



Rapport d'étude

Suivi de la température des masses d'eau du bassin
Seine-Normandie dans le département de la Nièvre

Programmation triennale 2021-2023

2^{ème} tranche – Année 2022



Juillet 2023

Fédération Départementale de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de la Nièvre

174 Faubourg du Grand Mouësse 58000 Nevers - Tél. : 03 86 61 18 98 - Fax : 03 86 61 93 04

Courriel : fede.peche58@gmail.com - Site : www.federationdepeche58.fr

Table des matières

1	Contexte	1
2	Matériel et méthode	2
2.1	Site d'étude.....	2
2.2	Contexte piscicole.....	4
2.3	Espèce repère : la truite fario.....	5
2.4	Analyses des données thermiques.....	6
3	Analyse	7
3.1	Résultats 2022	7
3.1.1	Résultats par masse d'eau	7
4	Conclusion	47

1 Contexte

Dans le contexte actuel de réchauffement climatique, une augmentation de la température de l'eau peut avoir des effets dommageables sur de nombreuses espèces animales et végétales qui ne peuvent pas supporter des températures plus élevées. La température est l'un des facteurs primordiaux dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Elle a un impact sur le biotope, mais également sur la biocénose.

En effet, la température de l'eau a une influence sur la concentration en oxygène dissous présente dans les cours d'eau. La concentration en oxygène sera plus importante dans des eaux froides. La température de l'eau a un effet sur la distribution des espèces animales et végétales et leurs cycles biologiques. Une augmentation de la température de l'eau va entraîner une remontée progressive vers l'amont des espèces préférant les eaux froides.

La température de l'eau est donc un paramètre essentiel pour la présence de nombreuses espèces de poissons. Certaines de ces espèces requièrent des eaux froides et oxygénées, notamment les poissons de première catégorie, comme la truite fario, tandis que d'autres préfèrent des eaux plus chaudes et calmes (carpes, ...). Enfin, certaines des espèces piscicoles sont beaucoup plus ubiquistes et peuvent supporter de plus grandes variations de températures de l'eau.

Différents paramètres peuvent avoir un impact sur la température de l'eau en dehors des facteurs météorologiques (température de l'air et ensoleillement) : la présence d'étangs sur le bassin versant, dont l'impact est plus ou moins important selon leurs modes d'alimentation en eau ; la présence de seuil ou de barrage créant des zones larges et stagnantes favorable au réchauffement de l'eau ; l'absence ou la fragmentation de la ripisylve, qui évite le réchauffement en protégeant du rayonnement direct du soleil.

La Nièvre présente un réseau hydrographique dense et diversifié. La Loire, l'Allier et l'Yonne sont les 3 principaux cours d'eau qui traversent ce département. Mais de nombreux autres rivières et ruisseaux de tailles et de morphologies très variés sont également présents sur ce territoire.

Dans le cadre de l'acquisition de connaissances sur l'état des masses d'eau du bassin Seine-Normandie de la Nièvre, la Fédération de Pêche de la Nièvre a été missionnée pour réaliser un suivi thermique de 7 masses d'eau du bassin Seine-Normandie.

Ce suivi a donc pour but d'observer en continu la température de l'eau sur différentes rivières afin d'évaluer les potentielles évolutions de ce paramètre physique essentiel pour les espèces aquatiques.

Cette opération est la 2ème tranche d'un suivi sur le long terme qui a démarré en 2021.

2 Matériel et méthode

2.1 Site d'étude

13 sondes thermiques sont installées sur 8 masses d'eau du bassin Seine-Normandie (cf. 1) pour permettre de suivre l'évolution de la température de l'eau. Ces sondes viennent compléter 2 autres suivis réalisés pour le compte de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne ; le suivi de la température de l'Yonne et le suivi de la température de 6 masses d'eau du département.

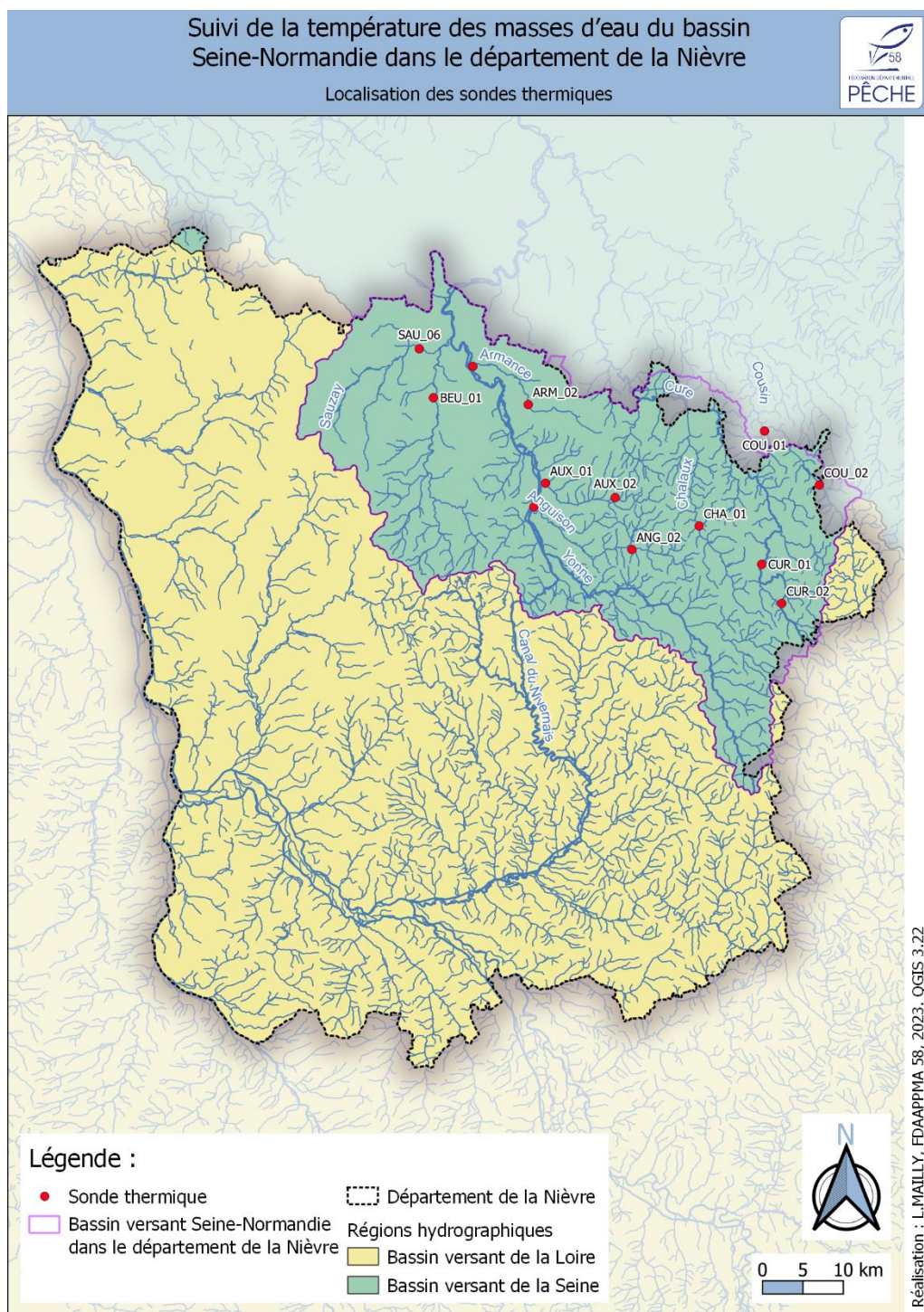


Figure 1 Localisation des sondes thermique sur le Bassin versant Seine-Normandie

Les sondes ont été placées les 12 et 15 juin 2021.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des sondes thermiques en place

Code sonde	Cours d'eau	Commune	Localisation	Coordonnées (Lambert 93)	
				X	Y
SAU_06	Sauzay	Clamecy	Moulot	735473	6705847
BEU_01	Beuvron	Ouagne	Ouagne	737218	6699796
ARM_01	Armance	Dornecy	Aval la Manse	742095	6703669
ARM_02	Armance	Metz-le-Comte	Amont D280	748951	6698958
AUX_01	Auxois	Ruages	Cropigny	751093	6689236
AUX_02	Auxois	Lormes	la Vallée	759703	6687446
ANG_01	Anguison	Chitry-les-Mines	Amont pont aval confluence	749656	6686322
ANG_02	Anguison	Vauclair	L'Huis Pataut	761770	6681031
CHA_01	Chaloux	Brassy	Aval pont D210	770088	6683946
CUR_01	Cure	Montsauche-les-Settons	Amont pont D193	777824	6679198
CUR_02	Cure	Moux-en-Morvan	Pont de l'Arpent	780307	6674363
COU_01	Cousin	Trinquelin	Rochers de la Breuillotte	778176	6695678
COU_02	Cousin	Champeau-en-Morvan	L'Etoule de Rupt	784969	6689008

Les sondes utilisées sont des Tidbit V2 de HOBO. Elles sont programmables et nous permettent d'enregistrer une température toutes les heures. Elles sont positionnées dans l'eau assez profondément pour éviter son exondation durant la période d'étiage du cours d'eau. La sonde est accrochée à une racine ou à un objet ne pouvant pas se faire emporter en cas de crue. Elle est également placée dans une coque en pvc, ce qui protège la sonde des chocs ainsi que des mouvements, limitant ainsi son usure et sa détérioration.



Figure 2 : Photographies d'une sonde thermique (à gauche) et de la pose de la sonde (à droite)

La relève, sur ce type de sonde, a lieu tous les ans. La récupération des données s'effectue grâce à l'utilisation d'une navette étanche, ce qui permet de transférer les données accumulées sans avoir à ramener la sonde aux locaux de la Fédération de Pêche de la Nièvre.



Figure 3 : Photographie de la récupération de données grâce à la navette étanche

2.2 Contexte piscicole

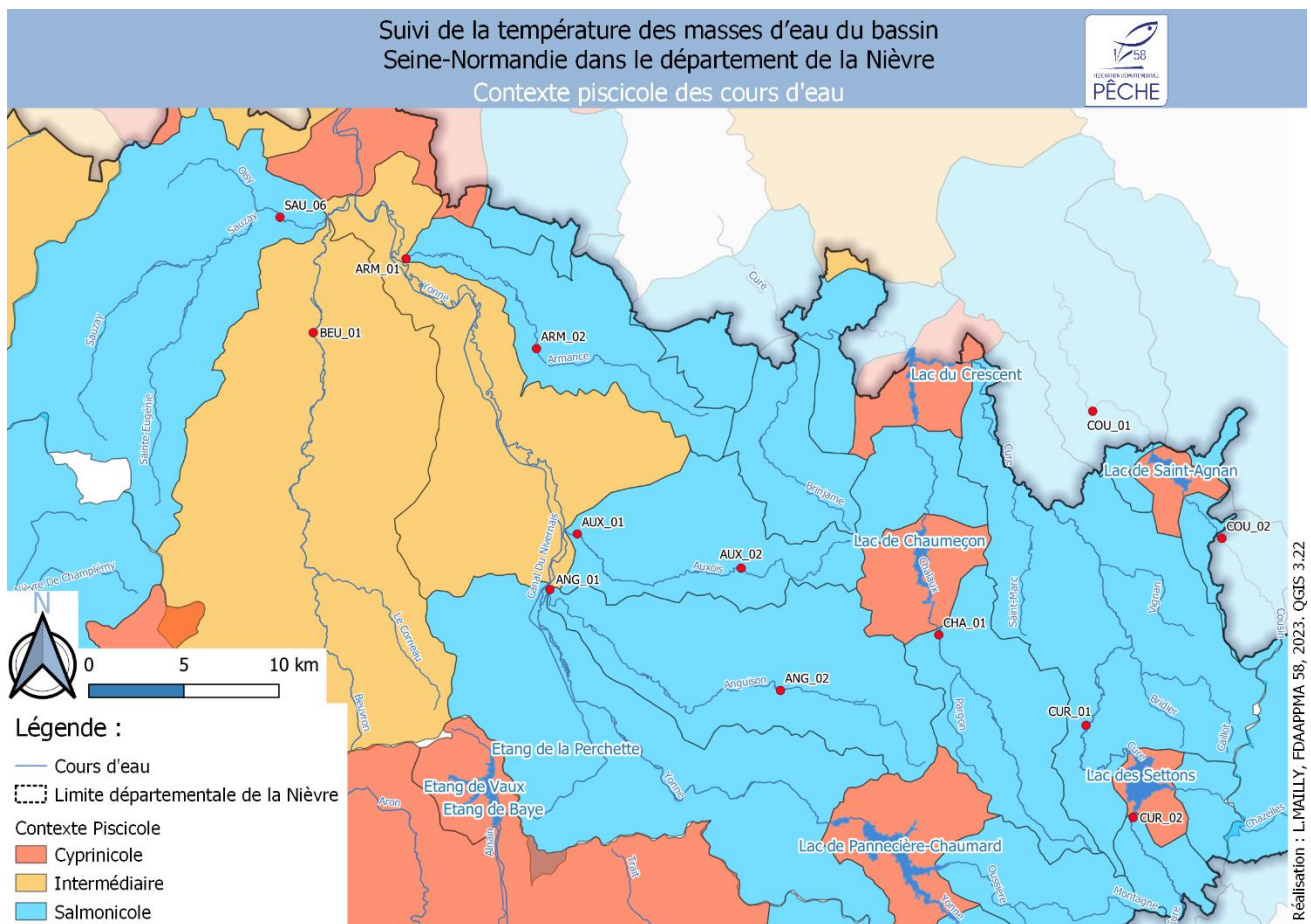


Figure 4 : contexte piscicole sur le bassin Seine-Normandie dans la Nièvre

Des 8 masses d'eau suivies, 7 sont en contexte piscicole salmonicole, dont la truite fario est l'espèce repère. Seule la masse d'eau du Beuvron est classée en contexte intermédiaire, dont les espèces repères sont les cyprinidés d'eau vive. L'analyse des données sera donc faite au regard des exigences biologiques de la truite fario.

2.3 Espèce repère : la truite fario

La truite fario (*Salmo trutta fario*) est un salmonidé réalisant l'ensemble de son cycle de vie en eau douce. Il s'agit d'une espèce rhéophile (elle apprécie le courant), sténotherme d'eau froide (elle exige de températures inférieures à 19°C) et d'eaux bien oxygénées. Cette espèce est caractéristique des cours d'eau de première catégorie piscicole qui sont généralement les ruisseaux et rivières de têtes de bassin.



Figure 5 : Truite fario de l'Yonne, en aval du barrage de Pannecière

La truite fario a des exigences très strictes vis-à-vis de la température de l'eau. Pour cette espèce sténotherme d'eaux froides, le principal danger est lié à une augmentation des températures estivales. La truite fario a un préférendum thermique qui va de 4 à 19°C. Au-dessus de cette température, la truite entre en état de stress physiologique, elle s'arrête de s'alimenter. Et au-delà de 25°C, le seuil létal de cette espèce est franchi. Ces seuils peuvent également varier en fonction de la qualité de l'eau.

Température de l'eau en °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
COURT TERME (quelques heures)	Seuil létal	Métabolisme réduit			Préférendum thermique														Stress physiologique			Seuil létal						
LONG TERME (moy journalière)	Seuil létal	Métabolisme réduit			Préférendum thermique													risque juvéniles	Stress physiologique			Seuil létal						
Stade embryo-larvaire	Seuil létal	Embryogénèse ralentie			Préférendum thermique								Diminution taux de survie		Seuil létal													

La température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chaud est un indicateur souvent utilisée pour évaluer la capacité de la truite à effectuer son cycle de vie dans un milieu : les juvéniles (truitelles) sont plus sensibles que les adultes aux variations de températures et aux températures élevées. Ainsi, de nombreux auteurs (Elliot, 1995 ; Elliot et Hurley, 1998 ; Baran et al., 1999 ; étude sur la truite en Bourgogne, DR CSP, Baran ; Baran et Delacoste, 2005) considèrent que si la moyenne de l'eau des 30 jours consécutifs les plus chauds ($T_{m30j \max}$) excède les 17,5 – 18°C, alors il y a des impacts négatifs avérés sur la survie des truitelles.

2.4 Analyses des données thermiques

Pour chaque station du suivi, différentes analyses seront réalisées. L'ensemble de ces calculs et analyses permettront de mieux appréhender l'évolution annuelle de la température sur les stations et la compatibilité des températures avec les exigences biologiques de la truite.

Un graphique de l'évolution annuelle de la température de l'eau sera effectué par station de mesure à partir des données brutes.

Enfin, différents calculs seront opérés à partir des données brutes afin de réaliser différents calculs en lien avec la physiologie de la truite fario, et notamment de ces seuils thermiques :

- ◆ Thermie générale :
 - Tmin : Température minimale enregistrée.
 - Tmax : Température maximale enregistrée.
 - Tmj min : Température moyenne journalière minimale.
 - Tmj max : Température moyenne journalière maximale.

- ◆ Préférendum thermique de la truite fario :
 - Tm30j max : Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chaud.

- ◆ Stress physiologique de la truite fario :
 - NTi > 19 : Nombre d'heures total où la température instantanée est supérieure à 19°C.
 - Nseq Ti > 19 : Nombre de séquences durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C.
 - Nmax Tic > 19 : Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C.

- ◆ Seuil léthal de la truite fario :
 - NTi ≥ 25 : Nombre d'heures total où la température instantanée est supérieure ou égale à 25°C.
 - Nseq Ti ≥ 25 : Nombre de séquences durant lesquelles les températures restent supérieures ou égales à 25°C.
 - Nmax Tic ≥ 25 : Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les températures restent supérieures ou égales à 25°C.

Les températures relevées sont également comparées aux températures de l'air mesurées à la station météorologique de Nevers-Marzy. Située à 180 m d'altitude, c'est la seule station météorologique du département dont les données nous sont disponibles.

Les données sont récupérées sur le site internet suivant :

<https://prevision-meteo.ch/climat/journalier/nevers-marzy/2022-01>

3 Analyse

3.1 Résultats 2022

La relève des données des différentes sondes a été effectuée lors de 2 campagnes de relevés, les 30/09/2022 et le 02/12/2022 pour la campagne automnale, et les 18 et 19/04/2023 pour la campagne printanière.

3.1.1 Résultats par masse d'eau

◆ *Le Sauzay (FRHR48)*

Le Sauzay est un cours d'eau de 1^{ère} catégorie piscicole, affluent du Beuvron. Il prend sa source sur la commune d'Oudan et coule sur 25 km. La surface du bassin versant du Sauzay est de 200 km².

La sonde thermique est placée au niveau du village de Moulot, sur la commune de Clamecy, à 3,5 km de la confluence avec le Beuvron.

Cette station est située tout à l'aval du bassin versant et permet de prendre en compte le cumul de toutes les dégradations possibles sur le bassin versant pouvant influencer sur la température de l'eau.



Figure 6 : Emplacement de la sonde SAU_06

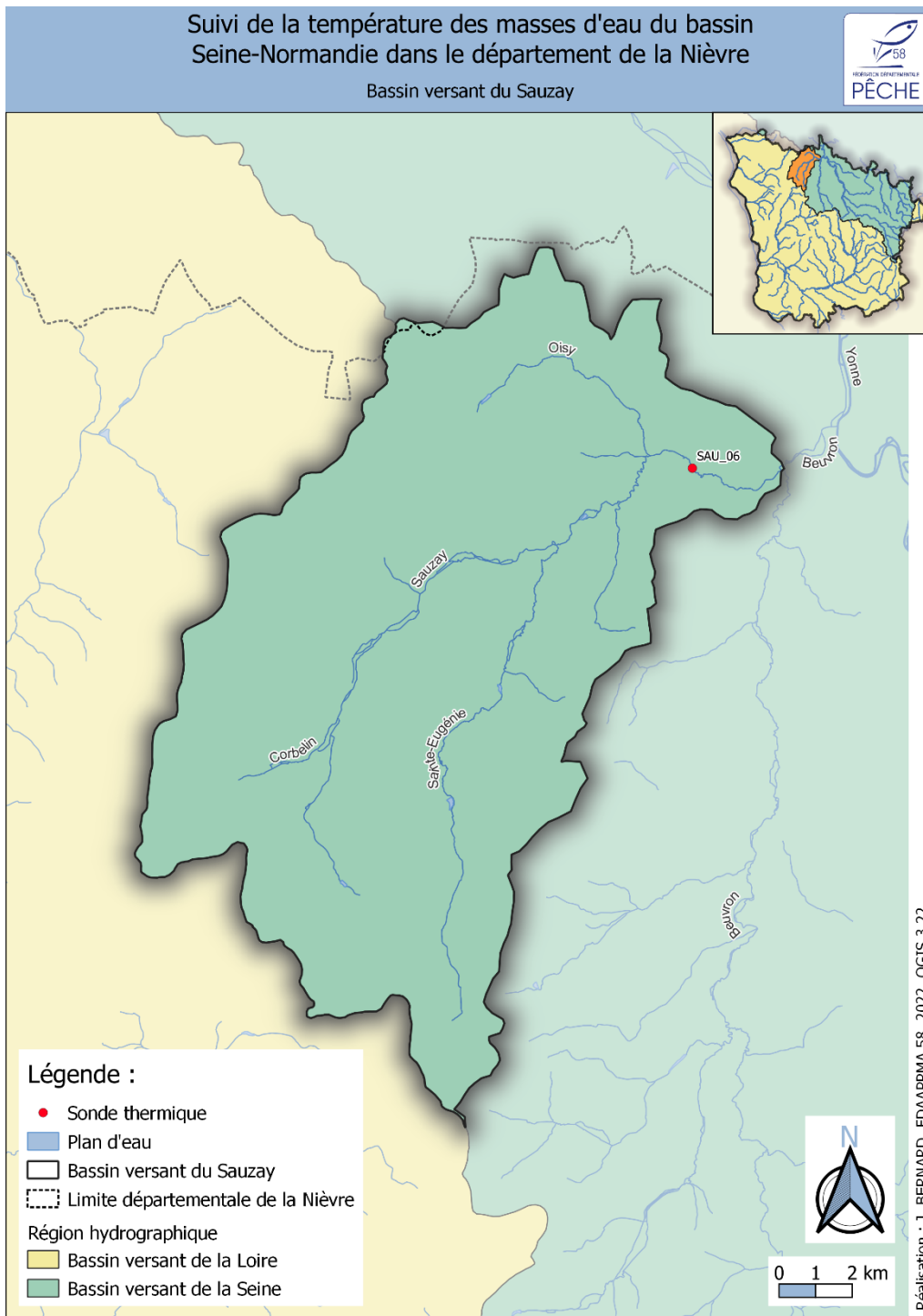


Figure 7 : Bassin versant du Sauzay

28 obstacles à l'écoulement sont recensés à l'amont de la station dans le ROE. On note également la présence d'étangs dont la majorité est en dérivation. 2 sont tout de même en barrage sur cours d'eau, l'étang de fond sur l'Oisy à Billy sur Oisy et un petit étang à la source du Sauzay à Oudan.

Sur la station SAU_06, la température de l'eau du Sauzay a varié entre 2,5°C et 21,32°C sur l'année 2022.

