

Fiches à destination du Comité de suivi n°1

Différents types de fiches :

Connaissances	Connaissances mobilisables sur le sujet
Méthode	Éléments de méthodes pour traiter les données (notamment pour les projections à l'horizon 2050)
Données	Données du territoire

Différentes périodes analysées :

Le passé (avant 2024)	Le futur (après 2024 - à l'horizon 2050)	Passé et futur
		

Sommaire des fiches

Thème 1 – Evolution des températures		
Connaissances	Méthode	Données
1 - Données météorologiques disponibles	1 - Projections climatiques	1/2 - Températures moyennes et cumul annuel de précipitations
2 - SAFRAN /ISBA		1.1 - Historique des températures (de 1950 à aujourd'hui)
		1.2 - Evolution des températures " extrêmes " (de 1955 à aujourd'hui)
		1.3 - Evolution des températures moyennes annuelles et projection à l'horizon 2050
		1.3.1 - Evolution des températures moyennes annuelles et projection à l'horizon 2050 – Projection " médiane "
		1.3.2 - Evolution des températures moyennes annuelles et projection à l'horizon 2050 – Projection " France "
		1.4 - Projection des températures moyennes annuelles et projection à l'horizon 2050
		1.5 – Jours de fortes chaleur
		1.6 – Nuits chaudes
		1.7 – Jours de gel
		1.8 – Vague de froid

Thème 1 – Evolution des précipitations		
Connaissances	Méthode	Données
1 - Données météorologiques disponibles	1 - Projections climatiques	2.1 Cumul des précipitations (historique de 1950 à aujourd'hui)
2 - SAFRAN /ISBA		2.2 Intensité et fréquence des précipitations (historique de 1955 à aujourd'hui)
		2.3.1 - Evolution du cumul annuel des précipitations et projections à l'horizon 2050 – Projection "médiane"
		2.3.1 - Evolution du cumul annuel des précipitations et projections à l'horizon 2050 – Projection "France"
		2.4 - Projection à l'horizon 2050 des précipitations moyennes et saisonnières
		2.5 - Nombre de jours par saison avec fortes précipitations (Projection à l'horizon 2050 selon trajectoire "France")
		2.6 - Cumul des précipitations remarquables (Projection à l'horizon 2050 selon trajectoire "France")

Thème 3 : vent, neige, sécheresse des sols et feux de forêt

Connaissances	Méthode	Données
	3 – Sécheresses	3.1 VENT
1 - Données météorologiques disponibles	1 - Projections climatiques	3.2 – Evolution des vents – Projection à l’horizon 2050
2 - SAFRAN /ISBA		3.3 - NEIGE – Evolution historique 1950 - 2023
		3.4 - Evolution passée de l’indice normalisé de sécheresse des sols SSWI (de 1960 à aujourd’hui)
		3.5 - Projection de l’indice de sécheresse des sols à l’horizon 2050
		3.6.1 - Projection saisonnière de l’indice de sécheresse des sols à l’horizon 2050 - Printemps
		3.6.2 - Projection saisonnière de l’indice de sécheresse des sols à l’horizon 2050 - Eté
		3.7 - Indice feux de forêt – Situation actuelle et projection à l’horizon 2050

Thème 3 : évapotranspiration et évolution du débit des cours d'eau

Connaissances	Connaissances	Connaissances
4 – Connaissance des débits des cours d'eau	4.1 – La ressource en eau	4.1 - Une pluie efficace nulle : Pas de recharge des sols, des nappes, et d'alimentation des cours d'eau
	4.2 - L'évapotranspiration : un paramètre " déterminant "	4.2.1 - Evolution de l'évapotranspiration depuis 1960 et projection à l'horizon 2050
	4.3 - Débits des cours d'eau – Projection à l'horizon 2050	4.2.2 - Evolution saisonnière de l'évapotranspiration depuis 1960 et projection à l'horizon 2050
	1 - Projections climatiques	4.3 – Débits des cours d'eau – Evolutions récentes
		4.4 - Débits des cours d'eau – Projection à l'horizon 2050

Connaissances – Fiche 1	8
Données – Fiche 1/2	9
Données – Fiche 2.1	10
Données – Fiche 2.2	11
Données – Fiche 1.1	12
Données – Fiche 1.2	13
Données – Fiche 3.1	14
Méthode – Fiche 1.....	15
Connaissances – Fiche 2	16
Données – Fiche 2.3.1	17
Données – Fiche 2.3.2	18
Données – Fiche 2.4	19
Données – Fiche 2.5	20
Données – Fiche 2.6	21
Données – Fiche 1.3.1	22
Données – Fiche 1.3.2	23
Données – Fiche 1.4	24
Données – Fiche 1.5	25
Données – Fiche 1.6	26
Données – Fiche 1.7	27
Données – Fiche 1.8	28
Données – Fiche 3.2	29



Données – Fiche 3.3	30
Méthode – Fiche 3.....	31
Données – Fiche 3.4	32
Données – Fiche 3.5	33
Données – Fiche 3.6.1	34
Données – Fiche 3.6.2	35
Données – Fiche 3.7	36
Méthode – Fiche 4.1.....	37
Méthode – Fiche 4.2.....	38
Données – Fiche 4.1	39
Données – Fiche 4.2.1	40
Données – Fiche 4.2.2	41
Connaissances – Fiche 4	42
Données – Fiche 4.3	43
Méthode – Fiche 4.3.....	44
Données – Fiche 4.4	45

Connaissances – Fiche 1

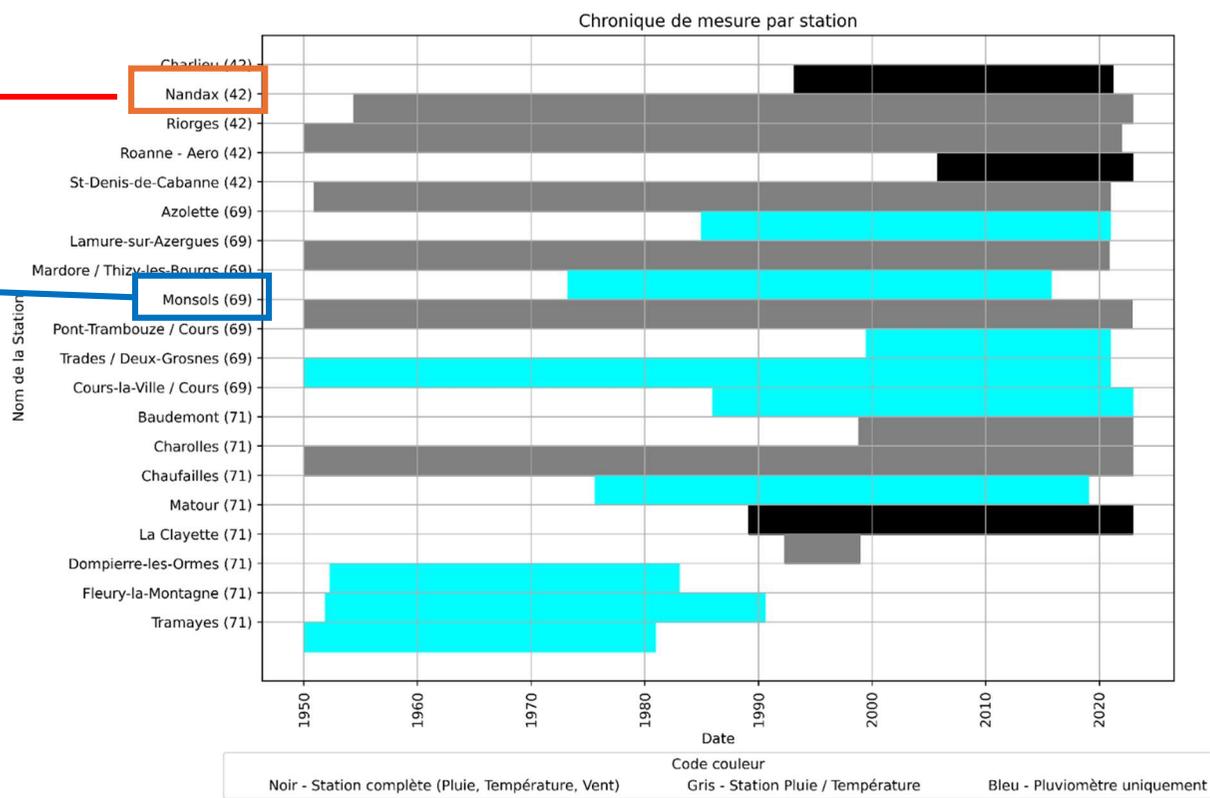
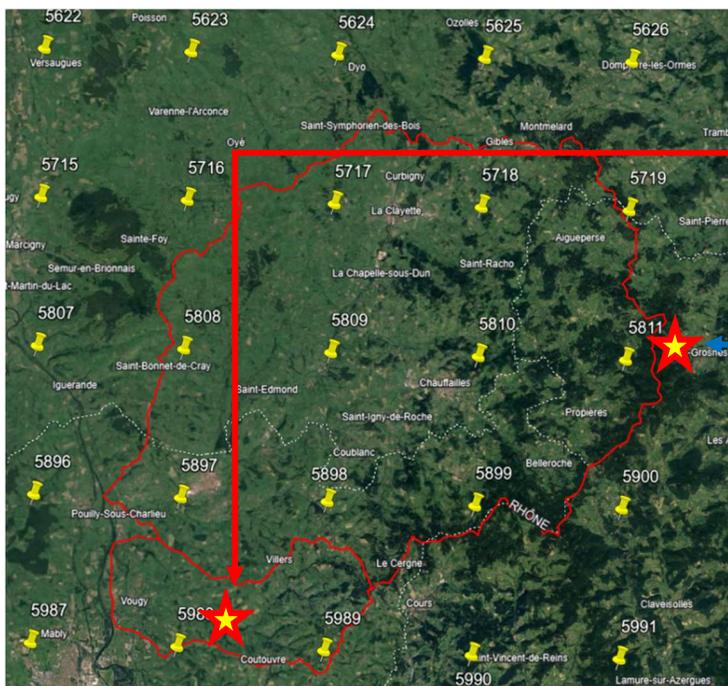
Données météorologiques disponibles :

- 20 stations Météo-France
- Réseau « amateur » complémentaire
- Des données plus ou moins longues et complètes en fonction des stations

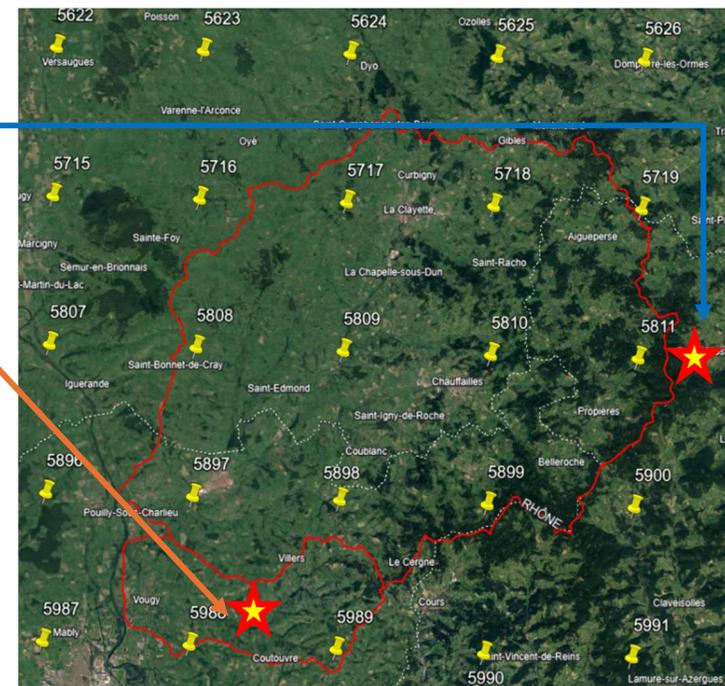
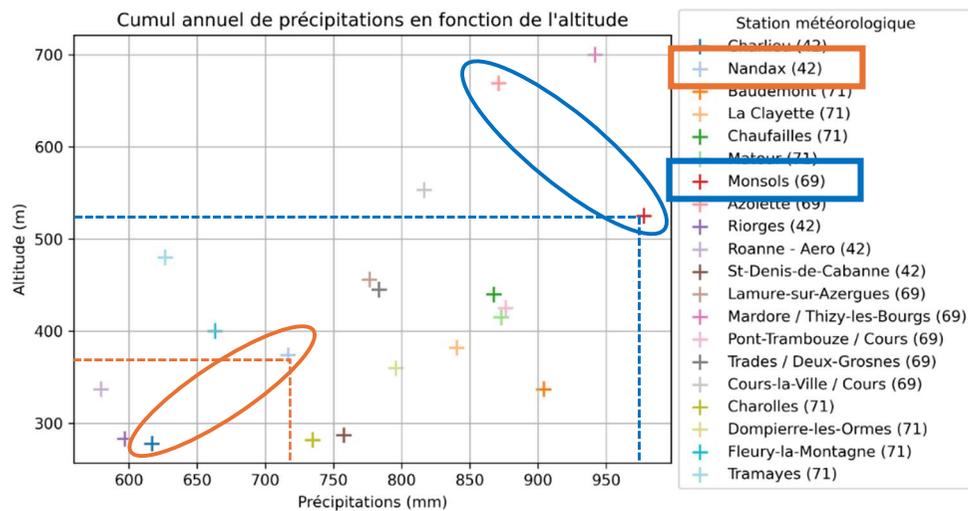
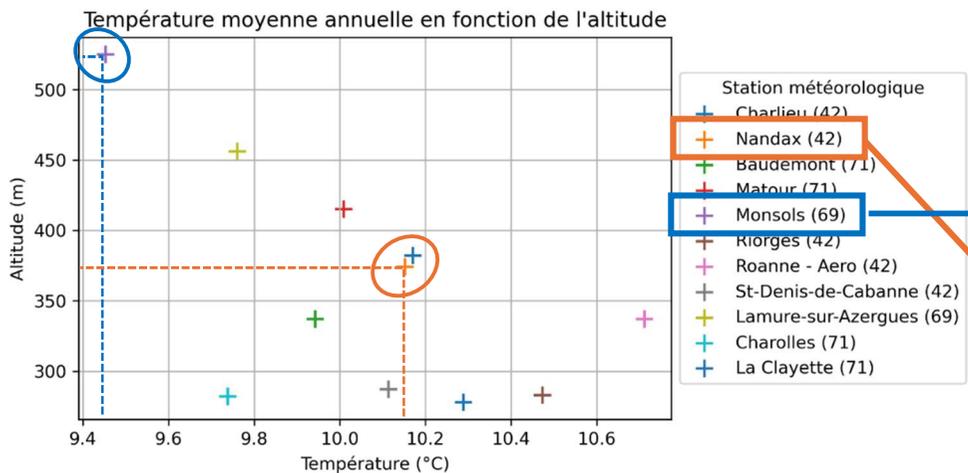


2 stations représentatives des contextes amont et aval des bassins versant, retenues pour une analyse fine de l'historique des précipitations et températures

- **Nandax (42)**, au Sud-Ouest (aval du bassin versant)
 - 374 m d'altitude
 - Longue chronique (1954 – 2022)
- **Monsols (69)**, au Nord-Est (tête du bassin versant du Sornin)
 - 525 m d'altitude
 - Longue chronique (1950 – 2022)



Températures moyennes et cumul annuel de précipitations : des situations contrastées



Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

Nandax : Moyenne 1954-2022

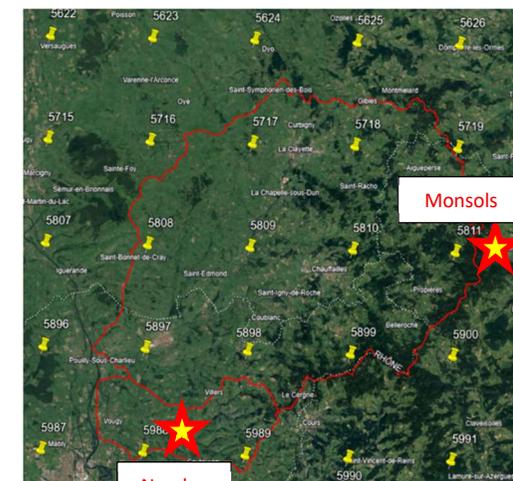
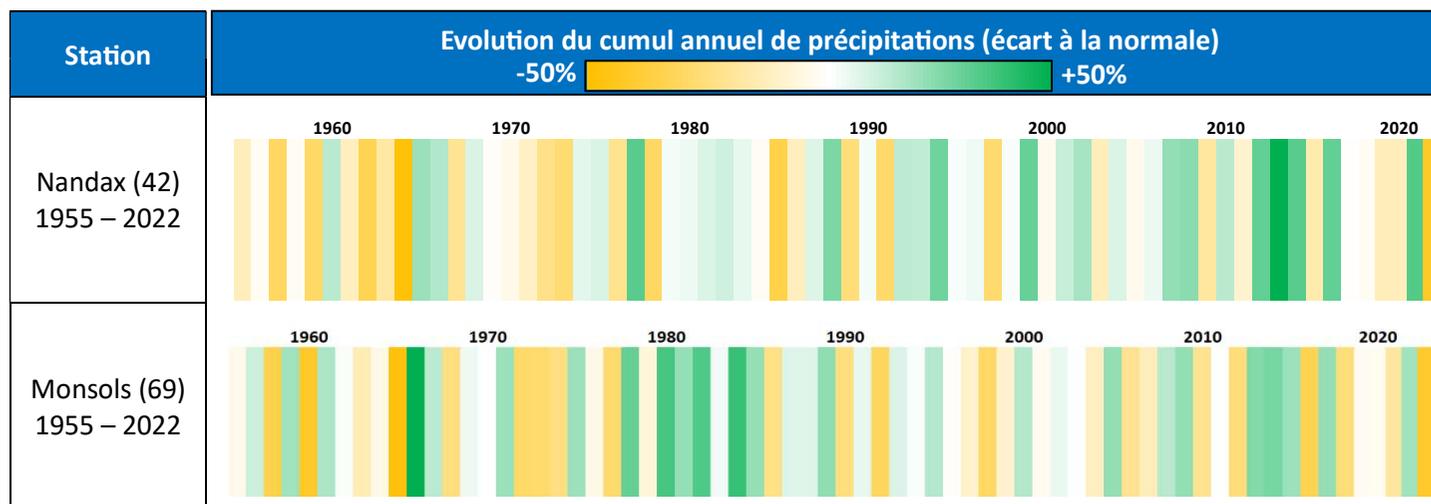
Monsols : Moyenne 1950 - 2022



Cumul des précipitations (historique de 1950 à aujourd'hui) :

- Cumul annuel des précipitations**

→ Pas de tendance claire : des années normales, des années sèches, des années humides...



Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

- Cumul des précipitations par saison :**

→ Peu d'évolution l'hiver

→ Augmentation au printemps et à l'automne

→ Des évolutions différentes selon les stations l'été

- Pas d'évolution de la répartition des cumuls journaliers**

Station	Evolution du cumul de précipitations par saisons (Ecart moyenne 2012-2022 par rapport à moyenne 1955-1965)			
	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Nandax (42) 1955 – 2022	+12 mm (+8 %)	+58 mm (+28 %)	+28 mm (+12 %)	+59 mm (+34%)
Monsols (69) 1955 - 2022	-1 mm (0 %)	+21 mm (+8 %)	-61 mm (-20 %)	+67 mm (+25 %)

Données – Fiche 2.2

Passé | Futur

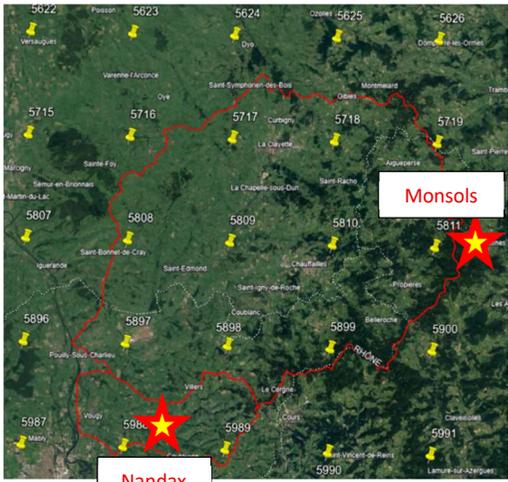


Intensité et fréquence des précipitations (de 1955 à aujourd'hui) :

➔ Pas de modification dans la répartition des cumuls journaliers

Nandax (42)	Moyenne par an de jours avec cumul de précipitations					
	> 1 mm	> 5 mm	> 10 mm	> 30 mm	> 50 mm	> 100 mm
1989 - 2000	121	53	26	3	0	0
<i>2011 - 2022</i>	<i>123</i>	<i>54</i>	<i>27</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>0</i>

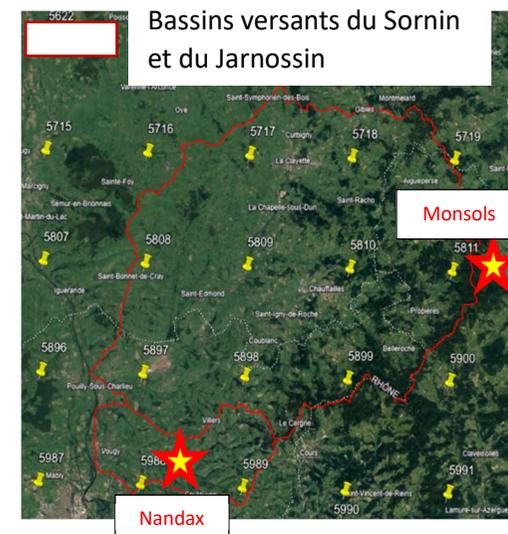
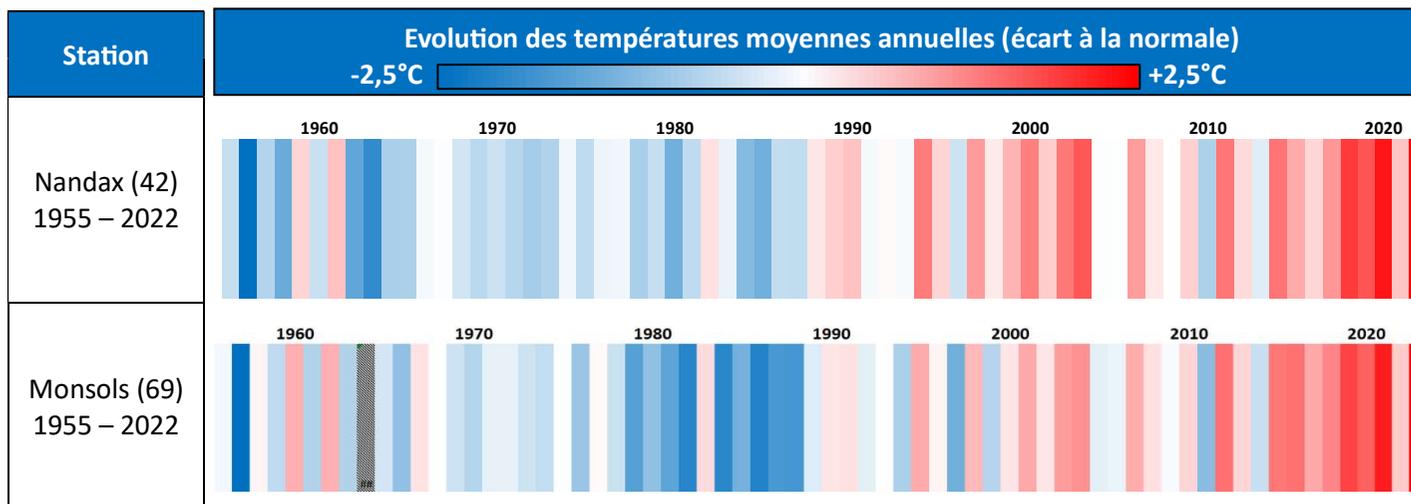
Monsols (69)	Moyenne par an de jours avec cumul de précipitations					
	> 1 mm	> 5 mm	> 10 mm	> 30 mm	> 50 mm	> 100 mm
1989 - 2000	129	71	38	3	1	0
<i>2011 - 2022</i>	<i>131</i>	<i>72</i>	<i>37</i>	<i>5</i>	<i>1</i>	<i>0</i>



Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

Historique des températures (de 1950 à aujourd'hui) :

- **Températures moyennes annuelles :**
 Successions d'années plus chaudes → Augmentation de la température moyenne (+ 2,5°C de 1955 à 2022)



- **Températures moyennes par saison**

Station	Evolution des températures moyennes par saison			
	Ecart moyenne 2012-2022 par rapport à la moyenne 1955-1965 entre ()			
	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Nandax (42)	+1.6°C (3.9°C)	+1.8°C (12.9°C)	+2.1°C (17.4°C)	+2.5°C (6.6°C)
Monsols (69)	+1.7°C (3.0°C)	+1.1°C (12.8°C)	+1.5°C (17.2°C)	+2.3°C (5.7°C)

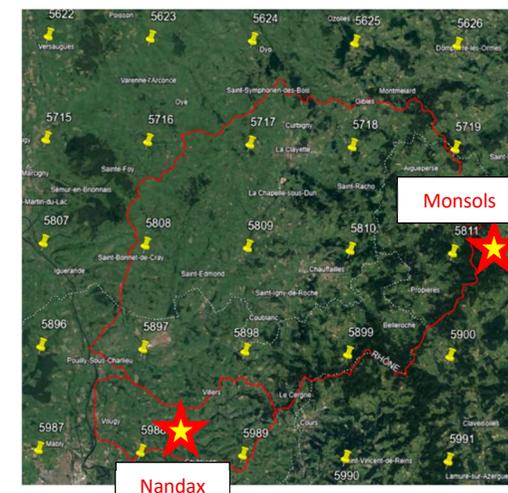


Evolution des températures "extrêmes" (de 1955 à aujourd'hui) :

- ➔ Augmentation du nombre de "jours de chaleur" (maximales > 25°C)
- ➔ Baisse du nombre de jours de gelées (minimales < 0°C)

Nandax (42)	Moyenne par an du nombre de jours avec						
	Température maximale				Température minimale		
	< 0°C	> 25°C	> 30°C	> 35°C	< -10°C	< -5°C	< 0°C
1989 - 2000	6	61	15	1	1	12	57
2011 - 2022	4	70	24	4	1	6	45

Monsols (69)	Moyenne par an du nombre de jours avec						
	Température maximale				Température minimale		
	< 0°C	> 25°C	> 30°C	> 35°C	< -10°C	< -5°C	< 0°C
1989 - 2000	13	47	11	1	3	17	73
2011 - 2022	7	62	19	2	2	11	64



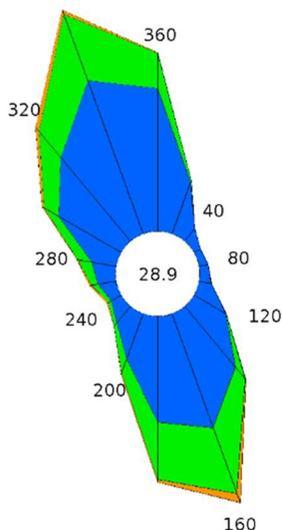
 Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

VENT

Aérodrome de Roanne

Fréquence des vents en fonction de leur **provenance**

Vent les plus fréquents : méridien (= Nord ou Sud)



Valeur au centre =
Pendant 30% du temps, le
vent est inférieur à 5 km/h

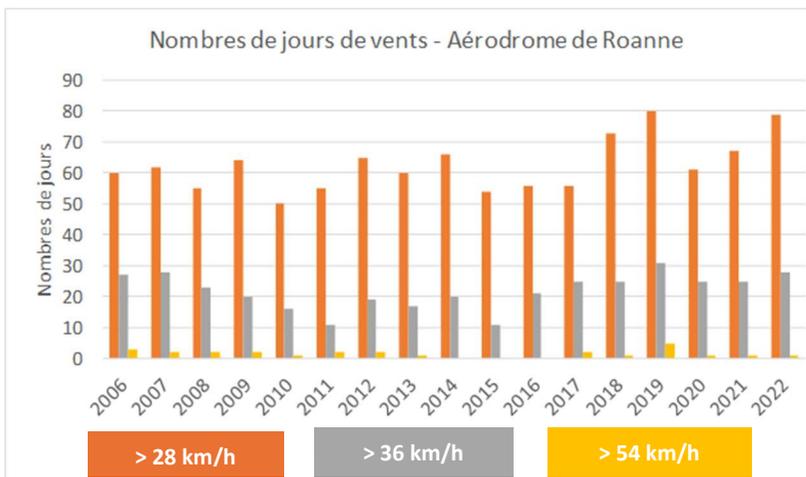
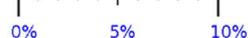
Groupes de vitesses

5 à 16 km/h

16 à 29 km/h

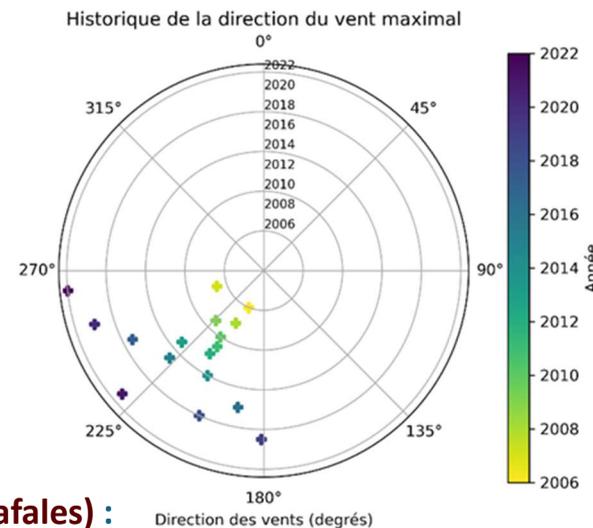
> 29 km/h

Pourcentage par direction



Pas d'évolution significative des vents, en nombre de jours et intensité

Les cercles
représentent les
années (2006 au
centre, 2022 à
l'extérieur)



Vents les plus forts (= rafales) :

- Direction principale : Sud-Ouest
- Pas de tendance d'évolution claire

Projections climatiques : Combinaison d'un scénario futur d'émission de Gaz à effets de serre (GES) et de modèles climatiques

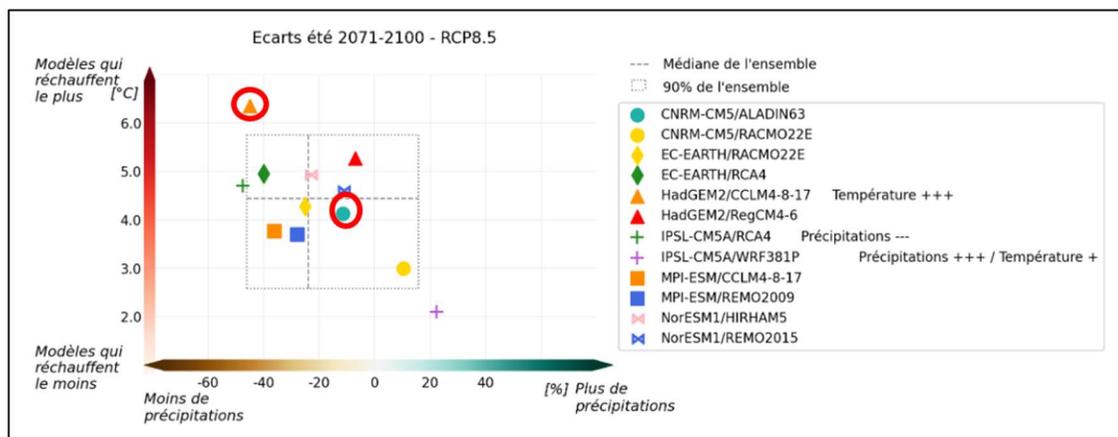
Valorisation du portail DRIAS :



- 1) Définition d'un scénario d'émissions gaz à effet de serre (GES) futurs : **retenu RCP 8.5**
- 2) Intégration dans un **modèle climatique global**
- 3) Couplage avec un **modèle climatique régional**
- 4) Application d'une correction (pour calage avec les stations au sol)

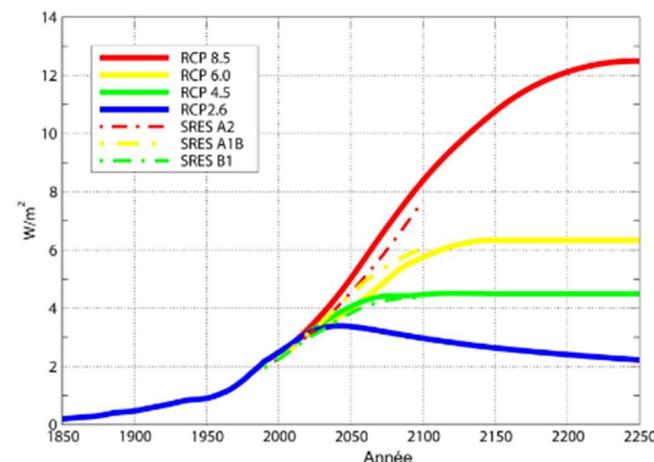
Modèles climatiques :

- Plusieurs couplages **modèle global / modèle régional** disponibles (17)
- 2 simulations climatiques retenues :
 - CNRM-CM5 / ALADIN63 (**type « médian »**)
 - HadGEM2 / CCLM4-8-17 (**type « France »**)
- Une seule méthode de correction : ADAMONT



A = Scénario d'émissions GES futurs :

- **RCP 2.6** : pic des émissions avant 2100 puis déclin,
- **RCP 4.5** : stabilisation des émissions d'ici 2100,
- **RCP 8.5** : pas de réduction des émissions.



