

SUIVI THERMIQUE DE DEUX PETITS AFFLUENTS DE LA SAÔNE : LE RUISSEAU DE SENNECEY ET LE BIEF DE MERDERY



De juin 2024 à janvier 2025

Février 2025



Fédération de Saône-et-Loire pour la
Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

123 rue de Barbentane, 71000 MACON
www.peche-saone-et-loire.fr

SOMMAIRE

Introduction.....	3
1 Objet de l'étude.....	4
1.1 Contexte général.....	4
1.1.1 Le réchauffement climatique et ses conséquences	4
1.1.2 Des pressions anthropiques qui accentuent le réchauffement.....	4
1.1.3 La température, un élément prépondérant pour les poissons.....	5
1.2 Contexte local, objectifs de l'étude.....	6
2 Protocole du suivi.....	6
2.1 Suivi thermique des cours d'eau	6
2.2 Analyse des variables météorologiques et hydrologiques	8
2.3 Analyse des données thermiques	8
3 Résultats.....	9
3.1 Températures au cours de l'été 2024	9
3.2 Régime thermique des cours d'eau étudiés au cours de l'été 2024.....	9
3.2.1 Paramètres de thermie généraux	9
3.2.2 Estimation de l'impact sur les populations piscicoles.....	10
Conclusion	11
Références.....	12
Annexes	13

Introduction

La Communauté de Communes Entre Saône et Grosne a lancé en 2024 une étude pré-opérationnelle de restauration des milieux humides et cours d'eau sur deux rivières s'écoulant sur les communes de Sennecey-le-Grand et de Gigny-sur-Saône : le ruisseau de Sennecey et le Bief de Merdery. Elle fait suite à une première analyse réalisée en 2018 par l'EPTB Saône et Doubs qui mettait en avant le besoin d'agir pour l'amélioration de la qualité morphologique du réseau hydrographique. Le SDAGE 2022-2027 intègre dans son programme de mesure des actions sur le secteur d'étude et en particulier sur la Noue (aménagement de ripisylve et de berges, diversification des habitats) et l'aménagement d'ouvrages qui contraignent la continuité écologique aux confluences avec la Saône (ROE12652 et 19766).

Parmi toutes les altérations qui affectent la qualité écologique de ces rivières, l'altération du régime thermique des cours d'eau est souvent une problématique importante pour le bon déroulement du cycle écologique de certaines espèces de poissons telles que la truite commune et certaines de ses espèces accompagnatrices (chabot, ...).

Ainsi, la Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique a souhaité accompagner la Communauté de communes en réalisant un suivi de la température des cours d'eau étudiés entre juin 2024 et janvier 2025. Ce suivi complètera le diagnostic complet réalisé par PCM Ingénierie et aidera ainsi à la définition du programme d'action à mener sur ce territoire.

1 Objet de l'étude

1.1 Contexte général

1.1.1 Le réchauffement climatique et ses conséquences

Le réchauffement climatique est aujourd’hui avéré et reconnu par l’ensemble de la communauté scientifique. L’ensemble des espèces et des écosystèmes sont exposés à ce phénomène mais les poissons d’eau douce étant des animaux dont la température interne varie avec celle du milieu (ectothermes), ils sont particulièrement affectés. Si certaines de ces espèces pourraient s’adapter (sélection de la physiologie et de traits de vie adaptés), d’autres pourraient voir à terme leur aire de répartition évoluer (sachant que la dispersion des poissons est compliquée car ils ne peuvent se disperser au-delà du bassin dans lequel ils se trouvent) ou pourraient disparaître.

D’après Keith et al. (2020), les impacts du changement climatiques sur les populations piscicoles sont déjà perceptibles avec une tendance au remplacement des espèces d’eau froides (truite fario, lamproie de Planer, chabot, ...) par des espèces plus tolérantes d’un point de vue thermique (barbeau fluviatile, chevesne, ...). Les projections réalisées par la communauté scientifique pour les années 2051/2080 montrent une accentuation importante de ces évolutions déjà constatées.



PHOTOGRAPHIE 1 : TRUITE COMMUNE, UNE ESPECE STENOTHERME D'EAU FROIDE

1.1.2 Des pressions anthropiques qui accentuent le réchauffement

Si le réchauffement climatique terrestre explique déjà pour partie la hausse des températures des eaux des ruisseaux et rivières, certaines pressions d’origine anthropiques jouent aussi un rôle prépondérant dans l’augmentation de la température de l’eau des cours d’eau en période estivale.

Ainsi, lorsque les cours d’eau sont dépourvus de ripisylve, ils sont directement exposés aux rayons du soleil et la température de l’eau peut monter très rapidement en été. Les plus petits cours d’eau, où les hauteurs d’eau sont les plus faibles, sont les plus sensibles aux effets de l’ensoleillement direct. Par contre, pour la même raison, la température redescend très vite la nuit pour retrouver des valeurs proches de la température de l’air. En cas d’absence de ripisylve sur un petit cours d’eau, on observe donc de fortes amplitudes thermiques journalières. Cet effet a tendance à diminuer sur les cours d’eau plus grand : la hauteur d’eau plus importante rend ces cours d’eau moins sensible à l’ensoleillement direct.