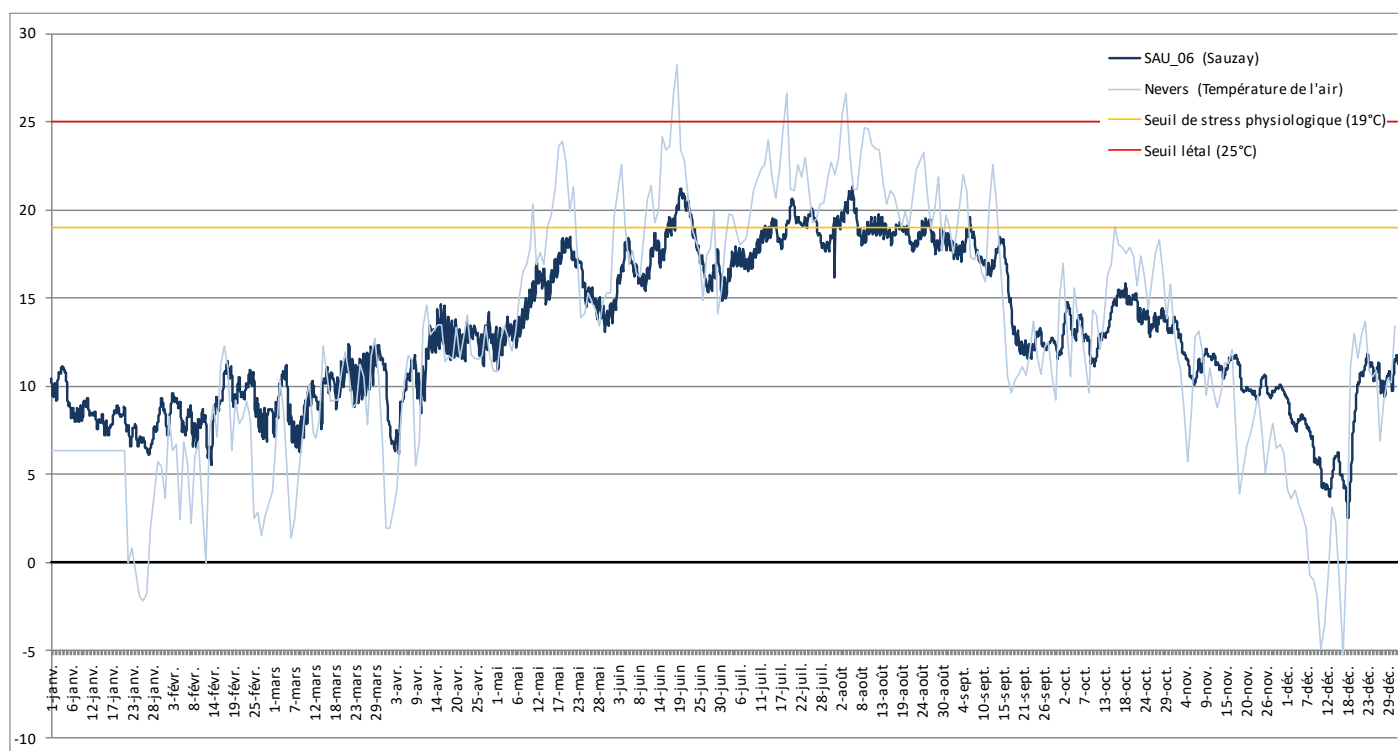


Figure 8 : Evolution des températures instantanées de la station SAU_06 durant l'année 2022

Tableau 2 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur SAU_06

SAU_06		2021	2022
Données générales	Tmin	5,23 °C	2,5 °C
	Tmax	20,76 °C	21,32 °C
	Tmj min	5,45 °C	3,19 °C
	Tmj max	20,05 °C	20,91 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	17,58 °C	19,18 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	202 h	233 h
	Nseq Ti > 19	10	24
	Nmax Tic > 19	83 h	132 h
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

La température de l'eau du Sauzay montre une bonne corrélation avec la température de l'air, la température de l'eau suit celle de l'air, mais montre une forte capacité à tamponner les variations de température de l'air. Il est probable que les échanges avec la nappe d'accompagnement (calcaires du Nivernais) permettent cette stabilité et de limiter le refroidissement en hivers et le réchauffement en été.

L'année 2022 a été plus chaude que l'année 2021 et l'impact est notable sur la thermie du Sauzay.

Des dépassements du seuil de stress physiologique de la truite sont observés du 17 juin au 7 septembre. Sur cette période, 24 dépassements ont été observés, dont le plus long é été de 132 h consécutives. Au total, l'eau est restée au-dessus de 19°C pendant 233h.

La Tm30j max a fortement progressée, atteignant 19,18°C. La survie d'éventuelles truitelles au niveau de la station en 2022 a donc été fortement compromise.

Bien que le seuil léthal n'ait pas été atteint, la température a dépassé ou varié autour du seuil de stress physiologique pendant une longue période, influant sur la possibilité des éventuelles truites à s'alimenter.

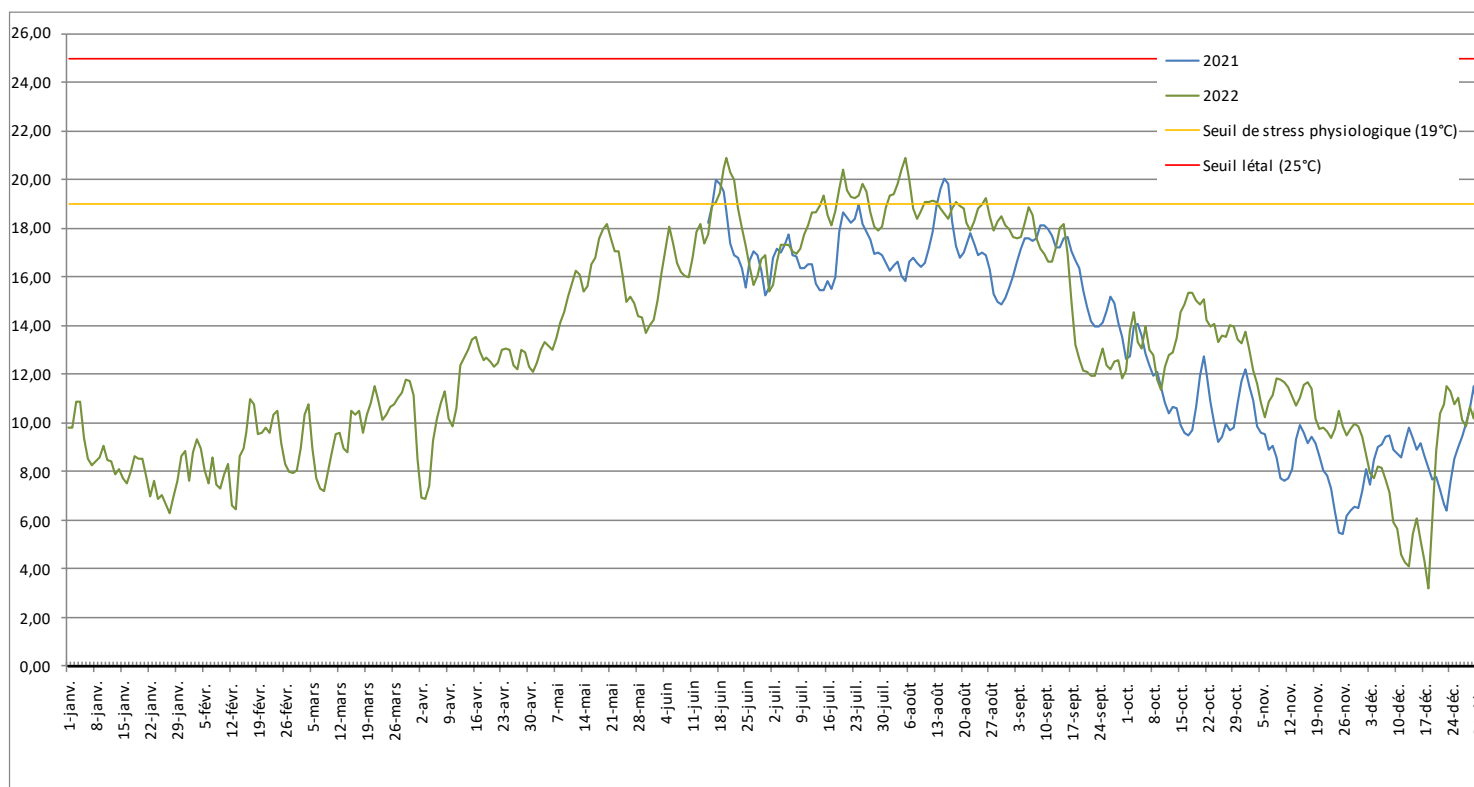


Figure 9 : Comparaison des températures moyennes journalières du Sauzay de 2021 et 2022

La courbe de comparaison des températures moyennes journalières de 2022 montre bien l'écart important entre les étés 2021 et 2022.

◆ *Le Beuvron (FRHR47)*

Le Beuvron est un cours d'eau au contexte piscicole intermédiaire, classé en 2nd catégorie piscicole. D'une longueur de 40 km, il draine un bassin versant de 310 km².

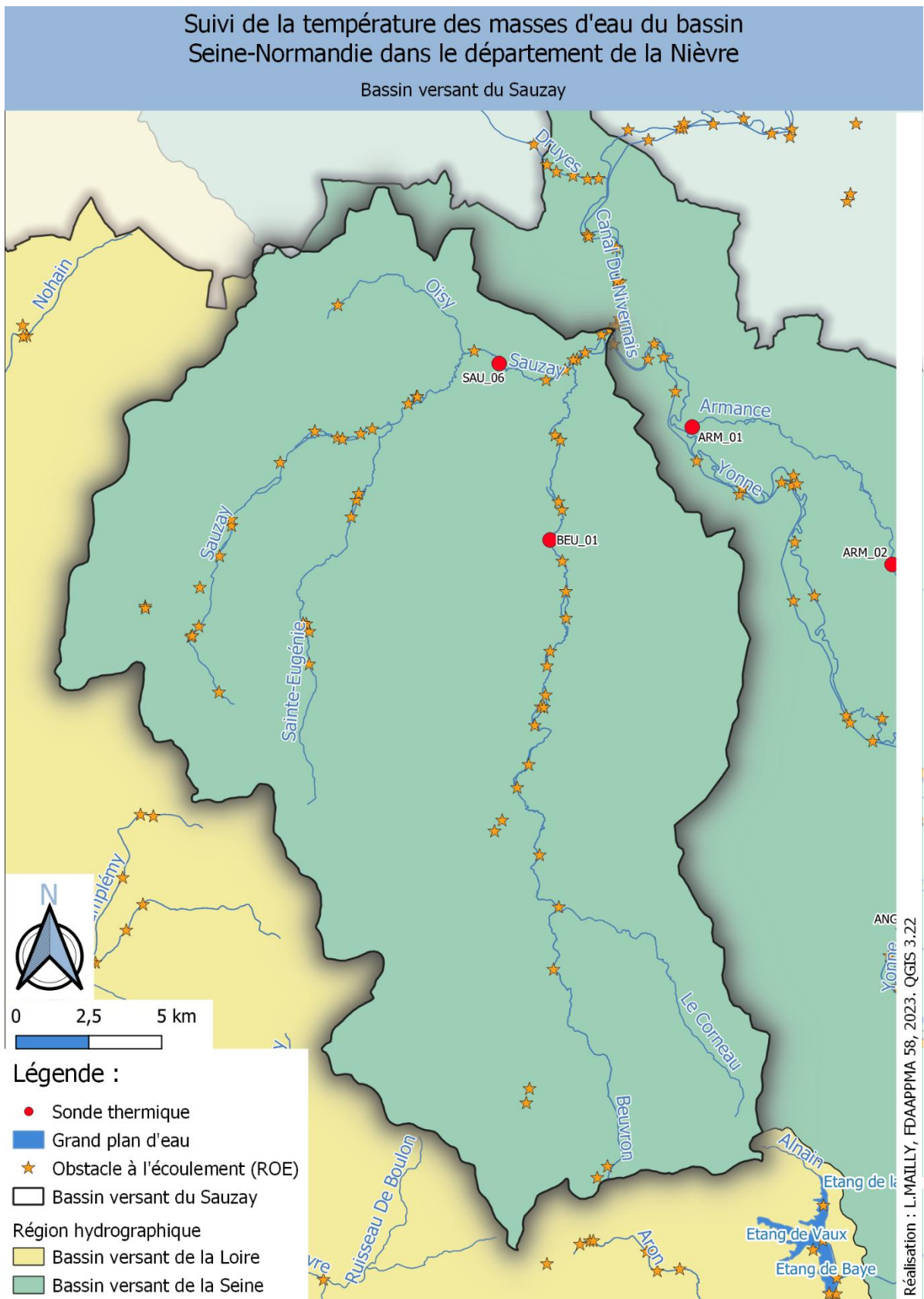


Figure 10 : Bassin versant du Beuvron

La majoritairement du bassin versant est occupé par de la forêt de feuillus. Dans l'occupation des sols, arrivent ensuite les grandes cultures, bien que le lit majeur du cours d'eau et les parcelles à proximité soient en grande partie dédiés au pâturage.

On dénombre 27 obstacles à l'écoulement référencés dans le ROE sur le bassin versant du Beuvron (sans compter ceux sur le Sauzay). Parmi ces ouvrages, on retrouve des seuils, des lavoirs et des étangs. On retrouve des étangs importants et en barrage en tête de bassin versant : étang de la Bouille, étang Neuf, étang d'Arthel, étang de Chanteloup sur le Corneau.

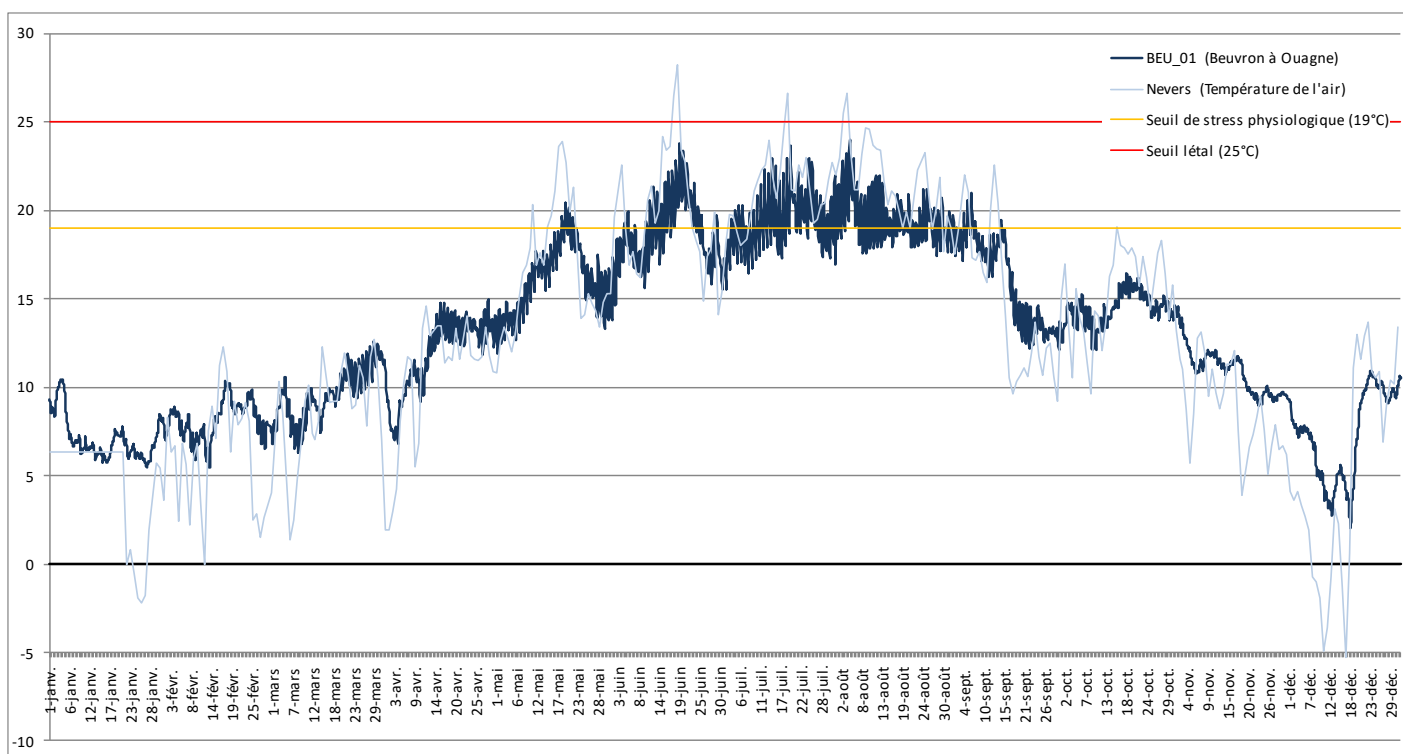


Figure 11 : Evolution des températures instantanées de la station BEU_01 durant l'année 2022

Tableau 3 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur BEU_01

BEU_01		2021	2022
Données générales	Tmin	5,33 °C	2,02 °C
	Tmax	22,44 °C	24,03 °C
	Tmj min	5,72 °C	2,93 °C
	Tmj max	20,84 °C	21,86 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	18,03 °C	20,02 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	423 h	429 h
	Nseq Ti > 19	35	79
	Nmax Tic > 19	91 h	162 h
Seuil léthal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

Comme sur le Sauzay, l'eau du Beuvron montre une bonne capacité à tamponner les températures très chaudes ou très froides de l'air. En hivers en particulier, la température se maintient aux alentours de 3°C malgré la vague de froid du mois de décembre. Il est d'ailleurs intéressant de noter que les températures minimales du Beuvron et du Sauzay sont très proches.

Les températures estivales sont par contre plus chaudes sur le Beuvron. L'écart de température entre 2021 et 2022 est marqué sur cette station, comme le montre le tableau 3.

Si en 2021, les conditions de températures auraient pu être plutôt favorable à la truite, elles le sont beaucoup moins en 2022. Bien que le seuil de létalité n'ait pas été franchi, la température maximale s'en est approchée (24,03°C). Le seuil de stress physiologique a été dépassé à de nombreuses (79) reprises, et la température est restée plus de 6 jours (162 h) au-dessus de 19°C. La Tm30j max s'établit à 20°C, témoignant d'un impact important sur une éventuelle population de truite fario.

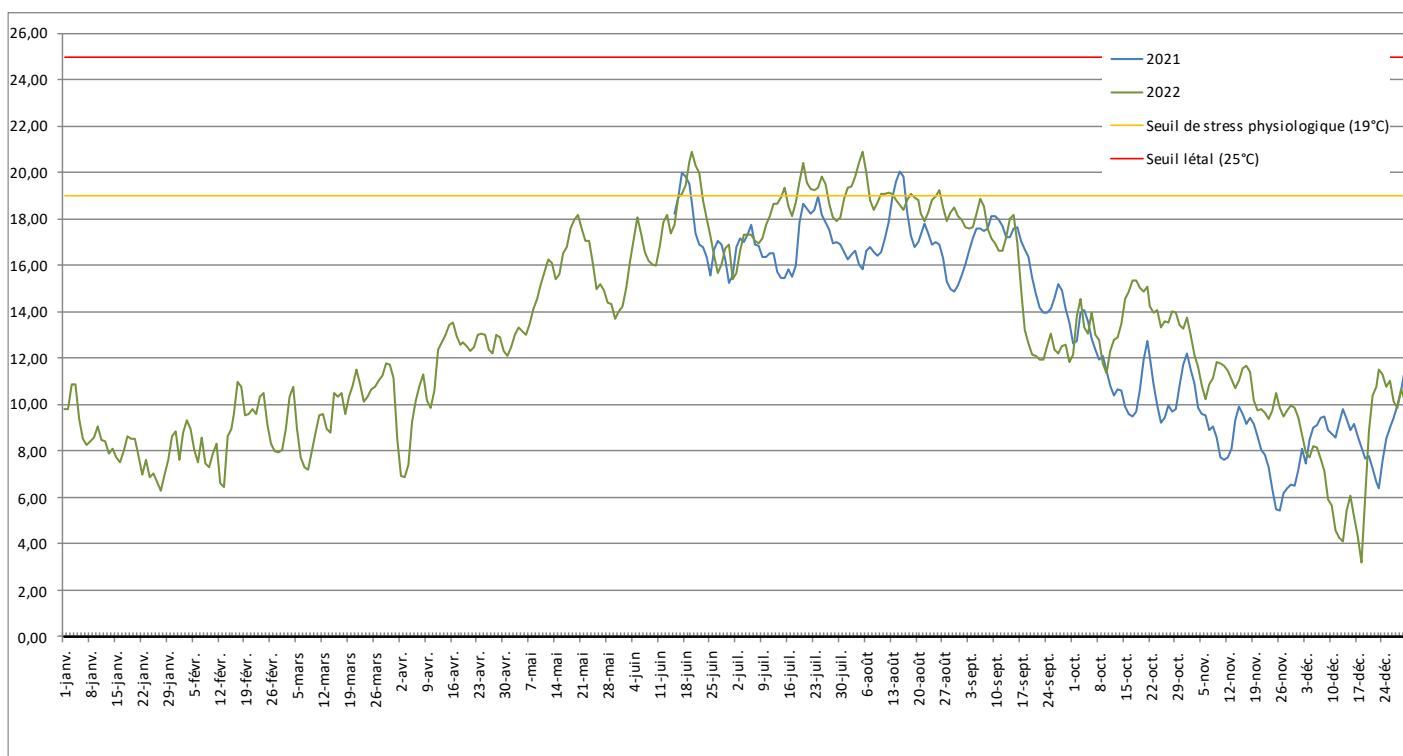


Figure 12 : Comparaison des températures moyennes journalières du Beuvron de 2021 et 2022

La figure ci-dessus permet de comparer les températures moyennes journalière du Beuvron de 2021 et 2022. Elle montre une température de l'eau beaucoup plus élevée à l'été 2022 qu'en 2021, et de longues périodes au-dessus du seuil de stress physiologique, ce qui n'était pas le cas en 2021.

◆ L'Armance (FRHR45)

L'Armance est un cours d'eau de 1^{ère} catégorie piscicole, affluent de l'Yonne. Sa source est située sur la commune de Bazoches. L'Armance fait 24 km de long et son bassin versant s'étend sur 77 km².