➔ **RCP 8.5** proposé pour l'analyse (dernières tendances du GIEC axées sur cette trajectoire)

➔ **Objectif TRACC¹ (Horizon 2050) : +2.7°C sur la température moyenne en France (+ 4°C en 2100), correspondant à la projection « type France »**

1 : Trajectoire de réchauffement de référence pour l'Adaptation au Changement Climatique

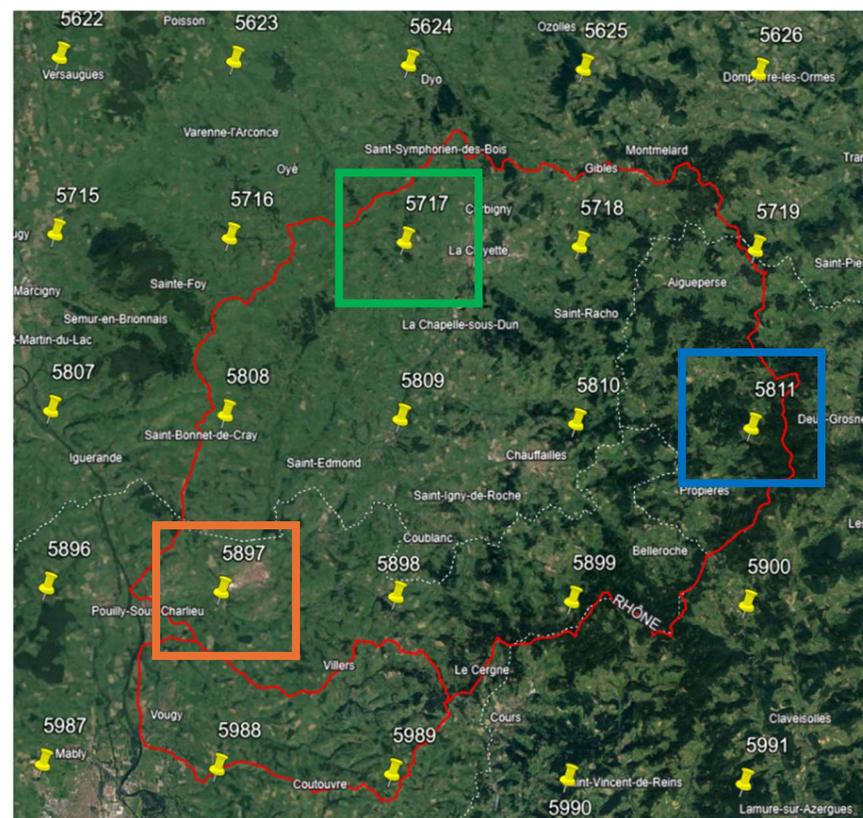
SAFRAN /ISBA : un maillage du territoire (8 x 8 km) permettant de sectoriser des données interpolées, historiques, actuelles et futures (selon projections choisies) :

- Données climatiques
- Evaporation réelle /Evapotranspiration potentielle
- Indice d'humidité des sols ...

Mailles SAFRAN sélectionnées

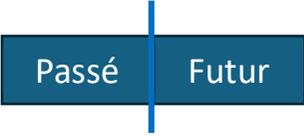
Trois mailles sélectionnées pour caractériser le climat actuel et futur sur le territoire :

- L'aval du bassin versant
- Le Nord du bassin versant
- L'amont du bassin versant



Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

Données – Fiche 2.3.1

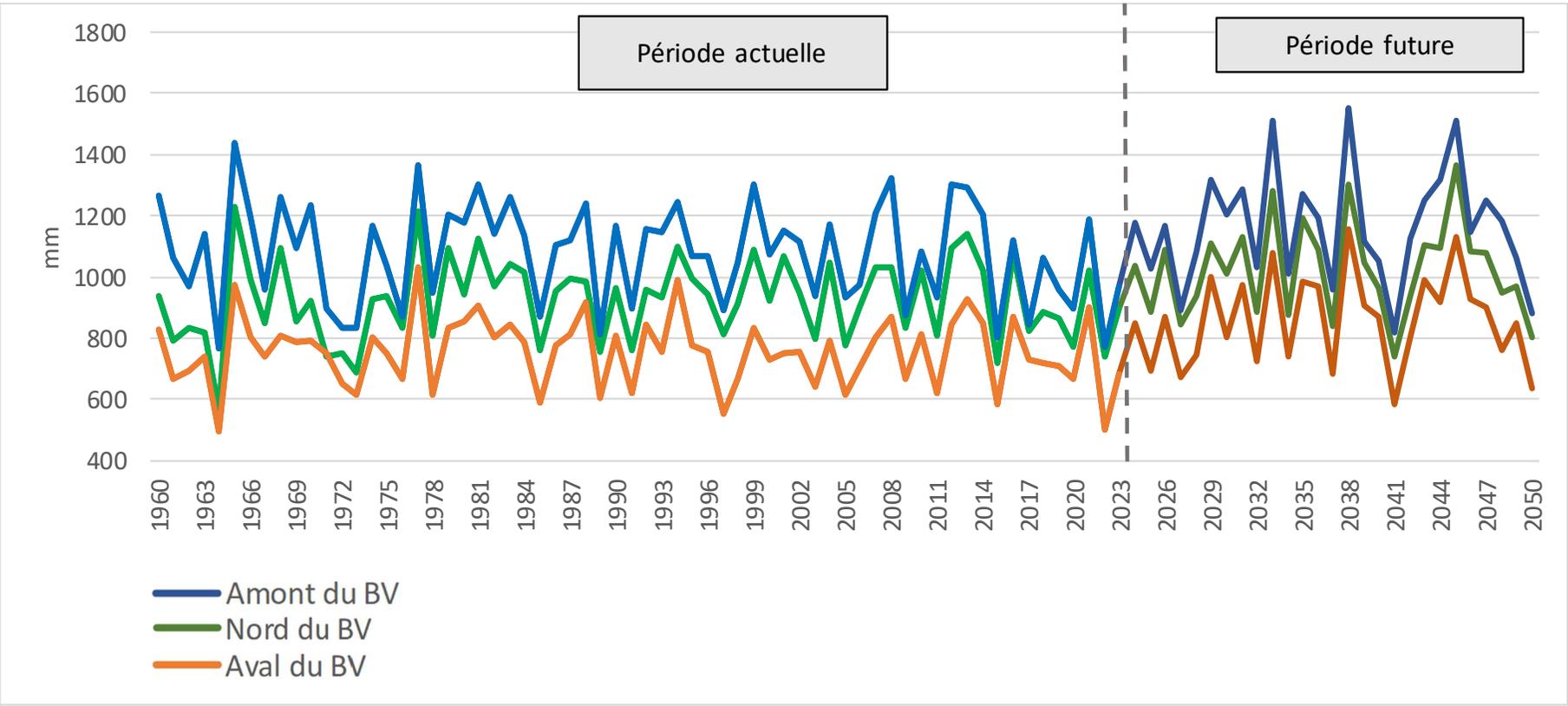
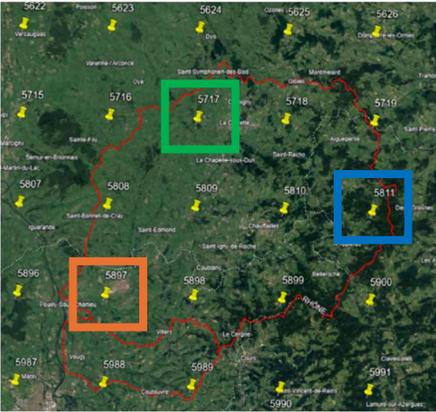


Evolution du cumul annuel des précipitations et projections à l'horizon 2050 :

- ➔ **Tendance à la baisse sur l'amont et l'aval du bassin versant**
- ➔ **... et à la hausse au Nord**

Projection "médiane"

Bassins versants du Sornin et du Jarnossin



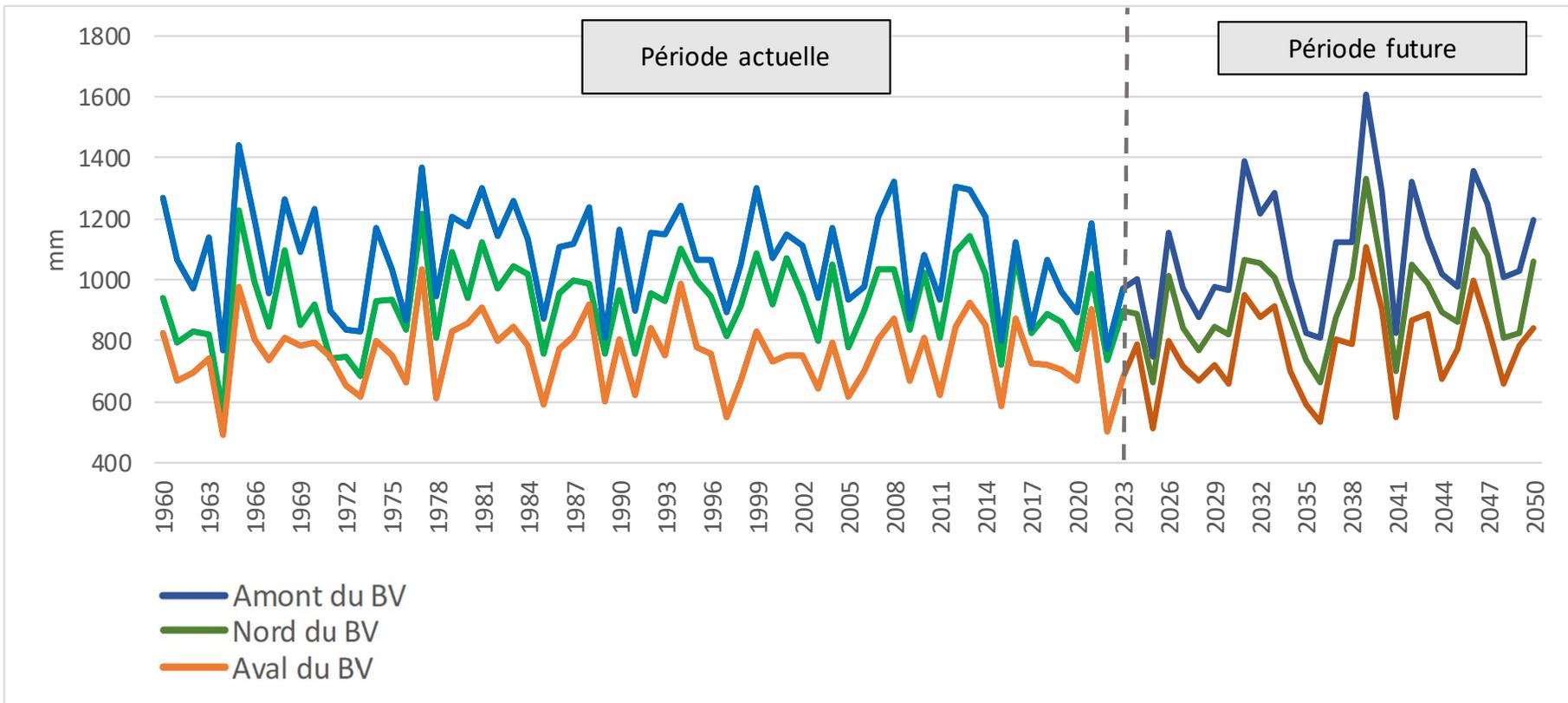
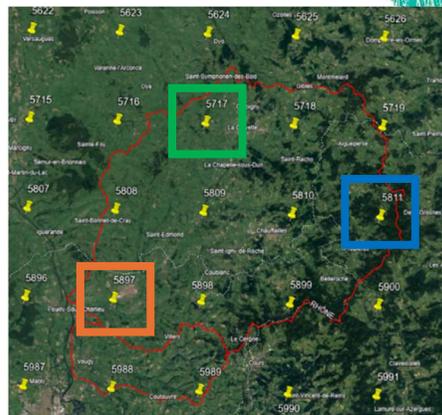


Evolution du cumul annuel des précipitations et projections à l'horizon 2050 :

- ➔ Tendance à la baisse sur l'amont et l'aval du bassin versant
- ➔ ... et à la hausse au Nord

Projection "France"

 Bassins versants du Sornin et du Jarnossin



Projection à l'horizon 2050 des précipitations moyennes et saisonnières

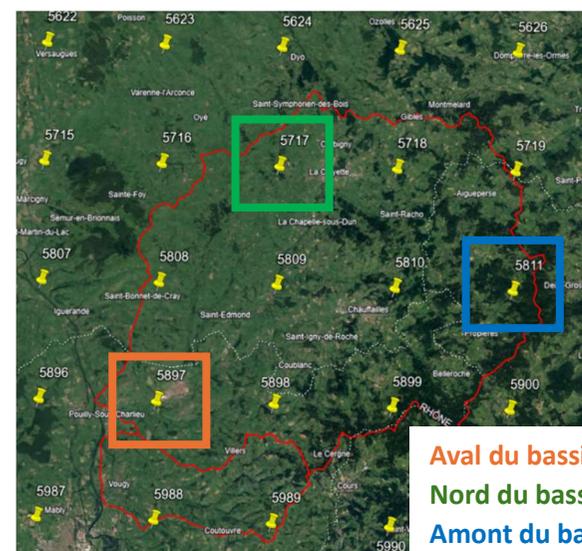
(Par rapport à la période de référence 1951 – 2005)

Evolution du cumul de précipitations par saisons	
HIVER	PRINTEMPS
Amont du BV : +20 % Nord du BV : +19 % Aval du BV : +22 %	Amont du BV : +5 % Nord du BV : +6 % Aval du BV : +7 %
ETE	AUTOMNE
Amont du BV : +3 % Nord du BV : +1 % Aval du BV : +5 %	Amont du BV : +8 % Nord du BV : +9 % Aval du BV : +13 %

Projection
 « médiane »

Evolution du cumul de précipitations par saisons	
HIVER	PRINTEMPS
Amont du BV : +32 % Nord du BV : +32 % Aval du BV : +32 %	Amont du BV : +16 % Nord du BV : +19 % Aval du BV : +22 %
ETE	AUTOMNE
Amont du BV : -33 % Nord du BV : -32 % Aval du BV : -35 %	Amont du BV : -10 % Nord du BV : -13 % Aval du BV : -13 %

Projection
 « France »



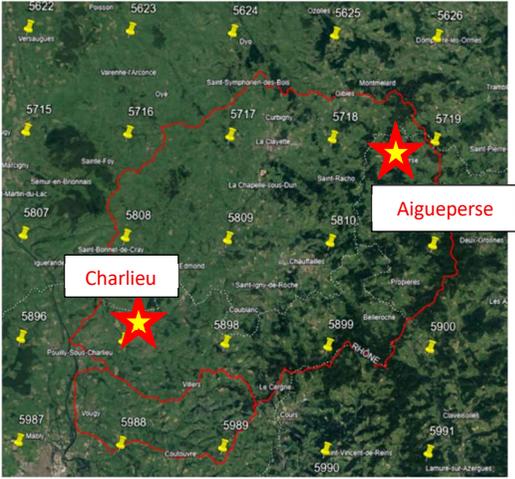
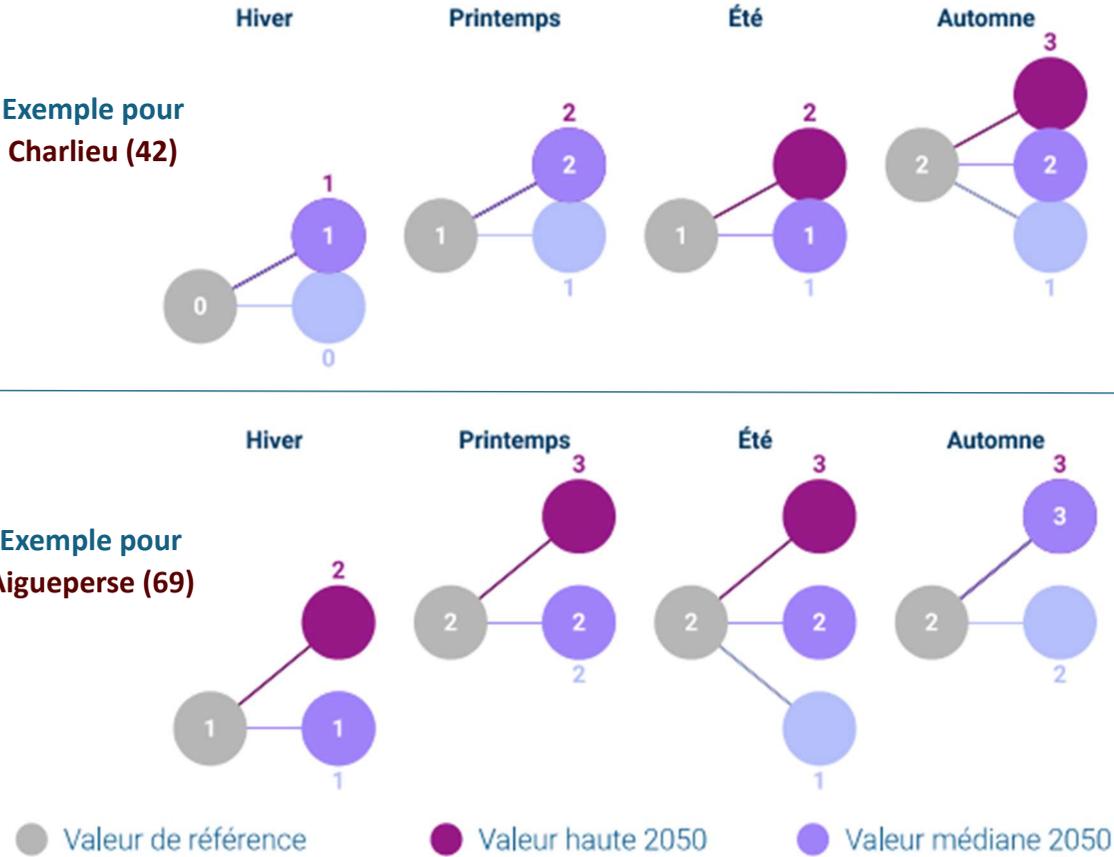
Aval du bassin versant
 Nord du bassin versant
 Amont du bassin versant

 Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

➔ Evolutions contrastées suivant les projections, notamment en été et automne

Nombre de jours par saison avec fortes précipitations (Projection à l'horizon 2050 selon trajectoire "France")

Un **jour pluvieux** est considéré avec fortes précipitations dès lors que la quantité d'eau recueillie est supérieure à 20 mm (soit 20 l/m²)



□ Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

➔ Peu d'évolution du nombre de jours avec fortes précipitations

Valeur de référence : 1976 – 2005

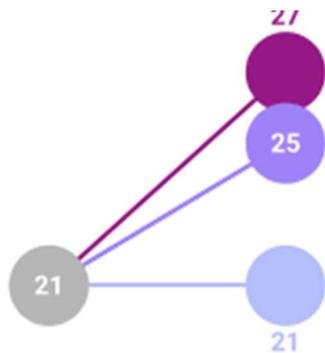


Cumul des précipitations dites "remarquables" (Projection à l'horizon 2050 selon trajectoire "France")

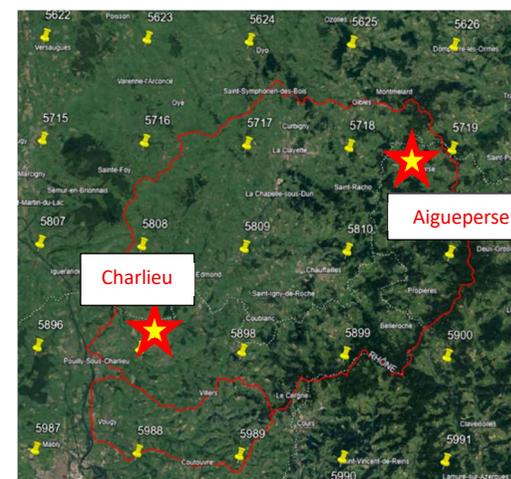
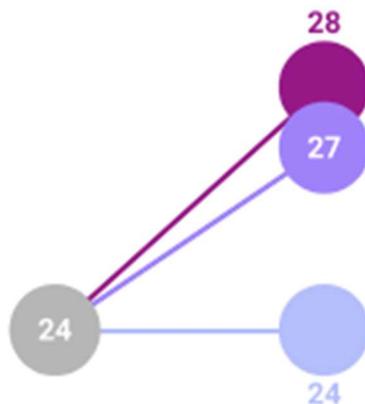
COMMUNE
climadiag

Le cumul de précipitations remarquables (en mm) correspond à la valeur qui n'est dépassée qu'un jour sur 100, soit 3 à 4 jours par an

Exemple pour la commune
 de **Charlieu (42)**



Exemple pour la commune
 d'**Aigueperse (69)**



Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

➔ **Augmentation des cumuls quotidiens remarquables**
 (➔ **risque ruissellement**)

● Valeur de référence

● Valeur haute 2050

● Valeur médiane 2050

● Valeur basse 2050

Valeur de référence : 1976 – 2005



Données – Fiche 1.3.1

Passé

Futur

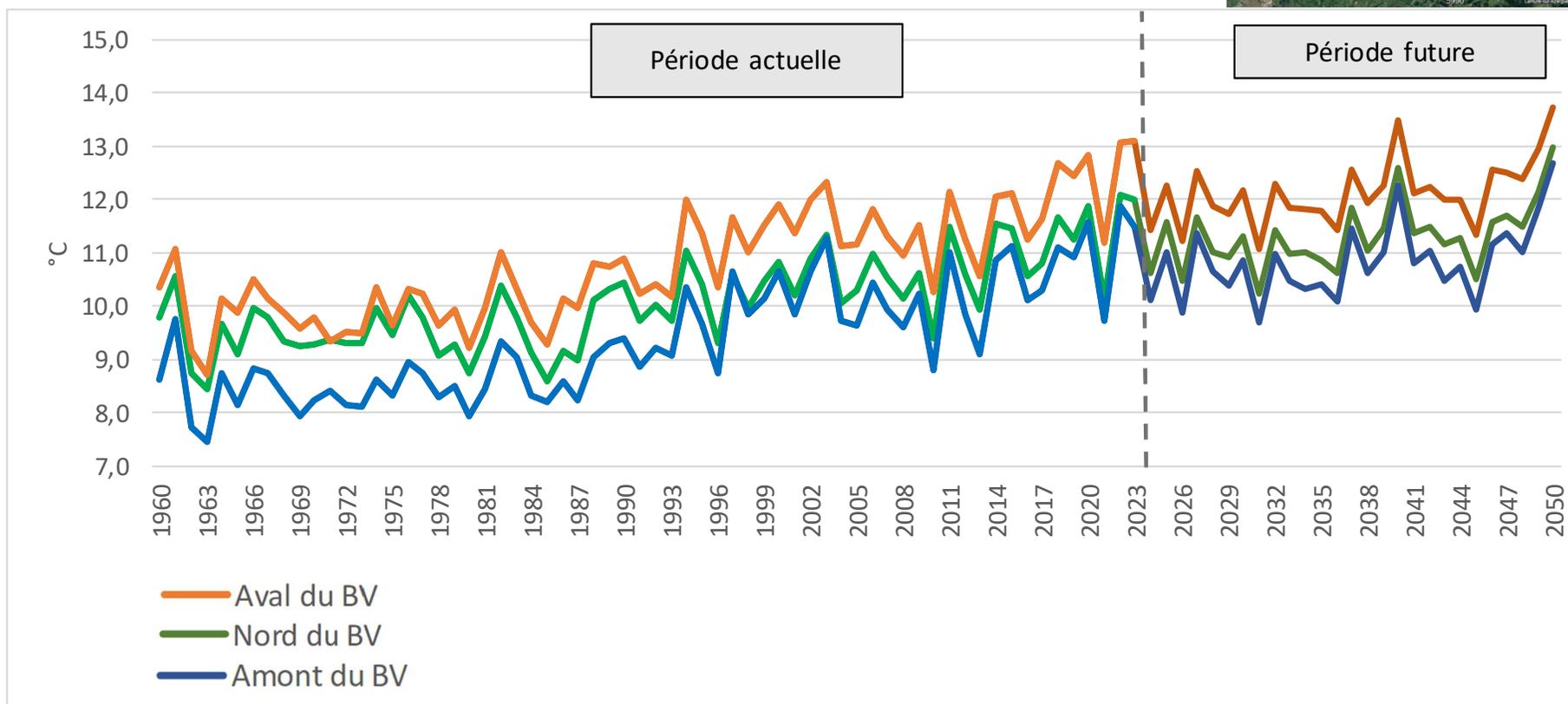
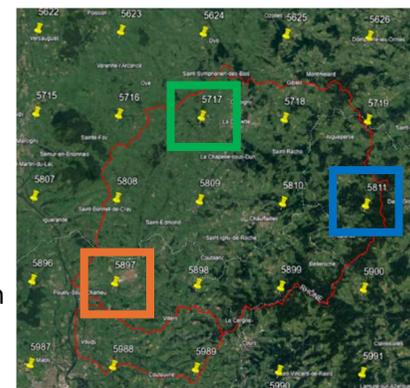
Evolution des températures moyennes annuelles et projection à l'horizon 2050

→ **Tendance à l'augmentation partout sur le territoire**

Projection "médiane"



Bassins versants du Sornin et du Jarnossin



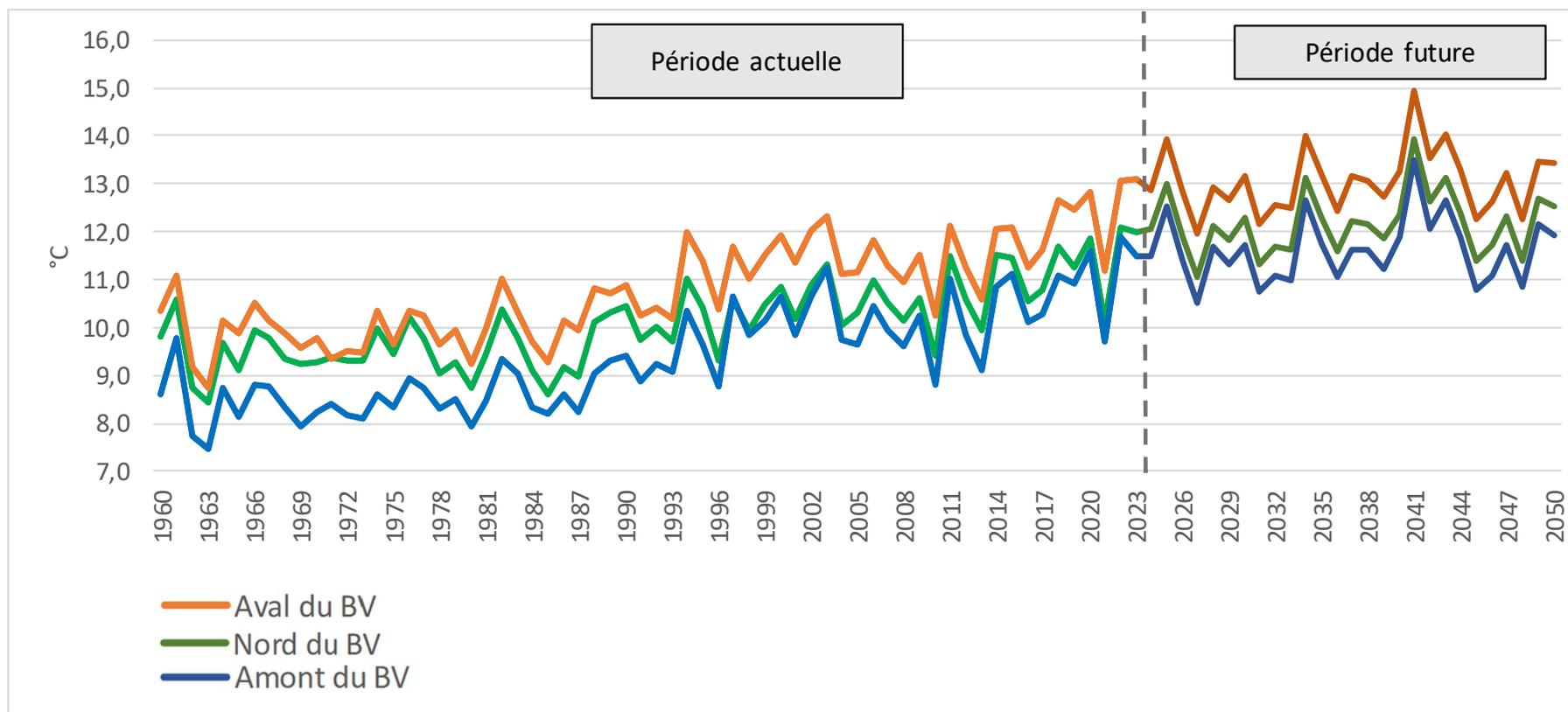
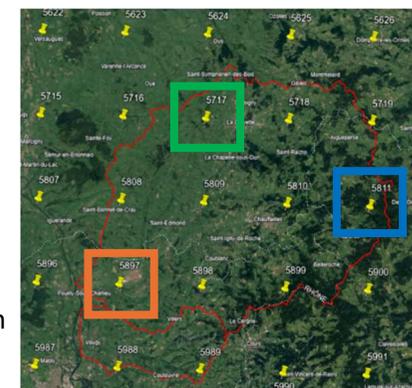


Evolution des températures moyennes annuelles et projection à l'horizon 2050

→ Tendance à la hausse partout sur le territoire

Projection « France »

Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

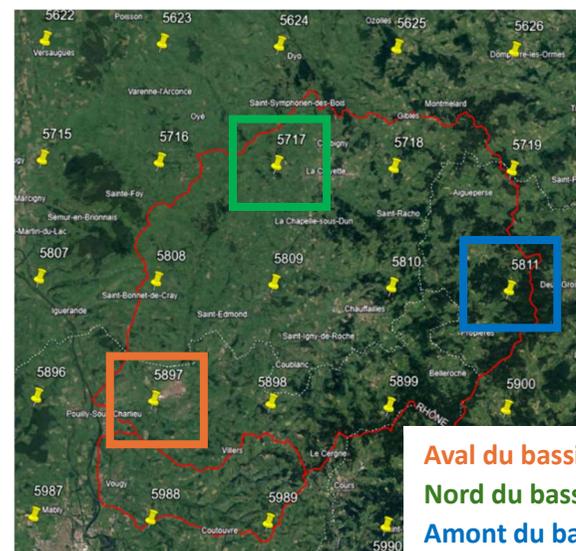


Projection des températures moyennes et saisonnières à l'horizon 2050

(Par rapport à la période de référence 1951 – 2005)

Evolution des températures moyennes par saisons	
HIVER	PRINTEMPS
Amont du BV : +1.9°C Nord du BV : +1.7°C Aval du BV : +1.7°C	Amont du BV : +2.2°C Nord du BV : +2.0°C Aval du BV : +2.0°C
ETE	AUTOMNE
Amont du BV : +2.2°C Nord du BV : +1.9°C Aval du BV : +2.0°C	Amont du BV : +2.6°C Nord du BV : +2.5°C Aval du BV : +2.5°C

Projection
 "médiane"



Aval du bassin versant
 Nord du bassin versant
 Amont du bassin versant

Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

Evolution des températures moyennes par saisons	
HIVER	PRINTEMPS
Amont du BV : +2.8°C Nord du BV : +2.6°C Aval du BV : +2.9°C	Amont du BV : +1.9°C Nord du BV : +1.8°C Aval du BV : +1.9°C
ETE	AUTOMNE
Amont du BV : +4.4°C Nord du BV : +4.0°C Aval du BV : +4.3°C	Amont du BV : +3.8°C Nord du BV : +3.7°C Aval du BV : +3.9°C

Projection
 "France"

Des évolutions plus contrastées en été

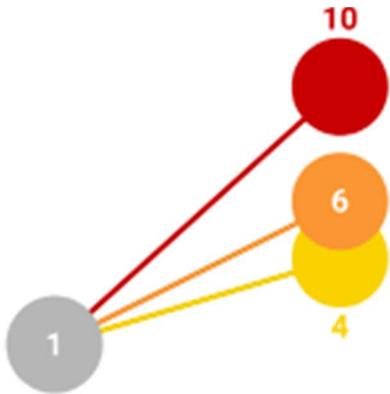
Un réchauffement plus marqué sur l'amont du bassin versant

En moyenne sur l'année à l'échelle du bassin versant :
 +2°C avec la projection "médiane"
 +3°C avec la projection "France"

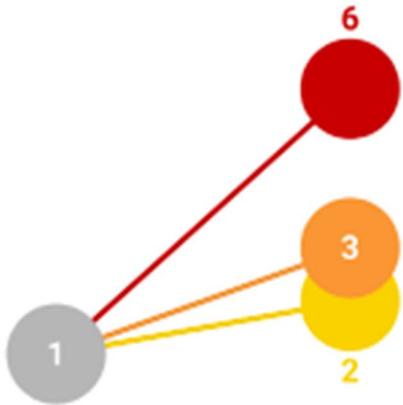
JOURS DE FORTES CHALEURS (Projection à l'horizon 2050 selon trajectoire "France")

Un jour est considéré comme très chaud quand la température dépasse 35°C au cours de la journée

Exemple pour
Charlieu (42)

