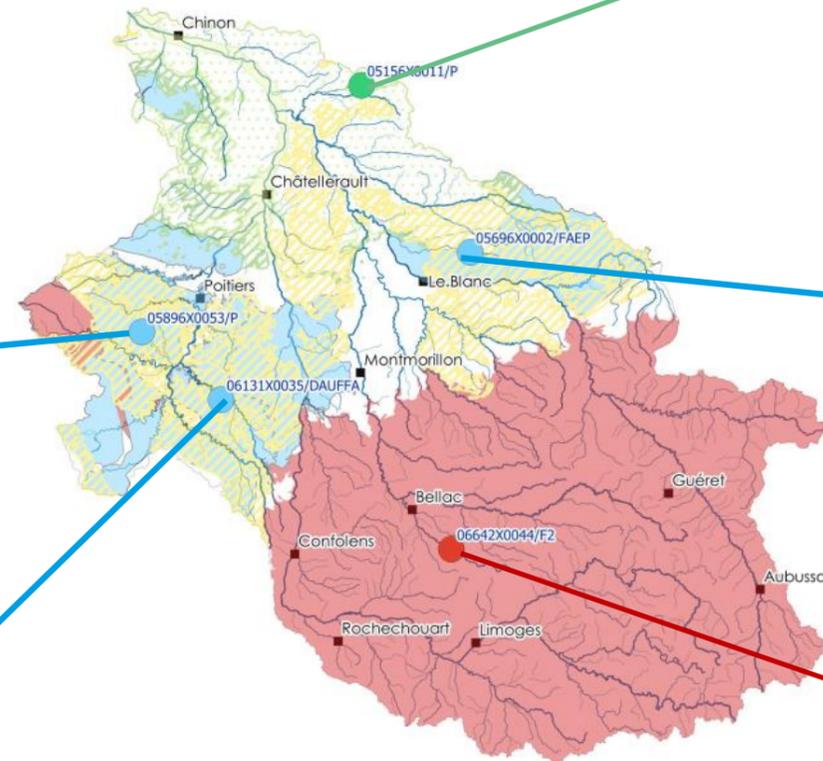
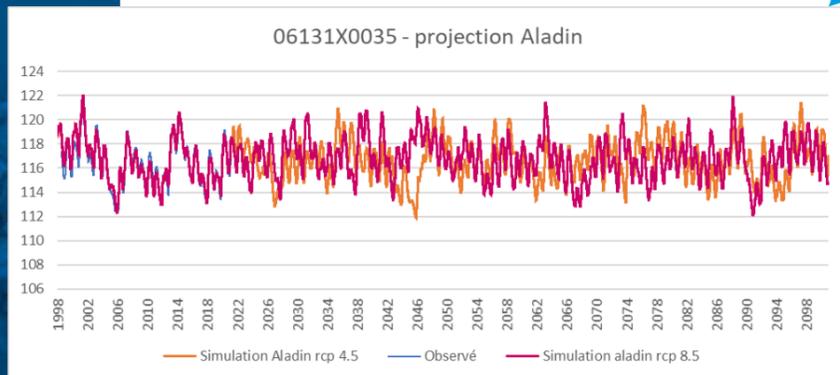
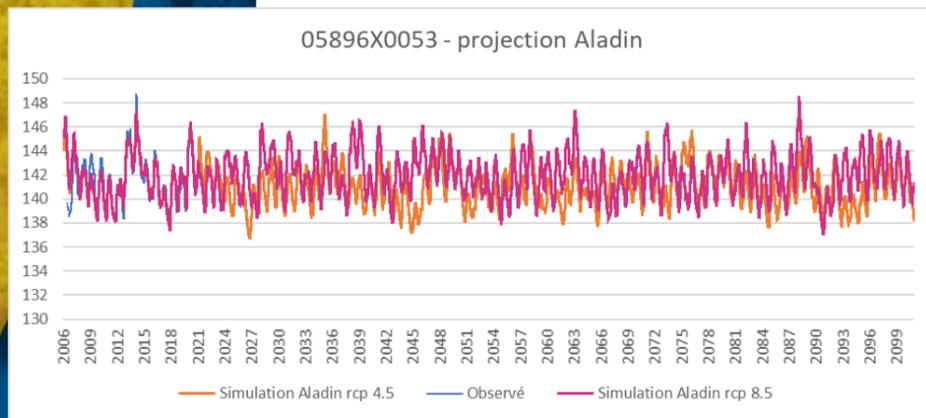


Quel impact du changement climatique sur les niveaux de nappe ?

Les simulations ne montrent pas de tendance particulière d'évolution de la piézométrie : Gardenia simule l'évolution de la recharge de la nappe, et les modèles ne prévoient pas de baisse de la pluviométrie, donc pas de baisse de la recharge...