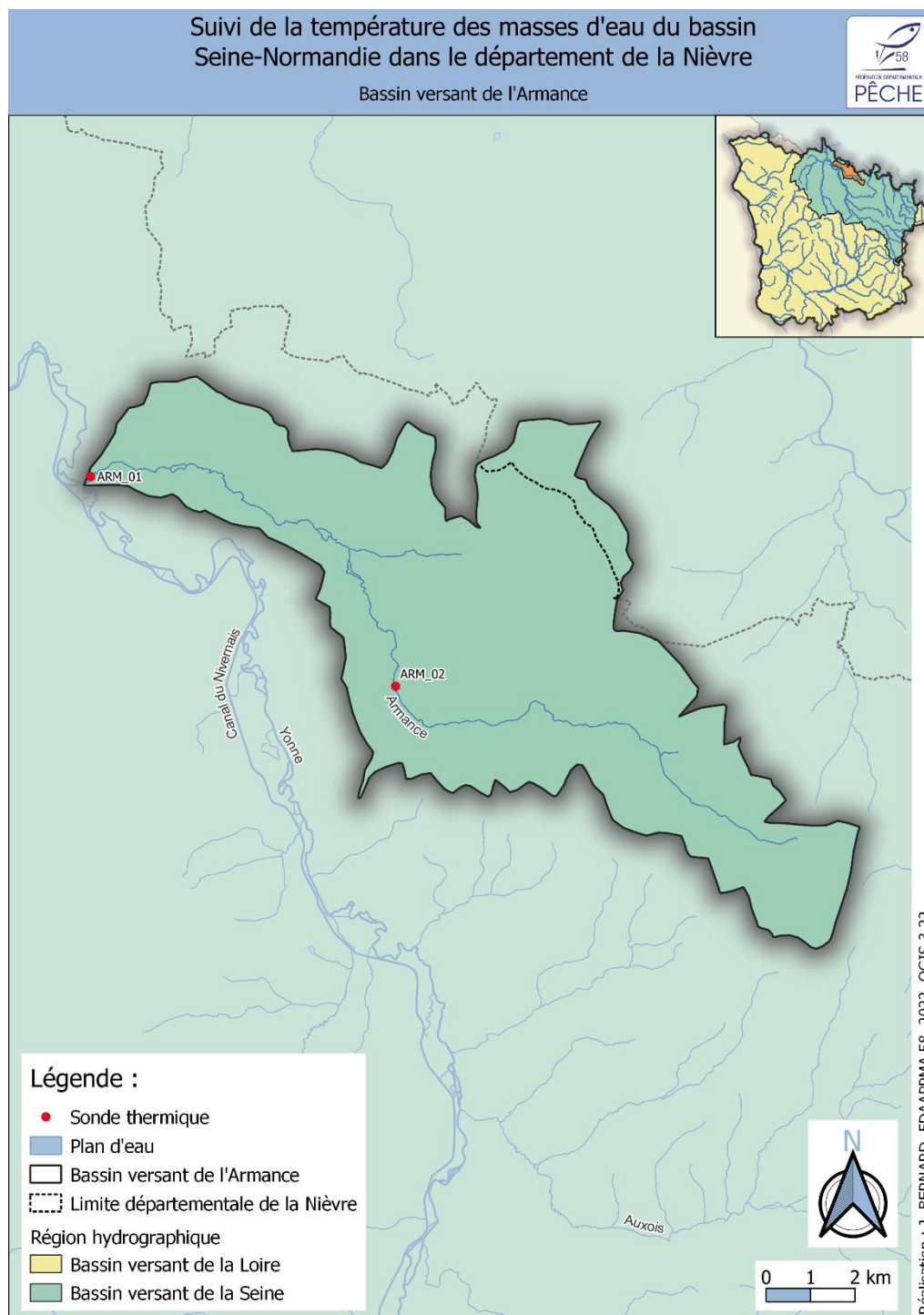


Figure 13 : Bassin versant de l'Armance

Deux stations sont placées sur la masse d'eau de l'Armance. La première est située à 300 m de la confluence avec l'Yonne. La deuxième est située au niveau de la commune de Metz-le-Comte, soit environ à la moitié du linéaire de l'Armance.

Seulement 3 obstacles sont recensés dans le ROE sur ce cours d'eau, dans la partie amont, dont 2 sont des lavoirs et le troisième est le moulin de Neuffontaines, dont la retenue forme un étang. D'autres ouvrages présents sur le bassin versant ne semblent pas répertoriés dans le ROE, comme moulin de Morizot ou le Gué de la forge.

◇ ARM_01 (Secteur aval)

La température de l'eau de l'Armanche sur le secteur aval a varié entre 4,77°C et 21,39°C durant l'année 2022.

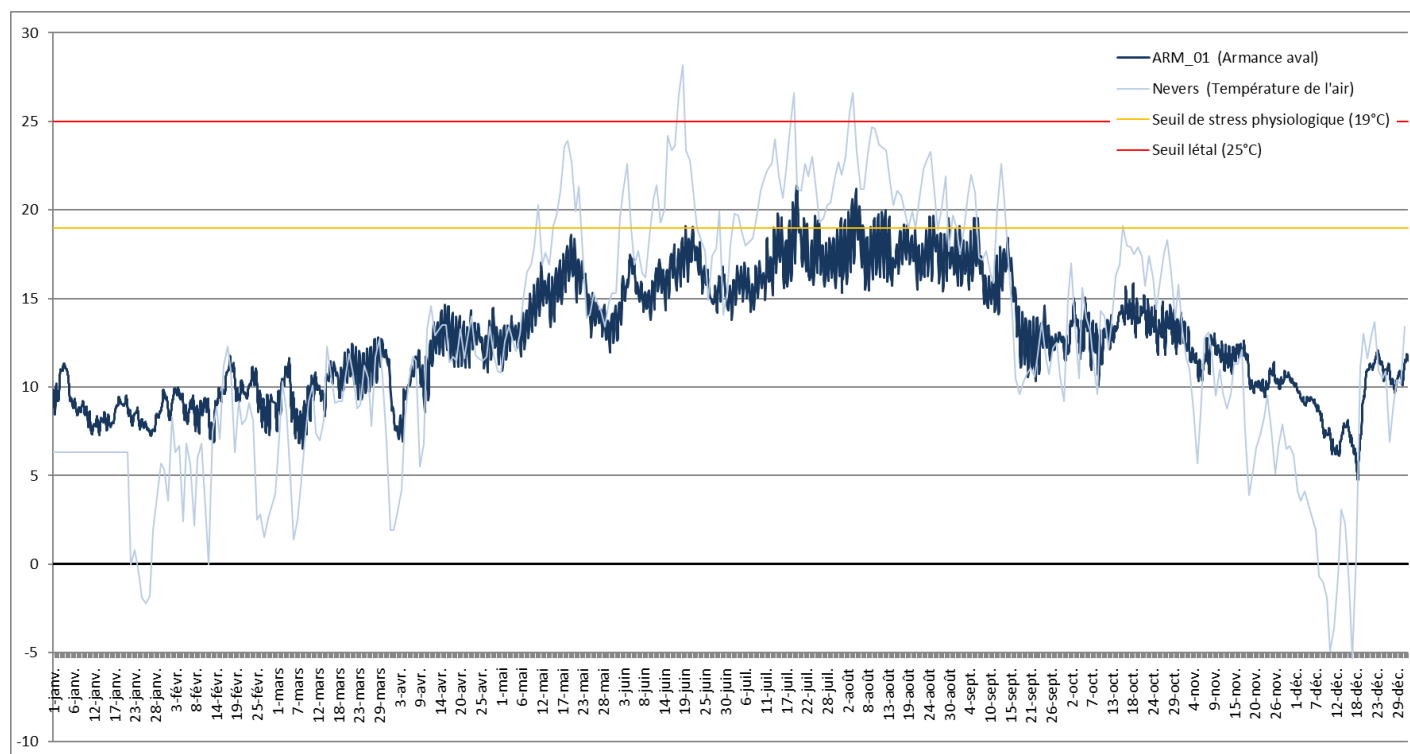


Figure 14 : Evolution des températures instantanées de la station ARM_01 durant l'année 2022

Tableau 4 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur ARM_01

ARM_01		2021	2022
Données générales	Tmin	6,41 °C	4,77 °C
	Tmax	17,84 °C	21,39 °C
	Tmj min	6,7 °C	5,62 °C
	Tmj max	16,77 °C	19,29 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	15,62 °C	17,87 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	/	76 h
	Nseq Ti > 19	/	33
	Nmax Tic > 19	/	21 h
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

En 2022, le seuil de stress physiologique est dépassé plusieurs fois, ce qui n'était pas le cas en 2021 (voir tableau 3).

La température maximale instantanée atteint les 21.39°C, soit une augmentation de 3,5°C par rapport à 2021 !

La Tm30j max a elle aussi augmenté de plus de 2°C. Elle atteint 17,87°C, limite à partir de laquelle des effets néfastes peuvent être observés sur les truitelles.

La température de l'eau est liée à la température de l'air, bien que les variations en soient fortement atténuées. La présence d'une source importante (la source de Perseau) à environ 1 km à l'amont aide certainement à la stabilité de la température de l'eau par rapport à l'air sur cette station.

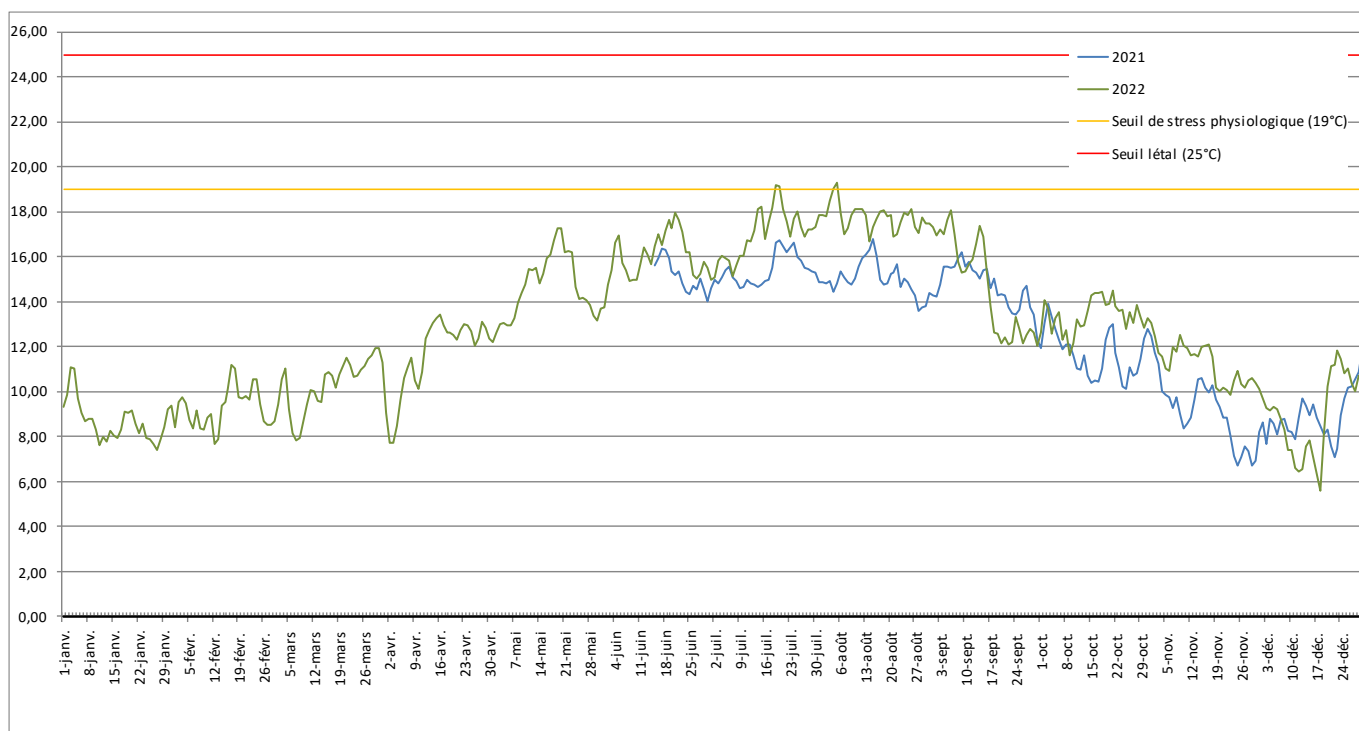


Figure 15 : Comparaison des températures moyennes journalières de 2021 et 2022 sur la station ARM_01

Le graphique montre des températures journalières en 2022 nettement au-dessus de celles relevées en 2021.

Les températures relevées restent tout de même dans une gamme permettant le maintien d'une population de truite fario.

◇ ARM_02 (Secteur amont)

La température de l'eau de l'Armanche sur le secteur amont a varié entre 2,77°C et 24,24°C durant l'année 2022.

Figure 16 : Evolution des températures moyennes journalières de la station ARM_02 durant l'année 2022

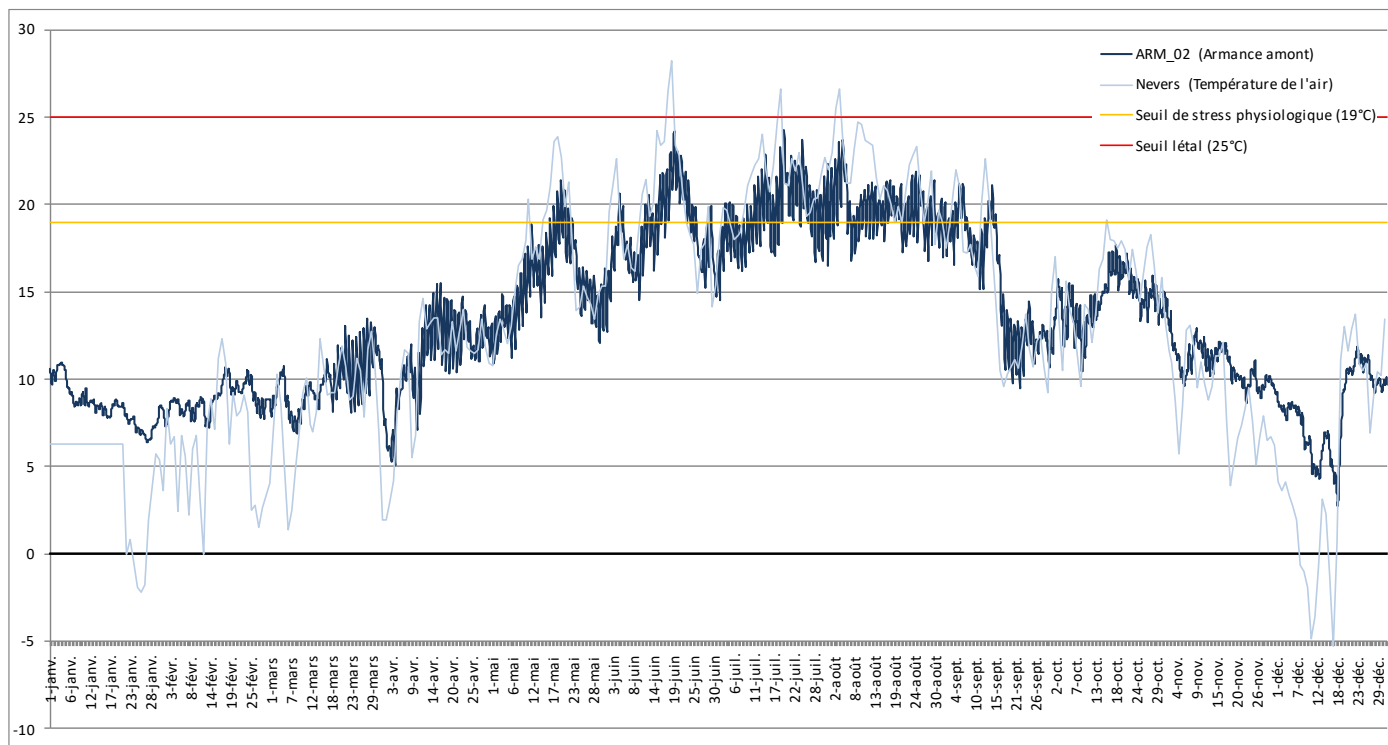


Tableau 5 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur ARM_02

ARM_02		2021	2022
Données générales	Tmin	5,82 °C	2,77 °C
	Tmax	21,29 °C	24,24 °C
	Tmj min	6, °C	3,97 °C
	Tmj max	20,77 °C	22,52 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	17,7 °C	20,27 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	233 h	493 h
	Nseq Ti > 19	8	79
	Nmax Tic > 19	101 h	141 h
Seuil léthal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

En 2022, le seuil de stress physiologique est dépassé 79 fois pour un total de 493h passées au-dessus de 19°C, dont la plus longue séquence a durée 141. La température maximale instantanée est relevée à 24.24 °C le 19/06/2022.

Les températures estivales sont bien plus élevées qu'en 2021 et ne sont pas compatibles avec le développement de la truite fario. Des mortalités sont probablement survenues sur cette espèce sur cette portion de cours d'eau.

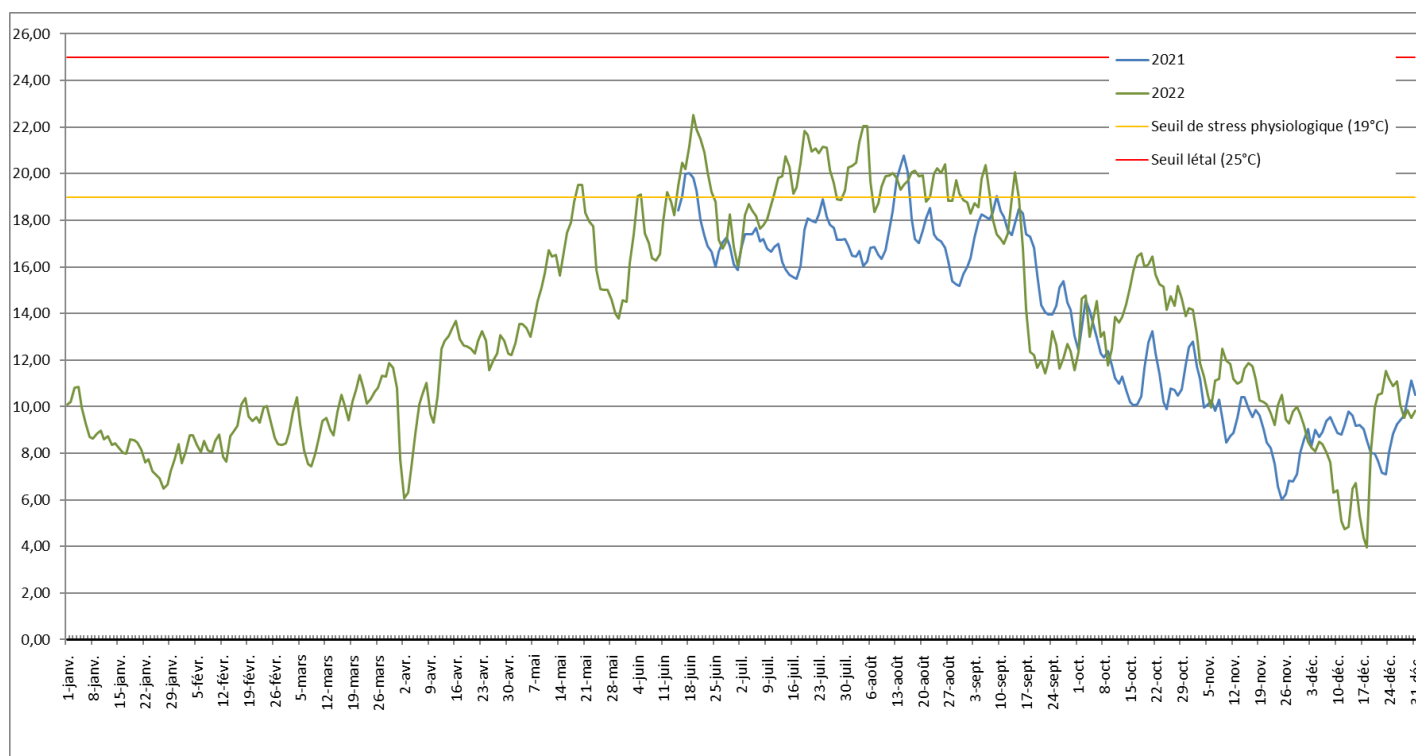


Figure 17 : Comparaison des températures moyennes journalières de 2021 et 2022 sur la station ARM_02

◇ Comparaison des stations du bassin versant de l'Armanche

Tableau 6 : Comparaison des différentes métriques des stations ARM_01 et ARM_02 en 2021 et 2022

Année suivi		2021		2022	
Code station		ARM_01	ARM_02	ARM_01	ARM_02
Données générales	Tmin	6,41 °C	5,82 °C	4,77 °C	2,77 °C
	Tmax	17,84 °C	21,29 °C	21,39 °C	24,24 °C
	Tmj min	6,7 °C	6, °C	5,62 °C	3,97 °C
	Tmj max	16,77 °C	20,77 °C	19,29 °C	22,52 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	15,62 °C	17,7 °C	17,87 °C	20,27 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	/	233 h	76 h	493 h
	Nseq Ti > 19	/	8	33	79
	Nmax Tic > 19	/	101 h	21 h	141 h
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/	/	/

En 2021, la température sur ARM_02 (à l'amont du BV) était significativement plus chaude que celle de ARM_01 (voir Tableau 4), avec 4°C d'écart sur la Tmj max et plus de 2 sur la Tm30j max.

En 2022, les écarts sont aussi considérables, avec une Tmj max plus importante de 3,2°C et une Tm30j max plus élevée de 2,4 °C sur ARM_02 que sur ARM_01.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer le fait que l'eau soit plus fraîche sur la station aval que sur l'amont.

La présence d'ouvrages, dont une retenue importante (étang), proche de la source à Neuffontaines. Ce type d'ouvrage entraîne un réchauffement de l'eau et augmente l'évaporation.

La différence d'occupation du bassin versant entre l'amont et l'aval. La figure 16 montre que l'amont du bassin versant, à l'est, est principalement composé de parcelles agricoles et très peu de forêts, contrairement à la partie aval qui possède de larges massifs forestiers, notamment au nord. De plus, la ripisylve est plus dense sur le tronçon aval de ce bassin versant, le tronçon amont présentant une ripisylve bien plus discontinue.

La végétation, et donc l'ombrage qu'il provoque, a très certainement un impact sur la température de l'eau. De plus, même s'ils ne sont pas indiqués sur les cartes et différentes données SIG, des sources, ruissellements et petits rus sont présents sur ce bassin versant et certains d'entre eux naissent dans cette forêt. Leur eau, grâce à la végétation et l'ombrage, est plus fraîche et participe au rafraîchissement de la température de l'eau de l'Armance.

Un petit affluent et plusieurs sources sont présents au niveau de la commune de Dornecy. Un petit ruisseau arrive de la forêt du nord du bassin versant, traverse le bourg de Dornecy, passe par le lavoir du village et se jette dans l'Armance en rive droite. La source de Perseau est également présente entre Dornecy et la station (à 1100 m en amont de la station).

Enfin, il est important de noter que l'Armance est un ruisseau qui s'assèche régulièrement durant l'été, notamment à l'amont de la commune de Dornecy. L'eau présente dans l'Armance provient donc principalement de ces petits tributaires, apportant une eau plus fraîche au cours d'eau quelques centaines de mètres en amont de la station ARM_02.