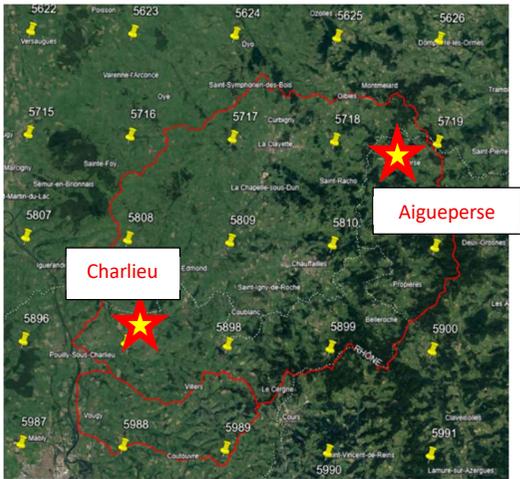


Exemple pour
Aigueperse (69)



● Valeur de référence ● Valeur haute 2050 ● Valeur médiane 2050 ● Valeur basse 2050

Valeur de référence : 1976 – 2005



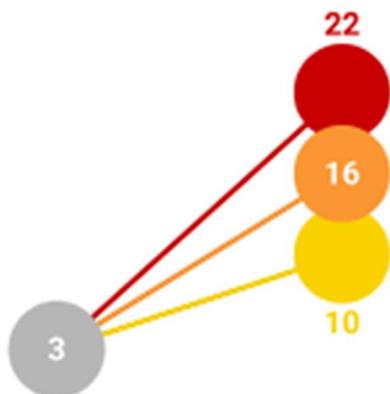
□ Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

➔ Augmentation du nombre de jours de très fortes chaleurs

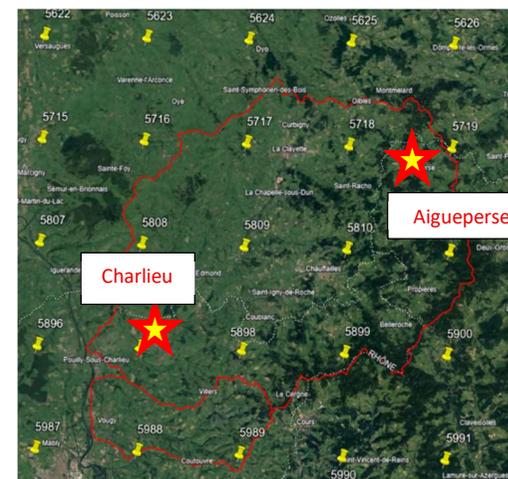
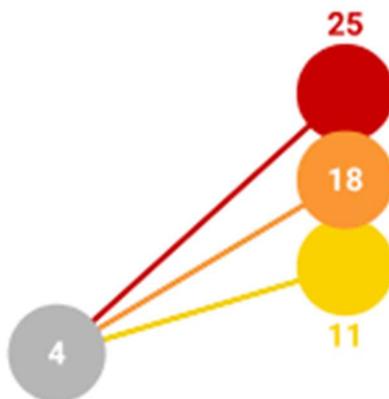
NUITS CHAUDES (Projection à l'horizon 2050 selon trajectoire "France" »)

Une nuit est considérée comme chaude si la température durant cette nuit ne descend pas en dessous de 20°C

Exemple pour
Charlieu (42)



Exemple pour
Aigueperse (69)



Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

➔ **Augmentation du nombre de nuits chaudes**

● Valeur de référence ● Valeur haute 2050 ● Valeur médiane 2050 ● Valeur basse 2050

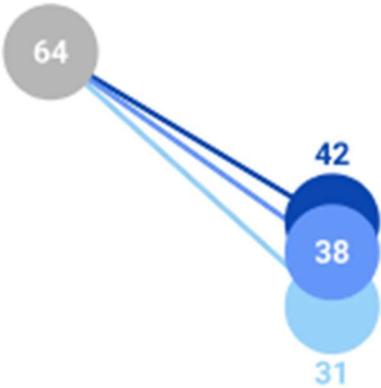
Valeur de référence : 1976 – 2005



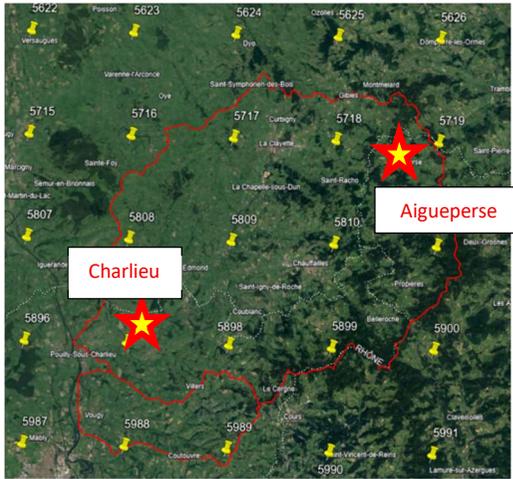
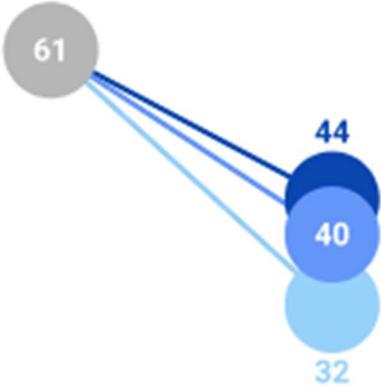
JOURS DE GEL (Projection à l'horizon 2050 selon trajectoire "France")

Est considéré comme jour de gel un jour où la température descend en dessous de 0

Exemple pour
Charlieu (42)



Exemple pour
Aigueperse (69)



Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

➔ **Diminution du nombre de jours de gel**

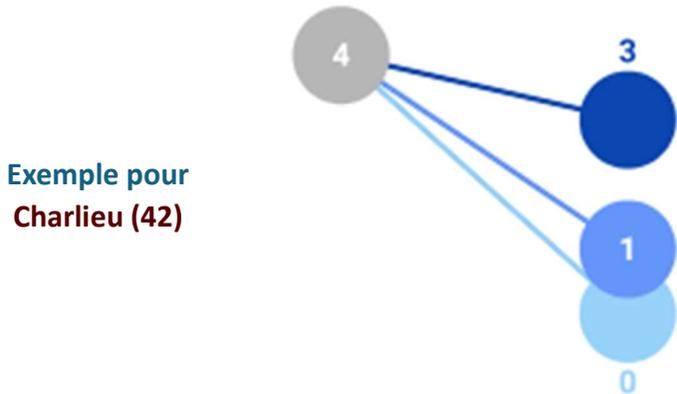
● Valeur de référence ● Valeur haute 2050 ● Valeur médiane 2050 ● Valeur basse 2050

Valeur de référence : 1976 – 2005



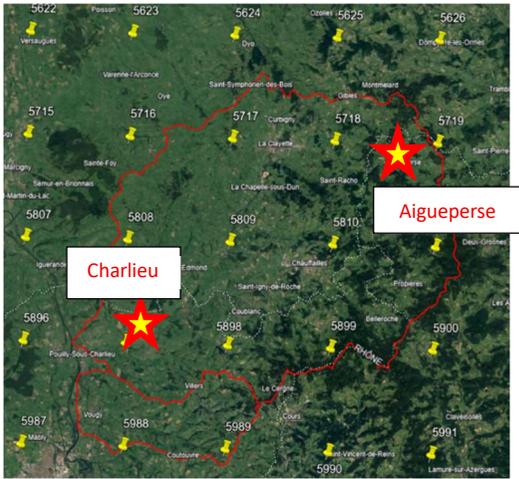
VAGUE DE FROID
(Nombre annuels de jours - Projection à l'horizon 2050 selon trajectoire "France")

Une vague de froid est définie comme un épisode d'au moins 5 jours consécutifs durant lesquels la température minimale quotidienne est inférieure de 5 degrés à la normale.



● Valeur de référence ● Valeur haute 2050 ● Valeur médiane 2050 ● Valeur basse 2050

Valeur de référence : 1976 – 2005



▭ Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

➔ **Diminution des vagues de froid**

Evolution des vents – Projection à l’horizon 2050

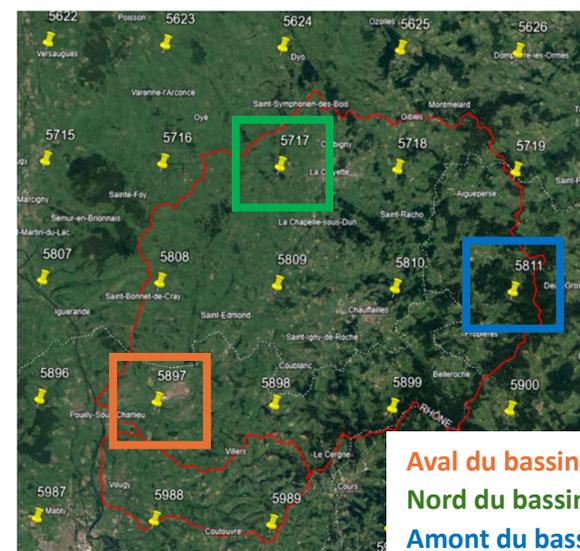
(Par rapport à la période de référence 1951 – 2005)

Evolution de la vitesse des vents par saisons	
HIVER	PRINTEMPS
Amont du BV : +0.0 m/s Nord du BV : +0.2 m/s Aval du BV : +0.2 m/s	Amont du BV : -0.1 m/s Nord du BV : +0.0 m/s Aval du BV : +0.0 m/s
ETE	AUTOMNE
Amont du BV : +0.1 m/s Nord du BV : +0.0 m/s Aval du BV : +0.1 m/s	Amont du BV : -0.4 m/s Nord du BV : -0.4 m/s Aval du BV : -0.2 m/s

Projection
 "médiane"

Evolution de la vitesse des vents par saisons	
HIVER	PRINTEMPS
Amont du BV : +0.3 m/s Nord du BV : +0.3 m/s Aval du BV : +0.3 m/s	Amont du BV : +0.2 m/s Nord du BV : +0.2 m/s Aval du BV : +0.2 m/s
ETE	AUTOMNE
Amont du BV : -0.3 m/s Nord du BV : -0.3 m/s Aval du BV : -0.4 m/s	Amont du BV : -0.1 m/s Nord du BV : -0.1 m/s Aval du BV : -0.1 m/s

Projection
 "France"



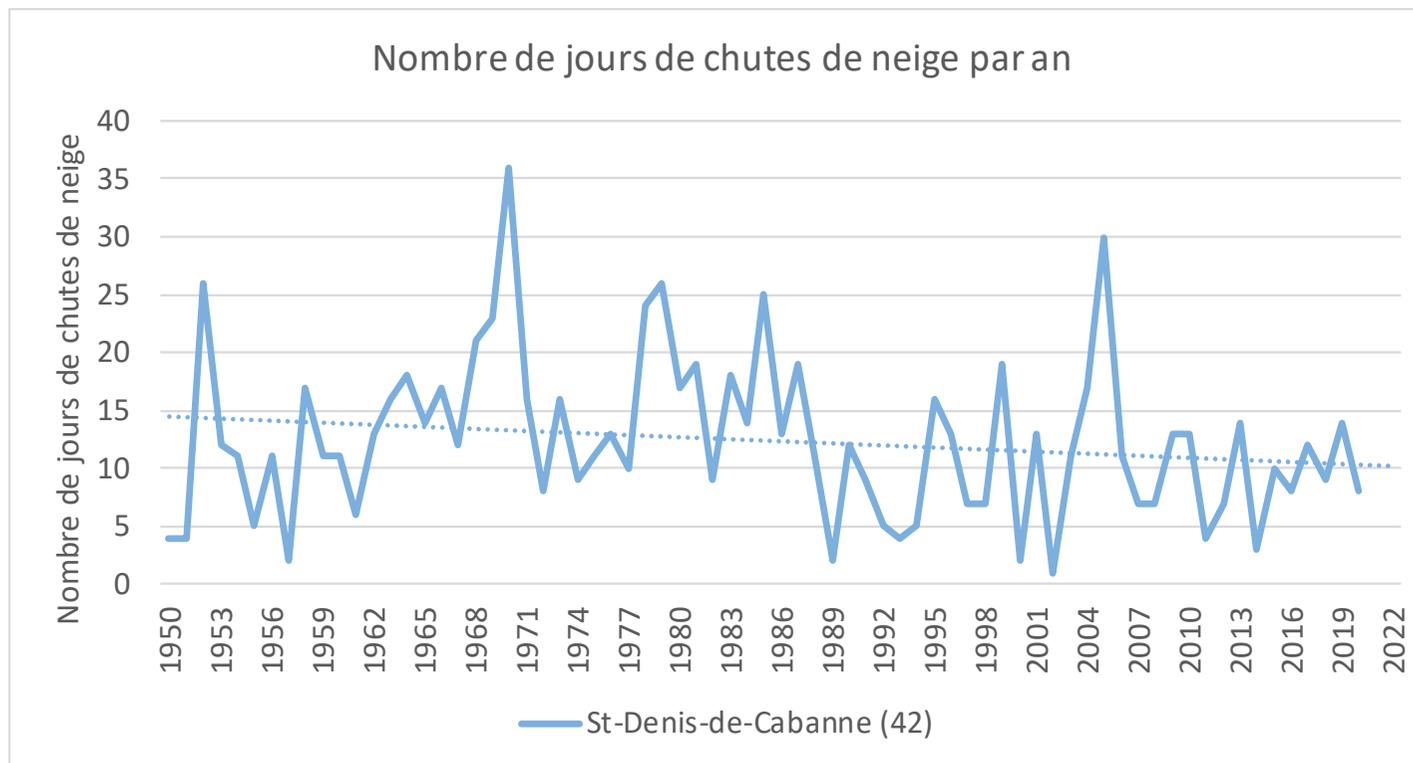
Aval du bassin versant
 Nord du bassin versant
 Amont du bassin versant

 Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

➔ Pas d'évolution notable sur l'année



NEIGE – Evolution historique 1950 - 2023



➔ Peu de données

➔ Diminution du nombre de jours de chutes de neige estimée à - 30 % depuis 1950



Sécheresses

Différents types de sécheresse :

- **Sécheresse météorologique** : Déficit pluviométrique sur une longue période
- **Sécheresse hydrologique** : Se produit lorsque les niveaux d'eau (dans les rivières ou dans les nappes) sont trop bas (conséquence de la sécheresse météorologique)

Sècheresse des sols

Indice d'humidité des sols « SWI » (Soil Wetness Index) :
 Représente sur une profondeur d'environ deux mètres, l'état de la réserve en eau du sol par rapport à la réserve utile (**eau disponible pour l'alimentation des plantes**).

$$SWI = \frac{W - W_{wilt}}{W_{fc} - W_{wilt}}$$

W = contenu en eau du sol
 W_{wilt} = contenu en eau du sol au point de flétrissement (seuil à partir duquel la plante ne peut plus capter l'eau du sol, trop « rare »)
 W_{fc} = contenu en eau du sol à la capacité au champ (seuil à partir duquel il n'y a plus de drainage gravitationnel dans le sol)

Indice SSWI : version normalisée de cet indice permettant de caractériser le niveau d'humidité ou de sécheresse des sols (et de sécheresse agricole)



Valeurs des durées de retour	Indice	catégorie
≥ 25 ans	≥ 1,75	Extrêmement humide
10 ans à 25 ans (exclu)	1,28 à 1,75	Très humide
5 à 10ans(exclu)	0,84 à 1,28	Modérément humide
0 à 5 ans(exclu)	-0,84 à 0,84	Autour de la normale
5 à 10 ans(exclu)	-1,28 à -0,84	Modérément sec
10 à 25 ans (exclu)	-1,75 à -1,28	Très sec
≤ 25 ans	≤ -1,75	Extrêmement sec

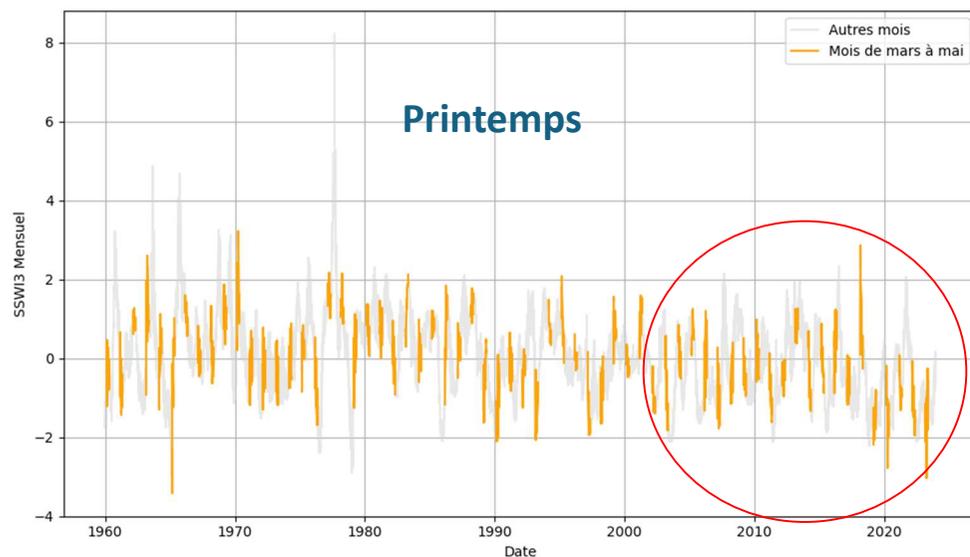


Evolution de l'indice normalisé de sécheresse des sols (SSWI) de 1960 à aujourd'hui.