Suivi thermique de deux petits affluents de la Saône : le ruisseau de Sennecey et le bief de Merdery, de juin 2024 à janvier 2025

En Saône-et-Loire, on retrouve cette absence de ripisylve le plus souvent en zone prairiale, mais aussi parfois en zone urbaine, à proximité d'habitations, dans des secteurs où la végétation est régulièrement entretenue.

De même, les plans d'eau (étangs, retenues de barrages sur cours d'eau, ...) accentuent généralement la température de l'eau des cours d'eau en aval, en particulier lorsqu'ils sont directement implantés sur les cours d'eau. Peu ombragés, ces plans d'eau sont directement exposés à l'ensoleillement et à la faveur de hauteurs d'eau souvent modestes, les températures dépassent souvent largement 30 °C en période estivale. Mais en raison de la « masse d'eau » importante des plans d'eau, la température de l'eau baisse souvent assez peu la nuit. Ainsi, l'eau des plans d'eau est plus chaude aussi bien le jour que la nuit mais l'amplitude thermique journalière est plus faible que dans les cours d'eau en raison de l'effet tampon de leur masse d'eau.

Enfin, d'autres facteurs qui influent sur les débits des cours d'eau contribuent aussi indirectement au réchauffement de l'eau des cours d'eau : le drainage superficiel des prairies et des massifs forestiers, le drainage souterrain des zones de culture, l'imperméabilisation des sols, ...

1.1.3 La température, un élément prépondérant pour les poissons

Elément prépondérant de la répartition des espèces piscicoles, la température de l'eau doit être finement étudiée pour délimiter les zones de vie de chaque espèce. La température joue en effet un rôle fondamental sur la dynamique des populations puisque chaque espèce piscicole et chaque stade de développement (œufs, larves, juvéniles, adultes) possèdent un optimum thermique propre.

Les poissons ont souvent des exigences très strictes vis-à-vis de ce paramètre physique des eaux. Pour ces espèces, les dangers sont liés essentiellement à une élévation excessive des températures estivales. Ainsi, pour la plupart des espèces de poissons d'eau douce, une plage de température optimale existe et a été définie pour chaque espèce. Au-delà de cette plage, les poissons entrent dans une zone de résistance (ils ne s'alimentent plus, se déplacent moins, sont dans un état de stress physiologique, ...). Pour chacune des espèces, une plage de résistance a ainsi été définie. Au-delà de cette zone de résistance, le seuil létal est atteint.

Au-delà de l'échelle individuelle, les valeurs influençant la réponse globale à long terme des populations piscicoles sont à évaluer sur des périodes plus longues via le calcul de la moyenne des températures moyennes journalières sur les 30 jours consécutifs les plus chauds ($Tm30jr$). Ce paramètre est classiquement utilisé pour la truite fario une espèce sténotherme d'eau froide très exigeante vis-à-vis de la température de l'eau.

La température a également un effet indirect sur d'autres paramètres physico-chimiques (oxygénation ...), sur les invertébrés benthiques et sur les agents pathogènes.

1.2 Contexte local, objectifs de l'étude

Cette problématique du réchauffement de la température de l'eau des cours d'eau est omniprésente sur le département de Saône-et-Loire. Dans le cadre de cette étude, la mise en place d'un suivi thermique sur le ruisseau de Sennecey et sur le bief de Merdery a été décidée afin :

- de connaître le régime thermique des rivières de ces deux cours d'eau,
- de mesurer l'impact des températures estivales sur les peuplements piscicoles,

Les résultats de ce suivi seront utilisés pour orienter les actions de restauration des cours d'eau mises en œuvre par la communauté de communes.

2 Protocole du suivi

2.1 Suivi thermique des cours d'eau

Pour le suivi thermique des cours d'eau, 8 enregistreurs thermiques ont été disposés sur les cours d'eau étudiés (cf. Carte 1, Tableau 1) :

- 3 sur le ruisseau de Sennecey,
- 1 sur la Noue,
- 3 sur le Bief de Merdery et 1 sur son affluent, le ruisseau de Vers.

Il s'agit d'enregistreurs de type HOBO UA-001-64 (HOBO Pendant Temp Logger – 64 K, plage : -20 °C à +70 °C). Ils ont été immergés dans des zones calmes et profondes, à l'abri des rayons directs du soleil.



PHOTOGRAPHIE 2 : SONDE DE MESURE DE LA TEMPERATURE ET SA BASE DE TRANSFERT (USB).