Suivi de la température des masses d'eau du bassin Seine-Normandie dans le département de la Nièvre

Bassin versant de l'Armanche - Occupation du sol

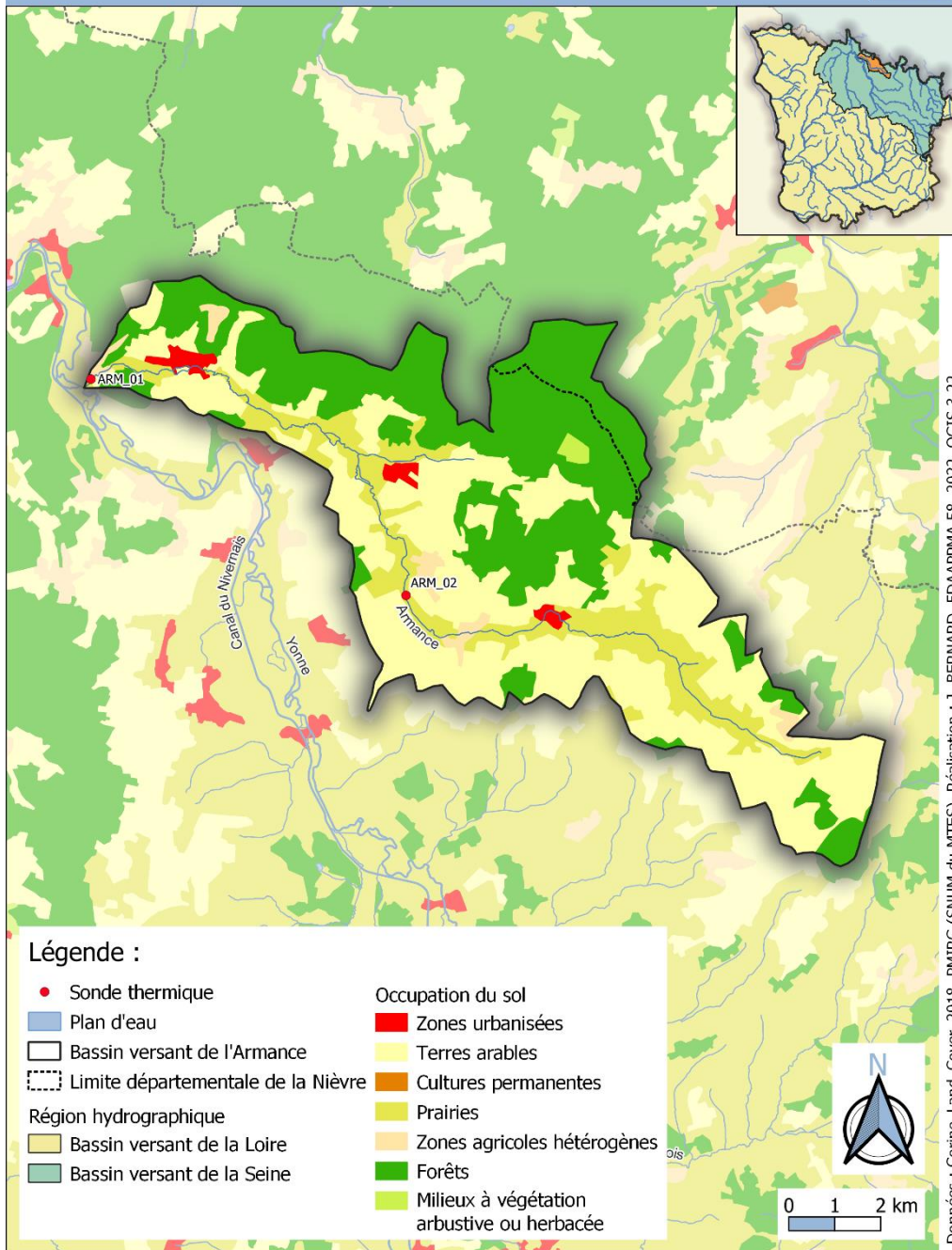


Figure 18 : Occupation du sol du bassin versant de l'Armanche

◆ *L'Auxois (FRHR44-F3031000)*

L'Auxois est un cours d'eau de 2^{ème} catégorie piscicole, affluent de l'Yonne au niveau de la commune de Ruages. La source de ce cours d'eau se situe sur la commune de Lormes. L'Auxois coule sur 23 km et son bassin versant s'étend sur 73 km².

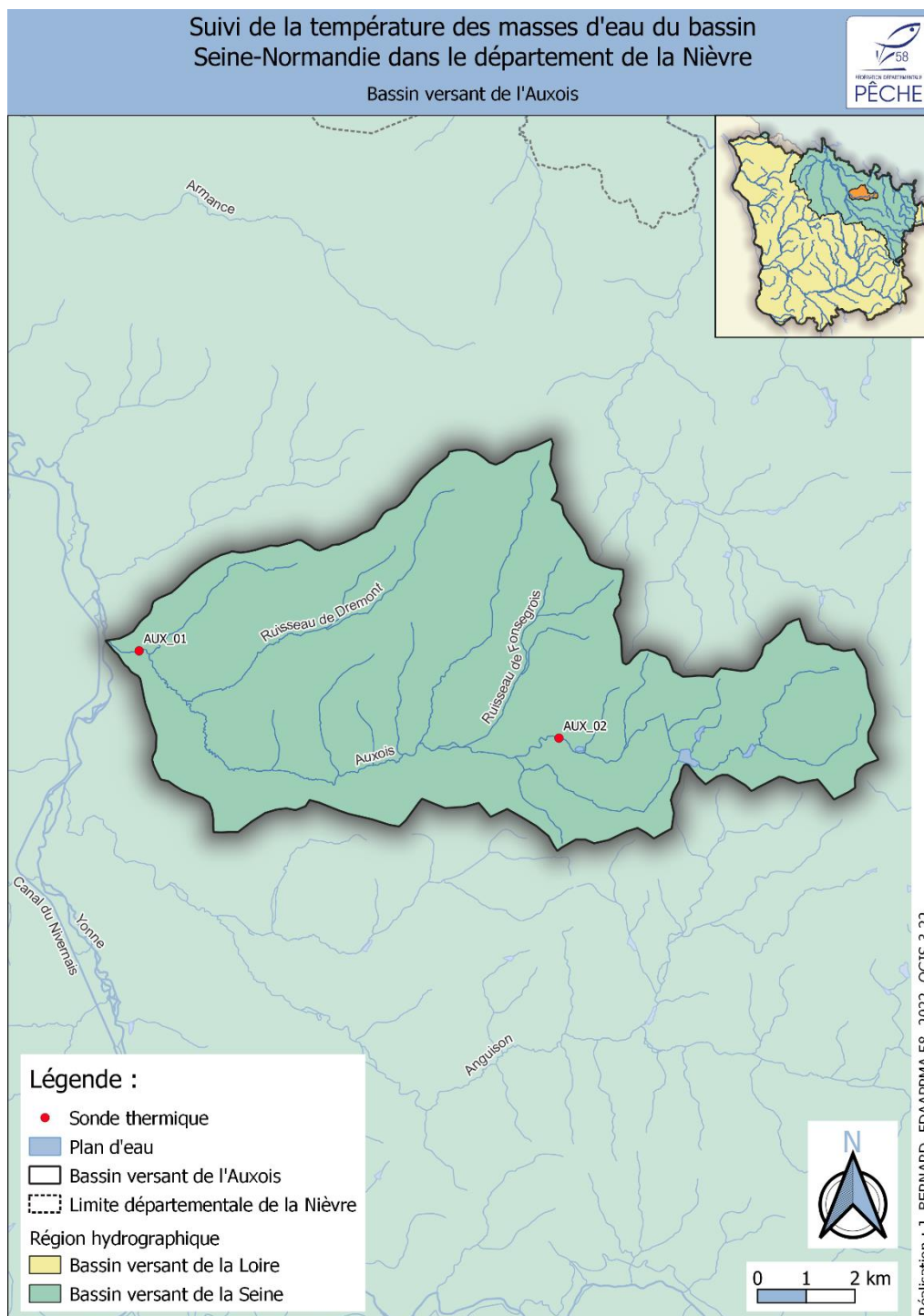


Figure 19 : Bassin versant de l'Auxois

Deux stations de mesure sont placées sur la masse d'eau de l'Auxois. La première station est située à 800 m de la confluence avec l'Yonne. La seconde station est située à l'aval du village de La Vallée, sur la commune de Lormes.

◇ AUX_01 (Secteur aval)

La température de l'eau de l'Auxois sur le secteur aval a varié entre 0,05°C et 22,08°C durant l'année 2022.

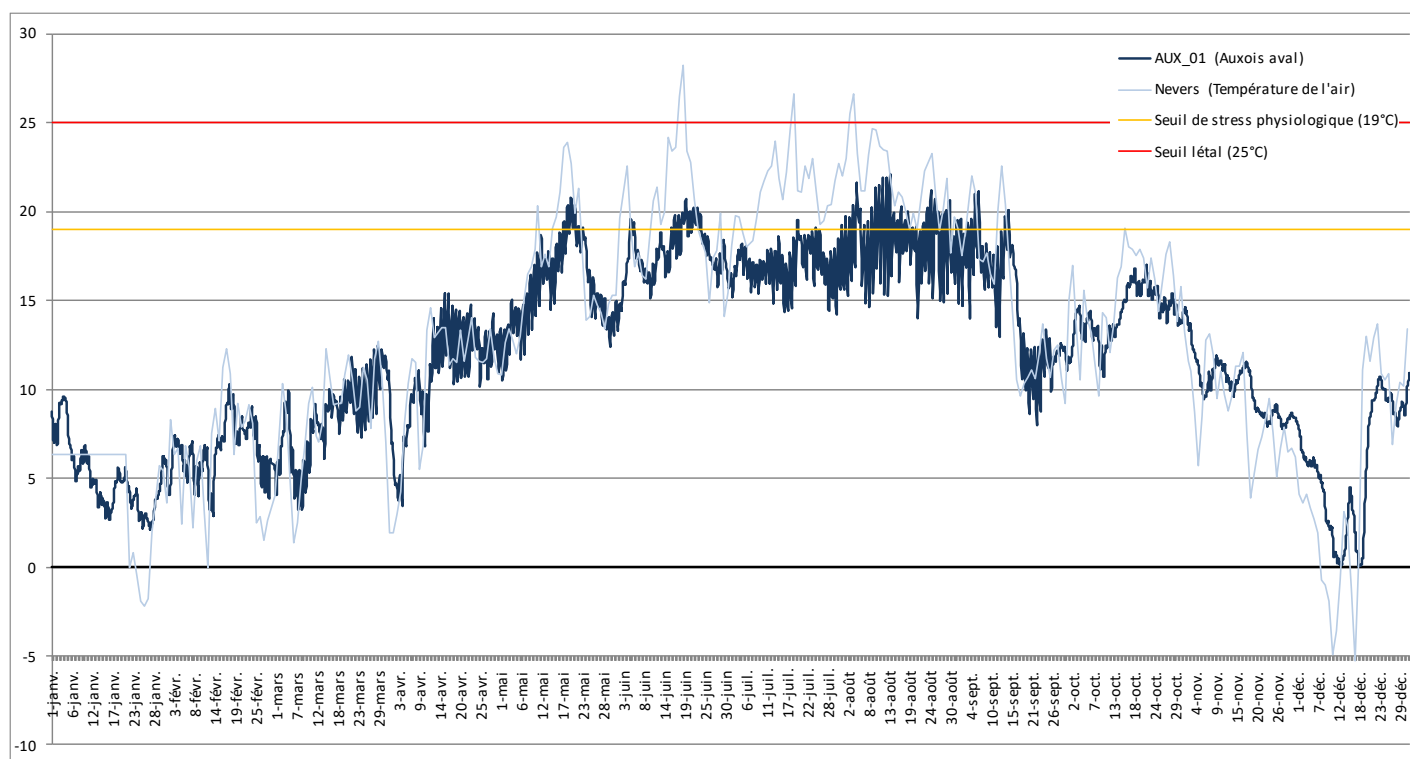


Figure 20 : Evolution des températures instantanées de la station AUX_01 durant l'année 2022

La température de l'Auxois semble fortement dépendante de la température de l'air et peut descendre bas en hivers.

Tableau 7 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur AUX_01

AUX_01		2021	2022
Données générales	Tmin	1,86 °C	0,05 °C
	Tmax	22,75 °C	22,08 °C
	Tmj min	2,66 °C	0,12 °C
	Tmj max	21,94 °C	19,97 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	18,43 °C	18,28 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	423 h	199 h
	Nseq Ti > 19	21	52
	Nmax Tic > 19	110 h	51 h
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

En 2022 comme en 2021, la température de l'eau a dépassé le seuil de stress physiologique de la truite, bien que ces dépassements soient moins nombreux et moins importants en 2022 qu'en 2021, comme le montre le tableau ci-dessus (tableau 5).

C'est la 1^{ère} station sur laquelle les températures de 2022 semblent moins élevées que celles de 2021.

En particulier, la température de l'eau ne semble pas avoir été (ou très peu) affectée par le pic de chaleur de la mi-juillet.

La sonde a relevée des valeurs très proches de 0°C le 12 décembre 2022, avec une température moyenne journalière de 0,12°C. Une température d'eau si basse peu être létale pour les œufs ou les embryons de truite. Il n'est cependant pas exclu que l'eau soit un peu plus chaude sur les radiers qu'utilisent les truites pour la ponte.

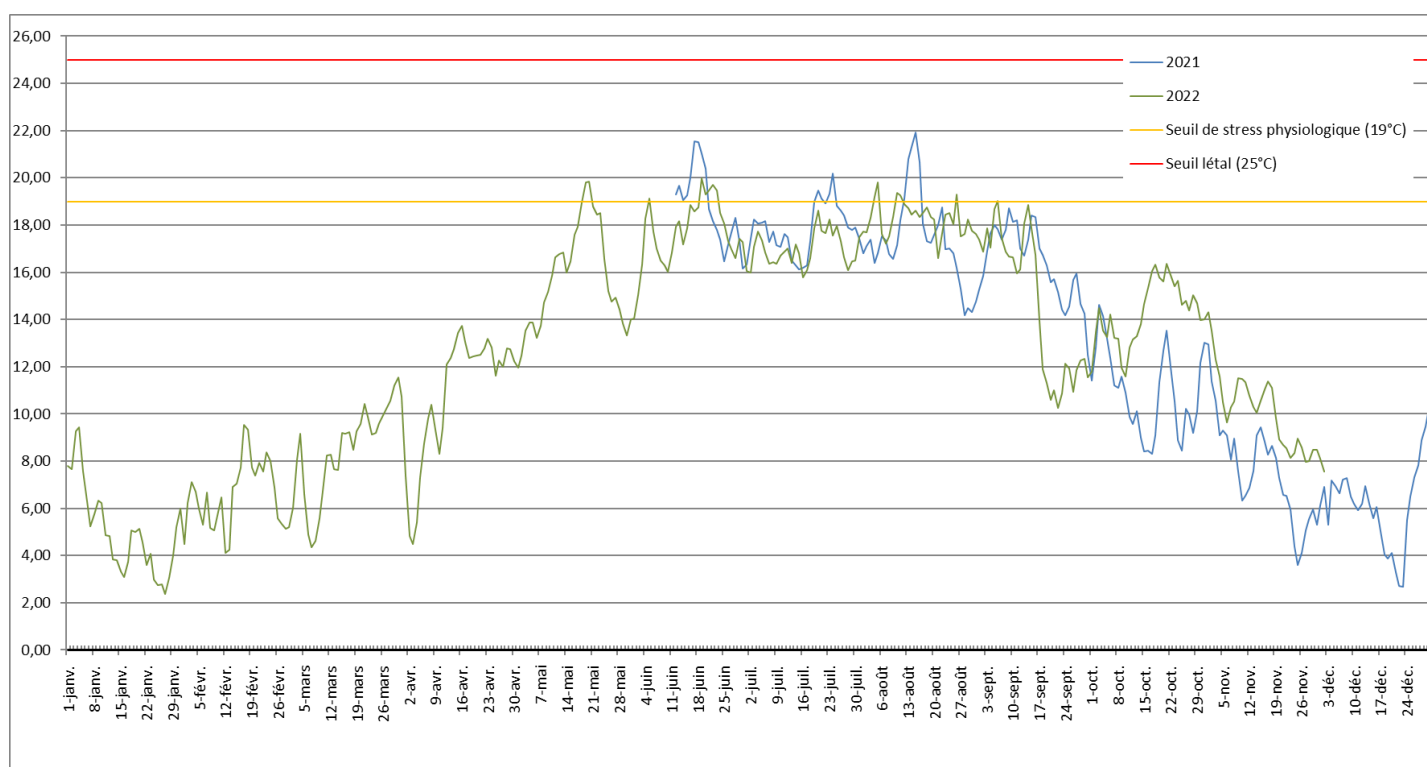


Figure 21 : : Comparaison des températures moyennes journalières de 2021 et 2022 sur la station AUX_01

Sur le graphique de comparaison des températures moyennes journalières, les températures de l'été 2021 et 2022 semblent similaires sur la station AUX_01, avec quelques pics de températures en 2021 plus importants qu'en 2022.

En 2021 comme en 2022, les températures sont restées sous le seuil de température létale de 25°C, mais le seuil de stress physiologique a été dépassé à de nombreuses reprises, influant donc sur la possibilité des éventuelles truites à s'alimenter.

La Tm30j max de 2021 et 2022, comprise entre 18 et 18,5 est assez élevé pour affecter négativement les alvins de truite éventuels.

La température peut donc être un facteur limitant à la population de truite sur l'Auxois aval.

◇ AUX_02 (Secteur amont)

La sonde a été relevée pour la dernière fois le 16 mars 2022. Elle n'a pas été retrouvée lors de la campagne de relevé suivante.

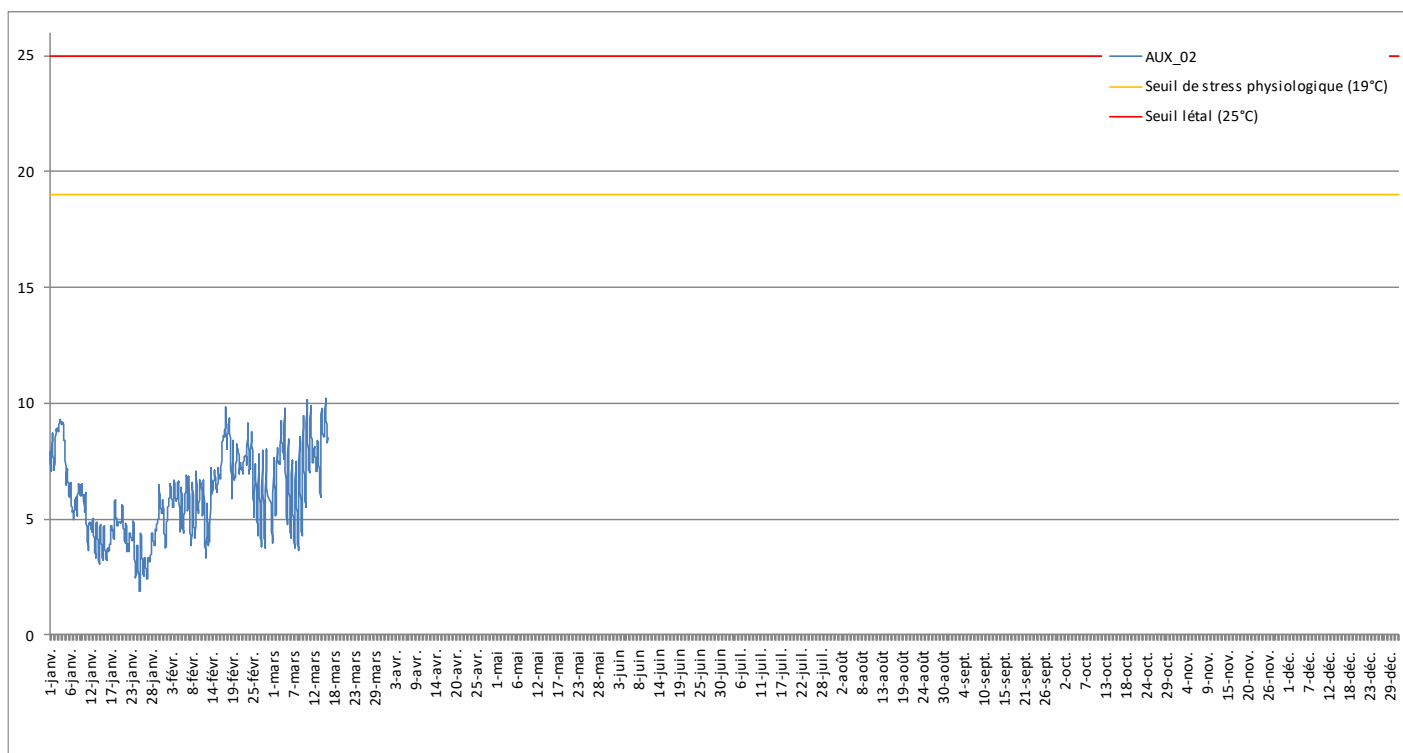


Figure 22 : Evolution des températures instantanées de la station AUX_02 durant l'année 2022

La seule donnée exploitable est la température minimale, qui est de 1,89°C en instantanée et 2,88°C de moyenne journalière.

Une nouvelle sonde a été mise en place en avril 2023.

◆ **L'Anguison (FRHR43)**

L'Anguison est un cours d'eau de 1^{ère} catégorie piscicole. Affluent de l'Yonne, il prend sa source sur la commune d'Ouroux-en-Morvan et coule sur 31 km. Le bassin versant de l'Anguison s'étend sur une surface de 123 km².

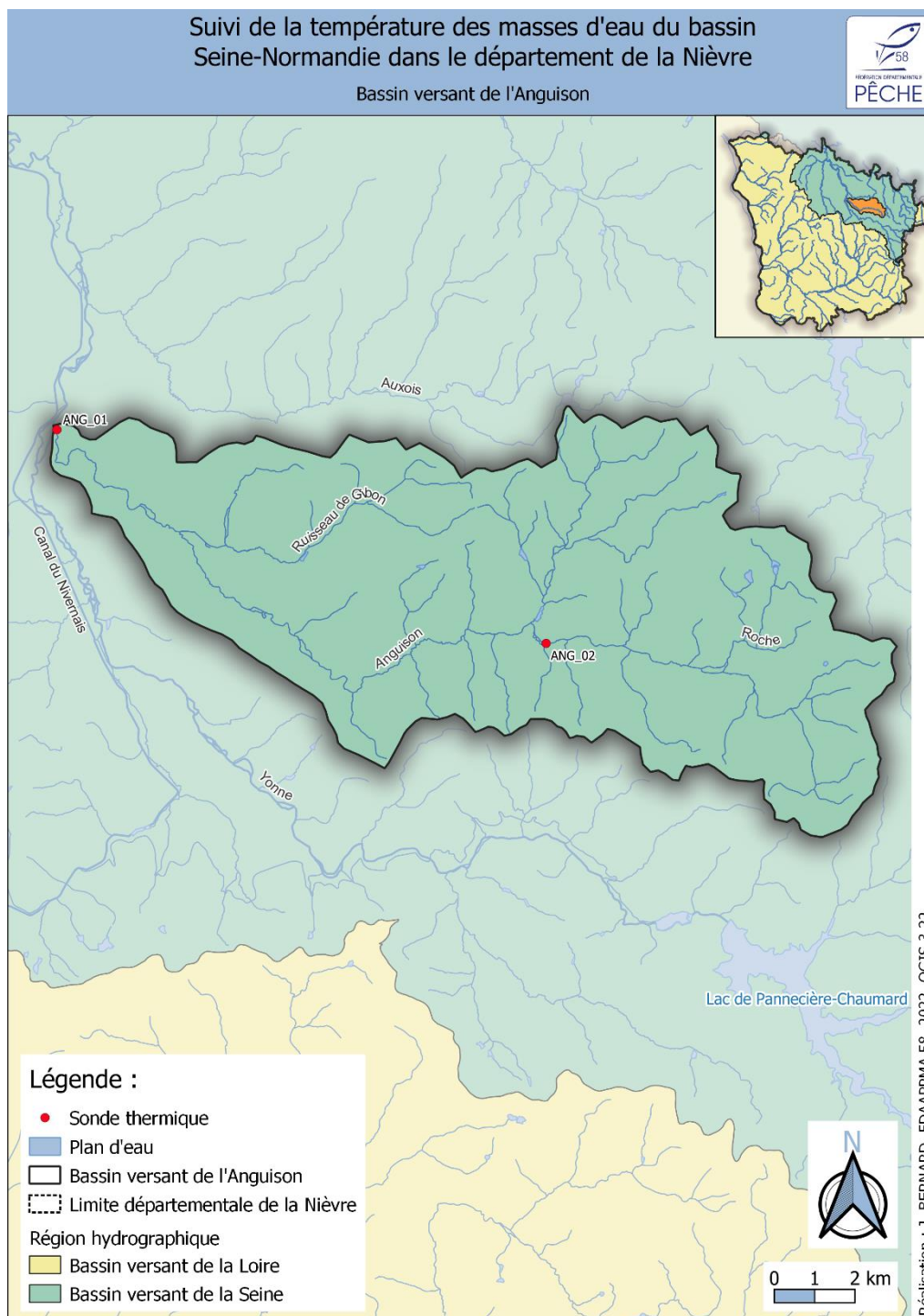


Figure 23 : Bassin versant de l'Anguison

Deux stations de mesure sont placées sur la masse d'eau de l'Anguison. La première station est située à 150 m de la confluence avec l'Yonne. La seconde station est située au niveau de la commune de Vauciaux.