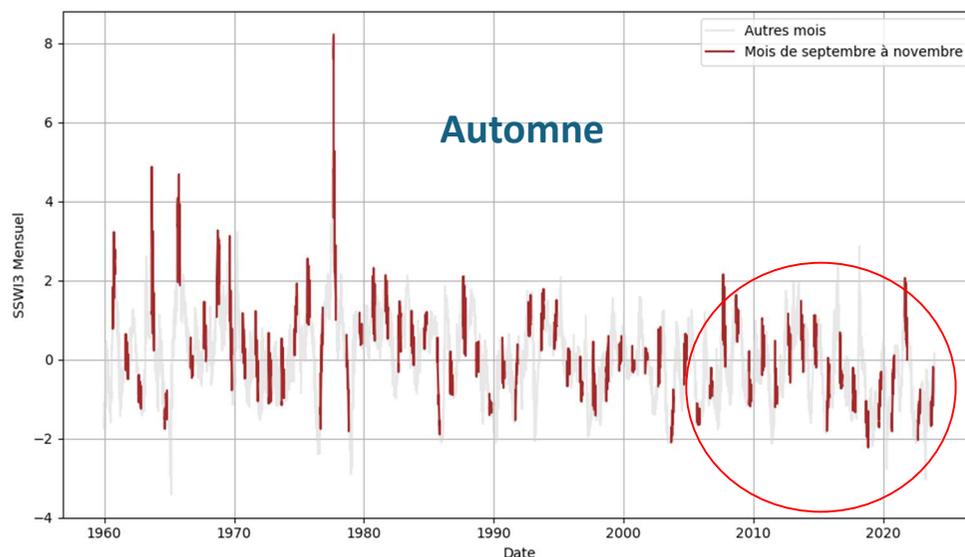
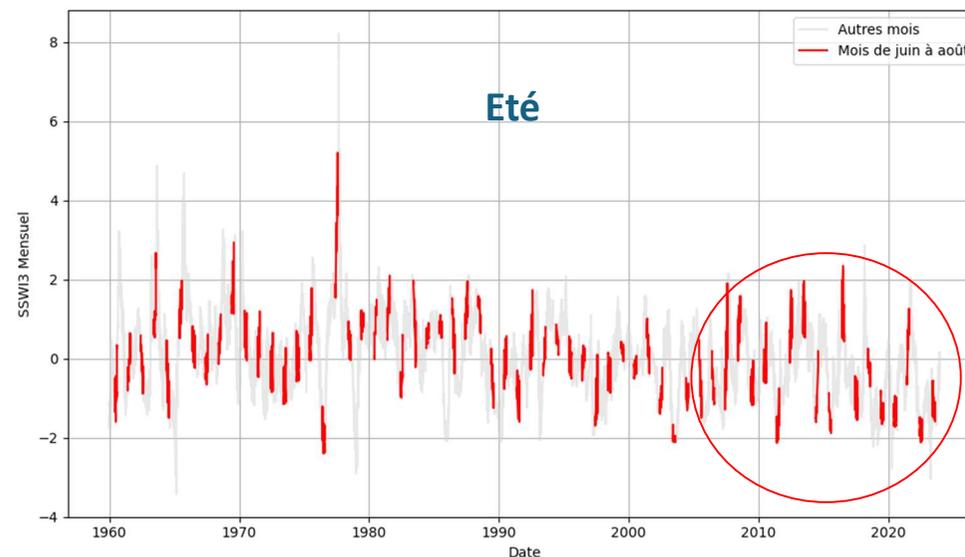
La teneur en eau des sols est insuffisante pour la végétation quand l'indice est négatif (c'est-à-dire inférieur à zéro).

Moyenne sur l'ensemble du territoire

(Les tendances sur les différents secteurs - nord, amont et aval du territoire - sont identiques, même si les chiffres ne sont pas forcément les mêmes d'un endroit à l'autre)

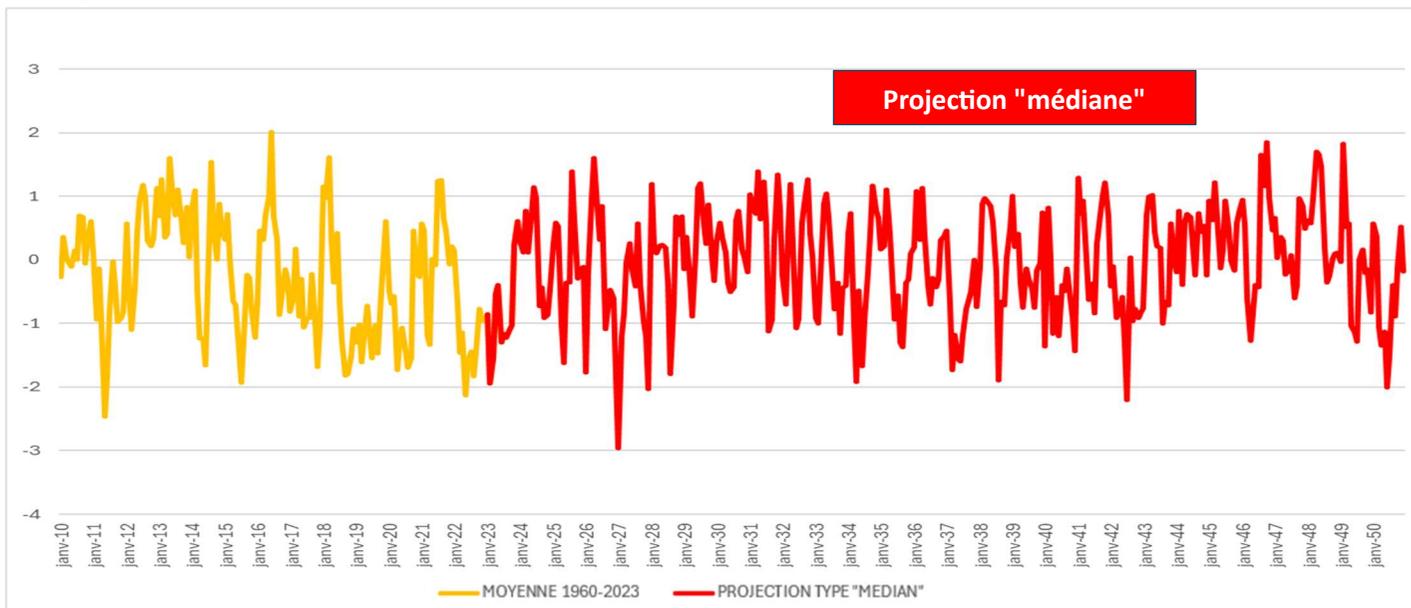


➔ Quelles que soient les saisons : augmentation de la récurrence d'anomalies sèches durant les dernières années





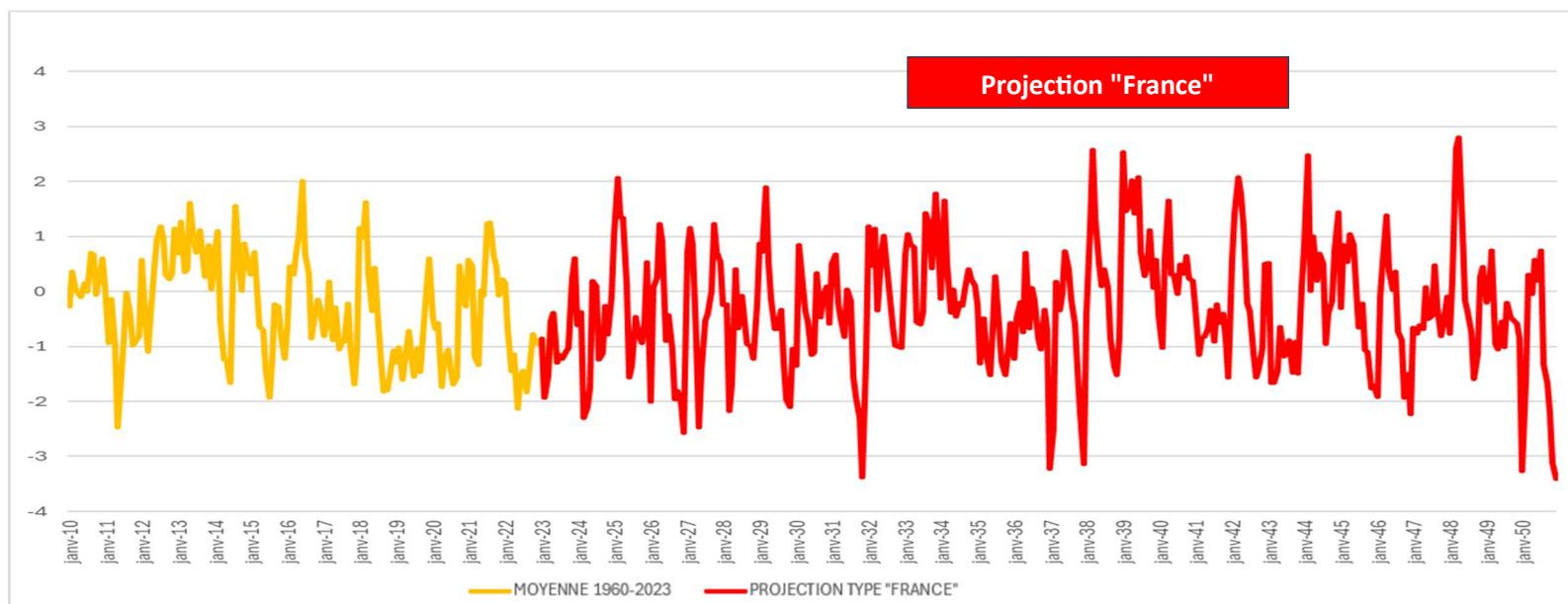
Projection de l'indice de sécheresse des sols à l'horizon 2050



Moyenne sur le territoire

➔ Augmentation de la fréquence des sécheresses dites "agricoles" avec la projection "France".

Augmentation de la



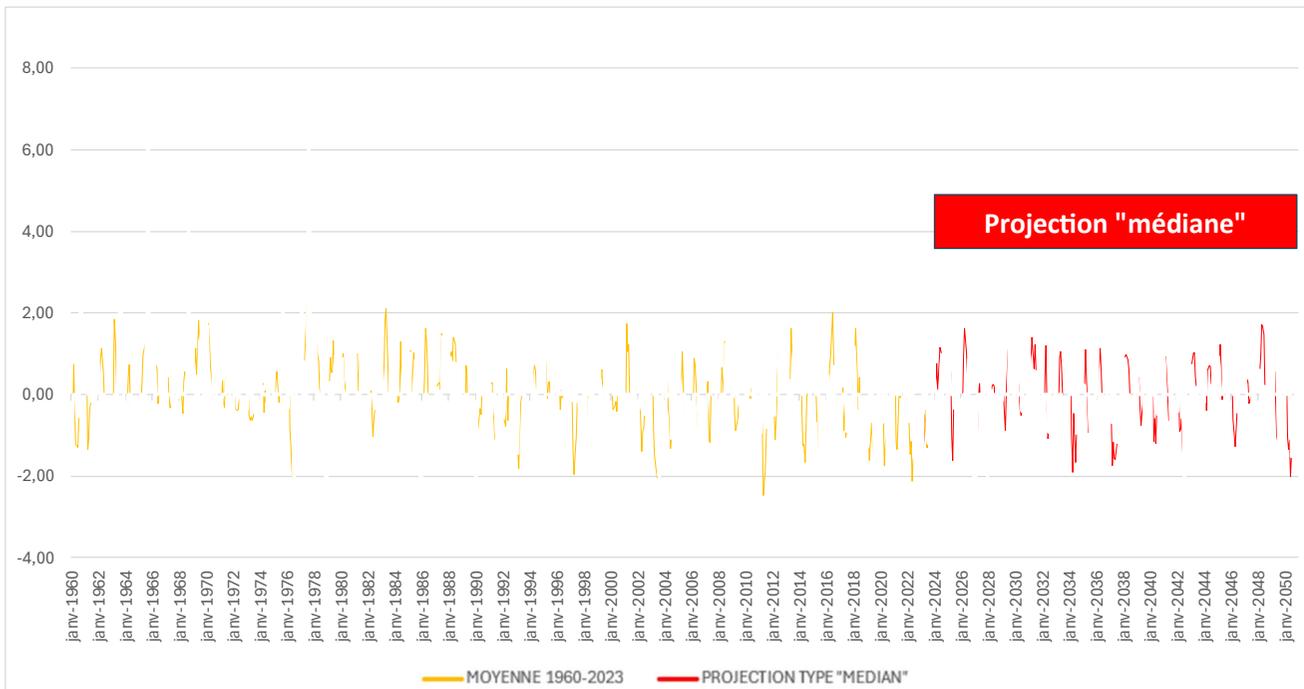
Données – Fiche 3.6.1

Passé | Futur

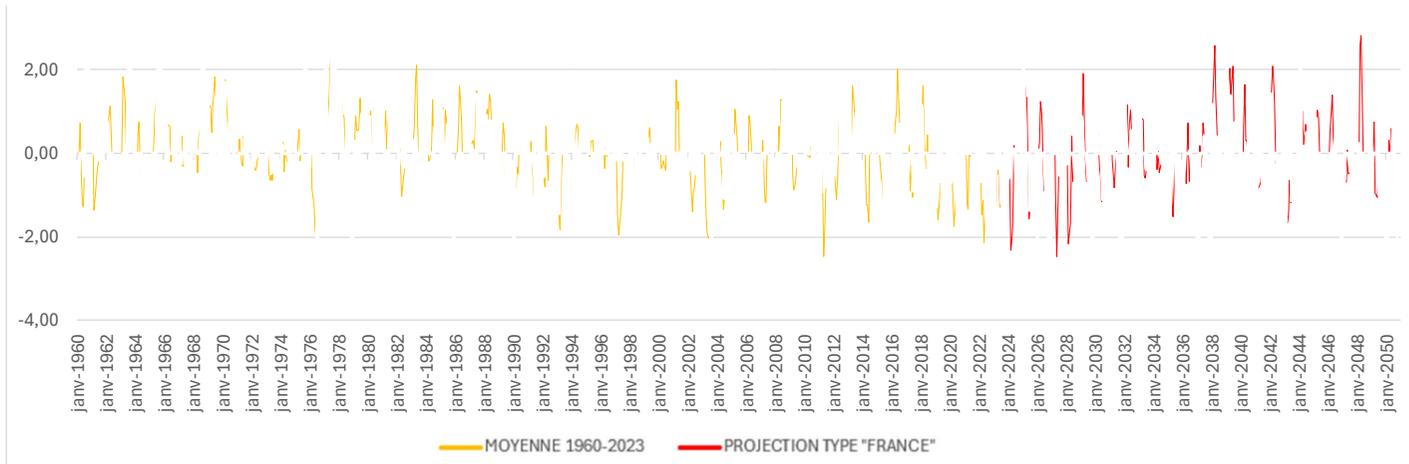


Projection saisonnière de l'indice de sécheresse des sols à l'horizon 2050 - Printemps (mars – juin)