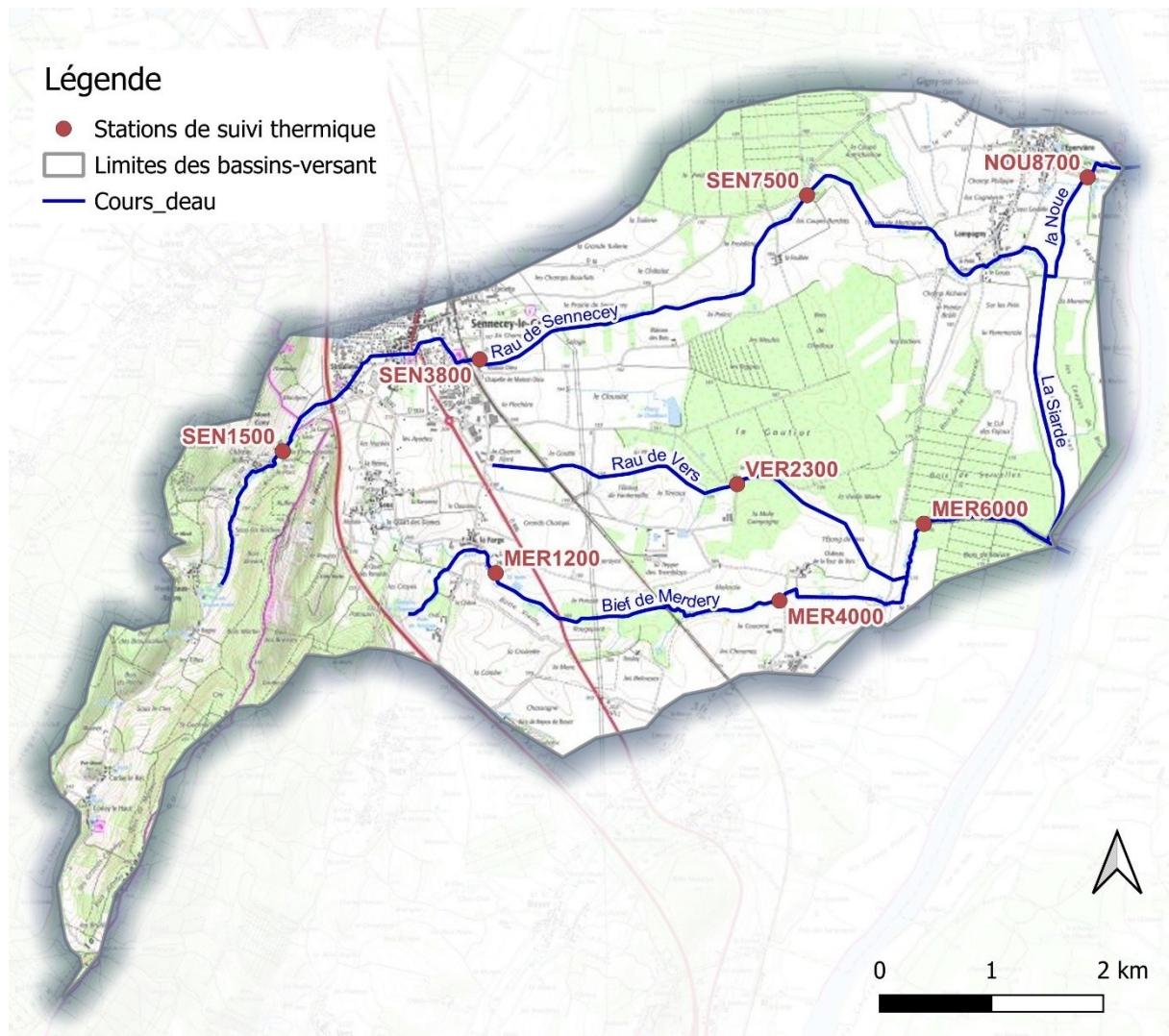
Les températures ont été prises avec un pas de temps d'une heure sur une période s'étalant du 15 juin 2024 au 15 janvier 2025.

Sur l'ensemble des sondes disposées, 2 ont été exondées en raison de l'assèche de deux ruisseaux : la partie amont du ruisseau de Sennecey et le ruisseau de Vers.

Suivi thermique de deux petits affluents de la Saône : le ruisseau de Sennecey et le bief de Merdery, de juin 2024 à janvier 2025

TABLEAU 1 : LISTE DES STATIONS DE MESURE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU

Cours d'eau	Codes station	Commune	Coordonnées Lambert 93 (en m)		Distance à la source (en m)	Périodes d'assec (sonde exondée)
			X	Y		
Ruisseau de Sennecey	SEN1500	Sennecey-le-Grand	841827.325	6616150.309	1500	du 12/07/24 au 12/09/24
	SEN3800		843585.166	6616971.621	3800	
	SEN7500		846509.777	6618438.774	7500	
Bief de Merdery	MER1200	Sennecey-le-Grand	849016.633	6618599.468	1200	
	MER4000		845886.108	6615856.584	4000	
	MER6000		843728.71	6615061.532	6000	
Ruisseau de Vers	VER2300		846263.468	6614814.724	2300	du 25/07/24 au 03/09/24
La Noue	NOU8700	Gigny-sur-Saône	847553.453	6615502.521	8700	



CARTE 1 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU

2.2 Analyse des variables météorologiques et hydrologiques

Le régime thermique estival des cours d'eau est étroitement lié aux variables météorologiques et hydrologiques. Avant d'analyser les températures de l'eau des cours d'eau, il est donc important de décrire les conditions météorologiques de l'été. Ainsi, les bulletins régionaux de Météo France ont été utilisés.

2.3 Analyse des données thermiques

Les données récupérées par les enregistreurs thermiques ont tout d'abord été vérifiées. En effet, pour des raisons d'ensablements ou de mise hors d'eau, les valeurs enregistrées peuvent être anormales et non représentatives de la température de l'eau de la rivière.