Les nappes peuvent néanmoins être impactées par la baisse des débits en surface qui vont accentuer le drainage de la nappe



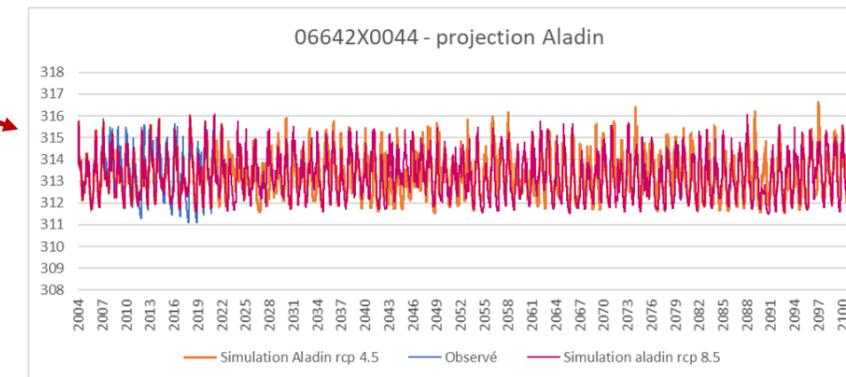
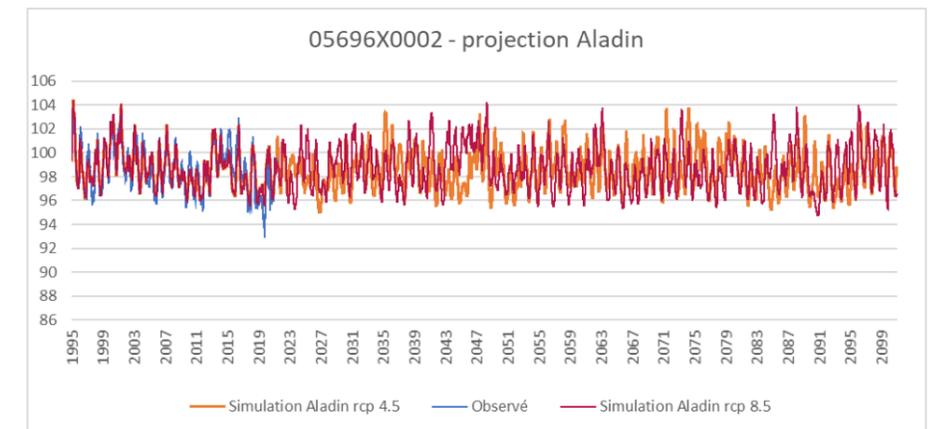
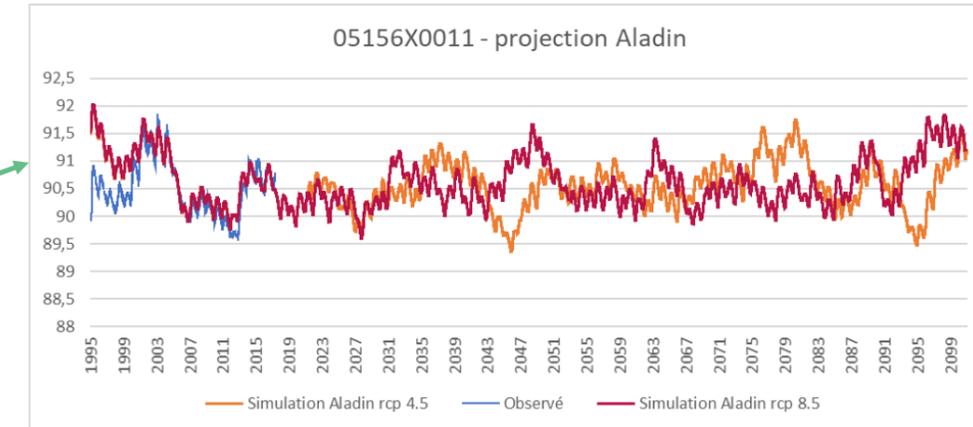
Légende :

Types d'aquifères :

- Alluvions (Loire, Vienne)
- Sables et calcaires des bassins tertiaires
- Sables et grès du Cénomanién
- Calcaires et marnes (Lias, Dogger, ...)
- Socle

Périmètre de l'EPTB Vienne

Cours d'eau



Quel impact du changement climatique sur les milieux ?



