

SUIVI THERMIQUE DES RIVIERES DES BASSINS DE LA GANDE ET DU BRENNON AU COURS DE L'ÉTÉ 2023

*Étude préalable au Contrat des rivières du
bassin de la Grosne*



SUIVI THERMIQUE DES RIVIERES DES BASSINS DE LA GANDE ET DU BRENNON AU COURS DE L'ÉTÉ 2023



*Étude préalable au Contrat des rivières du
bassin de la Grosne*

Rédaction :
Julien MAUPOUX

Relecture : Camille Marcon
Réalisé en collaboration avec l'EPAGE Grosne

Etude réalisée avec le concours financier de l'Agence de l'Eau Rhône-
Méditerranée & Corse et de la Fédération Nationale pour la Pêche en France

Octobre 2024

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

123 rue de Barbentane, 71000 MACON

SOMMAIRE

Introduction.....	4
Résumé.....	5
1 Objet de l'étude.....	6
1.1 Contexte général	6
1.1.1 Le réchauffement climatique et ses conséquences.....	6
1.1.2 Des pressions anthropiques qui accentuent le réchauffement.....	6
1.1.3 La température, un élément prépondérant pour les poissons.....	7
1.2 Contexte local, objectifs de l'étude	7
2 Protocole du suivi.....	8
2.1 Recensement des pressions anthropiques sur le régime thermique des cours d'eau	8
2.2 Suivi thermique des cours d'eau	10
2.3 Analyse des variables météorologiques et hydrologiques.....	14
2.4 Analyse des données thermiques.....	14
3 Résultats.....	16
3.1 Caractéristiques hydrologiques et météorologiques de l'été 2023	16
3.1.1 Caractéristiques hydrologiques de l'été 2023	16
3.1.2 Caractéristiques météorologiques	17
3.2 Pressions pouvant influencer sur la température de l'eau en période estivale	19
3.2.1 L'état de la ripisylve.....	19
3.2.2 La présence de plans d'eau	19
4 Métabolisme thermique des cours d'eau étudiés au cours de l'été 2023	22
4.1 Les cours d'eau du bassin du Brennon	22
4.2 La Gande	27
4.3 La Grande Rivière.....	29
4.4 Les petits affluents du bassin de la Gande	37
5 Discussions, propositions d'actions	39
5.1 Discussion sur les résultats obtenus.....	39
5.2 Propositions d'actions pour le bassin de la Gande.....	39
5.3 Propositions d'actions pour le bassin du Brennon.....	41
Conclusion	43
Annexes.....	44
Références.....	45

Introduction

La Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique participe activement avec l'EPAGE Grosne à l'étude et la restauration des ruisseaux et rivières du bassin de la Grosne et de son principal affluent la Guye.

Parmi toutes les altérations qui affectent la qualité écologique des rivières du bassin de la Grosne, l'altération du métabolisme thermique des cours d'eau peut être une des problématiques importantes au bon déroulement du cycle écologique de certaines espèces de poissons telles que la truite commune et certaines de ses espèces accompagnatrices (chabot, lamproie de Planer, ...).

Dans ce contexte, la Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique a lancé en 2023 un suivi de la température des cours d'eau des bassins-versants de deux affluents de la Guye : le Brennon et la Gande.

Des sondes de mesure de la température de l'eau ont ainsi été disposées sur ces deux cours d'eau et leurs principaux affluents au cours de l'été 2023 afin d'estimer si le métabolisme thermique estival des ruisseaux et rivières du bassin pouvait être limitant pour le développement des populations piscicoles.

Dans un contexte de réchauffement climatique, de répétition des épisodes caniculaires et d'amplification des sécheresses, les suivis thermiques estivaux des rivières permettent de mieux appréhender les modifications des régimes thermiques des milieux aquatiques et les conséquences qui en découleront pour les espèces piscicoles. Ils peuvent aussi permettre d'anticiper en prévoyant quelques actions de restauration ou de gestion qui pourraient permettre de limiter le réchauffement des eaux.

Résumé

Parmi toutes les altérations qui affectent la qualité écologique des rivières de Saône-et-Loire, l'altération du métabolisme thermique des cours d'eau est une des problématiques importantes affectant le bon déroulement du cycle écologique de certaines espèces de poissons telles que la truite commune et certaines de ses espèces accompagnatrices (chabot, lamproie de Planer, ...). Dans un contexte de réchauffement climatique, les suivis thermiques estivaux des rivières permettent de mieux appréhender les modifications des régimes thermiques des milieux aquatiques et les conséquences qui en découleront pour les espèces piscicoles. Ils peuvent aussi permettre d'anticiper en prévoyant quelques actions de restauration ou de gestion qui pourraient permettre de limiter le réchauffement des eaux.

Dans le cadre du Contrat de rivière Grosne, 2 petits cours d'eau, le Brennon et la Gande, peu étudiés jusque-là, ont fait l'objet d'un suivi thermique estival au cours de l'été en vue de proposer des actions de restaurations pertinentes. 33 sondes de mesure de la température de l'eau ont ainsi été disposées sur ces deux cours d'eau et leurs principaux affluents afin d'estimer si le métabolisme thermique estival des ruisseaux et rivières du bassin pouvait être limitant pour le développement des populations piscicoles.

Dans le contexte d'un été 2023 chaud, se classant au 6^{ème} rang des étés les plus chauds depuis 1947 en Bourgogne - Franche-Comté, aucune rivière de ces bassins versants n'a conservé des eaux fraîches. Si ce résultat est en partie lié aux conditions météorologiques, il apparaît clairement que certaines altérations d'origine anthropiques contribuent largement aux températures excessives observées dans ces cours d'eau : la dégradation de la ripisylve sur la totalité des cours d'eau étudiés (entre 40 % et 90 % du linéaire des cours d'eau étudiée ont une ripisylve absente ou clairsemée) et l'impact des plans d'eau implantés sur cours d'eau (5 identifiés sur le bassin de la Gande). L'étang de Pierre au Grain implanté sur la Grande Rivière, un affluent de la Gande, a été particulièrement impactant avec des températures extrêmement élevées mesurées en aval de ce plan d'eau (> 39 °C).

Dans ces conditions, les espèces piscicoles les plus sensibles ne peuvent survivre ou sont très menacées : la truite fario et chabot et dans une moindre mesure le vairon et le spirilin sont ainsi très impactés.

Agir sur les pressions identifiées permettrait d'améliorer le fonctionnement écologique des rivières du bassin et garantirait le maintien d'un bon état écologique malgré la hausse des températures de l'air. La mise en œuvre par l'EPAGE Grosne d'un programme de restauration de la ripisylve est ainsi essentielle, tout comme la mise en œuvre d'actions visant à limiter l'impact thermique des plans d'eau. Dans le bassin de la Gande, il a donc été proposé de restaurer la ripisylve sur des ruisseaux de tête de bassin fréquentés par l'écrevisse à pattes blanches sur un linéaire de 10 km environ et de mettre en œuvre des actions visant à limiter l'impact thermique de 5 plans d'eau. Sur le bassin du Brennon, il est proposé de restaurer l'ensemble des tronçons de tête de bassin où la ripisylve est dégradée, ce qui représente un linéaire de 9,5 km.

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 climatique 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.

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

Élément 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 léthal 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 du Contrat des rivières du bassin de la Grosne, la mise en place d'un suivi thermique sur deux petits affluents de la Guye, le Brennon et la Gande, a été décidé afin d'améliorer les connaissances sur ces cours d'eau

peu étudiés jusque-là et de proposer des actions de restaurations pertinentes au sein de ces deux bassins-versants.