Après la phase de validation, les données brutes ont été traitées grâce à une macro Excel appelée « Macmasalmo » développée par la Fédération de pêche de Haute Savoie (<http://www.pechahautesavoie.com/wp-content/uploads/2012/01/MANUEL-DUTILISATION-MACMA-V1.0.pdf>) afin de calculer différentes valeurs de référence :

- **T_i max** : température instantanée maximale,
- **Ajmax T_i** : amplitude thermique journalière maximale.
- **T_{m 30j max}** : température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds.

Ces résultats seront analysés pour observer les stations les plus chaudes, les plus fraîches, l'évolution de la température entre les stations amont et les stations aval, ...

Les résultats seront ensuite analysés en utilisant le préférendum thermique de 6 espèces de poissons : la truite fario, le chabot, le vairon, 3 espèces d'eaux froides ; le spirlin, le barbeau fluviatile et la vandoise, 3 espèces sensibles mais tolérant des valeurs de températures plus élevées en période estivale.

Pour cela, les gammes de températures proposées par Tissot et Souchon (2010) ont été utilisées. Pour chacune des espèces étudiées, ces auteurs ont proposé 3 plages de température :

- une plage de température optimale, qui correspond à la zone de confort des poissons,
- une plage de température de résistance : gamme de température où les poissons ne peuvent plus s'alimenter, se déplacent moins, sont dans un état de stress physiologique, ...
- le seuil léthal, au-delà duquel les poissons meurent.

Espèces	Température en °C		
	Gamme optimale	Zone de résistance	Zone létale
Spirlin	[12-24[	[24-27[	≥ 27
Vandoise	[10-25[	[25-32[	≥ 32
Barbeau fluviatile	[10-24[	[24-32[	≥ 32
Chabot	[2-17[	[17-28[	≥ 28
Vairon	[13-25[	[25-31[	≥ 31
Truite fario	[4-19[	[19-25[	≥ 25

TABLEAU 2 : GAMME DES TEMPERATURES OPTIMALES, DE RESISTANCE ET LETALES POUR CHAQUE ESPECE (TISSOT ET SOUCHON, 2010)

Sur chaque station, et pour chaque espèce, on vérifiera à quelle gamme de température maximale les poissons ont dû faire face au cours de l'été 2024.

3 Résultats

3.1 Températures au cours de l'été 2024

D'après les bulletins climatiques de Bourgogne-Franche-Comté (METEO France, 2024), le début d'été (de mai à juillet) a été, sur le plan des températures, conforme aux valeurs de saison. Les premières chaleurs apparues fin juillet se sont poursuivies en août. Ce mois se plaçant ainsi juste au pied du podium (4^{ème}) des mois d'août les plus chauds en Bourgogne-Franche-Comté depuis 25 ans.

Le trimestre septembre-octobre-novembre fait ressortir un automne 2024 plus doux qu'à l'accoutumée : le 9^{ème} automne le plus doux observé depuis 1947.

Après six années d'affilée marquées par un début d'hiver plus chaud que la normale, le mois de décembre 2025 est en revanche conforme à la statistique.

3.2 Régime thermique des cours d'eau étudiés au cours de l'été 2024

3.2.1 Paramètres de thermie généraux

Au cours de l'été 2024, de fortes variations de la température instantanée maximale ont été mises en évidence sur les cours d'eau étudiés (cf. Figure 1, 2 et 3) : un minimum de 22.6°C a été observé sur les stations médianes du Bief de Merdery (MER4000) et du ruisseau de Sennecey (SEN3800) et un maximum de 30.4°C sur la station amont du ruisseau de Merdery (MER1200).

De même, au cours des 30 jours consécutifs les plus chauds et sur les stations où la chronique de mesure est complète, la température moyenne des cours d'eau varie entre 19.25 °C sur la station médiane du ruisseau de Sennecey (SEN3800) et 23.42 °C sur la Noue (NOU8700).

Enfin, les amplitudes thermiques journalières maximales varient elles aussi de manière importante avec un minimum de 3 °C sur la station médiane du Bief de Merdery (MER400) et un maximum de 11.7 °C sur la station amont de ce bief (MER1200).

Ces résultats montrent clairement que le Bief de Merdery et le ruisseau de Sennecey présentent des températures élevées en période estivale dès l'amont (MER1200 et SEN1500). Les faibles débits de ces ruisseaux l'été associés à une ripisylve absente expliquent ce résultat. Les fortes amplitudes thermiques observées en période estivale sur ces ruisseaux confirment leur sensibilité à l'ensoleillement.

La température estivale baisse ensuite nettement sur les stations médianes (MER400 et SEN3800) : ce résultat étonnant est sans doute à mettre en relation avec des résurgences d'eaux souterraines qui refroidissent le cours d'eau. Les très faibles amplitudes thermiques observées sur ces stations tout au long de la période de mesure confirment les apports hydriques issus de résurgence qui tamponnent la température de l'eau aussi bien en été qu'en hiver.