Zones humides menacées d'assèchement



Hausse de la température de l'eau qui augmente plus vite que la température de l'air (travaux en cours à l'INRAE pour les simulations en climat futur)



Disparition d'habitats propices pour un certain nombre d'espèces, contraintes de sortir de leur zone de préférence thermique

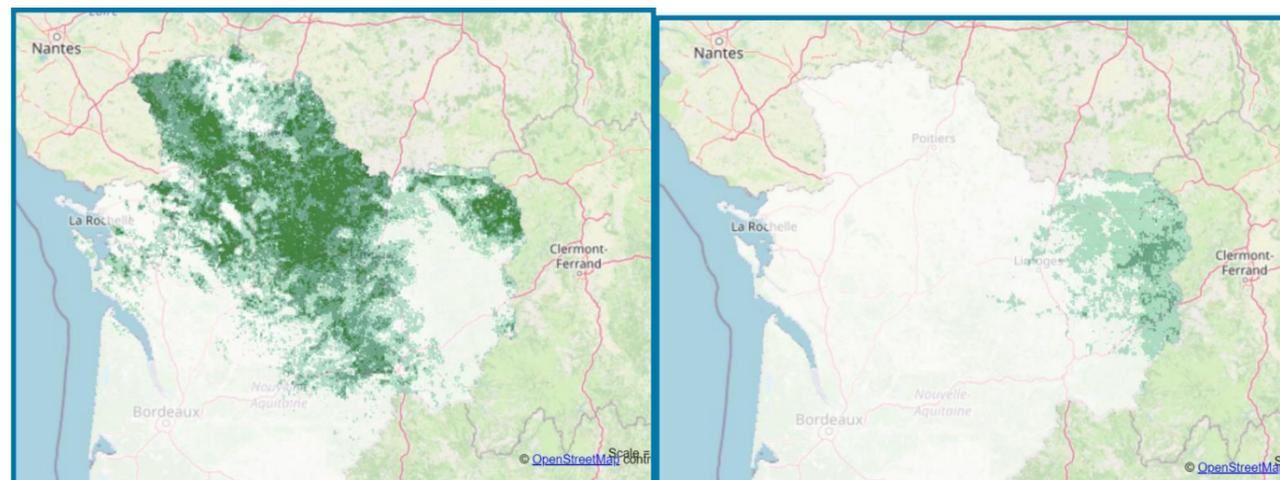
Truite fario : zone létale à partir de 25°C

Brochet : 60 jours d'inondation des prairies nécessaires au printemps



Exemple de la rainette :

Aire potentiellement favorable à la Rainette verte dans les conditions actuelles



Aire potentiellement favorable à la Rainette verte avec le **RCP 8.5** à horizon 2050

A RETENIR / prospective RESSOURCE



Les débits d'étiage des cours d'eau vont baisser drastiquement à horizon 2050, jusqu'à -50% en zone de socle

Le signal d'évolution des débits médian est à la baisse en climat futur
Les débits de crue augmenteraient en aval du bassin, en lien avec les projections pluviométriques



La recharge hivernale des nappes devrait se maintenir en climat futur – mais les impacts des baisses de débits sur les nappes sont à clarifier



Les milieux seront impactés par la baisse des lignes d'eau et l'augmentation des températures de l'eau

Et le lien avec les usages ?

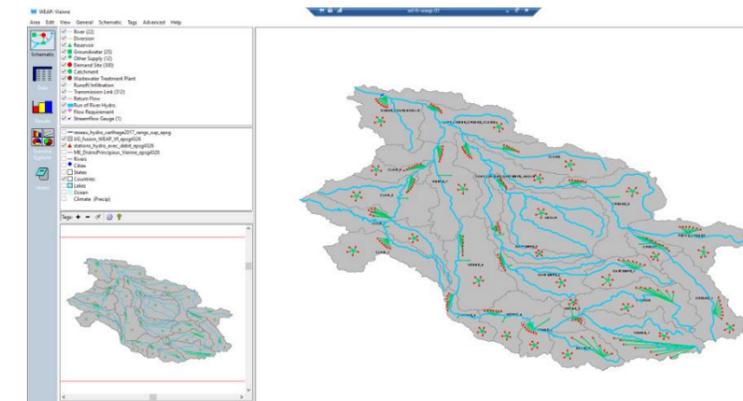


Calage d'un modèle d'allocation de ressource avec :

- Les débits naturels
- Les influences anthropiques
- Les scénarios d'évolution des débits (10 chroniques de débits futurs, selon les scénarios RCP et couples de simulation)



L'EPTB Vienne pourra ensuite tester des scénarios d'évolution des usages et identifier les déséquilibres potentiels



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

EPTB
Vienne
Établissement Public
Territorial de Bassin

Etude prospective sur
**le changement
climatique à l'échelle
du bassin de la Vienne**
et ses effets sur la
ressource en eau




anteagroup