◇ ANG_01 (Secteur aval)

La température de l'eau de l'Anguison, sur son secteur aval, a variée entre 0,77°C et 23,88°C durant l'année 2022.

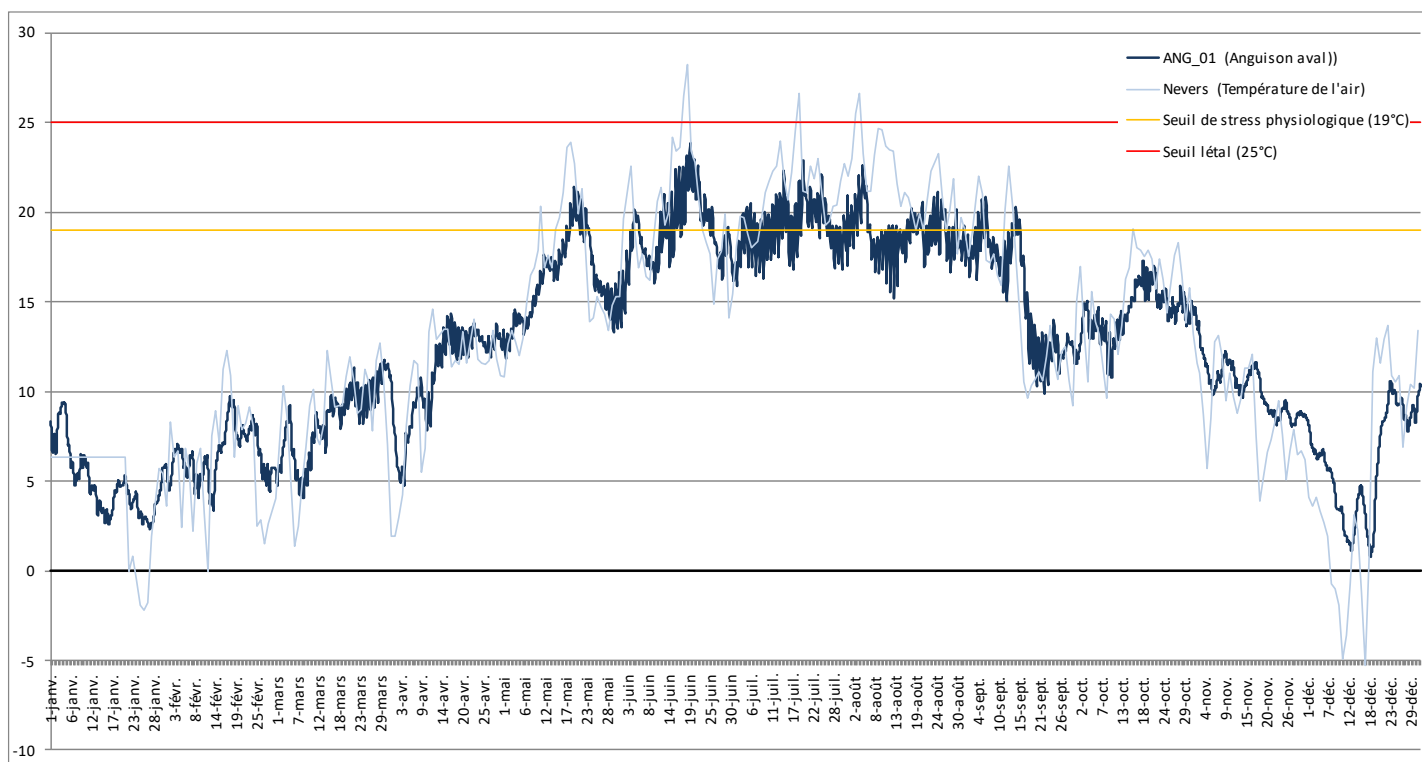


Figure 24 : Evolution des températures instantanées de la station ANG_01 durant l'année 2022, comparée à la température de l'air

La température de l'eau de l'Anguison sur la station ANG_01 est fortement liée à la température de l'air. Elle montre des écarts importants entre la période hivernale et la période estivale.

Tableau 8 : : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur ANG_01

ANG_01		2021	2022
Données générales	Tmin	2,48 °C	0,77 °C
	Tmax	23,74 °C	23,88 °C
	Tmj min	2,88 °C	1,22 °C
	Tmj max	22,32 °C	22,42 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	18,7 °C	19,47 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	586 h	407 h
	Nseq Ti > 19	37	66
	Nmax Tic > 19	134 h	183 h
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

Le seuil de température létale pour la truite n'a pas été atteint en 2022 mais les indicateurs sont plus mauvais qu'en 2021 quant à la possibilité d'accueillir une population de truite fario.

Avec 183 heures consécutives passées au-dessus de 19°C, soit plus de 7 jours, et une Tm30j max de 19,47°C, il a été impossible pour les truites de s'alimenter pendant de longues périodes. La survie d'éventuels juvéniles est compromise dans ces conditions, et même les adultes peuvent subir des conséquences néfastes dues au prolongement de températures au-dessus du seuil de stress physiologique.

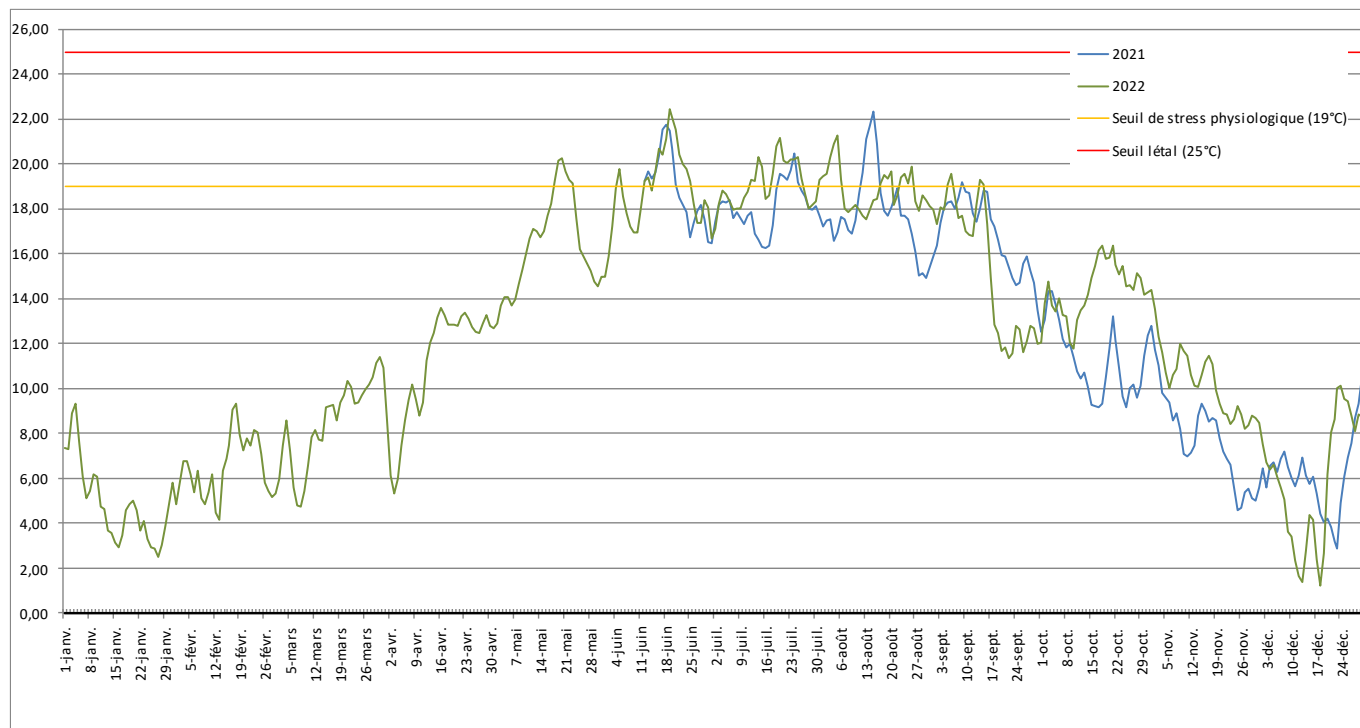


Figure 25 : Comparaison des températures moyennes journalières de 2021 et 2022 sur la station ANG_01

◇ ANG_02 (Secteur amont)

La température de l'eau de l'Anguison, sur son secteur aval, a varié entre 0°C et 24,68°C durant l'année 2022

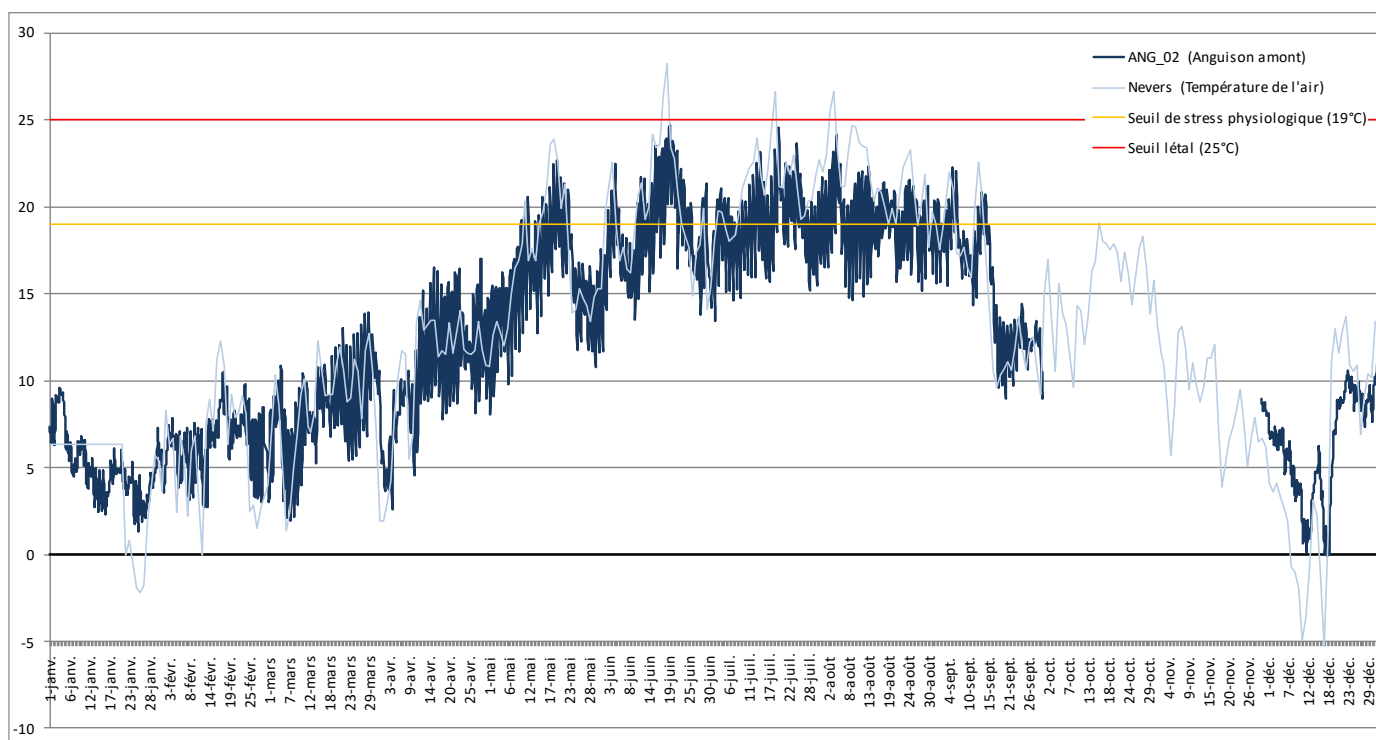


Figure 26 : Evolution des températures instantanées de la station ANG_02 durant l'année 2022, comparée à la température de l'air

L'évolution de la température de l'eau de l'Anguison sur la station ANG_02 est très fortement liée à celle de l'air. La variabilité est très forte à la fois sur une journée et sur les saisons. La température de l'eau n'est que très faiblement tamponnée par rapport à celle de l'air, ce qui est typique des cours d'eau alimenté en grande majorité par ruissellement (pas ou peu de nappe d'accompagnement).

Tableau 9 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur ANG_02

ANG_02		2021	2022
Données générales	Tmin	1,86 °C	-0,06 °C
	Tmax	23,76 °C	24,68 °C
	Tmj min	2,69 °C	0,76 °C
	Tmj max	21,83 °C	22,47 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	17,88 °C	19,51 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	122 h	421 h
	Nseq Ti > 19	11	99
	Nmax Tic > 19	17 h	84 h
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

Sur la station ANG_02 également, la température de l'eau a été plus chaude à l'été 2022 qu'en 2021. Avec une température maximale instantanée de 24,68°C, le seuil létal de la truite n'est pas atteint mais approché de très près. La Tm30j max de 19,5 °C témoigne de longues périodes de températures élevées et signifie des difficultés prolongées pour les truites à s'alimenter. Ces températures ne sont pas propices au développement des juvéniles et peuvent avoir des conséquences néfastes sur les adultes.

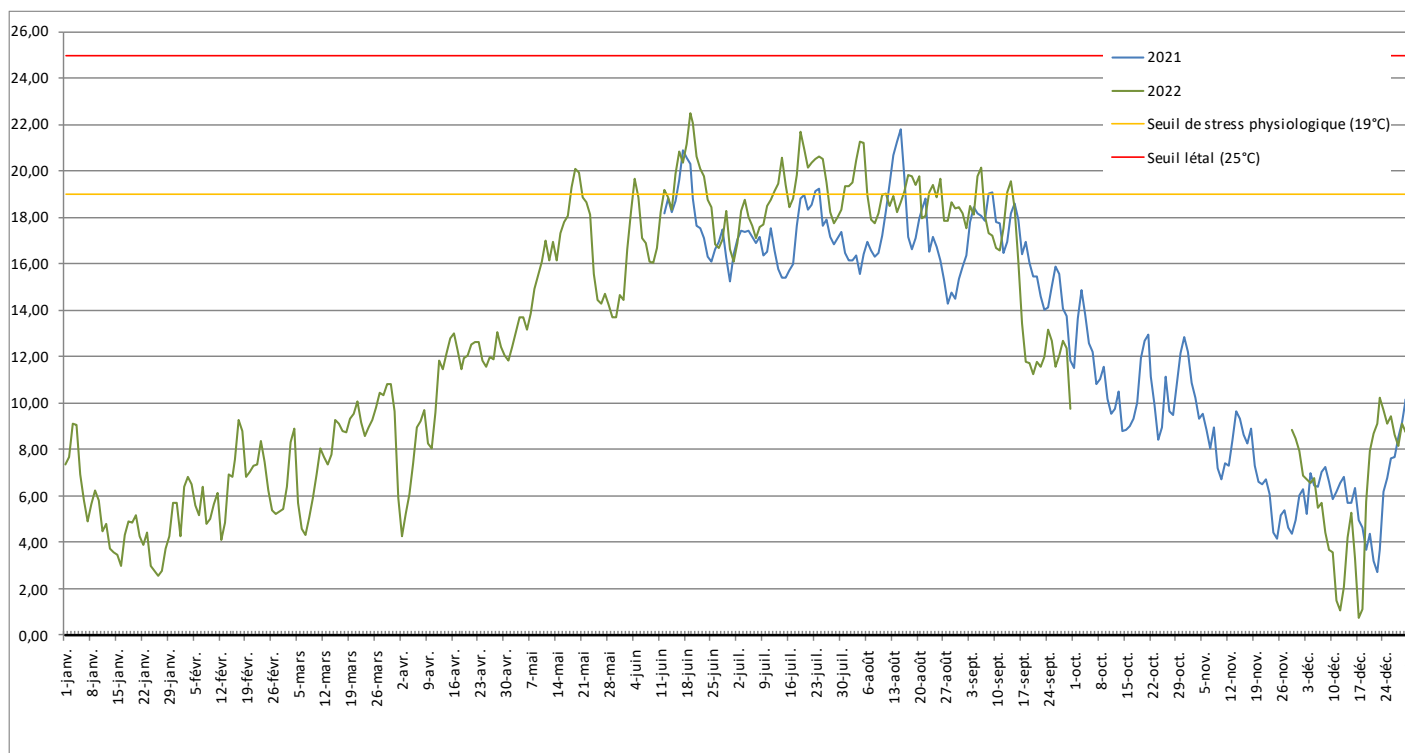


Figure 27 : Comparaison des températures moyennes journalières de 2021 et 2022 sur la station ANG_02

La courbe de comparaison des températures moyennes journalières de 2021 et 2022 montre des températures plus élevées à l'été 2022 qu'en 2021. La vague de froids de décembre est également très visible sur la température de l'eau.

A cause d'un problème rencontré lors du transfert de données (une erreur affichée par le logiciel HOBOWare), nous n'avons pas pu récupérer les températures du 30 septembre au 2 octobre. Celles-ci auraient dû être récupérées lors de la campagne de relevés du 2 décembre, mais la chronique de données récupérées était incomplète. La même erreur s'est produite avec d'autres sondes, notamment sur l'Anguisson, le Chalaux et le Cousin.

◇ Comparaison des stations du bassin versant de l'Anguisson

La comparaison de l'évolution des températures sur les 2 stations montre des données très similaires.

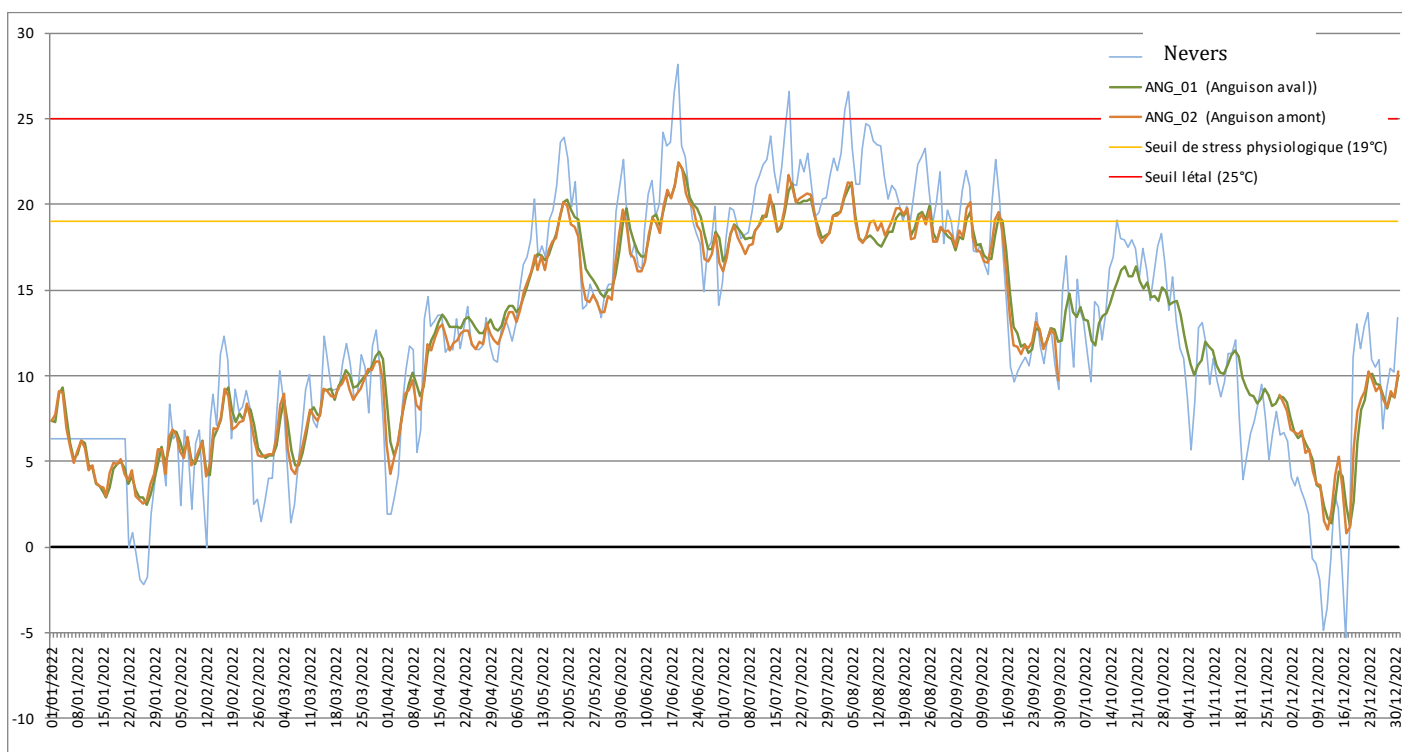


Figure 28 : Comparaison des températures moyennes journalières de l'air et des stations ANG_01 et ANG_02 durant l'année 2022

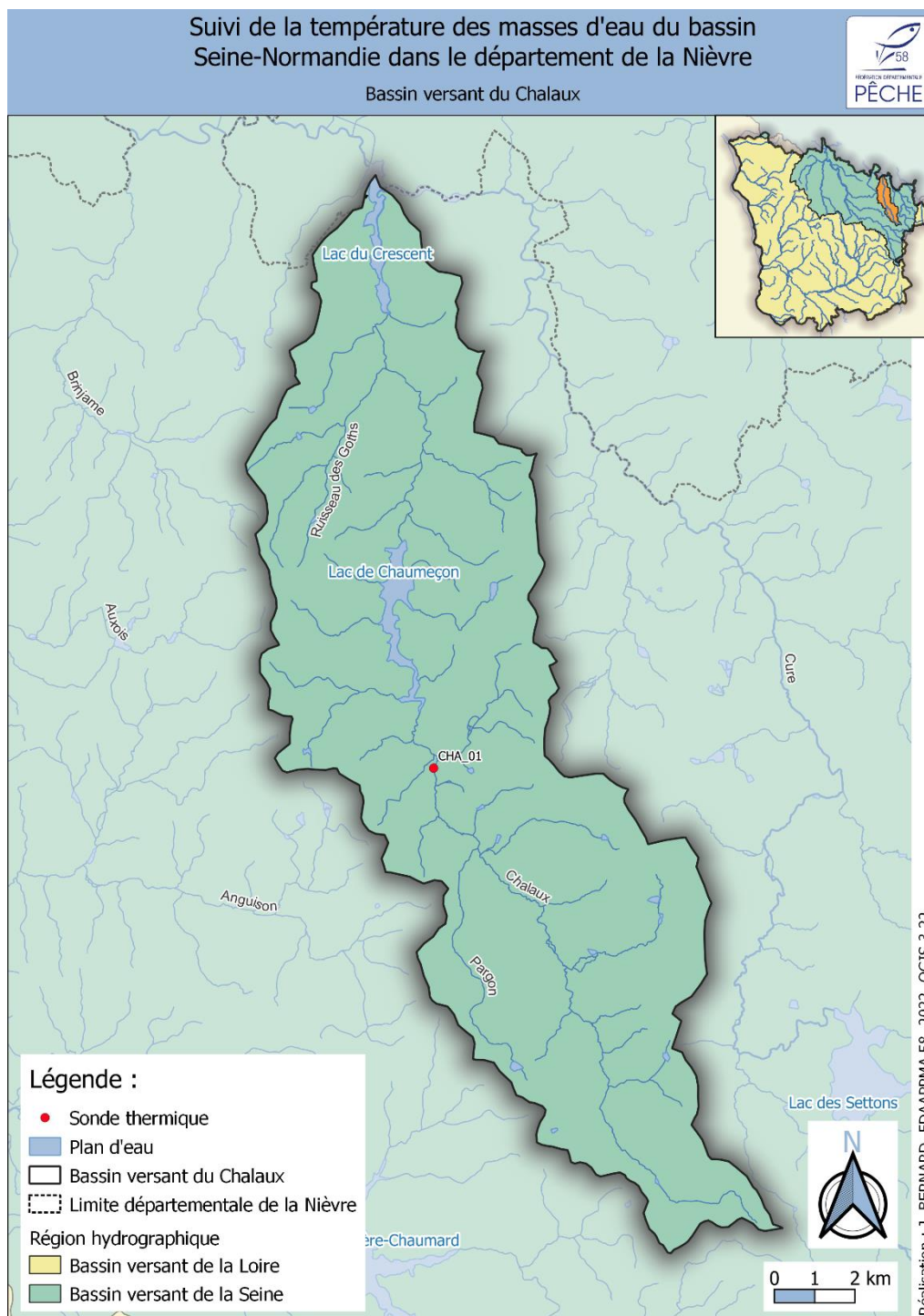
Tableau 10 : Comparaison des différentes métriques des stations ARM_01 et ARM_02 en 2021 et 2022

Année suivi		2021		2022	
Code station		ANG_01	ANG_02	ANG_01	ANG_02
Données générales	Tmin	2,48 °C	1,86 °C	0,77 °C	-0,06 °C
	Tmax	23,74 °C	23,76 °C	23,88 °C	24,68 °C
	Tmj min	2,88 °C	2,69 °C	1,22 °C	0,76 °C
	Tmj max	22,32 °C	21,83 °C	22,42 °C	22,47 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	18,7 °C	17,88 °C	19,47 °C	19,51 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	586 h	122 h	407 h	421 h
	Nseq Ti > 19	37	11	66	99
	Nmax Tic > 19	134 h	17 h	183 h	84 h
Seuil léthal	Nti ≥ 25	/	/	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/	/	/

Si on pouvait constater un écart entre les températures estivales de l'eau des stations ANG_01 et ANG_02 en 2021, c'est beaucoup moins le cas en 2022. Les différents indicateurs du tableau et la courbes ci-dessus montrent des températures quasiment identiques tout au long de l'année.