La Gande prend sa source sur la commune de Pressy-sous-Dondin à 340 m d'altitude. Le ruisseau s'élargit nettement à l'amont de l'ancien moulin de Chigy à Vitry-les-Cluny où elle reçoit successivement les eaux du ruisseau de Pressy et de la Grande Rivière. Après un parcours de 14,5 km, elle se jette dans la Guye à Salornay-sur-Guye.

Le Brennon prend sa source sur la commune de Saint-Martin-d'Auxy à 400 m d'altitude. Il s'écoule sur 10 km pour se jeter dans la Guye à Genouilly.

Le bassin-versant du Brennon occupe une surface d'un peu plus de 4000 ha, soit environ 9 % du bassin de la Guye. Celui de la Gande est nettement plus étendu avec une surface d'environ 11600 ha représentant 27 % du bassin de la Guye. L'occupation du sol de ces deux bassins-versants est partagée entre le bocage et la forêt. L'urbanisation y est très faible.

Dans ce contexte, l'objectif du suivi thermique sera :

- de connaître le métabolisme thermique des rivières des bassins de la Gande et du Brennon,
- de mesurer l'impact des températures estivales sur les peuplements piscicoles,
- de mesurer l'impact thermique de certaines pressions anthropique,
- d'orienter les actions de l'EPAGE Grosne relative à la restauration de la ripisylve et à l'aménagement des plans d'eau.

2 Protocole du suivi

2.1 Recensement des pressions anthropiques sur le régime thermique des cours d'eau

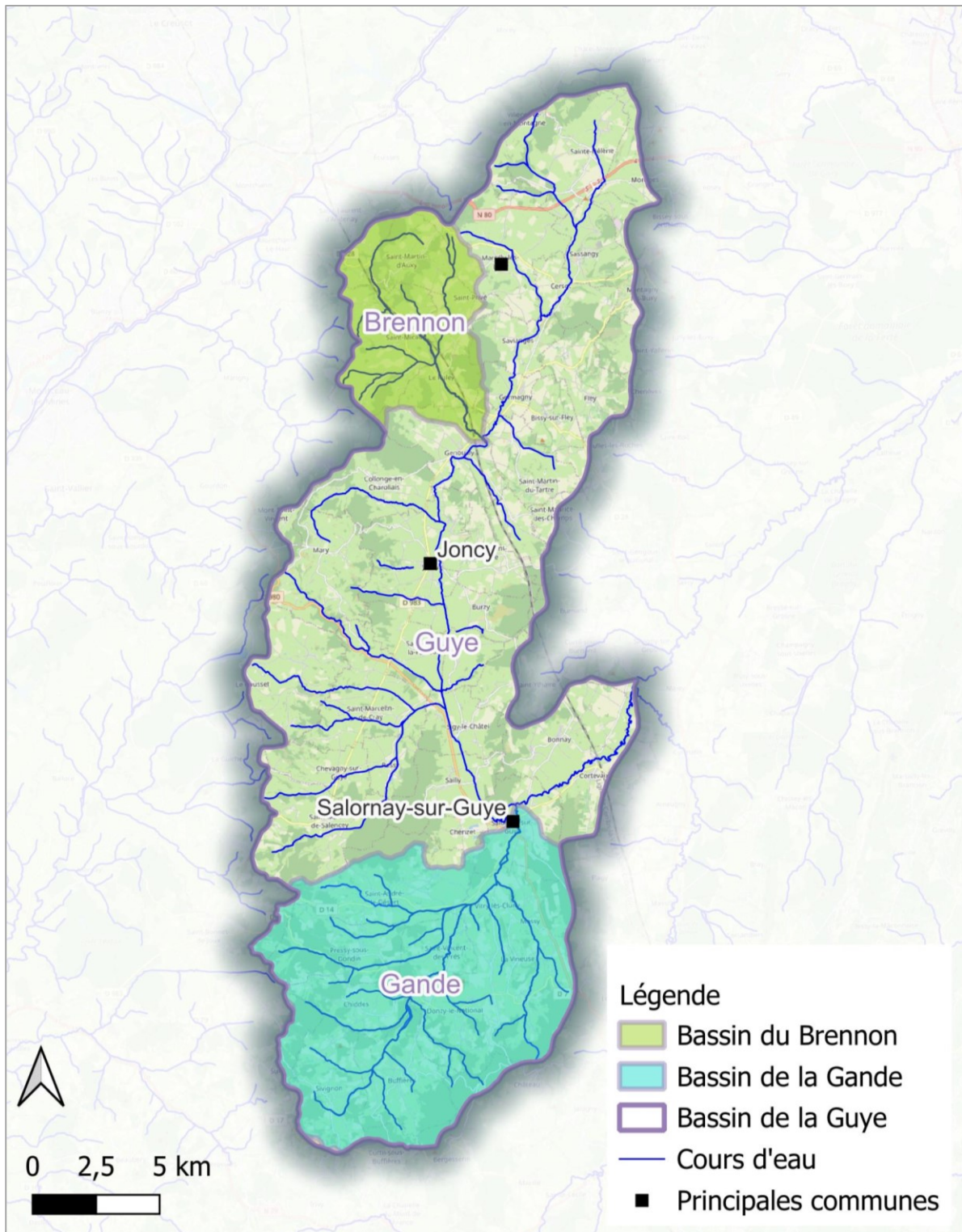
Afin d'aider à l'interprétation des résultats des mesures de la température de l'eau, les pressions susceptibles d'avoir un impact thermique important ont fait l'objet d'un recensement sur les deux bassins-versants étudiés.

La présence de ripisylve le long des cours d'eau a ainsi été cartographiée à l'aide du logiciel QGIS à partir des photographies aériennes fournies par l'IGN. Trois classes de conservation de la ripisylve ont été définies :

- ripisylve continue : présence d'arbres visible tout le long du cours d'eau (que ce soit sous la forme d'une forêt ou d'un simple cordon arboré continu le long du cours d'eau),
- ripisylve discontinue : la ripisylve est présente de manière discontinue, c'est-à-dire avec une alternance de zone sans arbres et d'arbres isolés ou de bosquets,
- ripisylve absente : aucun arbre présent ou seulement quelques rares arbres isolés.

Les plans d'eau ont aussi été cartographiés en utilisant la base de données « plans d'eau » produite par la DDT de Saône-et-Loire. Un relevé de terrain pour les plans d'eau créés par les barrages d'anciens moulins a été effectué.

Concernant les facteurs influant sur les débits des cours d'eau et donc indirectement au réchauffement de l'eau des cours d'eau (drainages, imperméabilisation des sols, ...), ceux-ci n'ont pas pu être étudiés dans le cadre de cette étude en raison de difficultés à acquérir ce type de données.



CARTE 1 : CARTE DES BASSINS VERSANTS DE LA GUYE ET DES DEUX AFFLUENTS ETUDIÉS : LA GANDE ET LE BRENNON

2.2 Suivi thermique des cours d'eau

Pour le suivi thermique des cours d'eau, 33 enregistreurs thermiques ont été disposés sur les cours d'eau étudiés en juin 2023 :

- 7 sur le Brennon et 1 sur son affluent le ruisseau de Vozelle
 - 9 sur la Gande, et 16 sur ses affluents : 10 sur la Grande Rivière, 3 sur le ruisseau des Loges, 2 sur le ruisseau des Connevets et 1 sur le ruisseau des Ardilliers.