Suivi thermique de deux petits affluents de la Saône : le ruisseau de Sennecey et le bief de Merdery, de juin 2024 à janvier 2025

Sur les stations aval enfin, la température de l'eau augmente progressivement dans une logique amont/aval plus habituelle. Celle-ci s'explique notamment par une ripisylve quasi-absente. Si la Noue est la station la plus chaude de ce secteur avec une température moyenne des 30 jours les plus chauds de 23.42 °C, le ruisseau de Sennecey (SEN7500) reste cependant relativement frais avec une température moyenne des 30 jours les plus chauds dépassant à peine 20°C : cette station semble encore très influencée par des apports de nappe (amplitude thermique très faible).

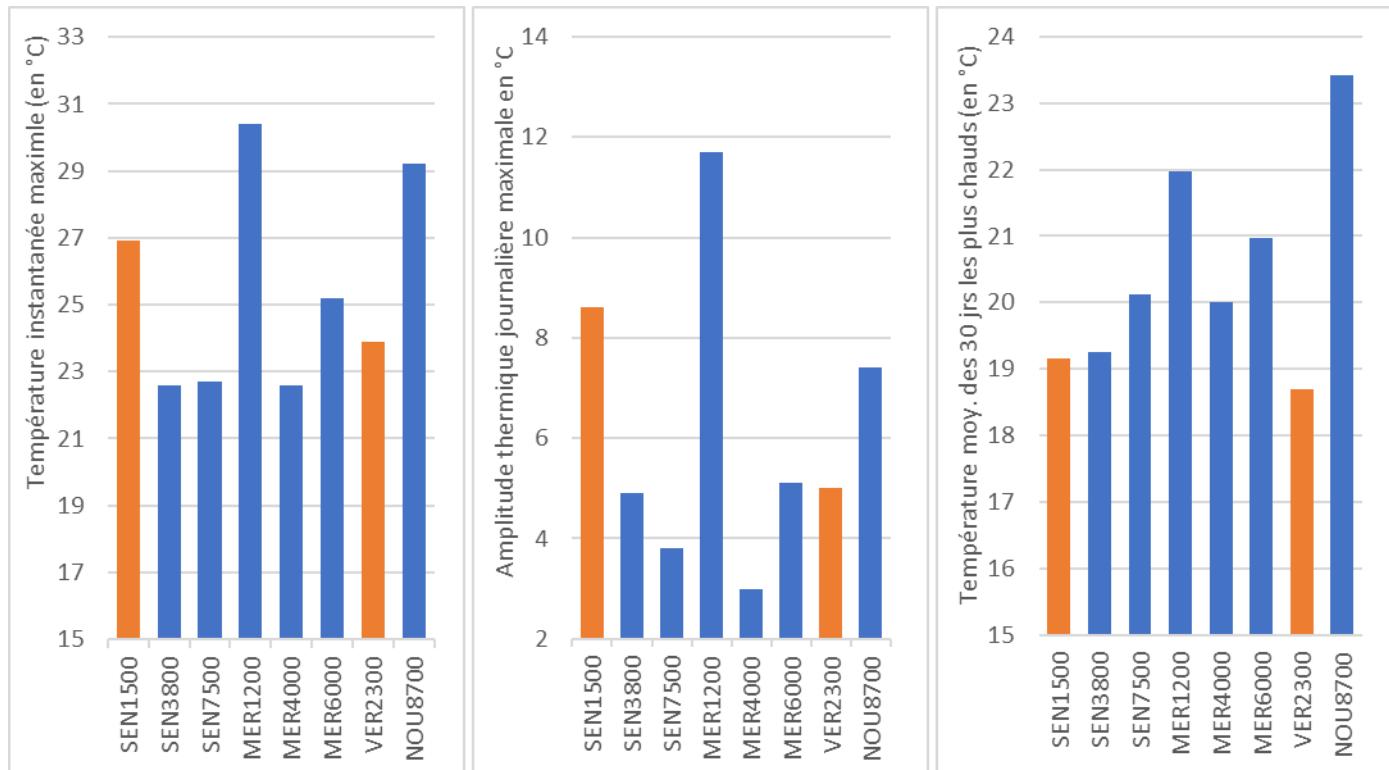


FIGURE 1, FIGURE 2, FIGURE 3 : PARAMETRES DE THERMIE GENERAUX : TEMPERATURE INSTANTANEE MAXIMALE, AMPLITUDE THERMIQUE JOURNALIERE MAXIMALE ET TEMPERATURE MOYENNE DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS (EN ORANGE : CHRONIQUE DE MESURE PARTIELLE)

3.2.2 Estimation de l'impact sur les populations piscicoles

Si on compare les préférendums thermiques des différentes espèces de poissons (cf. Tableau 2) avec les températures mesurées sur les cours d'eau étudiés au cours de l'été 2024 (cf. Figures 1, 2 et 3 et Annexes), la truite fario et le chabot, deux espèces appréciant les eaux froides, sont les plus impactées par les fortes températures observées.

Le seuil létal fixé à 25 °C pour la truite fario est en effet dépassé en température instantanée sur 3 des 6 stations où la chronique de mesure est complète : MER1200, MER6000 et NOU8700. Sur l'ensemble des stations étudiées, la température moyenne des 30 jours les plus chauds était dans des gammes de température correspondant à la zone de résistance des truites fario.

La situation est similaire pour le chabot, même si le seul létal fixé à 28 °C, n'est atteint que sur la Noue et sur la station amont du bief de Merdery (MER1200).