Moyenne sur le territoire

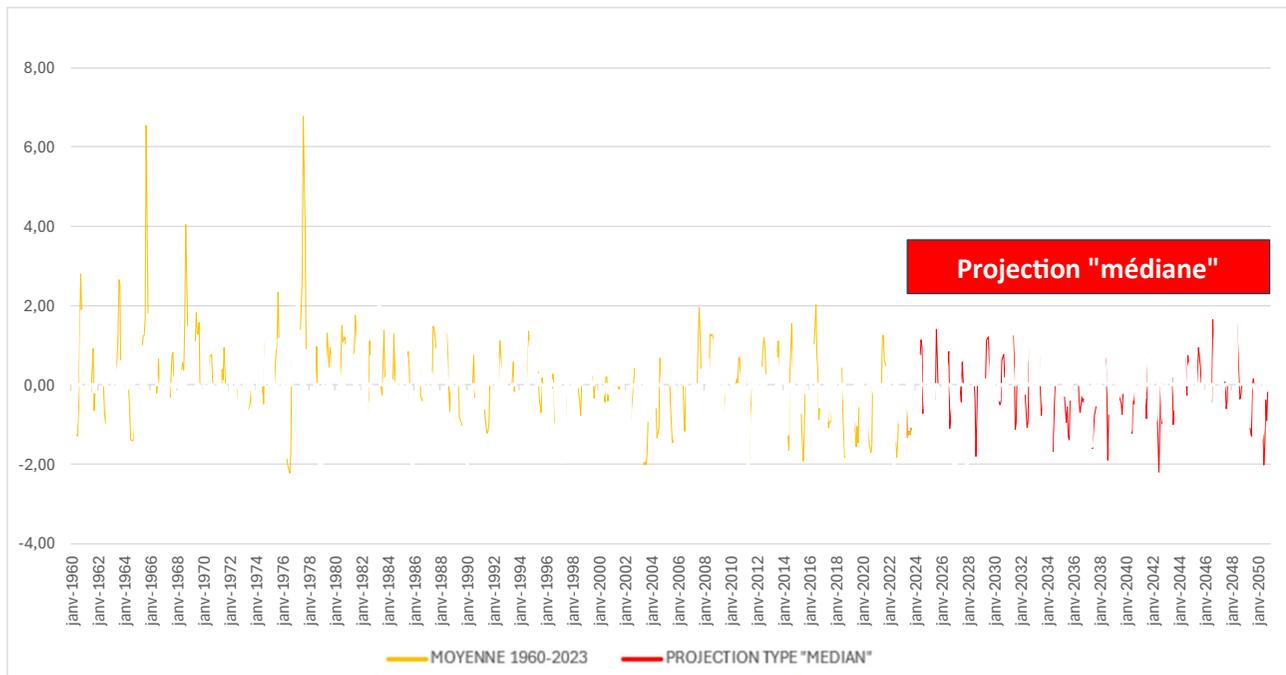


Projection "France"

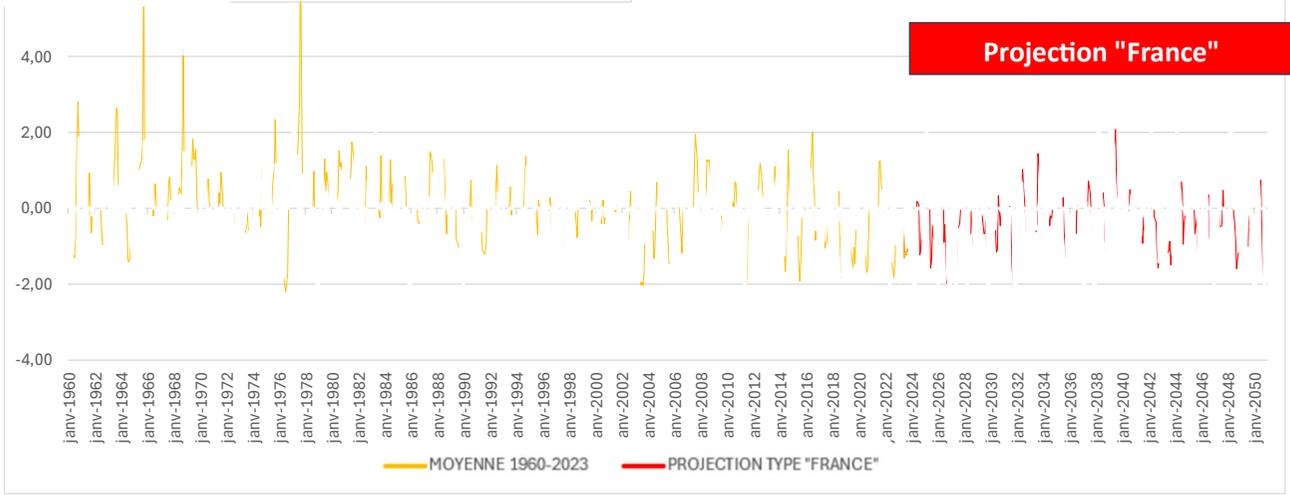




Projection saisonnière de l'indice de sécheresse des sols à l'horizon 2050 – Eté (juin - septembre)



Moyenne sur le territoire

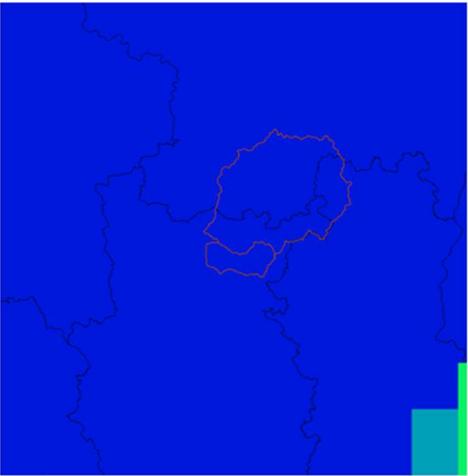


Projection "France"

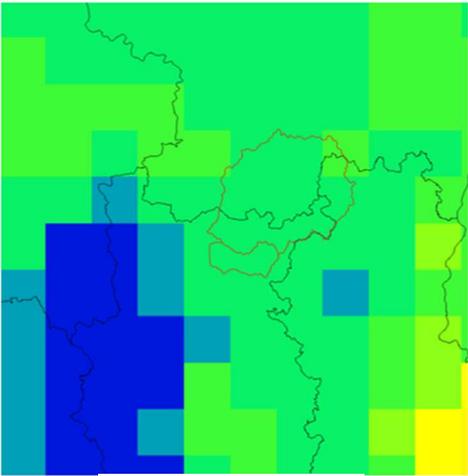
Indice feux de forêt – Situation actuelle et projection à l’horizon 2050

Nombre de jours avec « risque feux de forêt » élevé

- Actuellement = 0 jours
- **Projection 2050** : 0 jour (valeur médiane) – 7 jours (valeur haute)



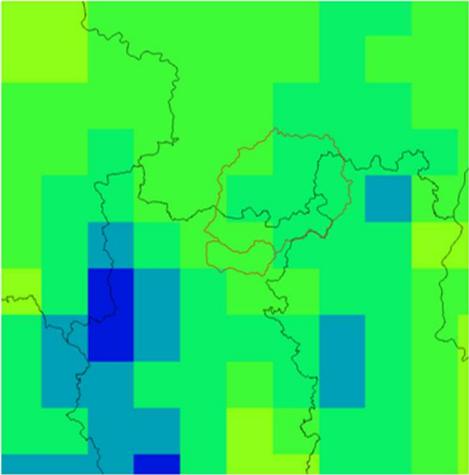
Situation Actuelle



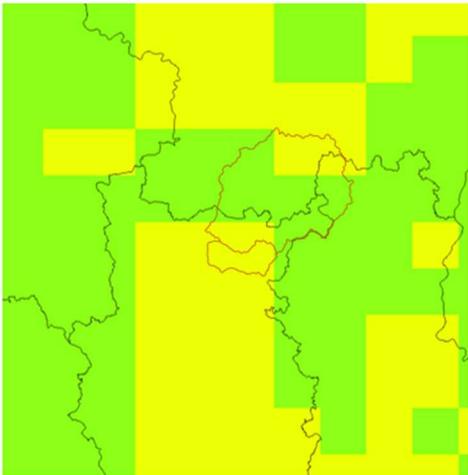
Projection 2050

Nombre de jours avec « risque feux de forêt » modéré

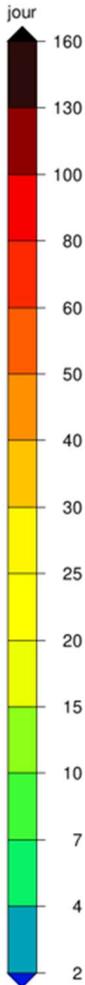
- Actuellement = 5 jours
- **Projection 2050** : 15 jours (valeur médiane) – 30 jours (valeur haute)



Situation Actuelle



Projection 2050



➔ Un risque d’incendie qui augmente

La ressource en eau

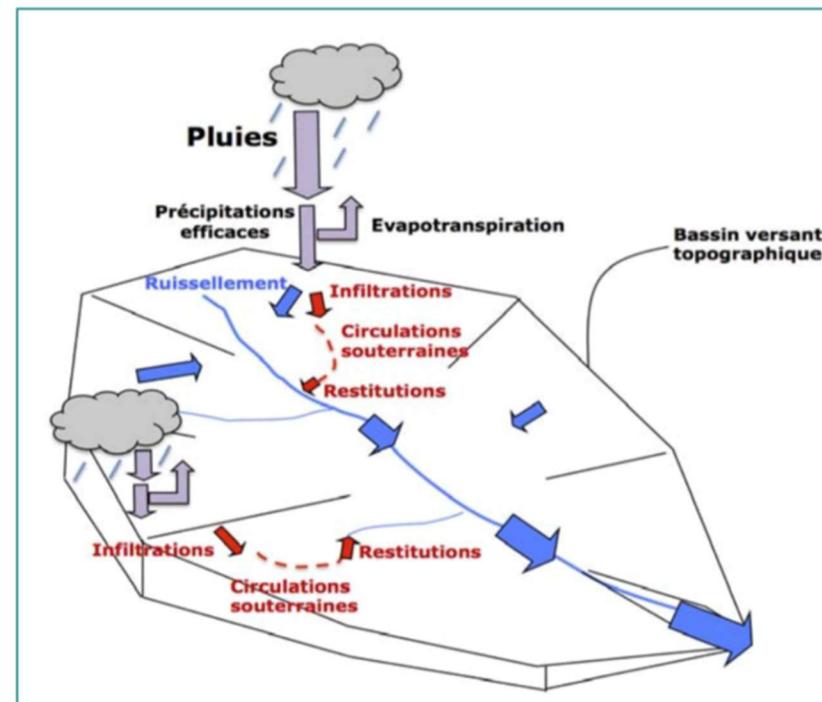
- Comment se calcule une ressource en eau ?
- Quels sont les facteurs qui influencent la ressource ?

La ressource en eau provient principalement des précipitations qui se produisent sur le territoire

Une partie de ces précipitations repart dans l'atmosphère (évaporation au niveau du sol, évapotranspiration au niveau de la végétation)

L'autre partie, ruisselle directement pour alimenter les cours d'eau, ou bien s'infiltrate pour alimenter les ressources souterraines (qui elles même contribuent à alimenter les cours d'eau) : c'est la **pluie efficace (Peff)**.

Sur le territoire, le contexte géologique ne permet pas le développement de « nappes » souterraines de grande ampleur → Les écoulements souterrains se font essentiellement dans la tranche d'altération des terrains et alimentent très rapidement les cours d'eau



Avec :

Peff = Pluie efficace

P = Précipitation

ETR = Evapotranspiration réelle

I = Infiltration

R = Ruissellement

$$\text{Peff} = P - \text{ETR} = I + R$$

L'évapotranspiration : un paramètre déterminant

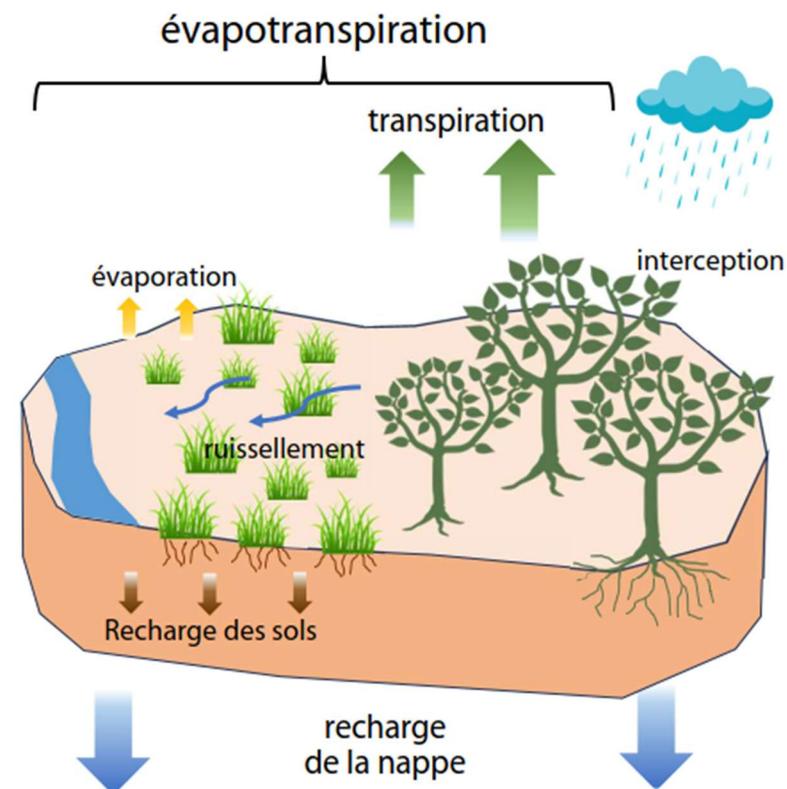
- Comment se calcule l'évapotranspiration réelle ?
- Quels sont les facteurs qui influencent l'évapotranspiration réelle ?

L'évapotranspiration réelle (ETR) se calcule à partir de l'évapotranspiration potentielle (ETP).

Différentes formules de calcul pour évaluer l'ETP avec **paramètre température structurant**.

L'ETR sera au moins égale à l'ETP si les précipitations (P) sont suffisantes ($P > ETP$)

Si les précipitations sont limitées ($P < ETP$), alors l'ETR sera fonction de la ressource en eau disponible dans le sol pour alimenter la végétation en place.



Données – Fiche 4.1

Des pluies **estivales** inefficaces pour alimenter les cours d'eau et recharger les nappes

On calcule l'efficacité des pluies, c'est-à-dire leur capacité à alimenter les cours d'eau et les nappes souterraines, à partir des températures et de l'évapotranspiration. **Quand l'efficacité des pluies est nulle, il n'y a pas de recharge des nappes et d'alimentation des cours d'eau**

Les pluies rechargent néanmoins les réserves en eau disponibles du sol dans lesquelles puisent les plantes

➤ Un exemple à partir des données climatiques de la station de Charlieu

Pluie efficace « nulle » (au pas de temps mensuel) entre juin et septembre

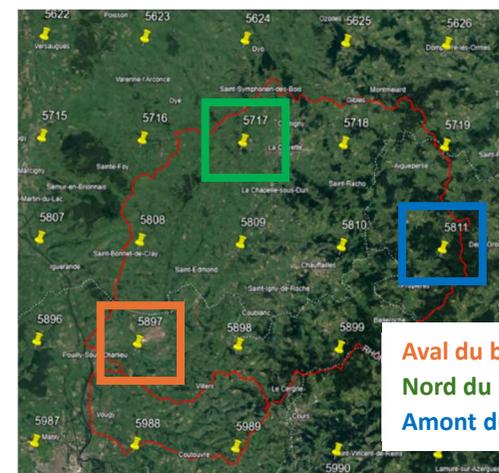
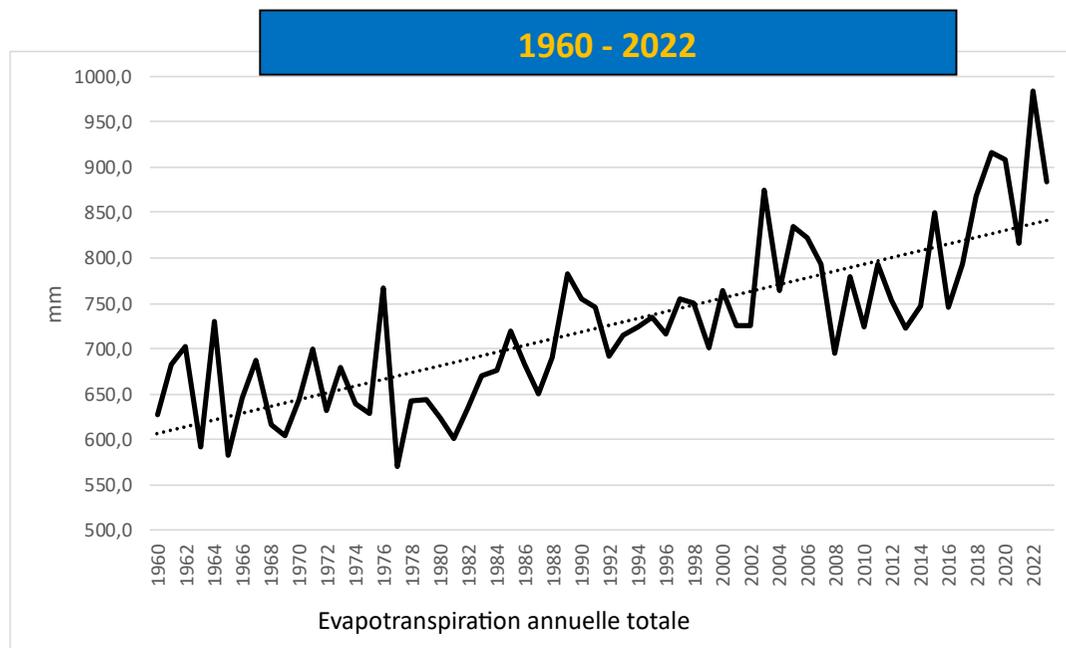