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 23 juin au 30 septembre 2023.

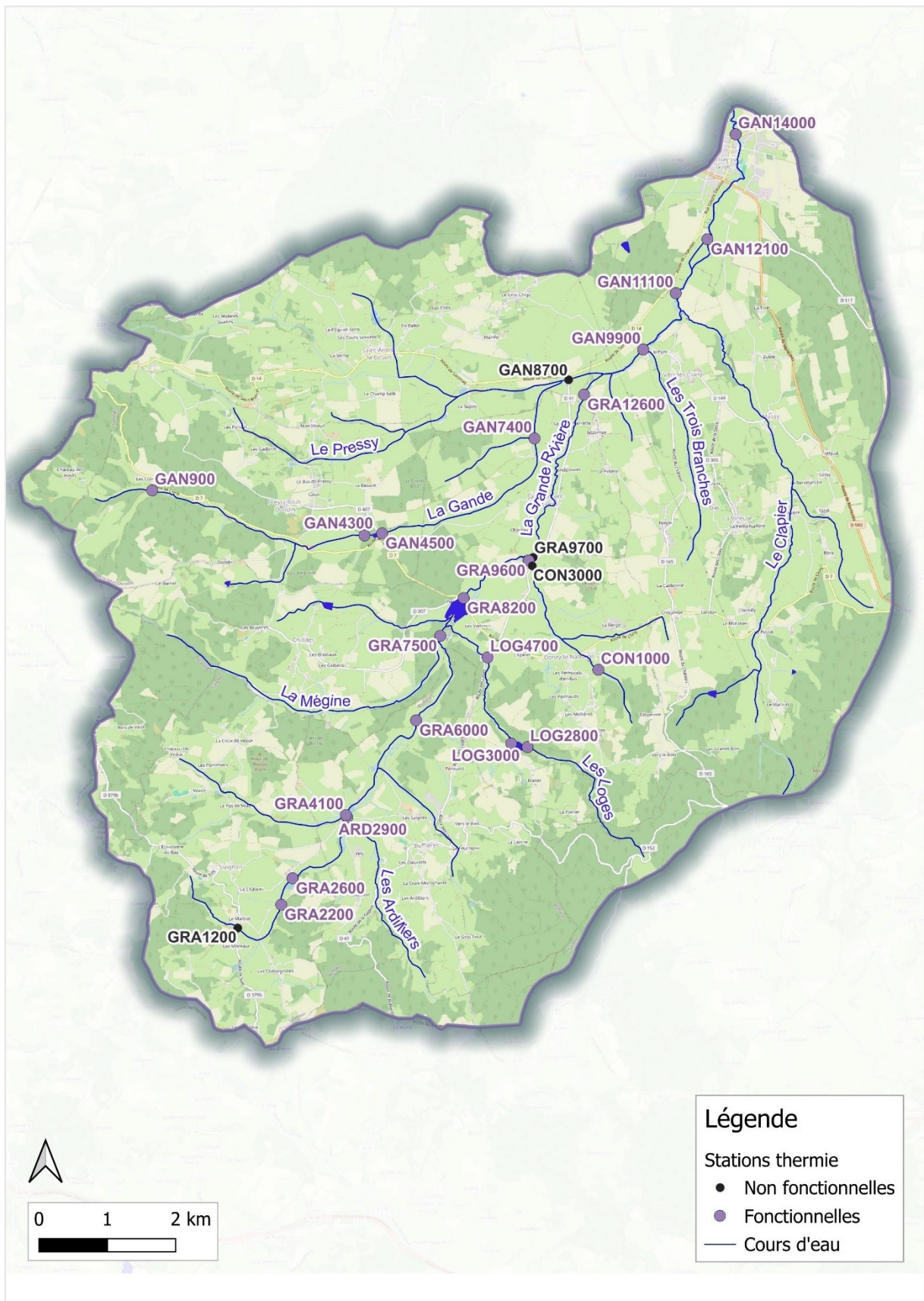
Sur l'ensemble des sondes disposées (Cf. Carte 2, Carte 3 et Tableau 1) :

- 5 ont été perdues (aucune donnée),
- 5 ont été temporairement exondées dans l'été (données partielles),
- 1 n'a pas fonctionné (aucune donnée).

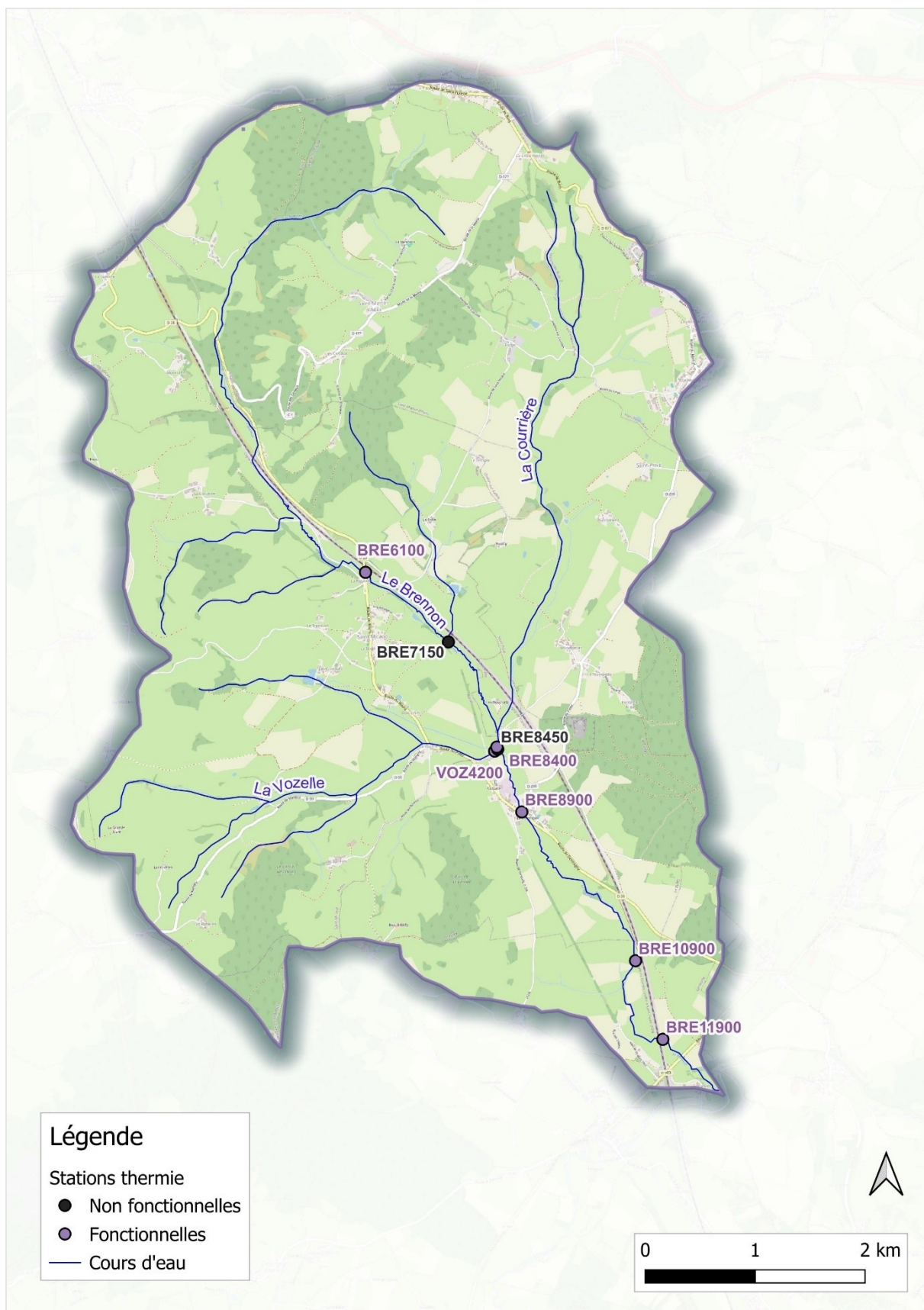
Suivi thermique des rivières des bassins de la Gande et du Brennon - Été 2023