◆ *Le Chalaux (FRHR50A)*

Le Chalaux est un cours d'eau de 1^{ère} catégorie piscicole, affluent de la Cure. Ce cours d'eau prend sa source sur la commune de Planchez. Le Chalaux mesure 36 km de long et son bassin versant s'étend sur 140 km².



Une station de mesure est placée sur la masse d'eau du Chalaux. Elle est située à environ 2 km à l'amont du lac de Chaumeçon.

La température de l'eau du Chalaux a une température qui est comprise entre 0°C et 22,39°C durant l'année 2022.

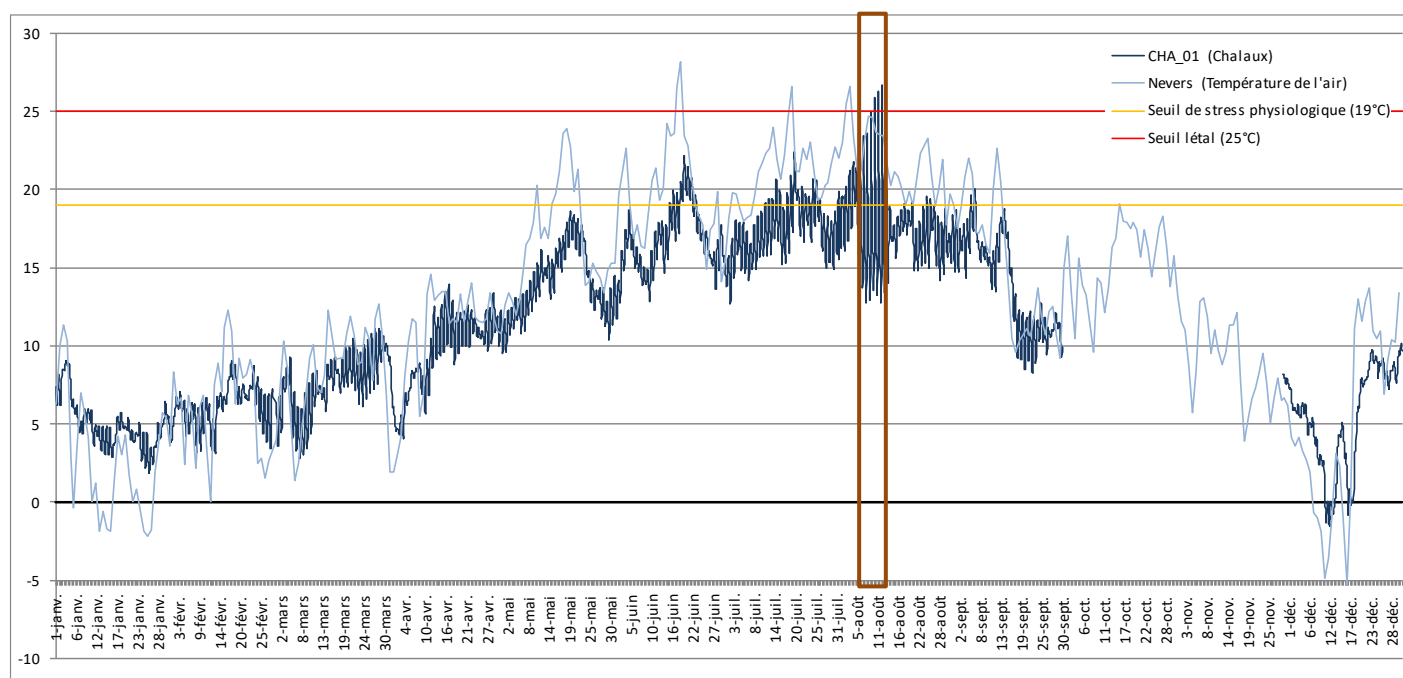


Figure 29 : Evolution des températures instantanées de la station CHA_01 durant l'année 2022

L'évolution des températures instantanées montre une période avec de fortes variations journalières, du 6 au 12 août, imputable à l'exondation de la sonde. Cette période est matérialisée par le cadre marron sur le graphique ci-dessus. Les données acquises pendant ce laps de temps ne sont donc pas prises en compte.

La sonde a également enregistré des valeurs négatives jusqu'à -1,58°C. Il est cependant peu probable que l'intégralité du cours d'eau ait gelé. Le gel a cependant pu prendre sur les berges et assez profondément pour atteindre la sonde.

Tableau 11 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur CHA_01

CHA_01		2021	2022
Données générales	Tmin	2,26 °C	-1,58 °C
	Tmax	22,39 °C	22,39 °C
	Tmj min	2,94 °C	-,45 °C
	Tmj max	19,29 °C	20,69 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	16,18 °C	18,1 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	91 h	/
	Nseq Ti > 19	9	/
	Nmax Tic > 19	17 h	/
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

Les paramètres liés au dépassement du seuil de stress physiologique de la truite ne sont pas analysés, car elles sont faussées par l'exondation de la sonde. Elles n'apparaissent donc pas dans le tableau récapitulatif ci-dessus.

La température maximale instantanée reste assez loin du seuil léthal.

Le graphique d'évolution des températures instantanées montre tout de même des dépassements du seuil de stress physiologique, dont la plus-part restent sur des durées très limitées. Une période un peu plus chaude a eu lieu autour du 19 au 21 juin, durant laquelle la température est restée légèrement au-dessus des 19°C.

La Tm30j max de 18.1°C est plus chaude de presque 2°C en 2022 qu'en 2021. Elle reste à une température propice au développement de la truite, bien qu'elle soit à la limite d'être assez chaude pour avoir des effets négatifs sur les juvéniles.

La température de l'eau du mois de décembre a sans doute approché de très près les 0°C (peut-être même moins, l'eau agitée pouvant rester liquide quelques peu sous 0°C). Ces températures très basses affectent le développement des embryons de truite et peuvent même l'inhiber.

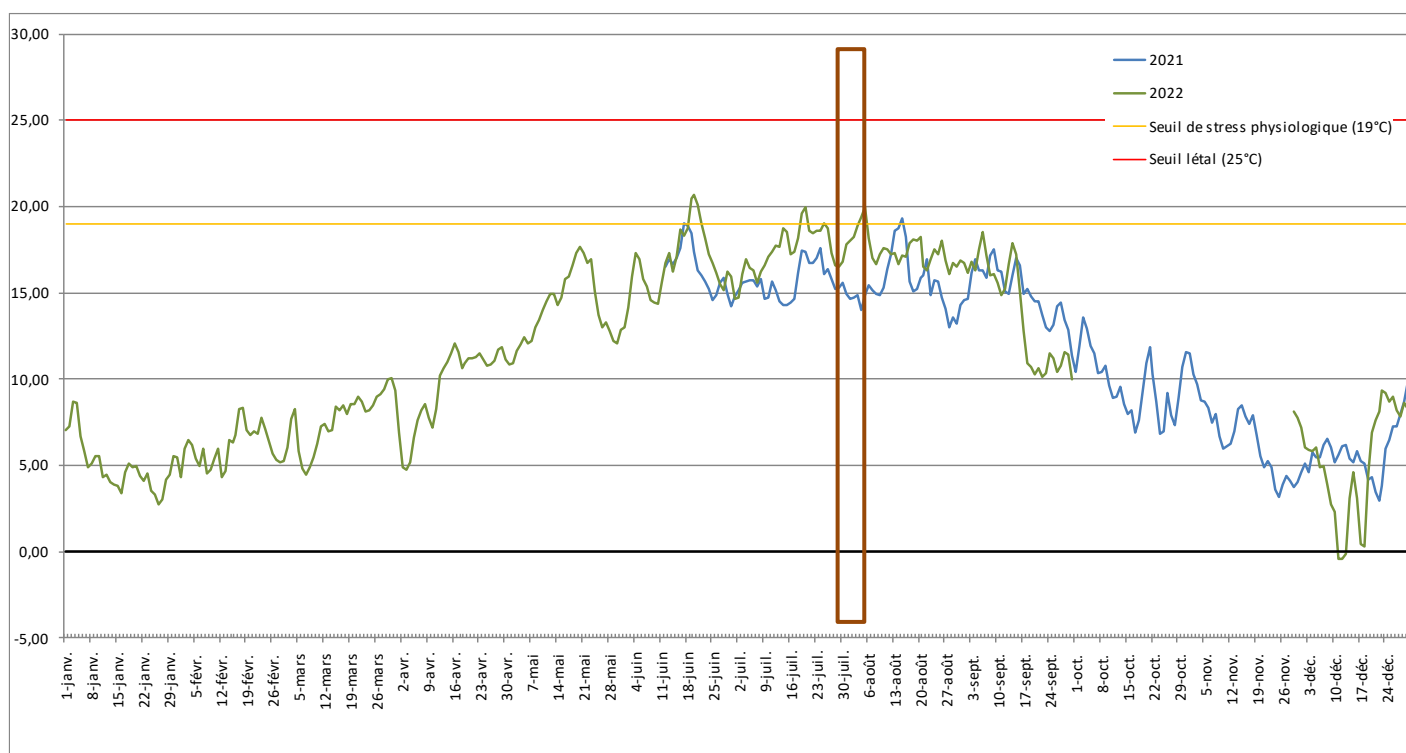


Figure 30 : Comparaison des températures moyennes journalières de 2021 et 2022 sur la station CHA_01

◆ La Cure (FRHR49A et FRHR49C)

La Cure est un cours d'eau de 1^{ère} catégorie piscicole, affluent de l'Yonne. Elle prend sa source sur la commune d'Anost, dans le département de la Saône-et-Loire. La Cure fait au total 113 km de long, avec un bassin versant de 1312 km². Le secteur de la Cure compris dans les 2 masses d'eaux (FRHR49A et FRHR49C) mesure 50 km de long et son bassin versant s'étend sur 255 km².

Deux stations de mesure sont placées sur ces 2 masses d'eau de la Cure. La première est située à l'aval du lac des Settons, sur la commune de Montsauche-les-Settons. La deuxième est située à moins de 500 m à l'amont du lac des Settons.

Le lac des Settons est situé entre ces 2 stations de mesure. Ce lac de barrage a été construit entre 1854 et 1858 pour faciliter le flottage du bois provenant des forêts morvandelles jusqu'à Paris. Le barrage crée une retenue de 360 ha, propriété de l'Etat. La profondeur maximale y est de 17 m. L'eau est habituellement restituée à l'aval du barrage uniquement par une vanne à proximité de la surface (à la côte 12,5 m). Une vanne de demi-fond et une vanne de fond sont également présentes, utilisés notamment lors des lâchers estivaux pour les activités d'eau vive. La vanne de fond est utilisée presque exclusivement pour les vidanges. Les eaux de surface du lac des Settons vont voir leur température progressivement augmenter à cause de l'ensoleillement, de la température de l'air, et du manque d'ombrage. A l'inverse, les eaux de fond, qui n'ont pas accès à de l'ensoleillement, restent froides.

DDT 58 Service Loire sécurité risques
Subdivision gestion de la Loire
Barrage des Settons

Comparatif de remplissage - Lac des Settons - Cotes 2015 à 2023 (MàJ : 19/06/2023 Cote 14,67 m)

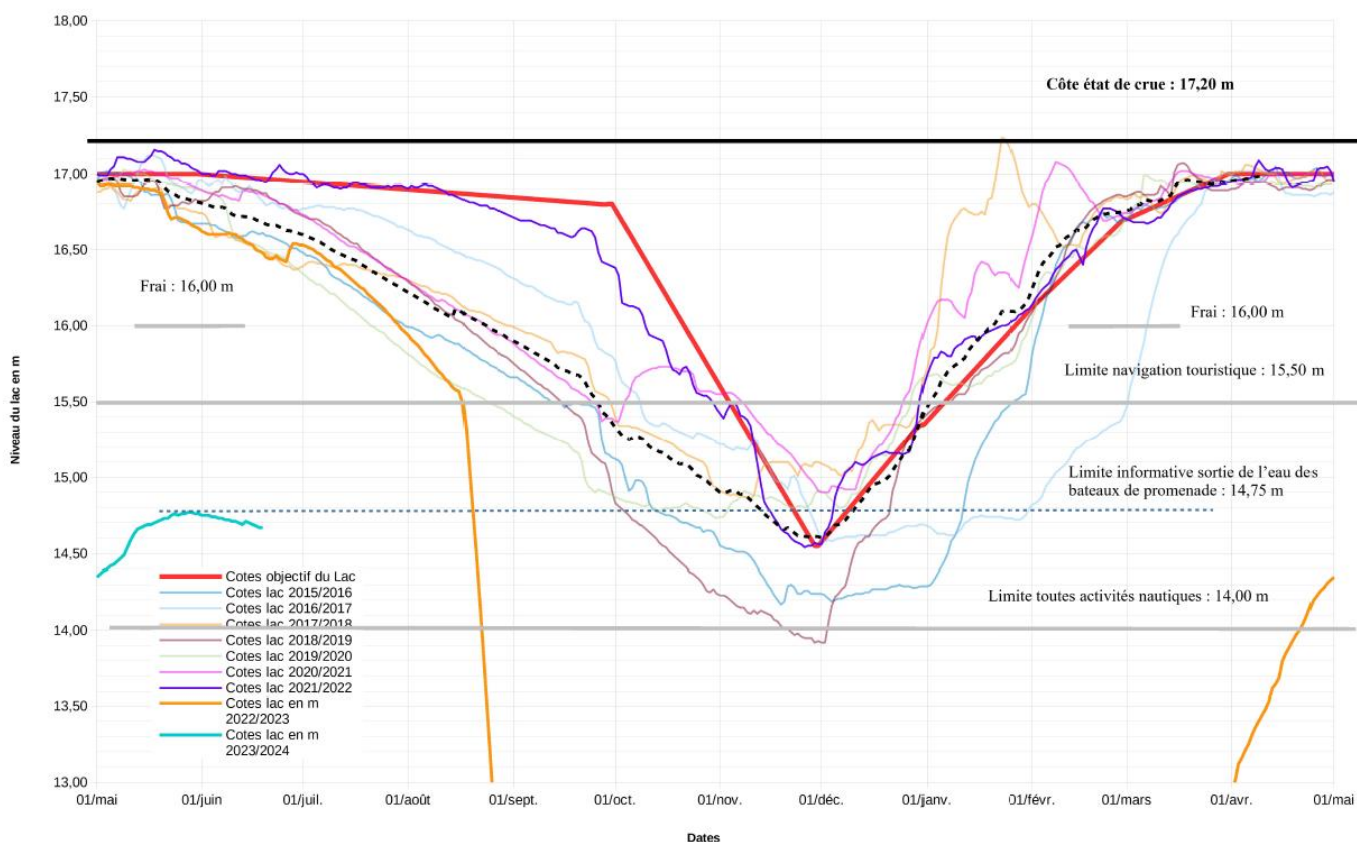


Figure 31 : Comparatif de remplissage - Lac des Settons - Cotes 2015 à 2023 - DDT58

L'année 2022 est particulière car elle a vu la vidange du lac des Settons. Le suivi réalisé cette année va donc également permettre de déterminer si la vidange a eu un impact sur la thermie du cours d'eau.

Suivi de la température des masses d'eau du bassin
Seine-Normandie dans le département de la Nièvre

Bassin versant de la Cure à l'amont du lac du Crescent

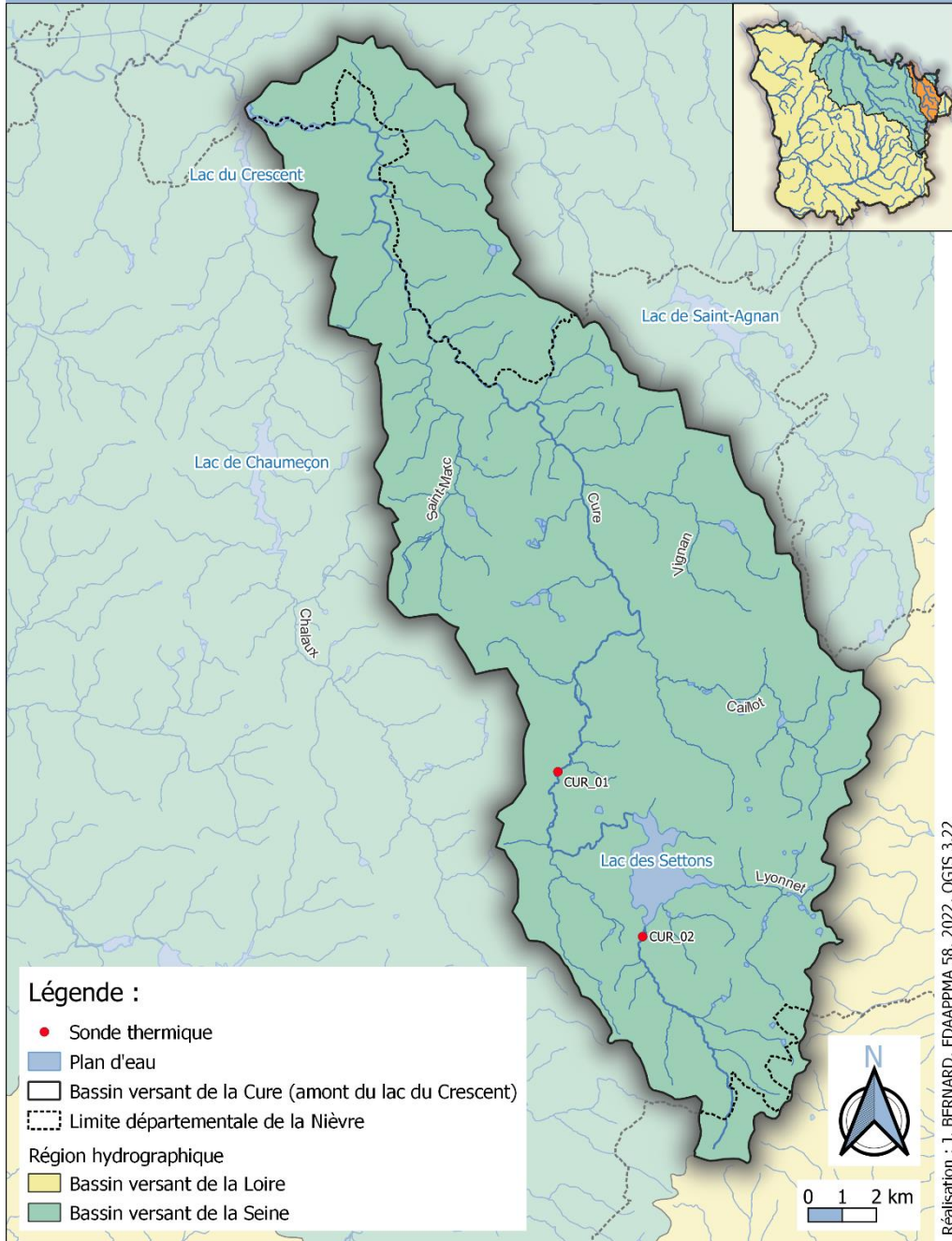


Figure 32 : Bassin versant de la Cure (de la source au lac du Crescent)

◇ CUR_01 (Aval du lac des Settons)

La température de l'eau de la Cure à l'aval du lac des Settons a varié entre 0°C et 23,55°C durant l'année 2022 :

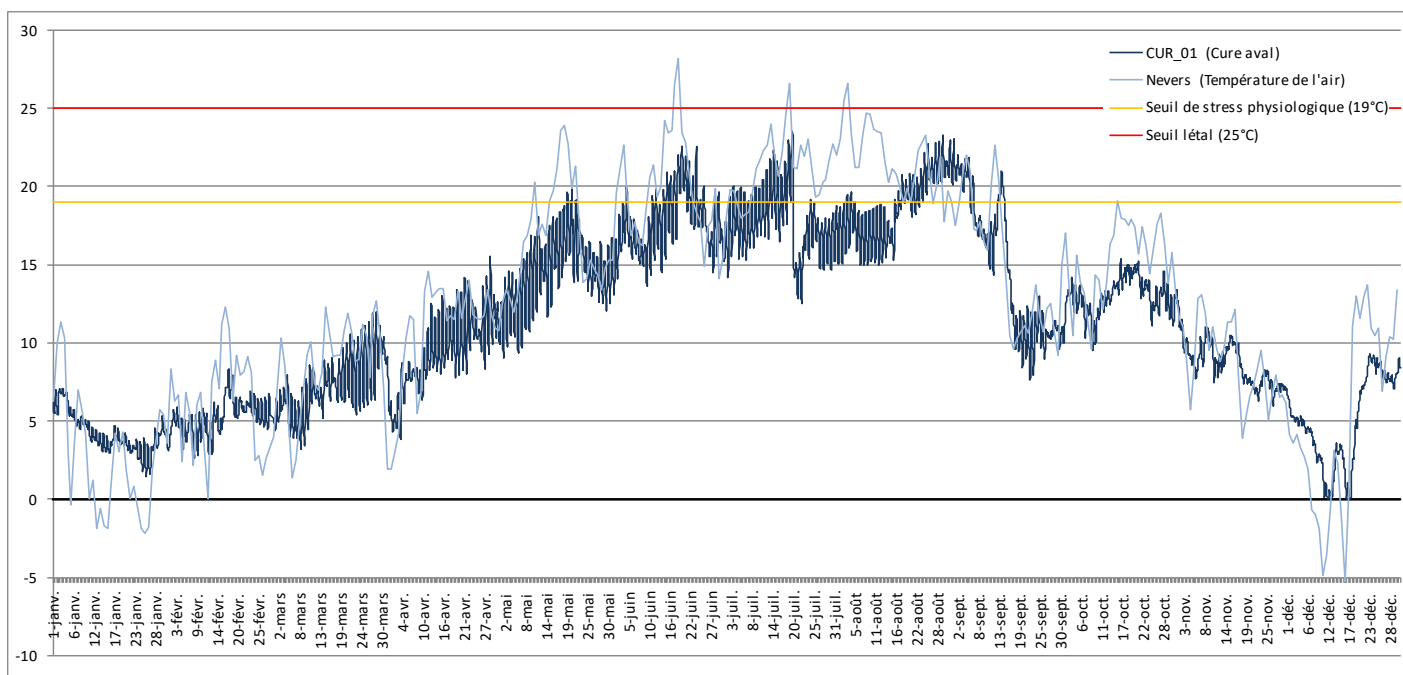


Figure 33 : Evolution des températures instantanées de la station CUR_01 durant l'année 2022

Tableau 12 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur CUR_01

CUR_01		2021	2022
Données générales	Tmin	1,91 °C	0,02 °C
	Tmax	20,7 °C	23,55 °C
	Tmj min	2,38 °C	0,27 °C
	Tmj max	18,56 °C	21,75 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	17,14 °C	19,58 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	113 h	898 h
	Nseq Ti > 19	18	52
	Nmax Tic > 19	11 h	331 h
Seuil léthal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

Le graphique en figure 31 permet de constater une chute des températures le 20 juillet. Elle passe de 23,47°C le 19/07 à 22h00, à 14,8°C le 20/07 à 6h00. Cette chute, si importante et brutale, est expliquée par le changement du mode de restitution de l'eau à l'aval du barrage, jusque-là assuré uniquement avec la vanne la plus proche de la surface (à la côte 12,5 m).