La situation sur ces cours d'eau est nettement plus favorable pour le spirlin, où les valeurs de température moyenne des 30 jours les plus chauds correspondent à la gamme optimale pour

cette espèce. La valeur létale de 27 °C est néanmoins atteinte sur la station amont du ruisseau de Merdery et sur la Noue.

Enfin, concernant la vandoise et le barbeau fluviatile, les valeurs de températures sont globalement favorables à ces espèces même si les valeurs instantanées peuvent dépasser ponctuellement la gamme optimale et entrer dans des valeurs correspondant à la zone de résistance.

Conclusion

Le suivi thermique du ruisseau de Sennecey et du bief de Merdery est une première approche pour mieux cerner le régime thermique des milieux aquatiques de ces bassins.

Dans un contexte généralisé de réchauffement climatique, le bon état des populations les plus sensibles dépendra en grande partie de la capacité des cours d'eau à conserver des eaux fraîches.

Ce suivi thermique réalisé notamment lors de l'été 2024, caractérisé par un mois d'août relativement chaud (4^{ème} rang des étés les plus chauds depuis 25 ans en Bourgogne - Franche-Comté) a montré que les cours d'eau étudiés avaient un régime thermique très différent :

- Les stations implantées sur les cours d'eau en tête de bassin-versant se révèlent être les plus sensibles aux élévations de température avec de fortes valeurs estivales et des amplitudes thermiques élevées. Les faibles débits (zone de source), associés au manque de ripisylve pourraient expliquer ce résultat,
- Alors que les cours d'eau se réchauffent habituellement en s'écoulant vers l'aval, Les stations médianes sont dans ce bassin plus fraîches et présentent des amplitudes thermiques plus limitées. Des arrivées d'eau souterraines pourraient expliquer ce résultat.
- Les stations aval se réchauffent ensuite progressivement, la Noue étant la plus chaude de ce bassin. Cette évolution amont aval est plus habituelle : elle s'explique notamment par une ripisylve quasi-absente.

Les conditions de température observées sur ces cours d'eau est clairement défavorable aux espèces piscicoles les plus sensibles comme la truite fario et chabot. Les conditions conviennent en revanche à des espèces comme le spirlin, la vandoise et le barbeau fluviatile.

Si le changement climatique explique en partie les fortes températures observées en période estivale, les pressions telles que le manque de ripisylve ou la dégradation physique des cours agravent largement le dysfonctionnement du régime thermique des cours d'eau étudiés. Agir sur ces pressions permettrait d'améliorer le fonctionnement écologique des rivières du bassin et de limiter les impacts de la hausse des températures de l'air en période estivale.

Références

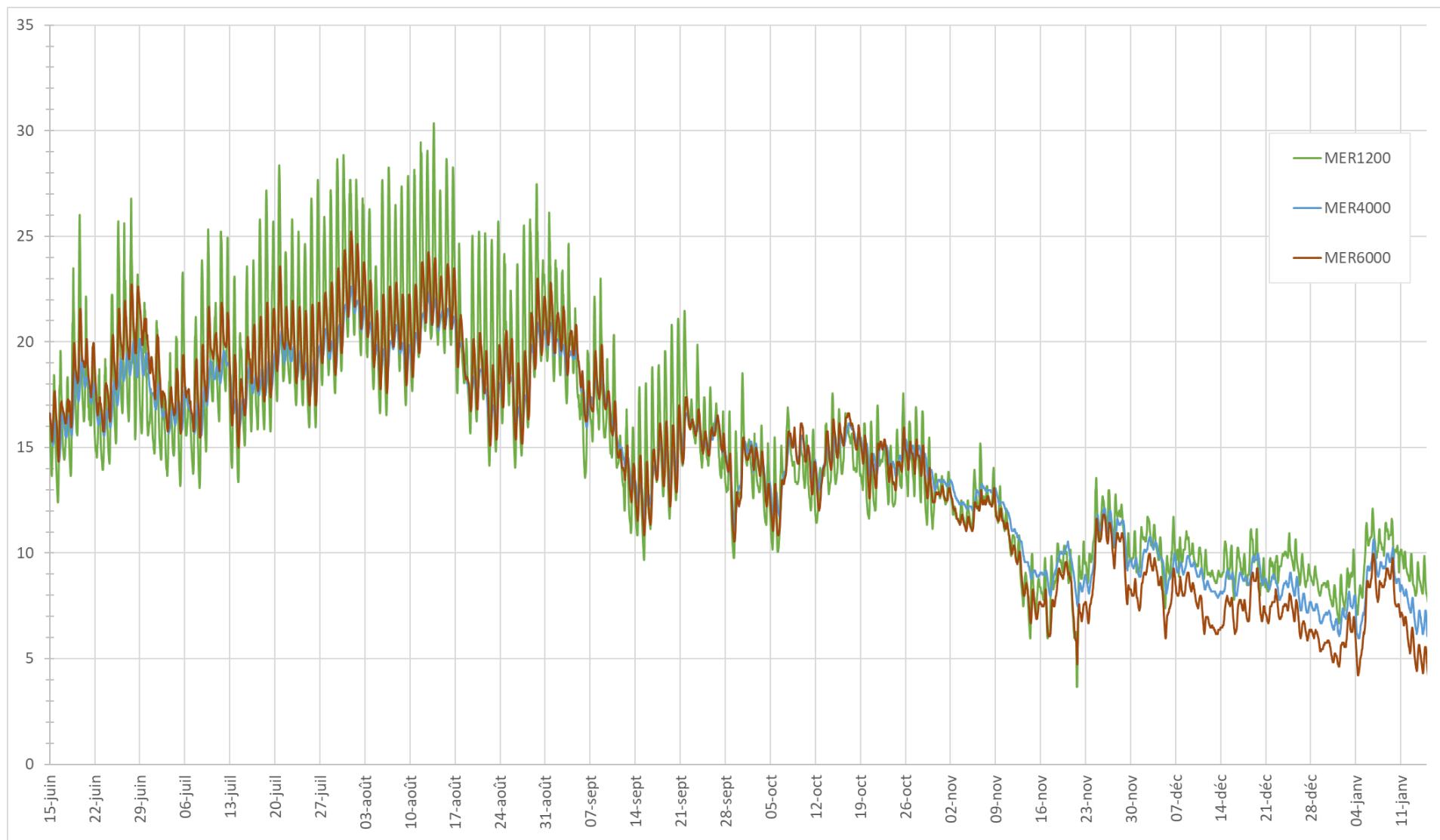
KEITH PH, POULET N., DENYS G., CHANGEUX TH., FEUNTEUN E., PERSAT H. (2020). Les Poissons d'eau douce de France, 2^{nde} édition. Biotope Editions, MNHN. 704p.