Bassin- versant	Cours d'eau	Code station	Commune	Coordonnées Lambert 93		Distance à la source (en m)	Surface du bassin-versant (en km ²)	Remarque	
				(en m)					
				X	Y				
Brennon	Brennon	BRE6100	St-Micaud	818131,9	6623137,6	6100	12,0		
		BRE7150		818885,4	6622504,1	7150	15,2	Sonde perdue	
		BRE8400		819325,8	6621547,7	8400	24,6		
		BRE8450	Le Puley	819333,7	6621528,9	8450	33,7	Sonde perdue	
		BRE8900		819552,9	6620958,1	8900	34,2		
		BRE10900	Genouilly	820586,8	6619604,4	10900	38,5		
		BRE11900		821040,1	6618699,4	11900	40,1		
La Vozelle	VOZ4200	St-Micaud	819306,5	6621511,1	4200	9,1			
Gande	Gande	GAN900	Pressy-sous-Dondin	814008,4	6598508,7	900	2,6	Manque données du 14 au 30/09	
		GAN4300		817114,5	6597848,8	4300	9,4		
		GAN4500		817372,5	6597880,2	4500	9,9		
		GAN7400	St-Vincent des-Prés	819603,0	6599270,0	7400	13,8	Manque données du 22 au 24/08 et du 5 au 12/09	
		GAN8700	St-André-le-Désert	820102,3	6600127,6	8700	30,8	Sonde non fonctionnelle	
		GAN9900	La Vineuse-sur-	821193,0	6600571,1	9900	89,6	Manque données du 6 au 12/09	
		GAN11100	Frégande	821670,0	6601396,0	11100	107,6		
		GAN12100	Salornay-sur-Guye	822132,8	6602185,7	12100	109,6		
		GAN14000		822546,4	6603722,1	14000	116,2	Manque données du 13 au 30/09	
		GRA1200		Sivignon	815260,5	6592102,1	1200	1,5	Sonde perdue
GRA2200	815896,9	6592444,9	2200		5,1				
GRA2600	816062,3	6592831,5	2600		6,0				
Gande	La Grande Rivière	GRA4100	Buffières	816843,4	6593755,9	4100	17,6		
		GRA6000		817870,0	6595143,0	6000	24,5		
		GRA7500	Chiddes	818224,4	6596379,8	7500	32,9	Manque données du 01/09 au 30/09	
		GRA8200	La Vineuse-sur- Frégande	818566,7	6596932,7	8200	43,1		
		GRA9600		819518,0	6597482,0	9600	44,6		
		GRA9700		819583,0	6597527,0	9700	49,4	Sonde perdue	
		GRA12600	St-André-le-Désert	820328,0	6599910,9	12600	52,2		
		Les Ardilliers	ARD2900	Buffières	816862,2	6593722,6	2900	4,4	
		Les Loges	LOG2800	La Vineuse-sur- Frégande	819501,6	6594750,9	2800	4,7	
			LOG3000		819263,9	6594803,8	3000	5,5	
LOG4700	818916,4		6596064,1		4700	7,0			
Les Connevets	CON1000		820537,1	6595882,1	1000	0,8			
CON3000	819570,3		6597404,9	3000	4,7	Sonde perdue			

TABLEAU 1 : LISTE DES STATIONS DE SUIVI DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU



CARTE 2 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU SUR LE BASSIN DE LA GANDE



CARTE 3 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU SUR LE BASSIN DU BRENNON

2.3 Analyse des variables météorologiques et hydrologiques

Le métabolisme 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 (pluviométrie, température de l'air, ensoleillement...).

Suivant l'intensité de l'été, les cours d'eau présentent des tendances aux réchauffements plus ou moins fortes. Aussi, en l'absence de pluie significative, les cours d'eau peuvent connaître des étiages très marqués avec de possibles assèchements.

Pour décrire les variables hydrologiques, des données de la banque hydro (<http://hydro.eaufrance.fr/> - producteur DREAL Bourgogne) sont utilisées. La station la plus proche est située sur la Guye à Sigy-le-Châtel (station U322 5010).

Concernant la météorologie, les bulletins régionaux de Météo France ont été utilisés. Plus localement, les données de la station météorologique la plus proche, située à Sologny (Le Bois Clair ; environ 10 km à l'Est du bassin de la Gande) et fournies par le site « Infoclimat.fr » ont été utilisées. A noter que cette station est située à une altitude de 396 m, ce qui est supérieur à l'altitude de toutes les stations de suivi de la température de l'eau étudiées.

2.4 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.pechehautesavoie.com/wp-content/uploads/2012/01/MANUEL-DUTILISATION-MACMA-V1.0.pdf>) afin de calculer différentes valeurs de référence :

- **Ti min** : température instantanée minimale,
- **Ti max** : température instantanée maximale,
- **Ajmax Ti** : amplitude thermique journalière maximale.
- **Tmj** : température moyenne journalière
- **Tm 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 amont, ... Ces résultats seront ensuite mis en relation avec les pressions anthropiques recensées pour voir s'il existe un lien entre ces pressions et d'éventuelles élévation de température.

Les résultats seront enfin analysés en utilisant le préférendum thermique de 6 espèces de poissons choisies parmi les espèces repères et cibles de ces cours d'eau : la truite fario, le chabot, le vairon, le spirin, le barbeau fluviatile et la vandoise (PDPG de Saône-et-Loire, 2020).

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 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 ne 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
Spirilin	[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 2023 sur 3 pas de temps différents :

- la température instantanée maximale mesurée,
- la température moyenne journalière la plus forte,
- la température moyenne des 30 jours les plus chauds.

Ces trois pas de temps ont été utilisés car l'impact sur les poissons sera très différent si, par exemple, le seuil léthal a été dépassé une seule fois ou si ce seuil a été dépassé en moyenne sur une journée entière ou pire encore dépassé en moyenne au cours des 30 jours consécutifs les plus chauds.