L'analyse des données issues des sondes thermiques mises en place au mois de juillet à l'aval du barrage en prévision de la vidange a mis en évidence une température de l'eau trop importante pour

la truite. A la demande de la DDT, la restitution de l'eau à la cure à partir de cette date s'est faite avec un mélange d'eau de surface et d'eau rendue par une vanne de mi-hauteur, plus fraîche.

La température de l'eau est ensuite restée fraîche jusqu'au début de la phase d'abaissement de la retenue, le 17 août (la navigation a été arrêtée le 16 août). A partir de cette date, la température de l'eau est remontée puis a varié au cours de la vidange, jusqu'au 15 septembre. Il est certainement possible d'expliquer ces variations de température par la variation du niveau d'eau et l'utilisation (ou l'ouverture) de différentes vannes de surface ou de fond. Une analyse plus approfondie serait donc possible avec le détail des données de la vidange dont nous ne disposons pas.

Entre le 17 août et le 6 septembre, la température de l'eau remonte à son niveau avant ouverture de la vanne intermédiaire. L'eau à l'aval reste à une température élevée durant toute cette période, avec 331h consécutives passées au-dessus du seuil de stress physiologique (19°C), soit près de 14 jours ! la température maximale est atteinte à 23,55°C. Ces températures élevées sur des périodes prolongées ont obligatoirement eu des conséquences néfastes sur les populations de truites et en particulier sur les juvéniles qui n'ont pas pu s'alimenter pendant ces 14 jours. La Tmj30 max de 19,58 °C et aussi un indicateur de cette perturbation.

A partir du 16 septembre, la température de l'eau chute en suivant celle de la température de l'air. La vanne de fond du barrage est laissée ouverte pour laisser libre l'écoulement des eaux de la Cure au travers du barrage.

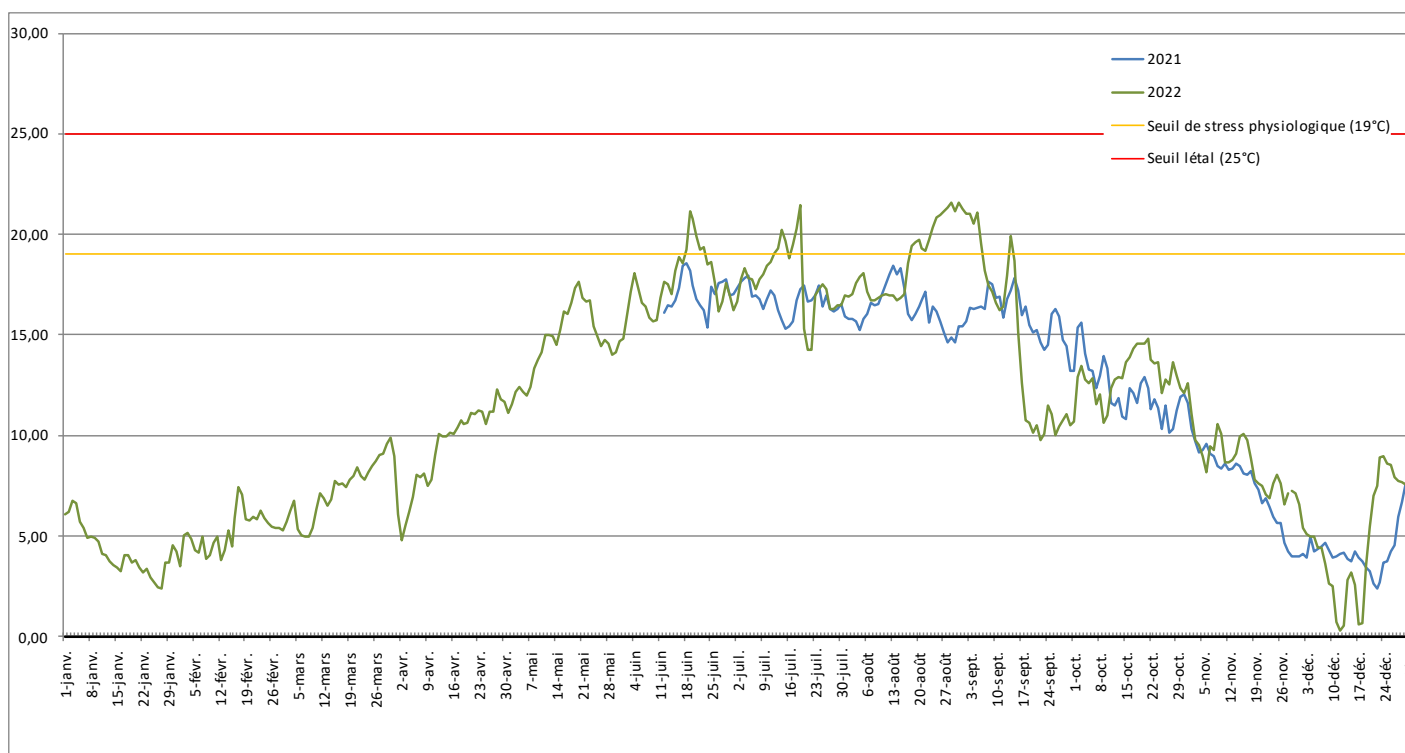


Figure 34 : Comparaison des températures moyennes journalières de la station CUR_01 de 2021 et 2022

La comparaison des températures de 2021 et 2022 montre une température relativement stable sur l'été 2021 et des températures moyennes journalières n'atteignant pas le seuil de stress physiologique. A contrario, les températures de 2022 montrent des écarts importants tels que décrits précédemment et de longues périodes de stress physiologique.

◇ CUR_02 (Amont du lac des Settons)

La température de l'eau de la Cure à l'amont du lac des Settons a varié entre 0°C et 20,17°C durant l'année 2022 :

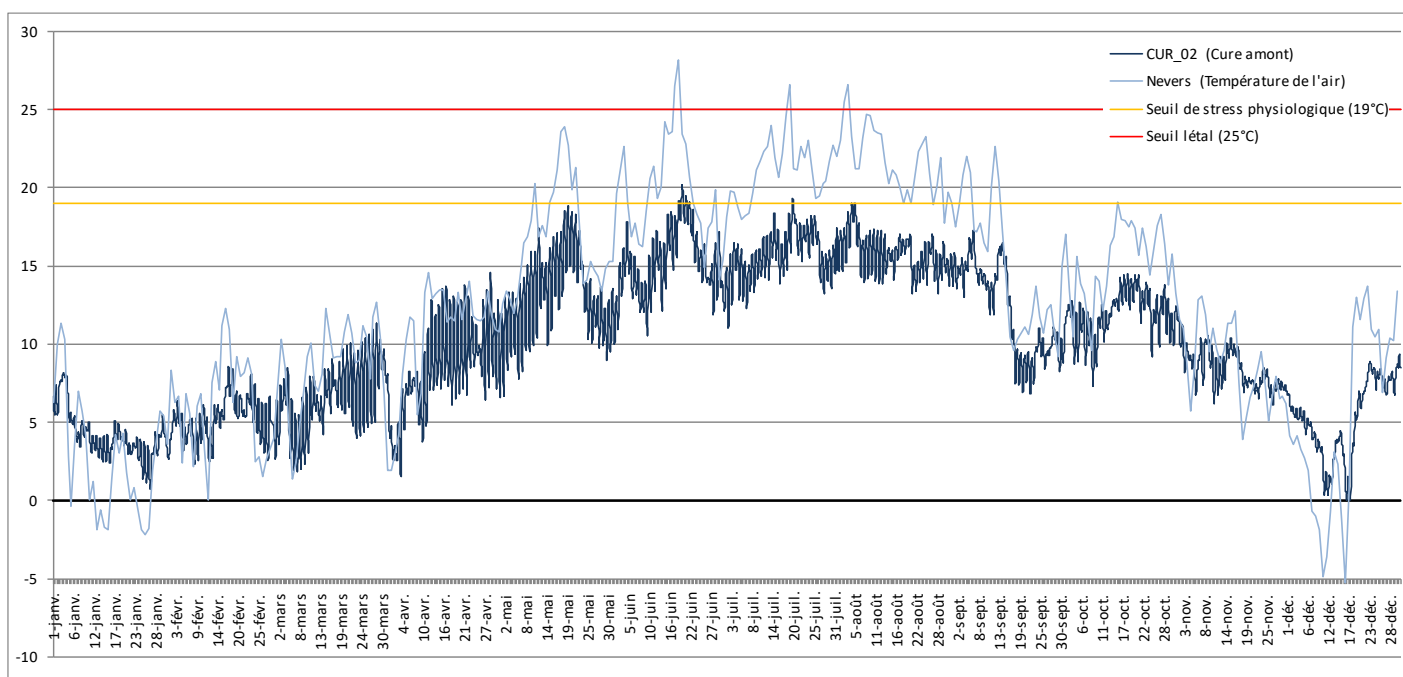


Figure 35 : Evolution des températures instantanées de la station CUR_02 durant l'année 2022

Tableau 13 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur CUR_02

CUR_02		2021	2022
Données générales	Tmin	2,07 °C	0,00 °C
	Tmax	18,65 °C	20,17 °C
	Tmj min	2,53 °C	0,81 °C
	Tmj max	17,22 °C	18,96 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	14,44 °C	16,4 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	/	43 h
	Nseq Ti > 19	/	6
	Nmax Tic > 19	/	13 h
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

Même avec les températures de l'air très élevées de 2022, les températures de l'eau de la Cure en amont du lac des Settons sont très fraîches ! En été, le seuil de stress physiologique de 19°C n'est que très rarement dépassé (6 fois). La plus longue période de dépassement est de 13h ; ce qui reste facilement supportable, même pour les truitelles, surtout que la température maximale est de 20,17°C. La Tm30j max est donc bonne aussi, à 16,4°C, elle n'indique pas de risque, pour les adultes comme les juvéniles. La température n'est donc pas trop chaude pour la truite.

Un risque existe tout de même vis-à-vis des températures hivernales qui descendent extrêmement bas. La température est descendue à 0,77°C le 27 janvier et à frôlé le 0°C les 12 et 17 décembre.

Cette température très basse, en dessous de 1°C peut être létale pour les œufs ou les larves qui se trouvent sous les graviers à cette période de l'année. La sonde étant placée dans la racine d'un arbre et dans un endroit profond par rapport au reste du cours d'eau afin qu'elle ne soit pas exondée, il est possible que la température y soit plus froide que sur les radiers qu'utilisent souvent les salmonidés pour leurs reproductions. Le risque que les températures trop froides aient inhibées le développement des œufs ou des alevins ne peut cependant pas être écarté.

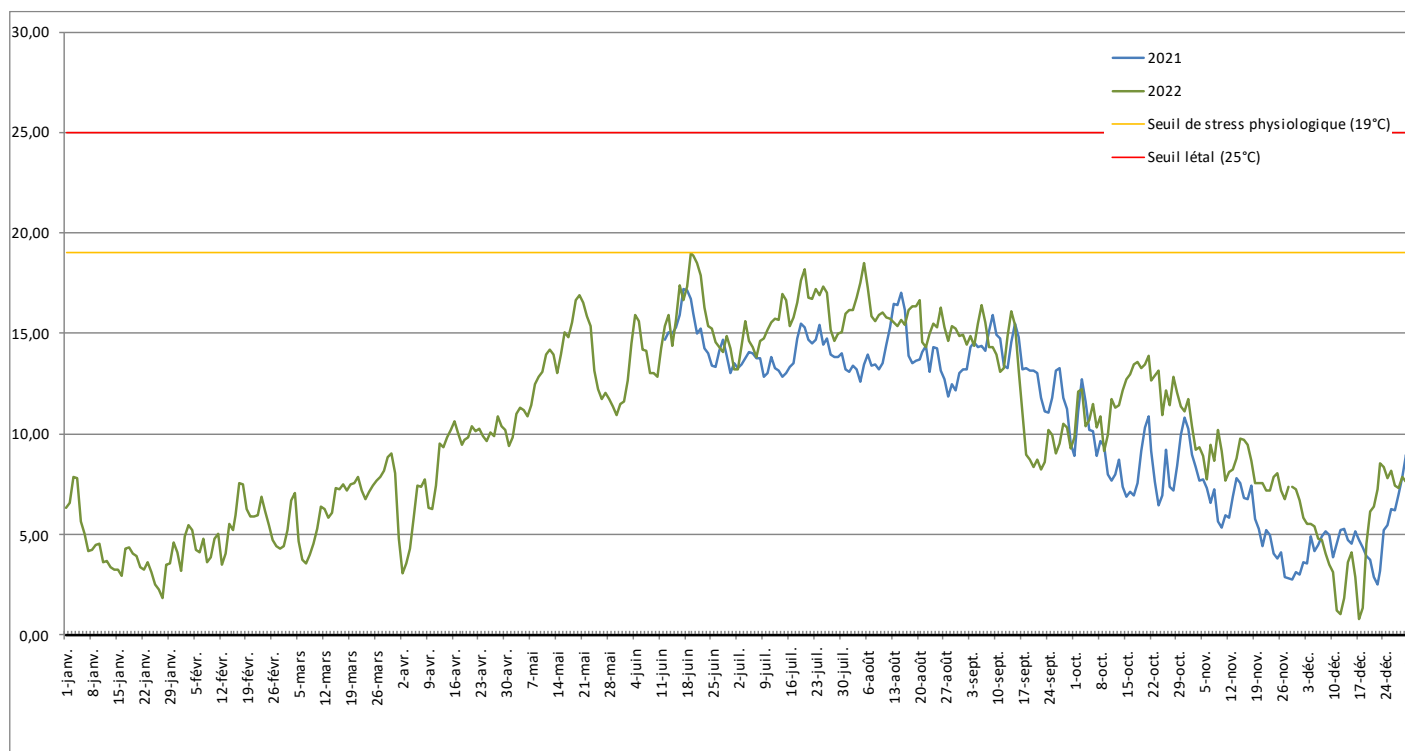


Figure 36 : Comparaison des températures moyennes journalières de la station CUR_02 de 2021 et 2022

La température de l'eau est globalement plus chaude à l'été 2022 qu'à l'été 2021, en lien avec l'évolution de la température de l'air de ces années.

◇ *Comparaison des stations du bassin versant de la Cure*

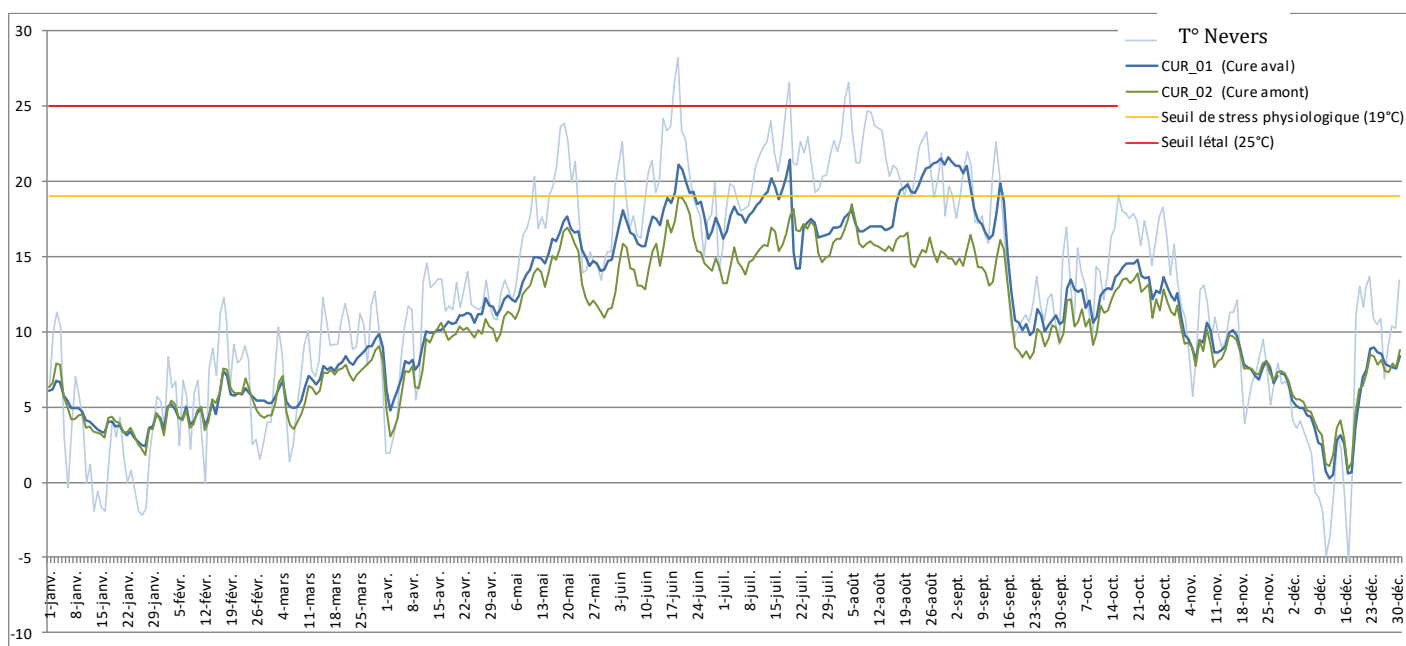


Figure 37 : Comparaison des températures moyennes journalières de l'air et des stations CUR_01 et CUR_02 durant l'année 2022

Jusqu'au milieu du mois d'avril, les températures amont et aval ont évoluées conjointement et sont restées sur des valeurs très similaires. A partir de la mi-avril jusqu'au 19 juillet, l'écart de température augmente entre les stations pour atteindre plus de 3°C d'écart.

Les variations à l'aval du barrage liées à la vidange sont détaillées dans la partie consacrée à la station CUR_01.

Tableau 14 : Comparaison des différentes métriques des stations CUR_01 et CUR_02 en 2021 et 2022

Année suivi		2021		2022	
Code station		CUR_01	CUR_02	CUR_01	CUR_02
Données générales	Tmin	1,91 °C	2,07 °C	0,02 °C	0,00 °C
	Tmax	20,7 °C	18,65 °C	23,55 °C	20,17 °C
	Tmj min	2,38 °C	2,53 °C	0,27 °C	0,81 °C
	Tmj max	18,56 °C	17,22 °C	21,75 °C	18,96 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	17,14 °C	14,44 °C	19,58 °C	16,4 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	113 h	/	898 h	43 h
	Nseq Ti > 19	18	/	52	6
	Nmax Tic > 19	11 h	/	331 h	13 h
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/	/	/

Le tableau comparatif ci-dessus nous montre des dépassements des valeurs seuils de stress physiologique bien plus importants en 2022 qu'en 2021, particulièrement sur CUR_01.

◆ **Le Cousin (FRHR52B)**

Le Cousin est un cours d'eau de 1^{ère} catégorie piscicole, affluent de la Cure. Cette rivière prend sa source sur la commune d'Alligny-en-Morvan. Le Cousin mesure 67 km de long et son bassin versant s'étend sur 443 km².

Deux stations de mesure sont placées le Cousin. La première est située à l'aval du lac de Saint-Agnan, au niveau du village de Trinquelin, sur la commune de Saint-Léger-Vauban. La deuxième est située sur la commune de Champeau-en-Morvan, à l'amont du lac.

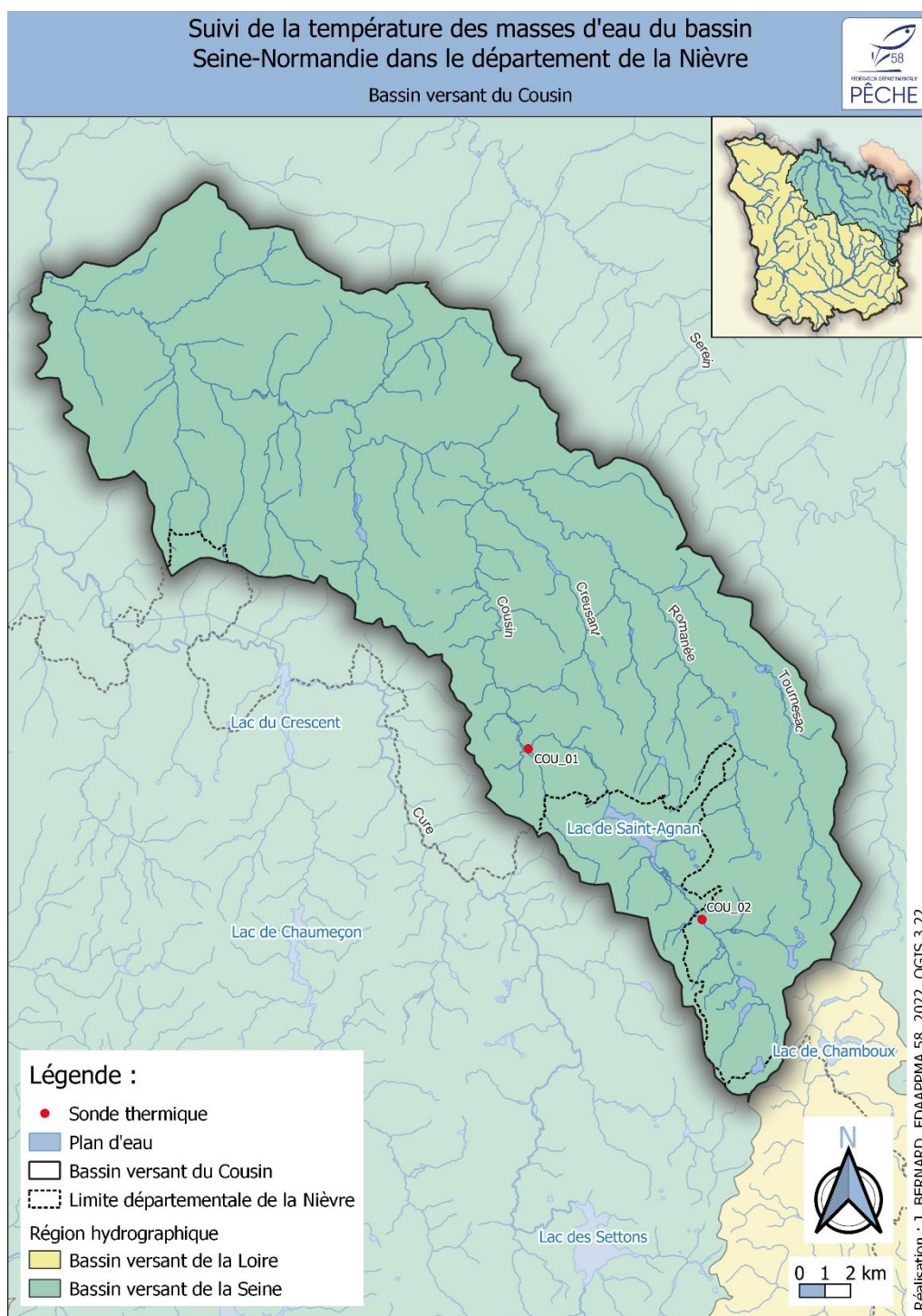


Figure 38 : Bassin versant du Cousin

Le lac de Saint Agnan est situé entre les 2 stations de mesure du Cousin. Ce lac de barrage a été inauguré en 1969 pour réguler les eaux de l'Yonne et de la Seine et éviter les crues, et également pour approvisionner en eau les communes environnantes. Le lac s'étend sur 140 ha. La profondeur maximale y est de 20 m.