Macro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques Salmonicoles. Version 1.0, mars 2010. Fédération de Haute Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique.

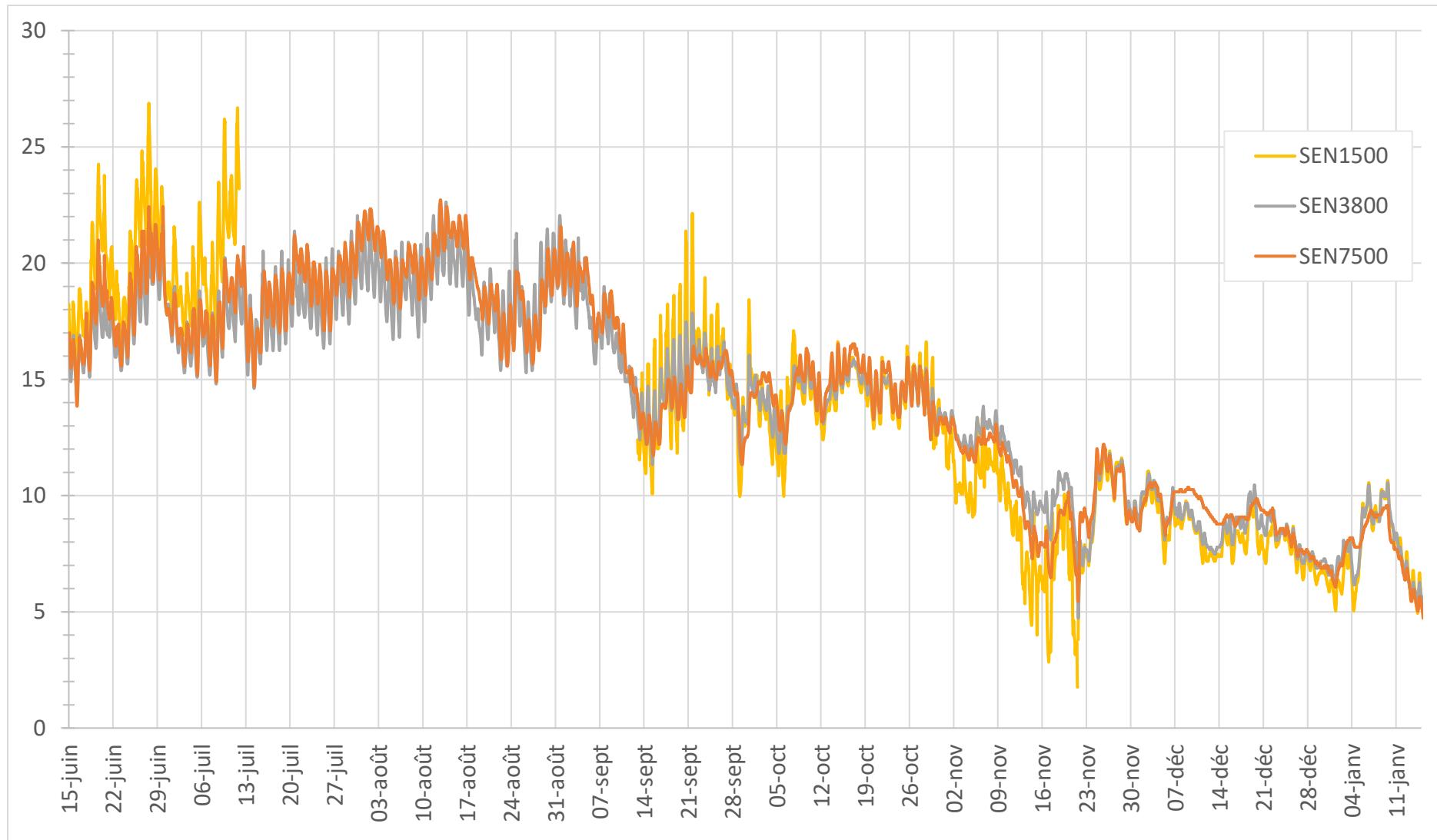
METEOFRANCE (2024). Bulletin climatologique mensuel régional. Juin 2024 à décembre 2024.