3 Résultats

3.1 Caractéristiques hydrologiques et météorologiques de l'été 2023

3.1.1 Caractéristiques hydrologiques de l'été 2023

- Débits de la Guye à Sigy-le-Châtel

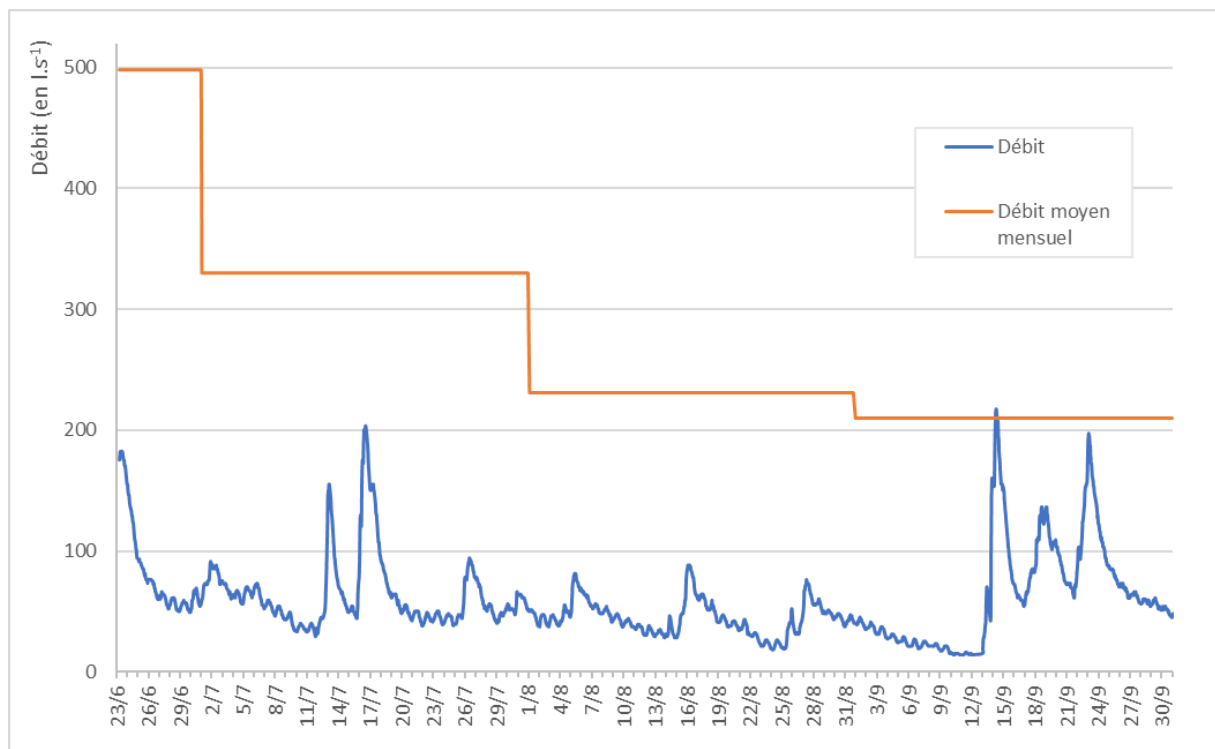


FIGURE 1 : DEBITS INSTANTANES DE LA GUYE A SIGY-LE-CHATEL ENTRE LE 23/06 ET LE 30/09 ET COMPARAISON PAR RAPPORT AU DEBIT MOYEN MENSUEL DES 20 ANNEES PRECEDENTES (SOURCE : [HTTP://HYDRO.EAUFRANCE.FR/](http://hydro.eaufrance.fr/) - PRODUCTEUR DREAL BOURGOGNE)

Les débits de la Guye ont été très faibles entre le 23 juin et le 30 septembre 2023 avec des débits qui sont restés toujours inférieurs aux débits moyens mensuels.

Avec de tels débits, les hauteurs d'eau des cours d'eau ont été plus faibles ce qui favorise la sensibilité des cours d'eau au réchauffement.

Ce sont aussi ces faibles débits qui expliquent que certaines sondes de mesure de la température aient été exondées au cours de la période de mesure.

- Observatoire des assecs du bassin de la Grosne

L'EPAGE Grosne a mis en place en 2023 un observatoire des assecs comprenant notamment 6 stations dans le bassin de la Gande (dont 5 en tête de bassin-versant) et 1 station sur le Brennon (voir annexe 1). Malgré un contexte hydrologique difficile ayant entraîné des assecs sur d'autres cours d'eau proches, les stations suivies dans les bassins de la Gande et du Brennon n'ont pas été en assec au cours de l'été 2023 (LOUIS R., 2023).

3.1.2 Caractéristiques météorologiques

▪ En Bourgogne-Franche-Comté (Source Météo France)

Le mois de juin 2023 en Bourgogne-Franche-Comté se positionne au deuxième rang des mois de juin les plus chauds sur la période 1947-2023, après 2003. Mise à part le 27, la région a connu des températures moyennes quotidiennes supérieures à la normale dont 13 jours avec un écart dépassant 3 °C. Des averses et des orages ont généré des cumuls de précipitations très hétérogènes dans la région, variant de 15 à 150 mm.

En juillet, avec une température moyenne de 20.4 °C sur la région et un écart de +0.8 °C par rapport à la normale, ce mois se retrouve aussi parmi les plus chauds. Les précipitations, avec 75 mm recueillies en moyenne, se situent au voisinage de la normale tout en cachant de grandes disparités.

Août 2023 est lui aussi plus chaud que d'ordinaire. Il se classe au 8^{ème} rang des mois d'août les plus chauds depuis 1947 avec une température moyenne de 20.6 °C, soit un excédent de 1.2 °C comparé à la référence 1991-2020. La pluviométrie, de 70 mm (- 15 % par rapport à la normale), est déficitaire mais là encore, cette valeur globale cache de fortes disparités.

Septembre 2023, enfin, est le mois de septembre le plus chaud en Bourgogne-Franche-Comté depuis le début de la série en 1947. La température moyenne dépasse de 4.5 °C la normale 1991-2020. Le temps a été le plus souvent sec. Cependant, ce mois est ponctué de trois épisodes orageux, donnant d'abondantes précipitations par endroits. Au final, le cumul des précipitations agrégées sur la région affiche un déficit de 30 % par rapport à la normale.

En conclusion, l'été 2023 en Bourgogne Franche Comté a été très chaud, se plaçant au 6^{ème} rang des étés les plus chauds depuis 1947. Les précipitations ont été très hétérogènes sur la région. Au global, elles restent cependant déficitaires.

▪ A Sologny

A Sologny, la température a été très élevée avec plusieurs épisodes de chaleur remarquables :

- du 7 au 11 juillet, avec un pic le 11 juillet à 34.9 °C,
- du 10 au 24 août, avec un maximum le 24 août de 37.1 °C,
- du 3 au 11 septembre, avec un maximum le 5 septembre de 33.3 °C.

Dans la mesure où l'altitude de la station de Sologny (396 m) est supérieure à celle des stations de suivi thermique (altitude comprise entre 310 m et 210 m), ces valeurs de température ont été sans doute un peu inférieures à la température de l'air au niveau des stations étudiées.

Les précipitations à Sologny en 2023 ont quant à elles été régulières tout au long de l'été, sans toutefois connaître d'excédent marqué. Des précipitations supérieures à 20 mm ont été observées au cours de 4 journées : le 11 juillet, le 15 juillet, le 13 septembre et le 18 septembre. La journée la plus arrosée a été le 15 juillet avec 32 mm. La période comprise entre le 27 août et le 11 septembre a été la plus sèche de l'été. Au total, sur la période étudiée, le cumul des précipitations atteint 279.4 mm.

Si on compare les précipitations de l'été 2023 avec celles des étés 2021, 2022 et 2024 (seules données disponibles à Sologny), on constate qu'il a été arrosé plus qu'en 2022 et 2024 mais moins qu'en 2021. En revanche, il apparaît clairement que les précipitations 2023 ont été,

comme en 2022, largement déficitaires au cours des 5 premiers mois de l'année. Or, cette période correspond à la période de recharge des nappes. Les précipitations estivales sont en général peu efficaces pour concourir à l'augmentation du débit des cours d'eau : une bonne partie des précipitations est en effet absorbée l'été par les plantes ou s'évapore. C'est ce phénomène qui explique que, malgré les précipitations estivales à Sologny, le débit des cours d'eau de la Guye est resté très faible tout l'été 2023.