◇ *COU_01 (Aval du lac de Saint-Agnan)*

La température de l'eau du Cousin à l'aval du lac du Crescent a varié entre 0,80°C et 21,49°C durant l'année 2022 sur la chronique de données suivante :

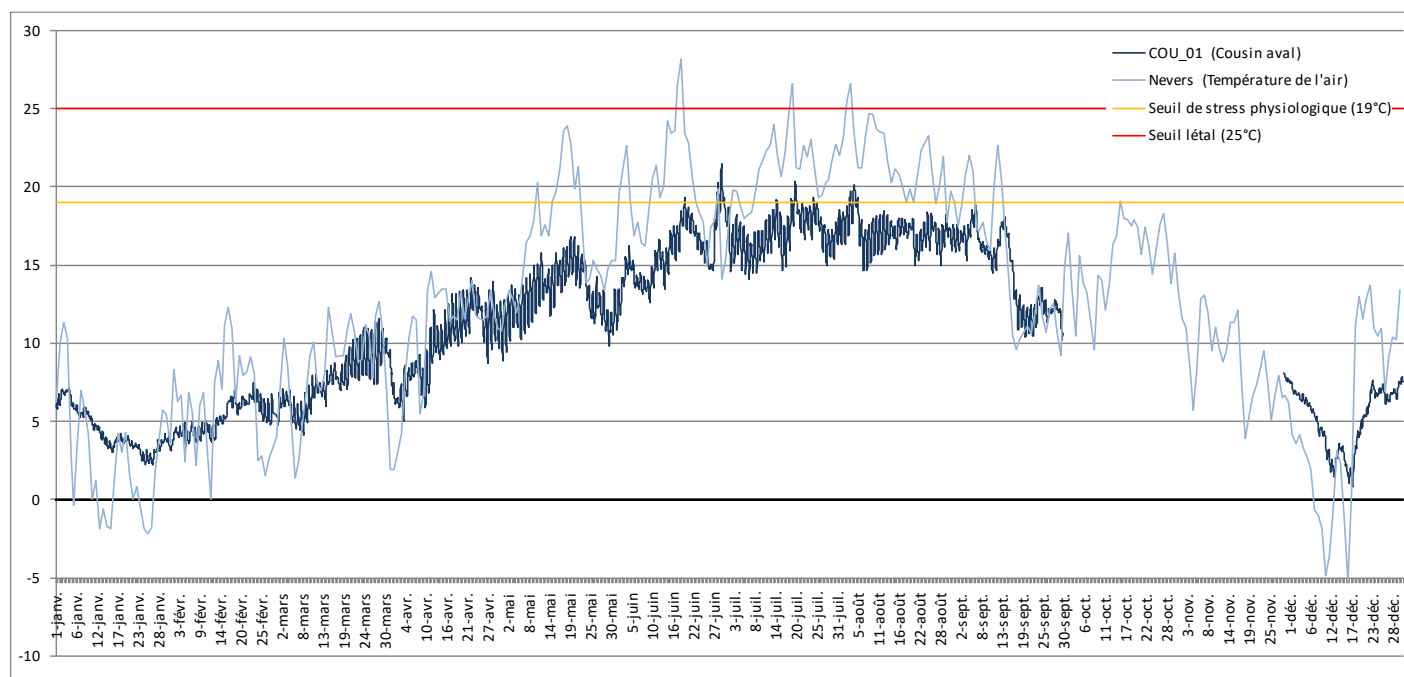


Figure 39 : Evolution des températures instantanées de la station COU_01 durant l'année 2022

Tableau 15 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur COU_01

COU_01		2021	2022
Données générales	Tmin	2,1 °C	0,80 °C
	Tmax	19,13 °C	21,49 °C
	Tmj min	2,42 °C	1,52 °C
	Tmj max	17,9 °C	19,72 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	16,83 °C	17,45 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	2 h	114 h
	Nseq Ti > 19	1	11
	Nmax Tic > 19	2 h	28 h
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

Les températures enregistrées en 2022 montrent quelques dépassements des seuils de stress physiologiques de la truite. Le plus long a duré 28h, ce qui n'est pas assez pour mettre en danger les individus, même juvéniles, mais marque une augmentation significative par rapport à 2021. La Tm30j max de 17,45°C reste à la limite des températures à partir desquelles les conséquences négatives interviennent sur les truitelles.

La température minimale est descendue à 0,8 °C en décembre, avec une moyenne journalière minimale à 1,56°C, présentant un risque faible pour le développement des œufs.

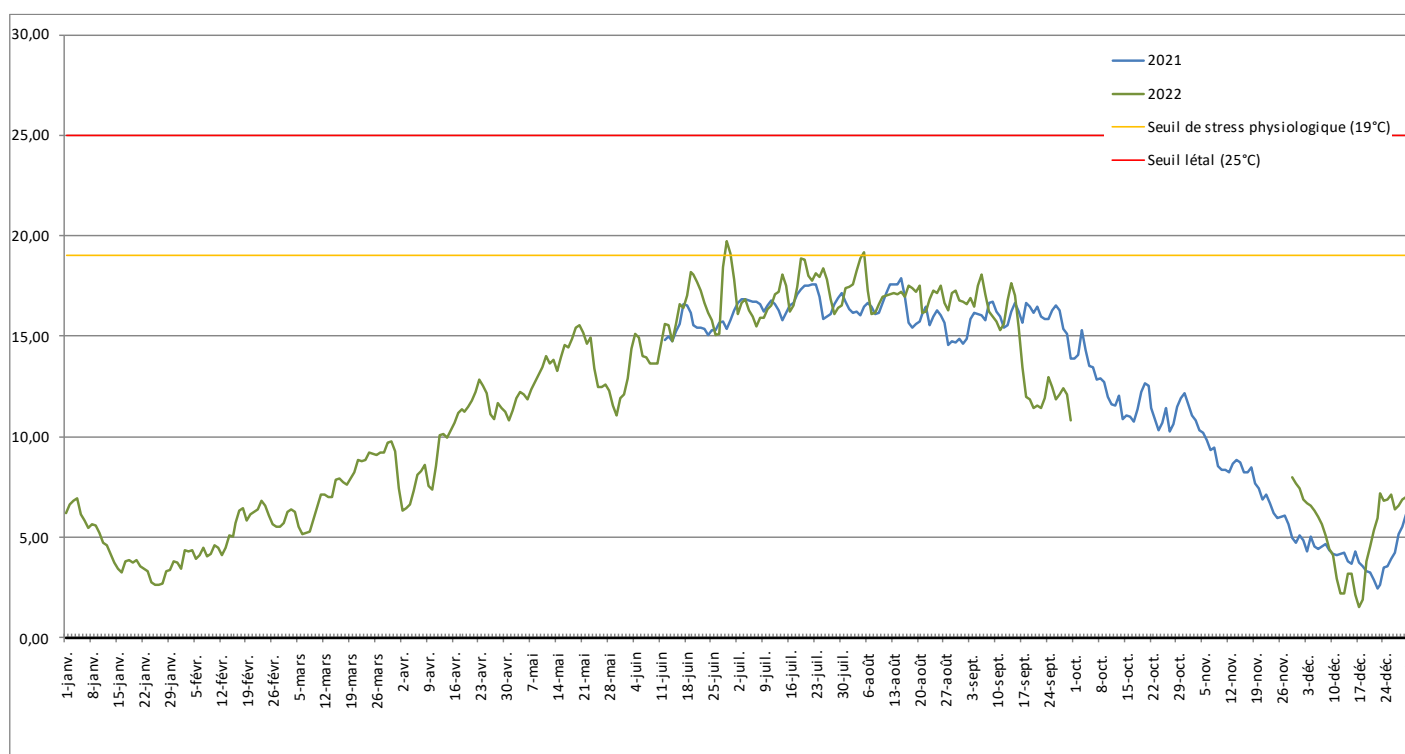


Figure 40 : Comparaison des températures moyennes journalières de la station COU_01 de 2021 et 2022

Les températures moyennes journalières de la période estivale de 2022 sur la station COU_01 sont plus chaudes qu'en 2021.

◇ COU_02 (Amont du lac de Saint-Agnan)

La température de l'eau à l'amont du Cousin a été comprise entre 0°C et 22,23°C durant l'année 2021, avec une moyenne annuelle de 12°C.

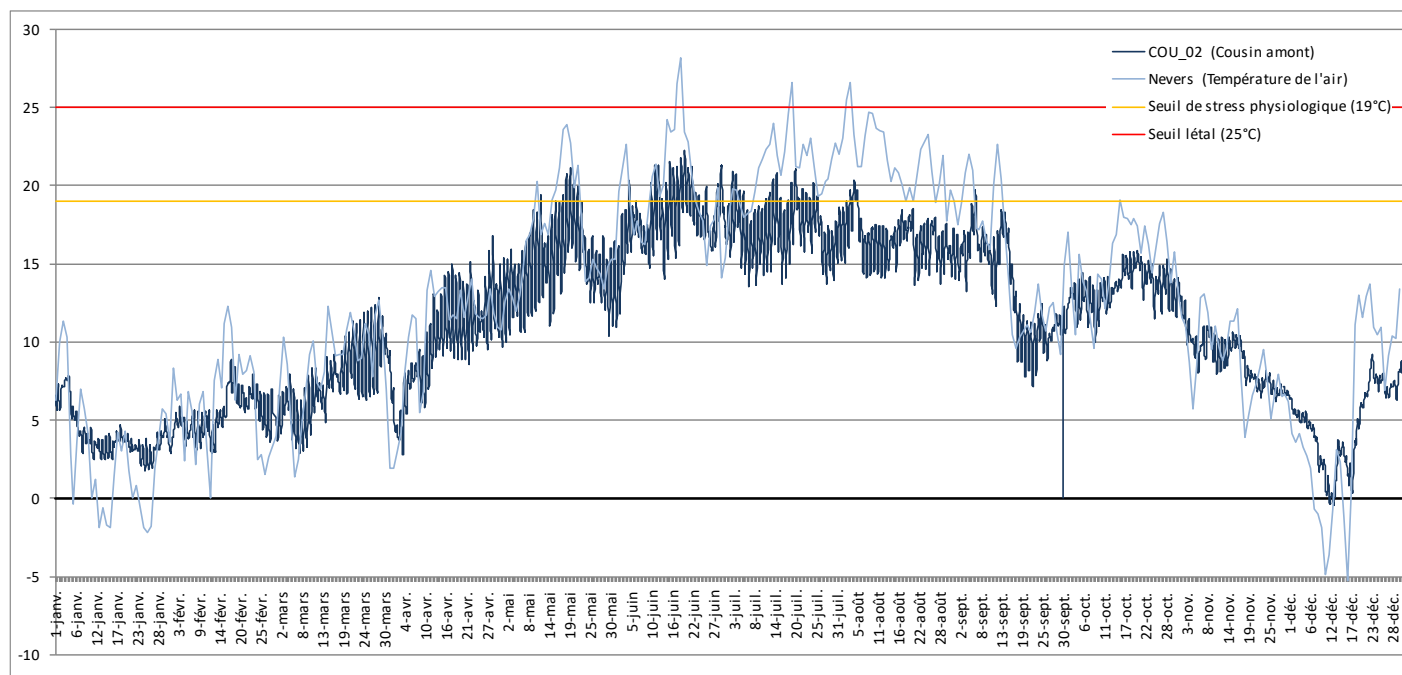


Figure 41 : Evolution des températures instantanées de la station COU_02 durant l'année 2022

Tableau 16 : Récapitulatif des différentes métriques analysées sur COU_02

COU_02		2021	2022
Données générales	Tmin	1,72 °C	-0,45 °C
	Tmax	20,75 °C	22,23 °C
	Tmj min	2,17 °C	0,04 °C
	Tmj max	18,83 °C	20,31 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	17,02 °C	18,14 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	116 h	419 h
	Nseq Ti > 19	18	47
	Nmax Tic > 19	12 h	32 h
Seuil létal	Nti ≥ 25	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/

Les températures enregistrées en 2022 montrent des dépassements des seuils de stress physiologiques de la truite bien plus importants qu'en 2021. Le plus long a duré 32h, presque 3 fois plus qu'en 2021. Au total c'est 419h passées au-dessus du seuil de stress physiologique. La température létale reste loin avec une température maximale enregistrée à 22,23°C mais l'eau a déjà été suffisamment chaude pour affecter le développement des juvéniles, comme en témoigne la Tm30j max calculée à 18,14°C.

Les températures minimales sont descendues très bas en décembre, avec une température minimale relevée négative (-0,45°C), indiquant le gel probable de la sonde.

La température moyenne journalière minimale est quasiment de 0°C. Il est donc possible que le développement des œufs ait été impacté

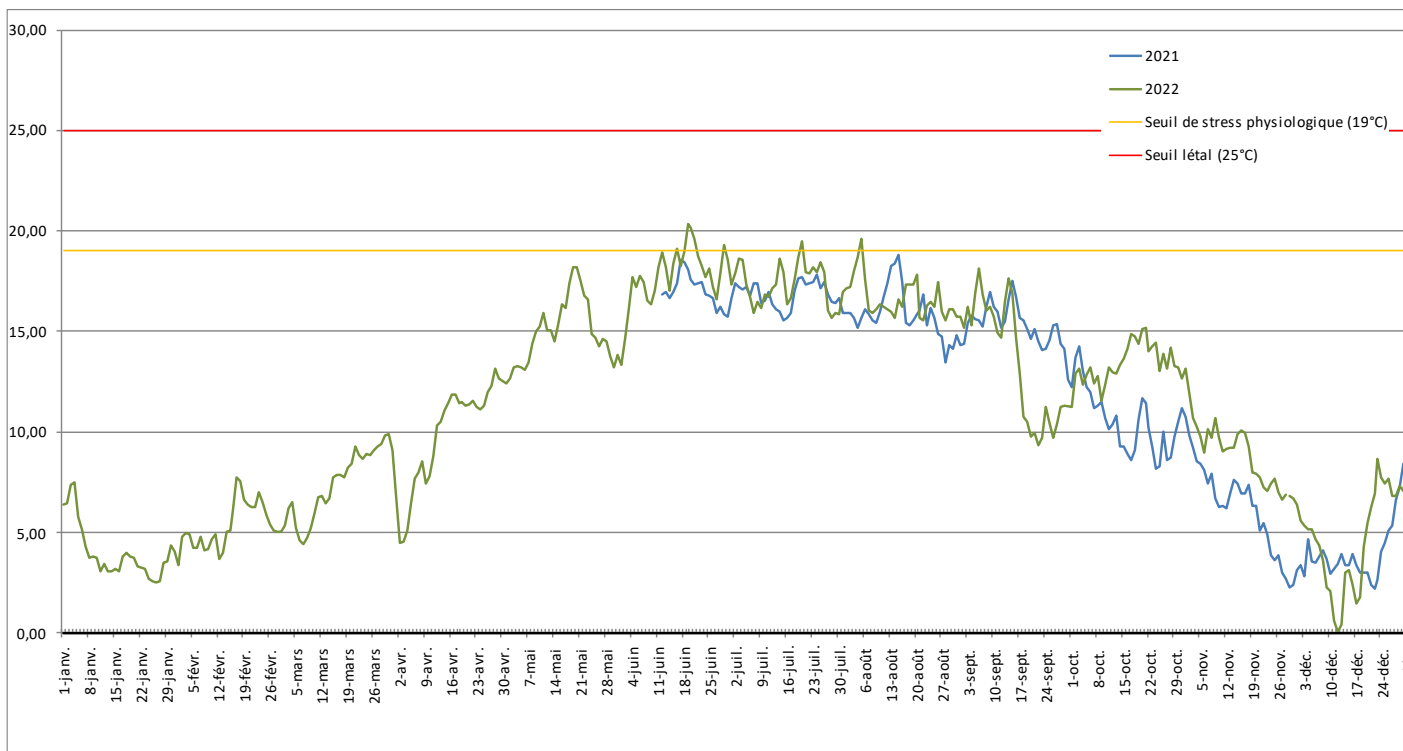


Figure 42 : Comparaison des températures moyennes journalières de la station COU_02 de 2021 et 2022

La figure ci-dessus montre bien des pics plus nombreux et plus importants de température en 2022 qu'en 2021.

◇ *Comparaison des stations du bassin versant du Cousin*

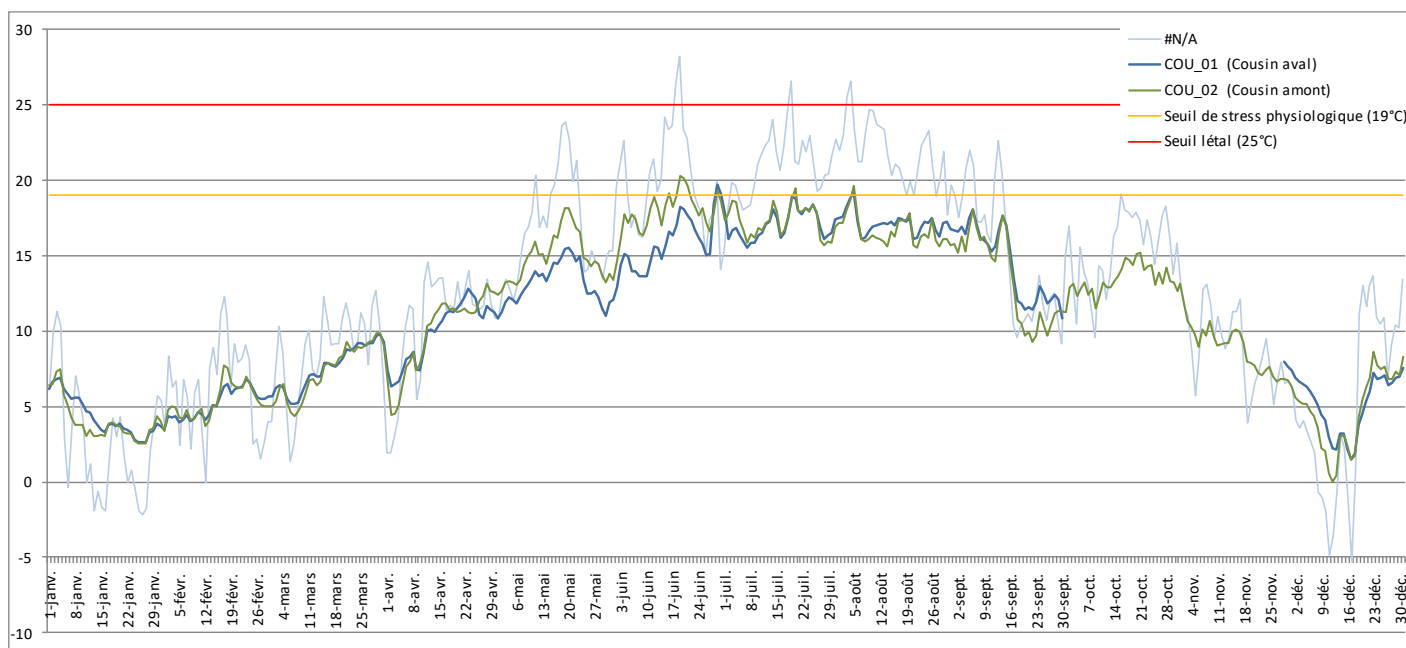


Figure 43 : Comparaison des températures moyennes journalières de l'air et des stations COU_01 et COU_02 durant l'année 2022

La comparaison des données des 2 stations (Figure 41) montre des différences d'évolutions des températures de l'eau entre l'amont et l'aval du lac.

Les températures sont similaires et évoluent conjointement du début de l'année jusqu'à la fin avril. La température du Cousin amont augmente ensuite plus vite que celle du Cousin aval jusqu'à être plus chaude d'environ 2 à 2,5°C en moyenne au mois de juin.

Du 27 juin au 9 août, les températures sont quasiment identiques sur les 2 stations.

A partir du 9 août, la température du Cousin est plus chaude à l'aval qu'à l'amont du lac, tout en restant en dessous des 19°C sur les deux stations.

Il est à noter que la chute de la température de l'air le 19 septembre entraîne à la fois la chute de la température de l'eau à l'amont et à l'aval du lac, même si elle est un peu moins marquée à l'aval.

Tableau 17 : Comparaison des différentes métriques des stations COU_01 et COU_02 en 2021 et 2022

Année suivi		2021		2022	
Code station		COU_01	COU_02	COU_01	COU_02
Données générales	Tmin	2,1 °C	1,72 °C	0,80 °C	-0,45 °C
	Tmax	19,13 °C	20,75 °C	21,49 °C	22,23 °C
	Tmj min	2,42 °C	2,17 °C	1,52 °C	0,04 °C
	Tmj max	17,9 °C	18,83 °C	19,72 °C	20,31 °C
Préferendum thermique	Tm30j max	16,83 °C	17,02 °C	17,45 °C	18,14 °C
Seuil de stress physiologique	Nti > 19	2 h	116 h	114 h	419 h
	Nseq Ti > 19	1	18	11	47
	Nmax Tic > 19	2 h	12 h	28 h	32 h
Seuil léthal	Nti ≥ 25	/	/	/	/
	Nseq Ti ≥ 25	/	/	/	/
	Nmax Tic ≥ 25	/	/	/	/

En 2021 comme en 2022, les dépassements des valeurs seuils de stress physiologiques de la truite sont plus importants sur la station COU_02, à l'amont du lac, que sur la station COU_01 à l'aval.

Les écarts de températures entre les minimales et les maximales sont moins importants à l'aval qu'à l'amont du lac. Le lac semble donc tamponner quelque peu les variations de températures, bien que les variations de température de l'air soient toujours très influentes sur la température de l'eau à l'aval, comme le montre la chute de température observée en septembre.

4 Conclusion

La température de l'eau des affluents de l'Yonne et de la Cure est très influencée par la température de l'air. Lors d'années aux périodes estivales très chaudes et prolongées, comme en 2022, il peut y avoir des conséquences néfastes sur les peuplements piscicoles des cours d'eau, dominées par la truite fario, et en particulier pour les juvéniles.

Tous les cours d'eau n'ont pas la même capacité à tamponner les températures très chaudes ou très fraîches. En fonction de leurs liens avec une éventuelle nappe d'accompagnement, certains cours d'eau présentent une plus grande résistance aux changements de température que les autres, c'est notamment le cas du Beuvron et du Sauzay.

Sur le département, la température des cours d'eau peut être un frein important au développement et au maintien d'une population de truite fario, même dans le Morvan, sur de petits cours d'eau, qui sont pourtant en contexte salmonicole. C'est notamment le cas de l'Anguison et de l'Armanche amont.