TISSOT L., SOUCHON Y. (2010). Synthèse des tolérances thermiques des principales espèces de poissons des rivières et fleuves de plaine de l'ouest européen.

Annexes

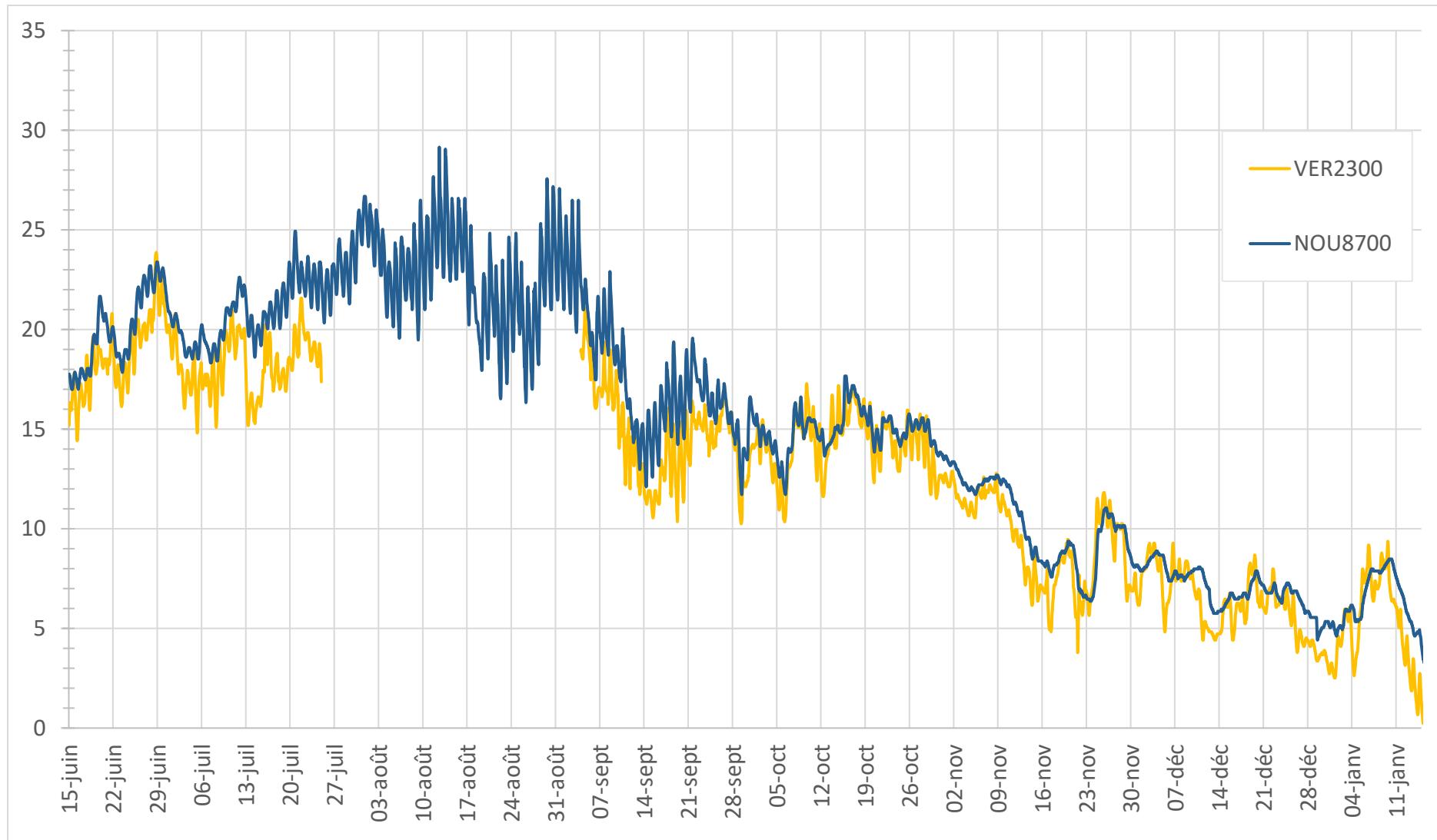


Suivi thermique de deux petits affluents de la Saône : le ruisseau de Sennecey et le bief de Merdery, de juin 2024 à janvier 2025



EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DE L'EAU LE RUISSÉAU DE SENNECEY DU 15 JUIN 2024 AU 15 JANVIER 2025

Suivi thermique de deux petits affluents de la Saône : le ruisseau de Sennecey et le bief de Merdery, de juin 2024 à janvier 2025



EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DE L'EAU SR LE RUISEAU DE VERS ET SUR LA NOUE DU 15 JUIN 2024 AU 15 JANVIER 2025