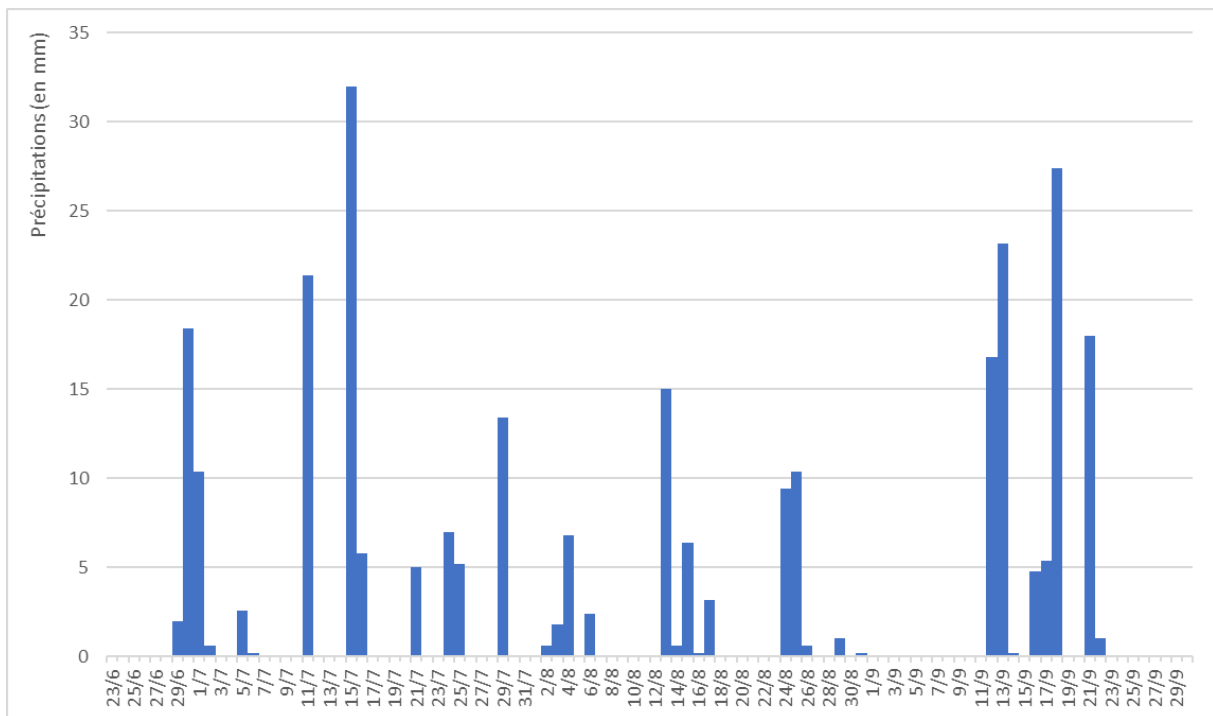


FIGURE 2 : PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES A SOLOGNY ENTRE LE 23 JUIN 2023 ET LE 30 SEPTEMBRE 2023

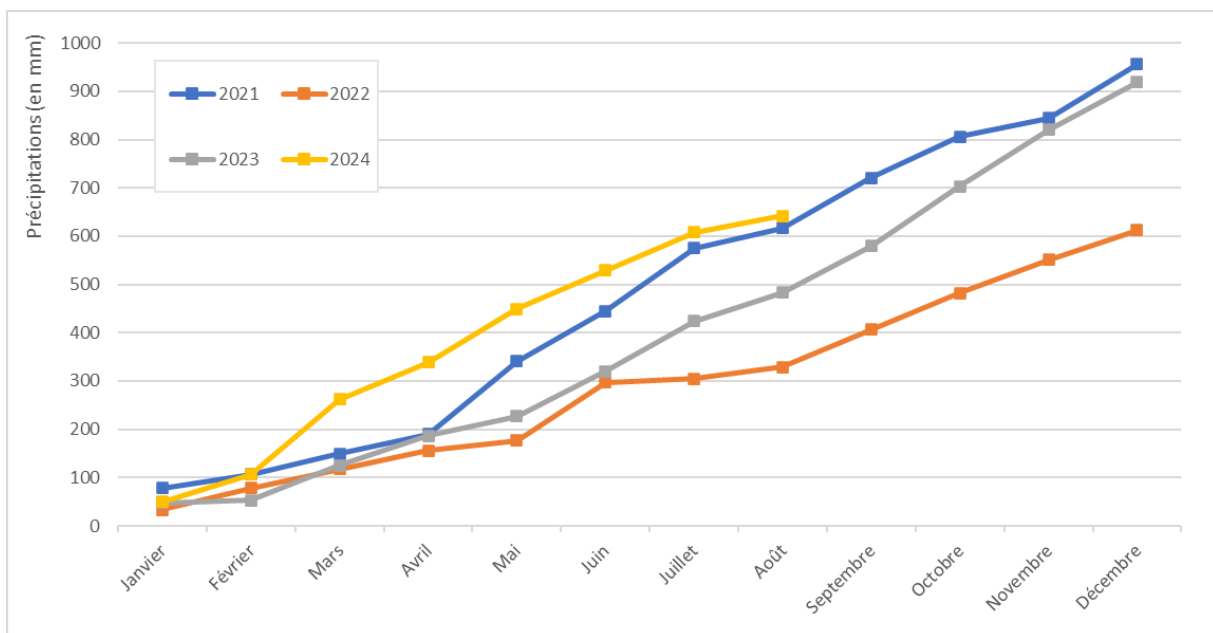


FIGURE 3 : PRÉCIPITATIONS MENSUELLES CUMULÉES A SOLOGNY ENTRE JANVIER 2021 ET AOÛT 2023

3.2 Pressions pouvant influencer sur la température de l'eau en période estivale

3.2.1 L'état de la ripisylve



FIGURE 4 : ESTIMATION DE L'ÉTAT DE LA RIPISYLVE SUR LES COURS D'EAU DES BASSINS-VERSANTS DE LA GANDE ET DU BRENNON

Les cours d'eau bassin du Brennon s'écoulent tous majoritairement en zone prairiale et ce, dès leurs sources. La ripisylve y est le plus souvent dégradée ou absente. Entre 22 et 37 % du linéaire des 3 cours d'eau de ce bassin ont une ripisylve continue. Seule la partie aval du Brennon présente une ripisylve un peu mieux conservée.

Sur le bassin de la Gande, la situation de la ripisylve est catastrophique sur 3 cours d'eau : le ruisseau des Vaux, le ruisseau des 3 branches et le ruisseau des Connevets avec un linéaire de cours d'eau sans ripisylve compris entre 68 % et 93 %. Sur les autres cours d'eau du bassin, la ripisylve est aussi souvent dégradée : en moyenne, la ripisylve est absente sur 30 % du linéaire des cours d'eau. Le Clapier, le dernier affluent rive droite de la Gande apparaît plus préservé.