	1991 - 2020	1991 - 2020		
	PLUIE	TEMPERATURES	ETP	Peff
Moyenne mensuelle	(mm)	(°C)	(mm)	infiltration + ruissellement bruts (mm)
JANVIER	56	3,8	9,79	46,21
FEVRIER	43,6	4,5	12,21	31,39
MARS	45,9	7,5	28,89	17,01
AVRIL	58,1	10,5	48,48	9,62
MAI	82,5	14,5	81,80	0,70
JUIN	66,9	18,3	109,88	0,00
JUILLET	71,1	20,2	126,05	0,00
AOUT	73,5	19,9	114,30	0,00
SEPTEMBRE	63,3	15,8	73,89	0,00
OCTOBRE	73,7	12,5	50,01	11,84
NOVEMBRE	76,1	7,2	21,27	27,41
DECEMBRE	58,6	4,4	11,00	36,86

Evapotranspiration (ETP) : part des précipitations qui repart dans l'atmosphère (évaporation au niveau du sol, évapotranspiration de la végétation)

Pluie efficace (Peff) : part des précipitations alimente les cours d'eau ou s'infiltré pour alimenter les nappes souterraines

Evolution de l'évapotranspiration depuis 1960 et projection à l'horizon 2050



Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

➤ **L'évapotranspiration augmente :
 + 40 % entre 1950 et 2023**

Projection 2050

Moyenné sur le territoire :

➔ Projection "médiane" : +10 % ETP

➔ Projection "France" : +16 % ETP

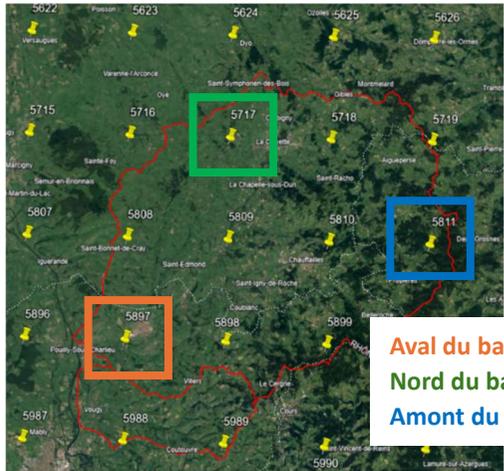
➤ Diminution de la pluie efficace

Cumul annuel d'évapotranspiration			
Secteur	Référence actuelle	Projection « Médiane »	Projection « France »
Amont du BV	672 mm	741 mm (+10 %)	789 mm (+17 %)
Nord du BV	710 mm	782 mm (+10 %)	837 mm (+18 %)
Aval du BV	731 mm	795 mm (+9 %)	833 mm (+14 %)

Evolution saisonnière de l'évapotranspiration depuis 1960 et projection à l'horizon 2050

Evolution du cumul d'évapotranspiration - projection type "médian"				
(par rapport à la référence 1976-2005)	Hiver	Printemps	Été	Automne
Nord du BV	+5mm (+13%)	+21mm (+10%)	+28mm (+9%)	+15mm (+13%)
Amont du BV	+8mm (+17%)	+22mm (+11%)	+24mm (+8%)	+14mm (+12%)
Aval du BV	+5mm (+13%)	+21mm (+10%)	+24mm (+7%)	+12mm (+10%)

Evolution du cumul d'évapotranspiration - projection type "France"				
(par rapport à la référence 1976-2005)	Hiver	Printemps	Été	Automne
Nord du BV	+8mm (+19%)	+11mm (+5%)	+80mm (+24%)	+31mm (+26%)
Amont du BV	+9mm (+20%)	+10mm (+6%)	+68mm (+22%)	+28mm (+24%)
Aval du BV	+8mm (+20%)	+11mm (+6%)	+66mm (+19%)	+23mm (+20%)



Aval du bassin versant
Nord du bassin versant
Amont du bassin versant

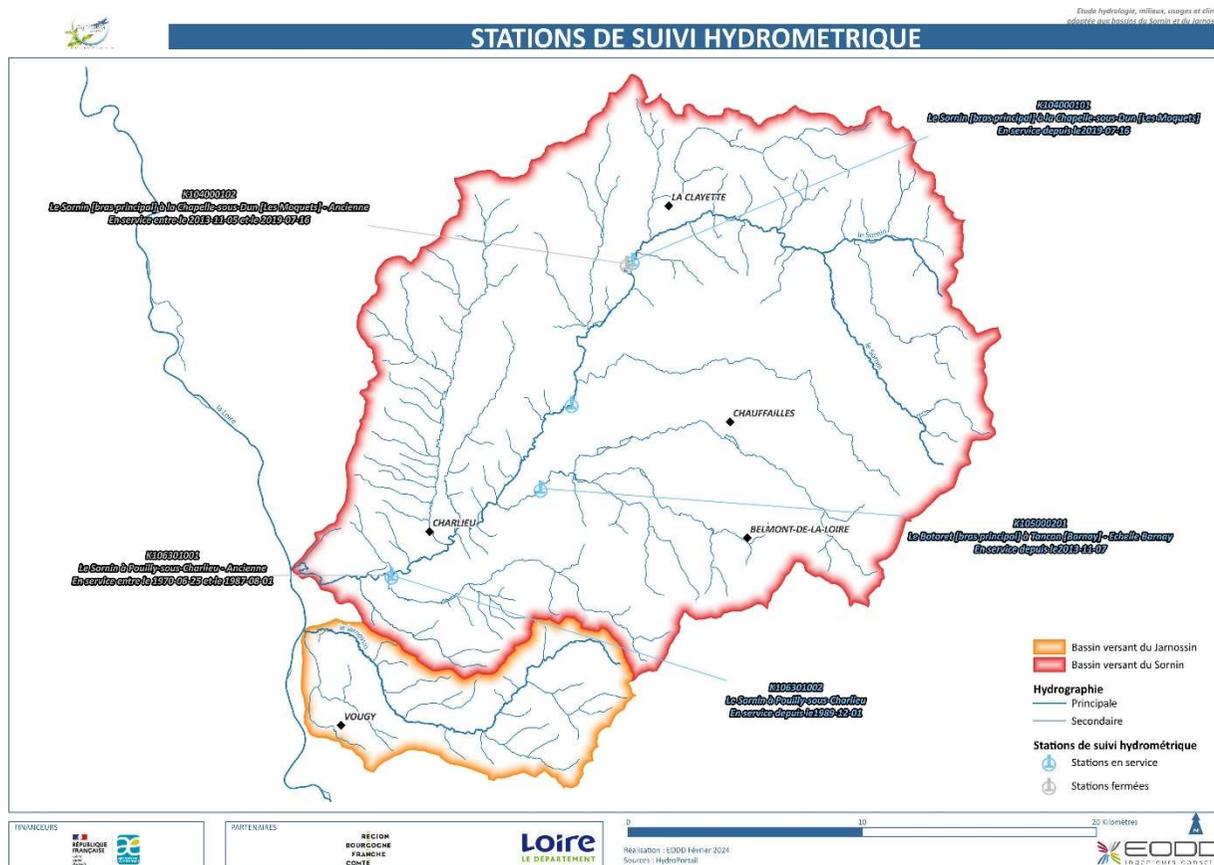
Bassins versants du Sornin et du Jarnossin

Connaissance des débits des cours d'eau

4 stations hydrométriques sur le bassin versant du Sornin

- Une station DREAL à Pouilly-sous-Charlieu (ouverte en 1970)
- 3 stations hydrométriques en réseau local (CENEAU), équipées par le SYMISOA (depuis 2013) :
 - 2 sur le Sornin (La Chapelle-sous-Dun et St-Maurice-lès-Châteauneuf)
 - 1 sur le Botoret aval (Tancon)

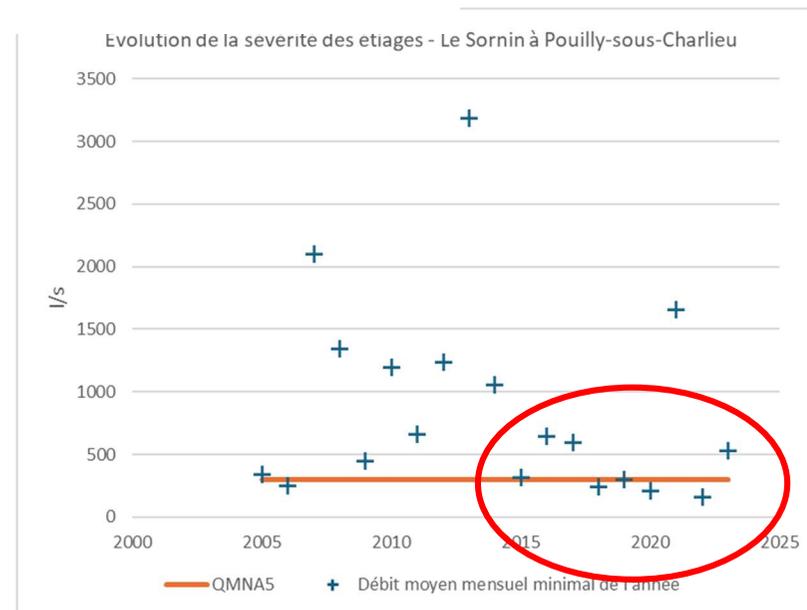
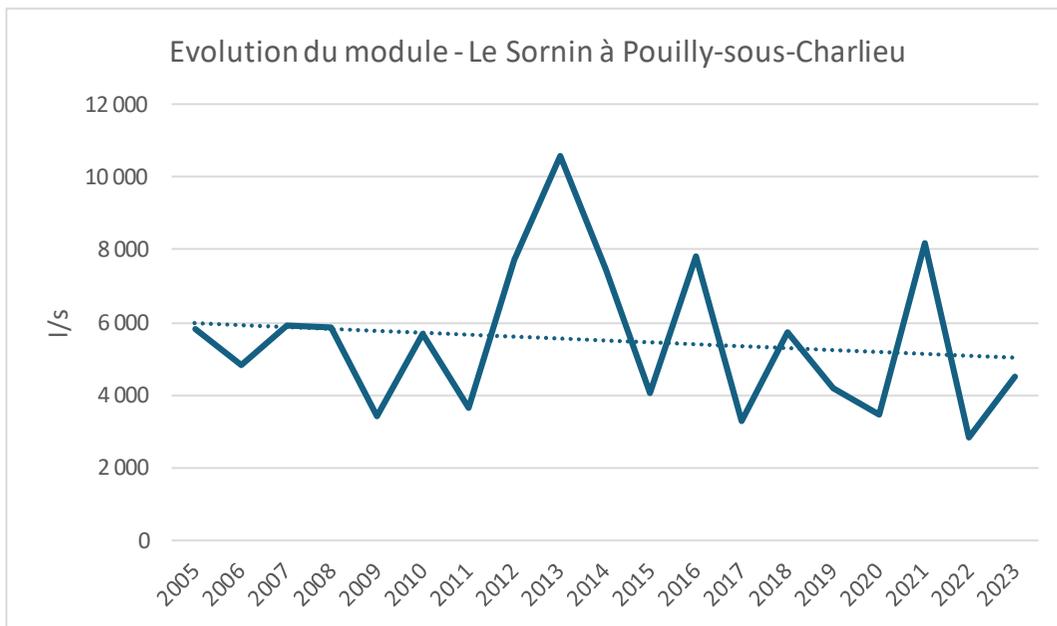
Aucune station sur celui du Jarnossin





Débits des cours d'eau – Evolutions récentes

Exemple : Le Sornin à Pouilly-sous-Charlieu sur la période 2005-2023



QMNA5 : calculé sur la période 2005-2023. Valeur qui sera différente si elle est calculée sur une autre période

Débit moyen du cours d'eau (appelé le **module**)

- Valeur actuelle : 5550 I/s
- Diminution de **16% entre 2005 et 2023**, soit -936 I/s

Débit minimum mensuel se produisant en moyenne une fois tous les **cinq ans** (appelé **QMNA5**) :

- Valeur actuelle : 301 I/s (environ 5.4% du module : un ratio faible, signe d'une sensibilité à l'étiage)
- Le débit est passé fréquemment sous ce seuil depuis 2018.

Débits des cours d'eau – Projection à l'horizon 2050

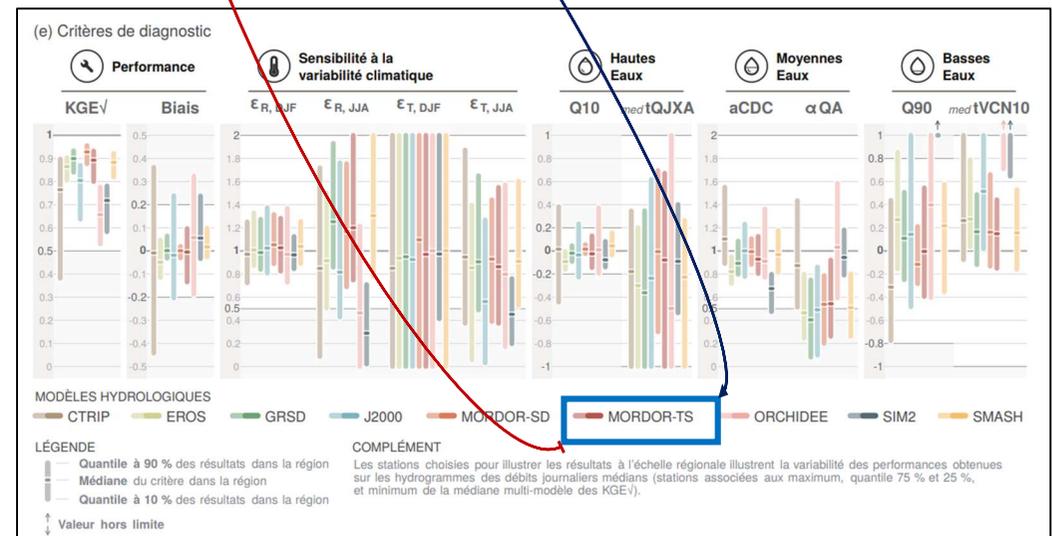
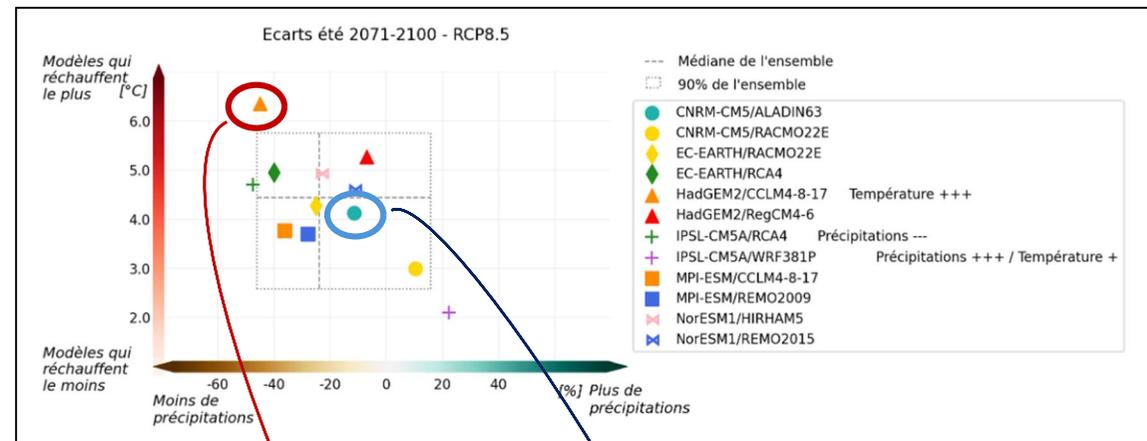
1) Modélisation climatique pour proposer 2 projections à l'horizon 2050 (cf. méthode – Fiche 1) avec :

- Une simulation climatique type « médian » : +2°C en moyenne, maintien/augmentation des précipitation, +10% pour l'ETP
- Une simulation climatique type « France » (trajectoire TRACC) : +3°C en moyenne, baisse significative des précipitations en été et en automne, +16% pour l'ETP



2) Intégration des résultats climatiques dans un modèle hydrologique :

- Plusieurs modèles hydrologiques disponibles (9)
- **1 modèle retenu** (à partir d'analyse de fiches diagnostic)



Débits des cours d'eau – Projection à l'horizon 2050

Projection "médiane"

- Débits plus élevés en hiver (janvier à avril) et en automne (octobre-novembre)
- Débits plus faibles le reste du temps
- Module : stable (+2%)
- QMNA5 : - 41 %

Projection "France"

- Accentuation des extrêmes (basses eaux/hautes eaux) par rapport à la projection "médiane"
- Module : stable (+1%)
- QMNA5 : - 49 %

Evolution entre les périodes
 2005-2023 et 2041-2070
 (référence pour situation 2050)