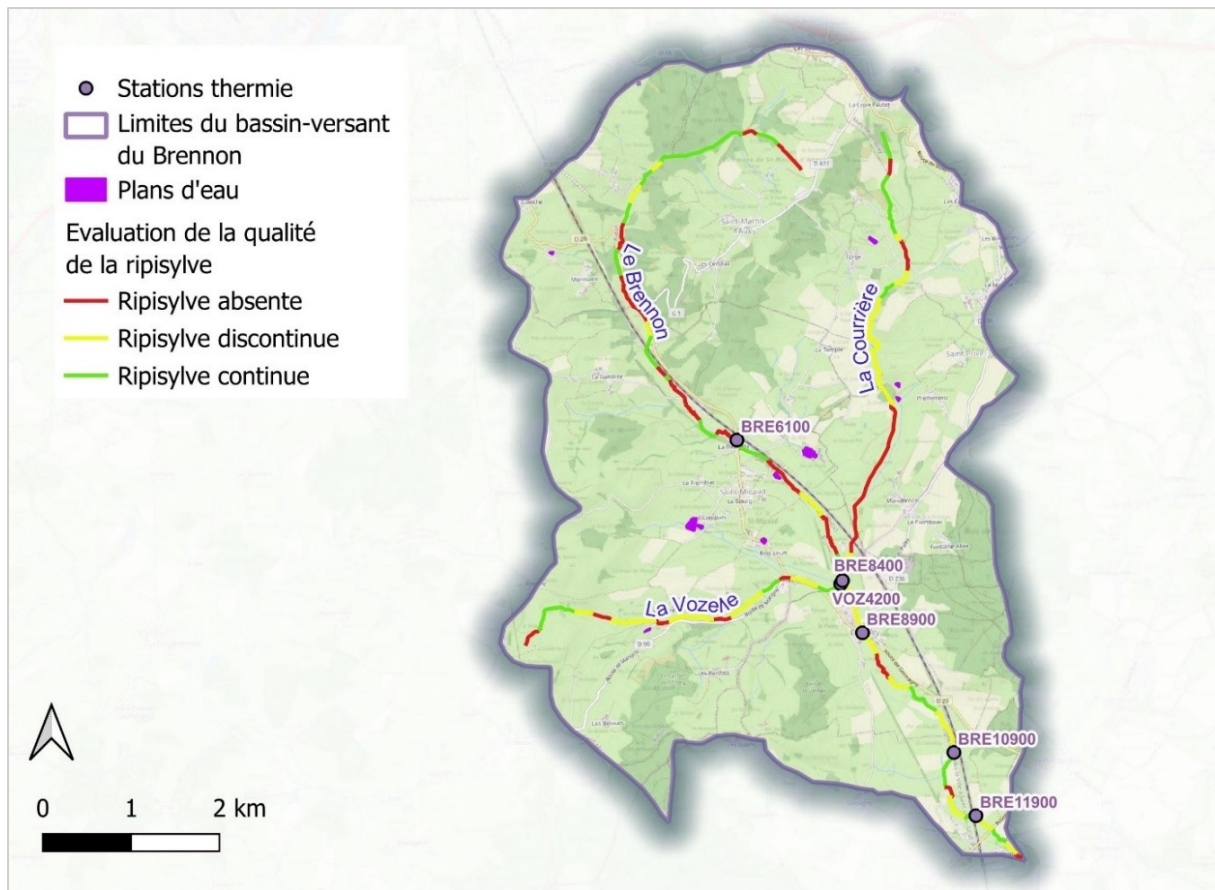
3.2.2 La présence de plans d'eau

Si quelques plans d'eau sont présents dans le bassin du Brennon, aucun n'est implanté sur les principaux cours d'eau de ce bassin. Cette pression peut être considérée comme très faible sur ce bassin.

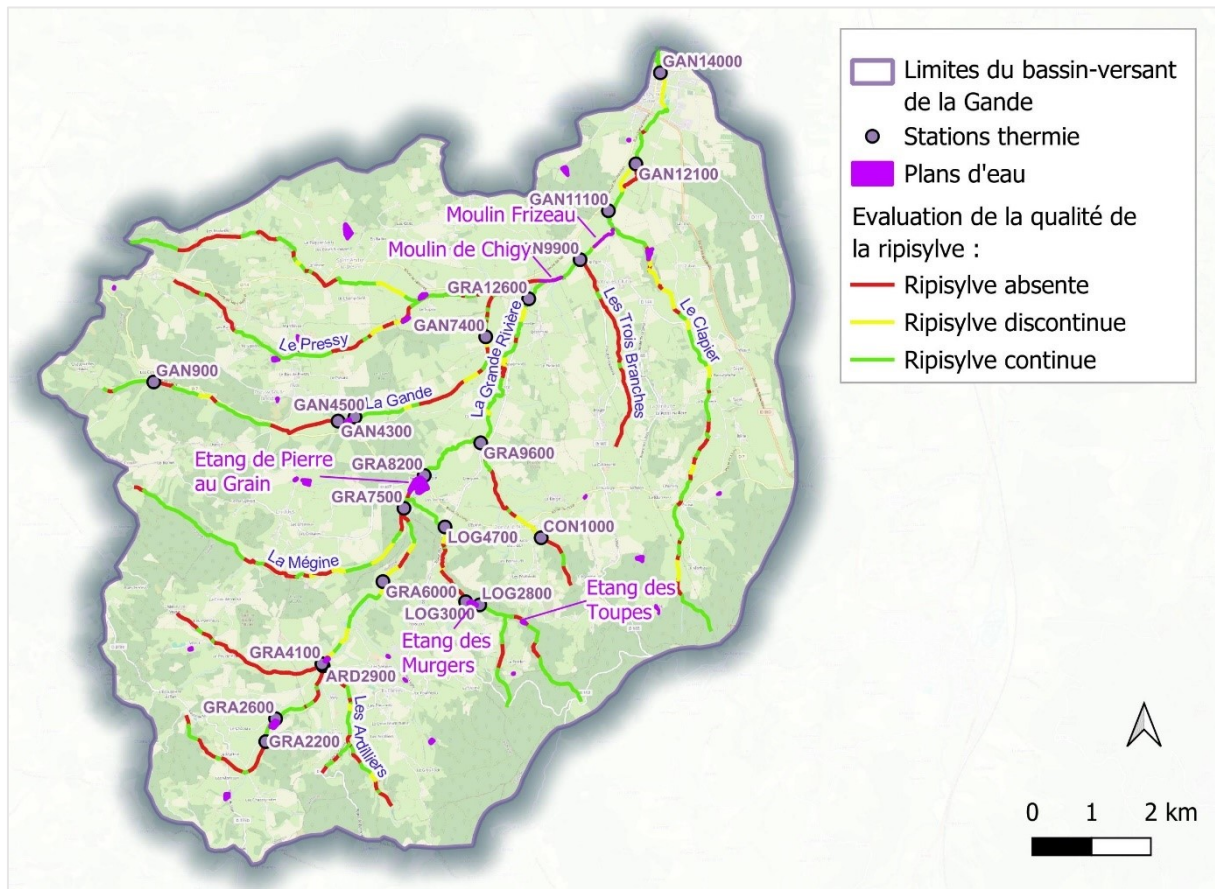
Sur le bassin de la Gande, le nombre de plans d'eau est beaucoup plus important. La plupart sont cependant situés en dehors du réseau hydrographique principal ou implantés en dérivation du lit mineur.

Cinq plans d'eau sont en revanche directement implantés dans le lit mineur des cours d'eau étudiés :

- l'étang des Toupes (0.4 ha), implanté en travers du ruisseau des Loges, sur la commune de La Vineuse-sur-Frégande,
- l'étang des Murgers (1.2 ha), implanté en travers du ruisseau des Loges, sur la commune de La Vineuse-sur-Frégande,
- l'étang de Pierre au Grain (5.8 ha), implanté en travers de la Grande Rivière, sur la commune de La Vineuse-sur-Frégande,
- la retenue du moulin de Chigy (environ 0.5 ha), implanté en travers de la Gande à Vitry-Lès-Cluny,
- la retenue du barrage du Moulin Friseau (environ 0.6 ha), implanté en travers de la Gande à Vitry-Lès-Cluny.



CARTE 4 : CARTOGRAPHIE DE L'ÉTAT DE LA RIPISYLVE SUR LES COURS D'EAU DU BASSIN DE LA BRENNON ET CARTOGRAPHIE DES PLANS D'EAU (SOURCE DES DONNÉES PLAN D'EAU : DDT71 - FOND DE CARTE : OPENSTREETMAP)



CARTE 5 : CARTOGRAPHIE DE L'ÉTAT DE LA RIPISYLVE SUR LES COURS D'EAU DU BASSIN DE LA GANDE ET CARTOGRAPHIE DES PLANS D'EAU (SOURCE DES DONNÉES PLAN D'EAU : DDT71 - FOND DE CARTE : OPENSTREETMAP)

4 Métabolisme thermique des cours d'eau étudiés au cours de l'été 2023

4.1 Les cours d'eau du bassin du Brennon

- Paramètres de thermie généraux

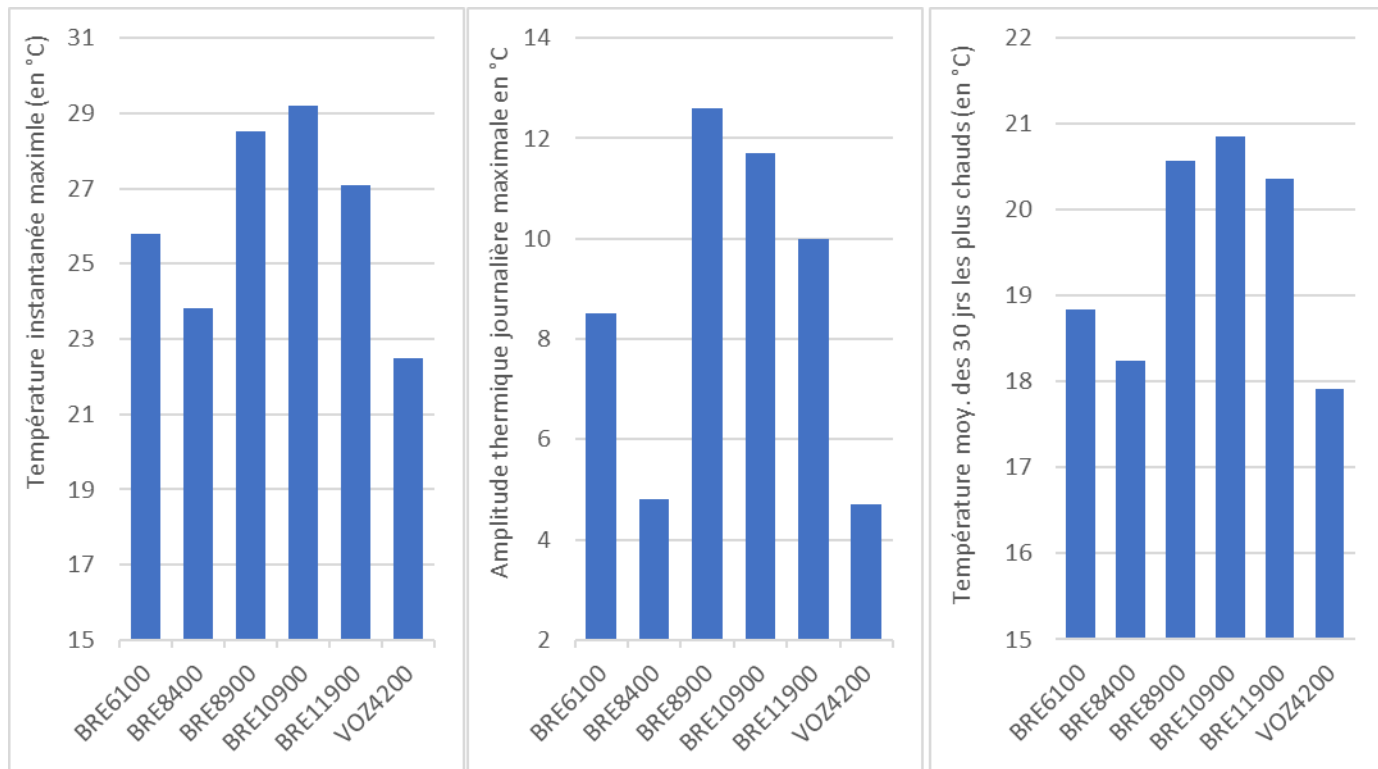


FIGURE 5, FIGURE 6, FIGURE 7 : PARAMETRES DE THERMIE GENERALE LES STATIONS DU BASSIN DU BRENNON : TEMPERATURE INSTANTANEE MAXIMALE, AMPLITUDE THERMIQUE JOURNALIERE MAXIMALE ET TEMPERATURE MOYENNE DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS.

Dans le bassin du Brennon, la température instantanée maximale varie entre 22.5 °C sur le ruisseau de Vozelle (VOZ4200) et 29.2 °C sur le Brennon aval (BRE10900). Si globalement les stations amont ont une température maximale plus fraîche qu'à l'aval, l'évolution amont/aval de ce paramètre est irrégulière :

- la station BRE8400 a une température maximale plus faible que BRE6100,
- la station BRE 11900 a une température maximale plus faible que la station BRE10900.

Au cours des 30 jours consécutifs les plus chauds, la température moyenne des cours d'eau varie entre 17.91 °C et 20.84 °C. Comme pour la température instantanée maximale, les stations aval sont logiquement les plus chaudes, même si il n'y a pas une graduation régulière amont / aval. Pour ce paramètre aussi, les deux stations les plus fraîches sont celles situées en amont du bourg du Puley (BRE8400 et VOZ 4200) probablement en raison d'apports phréatiques.

L'amplitude thermique journalière maximale varie entre 4.7 °C et 12.6 °C. Seule deux stations présentent une faible amplitude thermique journalière : le ruisseau de Vozelle au Puley (VOZ4200) et le Brennon au Puley (BRE8400).

- Lien avec les pressions identifiées

Les résultats montrent globalement un réchauffement de l'eau de l'amont vers l'aval. Cette évolution n'est toutefois pas régulière :

- le Brennon est plus frais sur la station BRE8400 que sur la station amont BRE6100. Ce résultat est étonnant car la ripisylve est pourtant très dégradée entre les 2 stations. Dans la mesure où l'amplitude thermique journalière est aussi plus faible au niveau de cette station, ce rafraichissement du cours d'eau ne peut être lié qu'à des apports phréatiques dans ce secteur. La relative fraîcheur et les faibles amplitudes thermique constatée sur le ruisseau de Vozelle (VOZ4200), situé à proximité immédiate de la station BRE8400, pourrait s'expliquer aussi par des apports phréatiques, car la ripisylve est elle aussi assez dégradée sur ce ruisseau,
- la station BRE 11900 présente une température un peu moins chaude que la station BRE10900. Dans ce cas, la présence d'une ripisylve dans un relatif bon état de conservation entre les deux stations explique certainement ce résultat.

- Estimation de l'impact sur les populations piscicoles

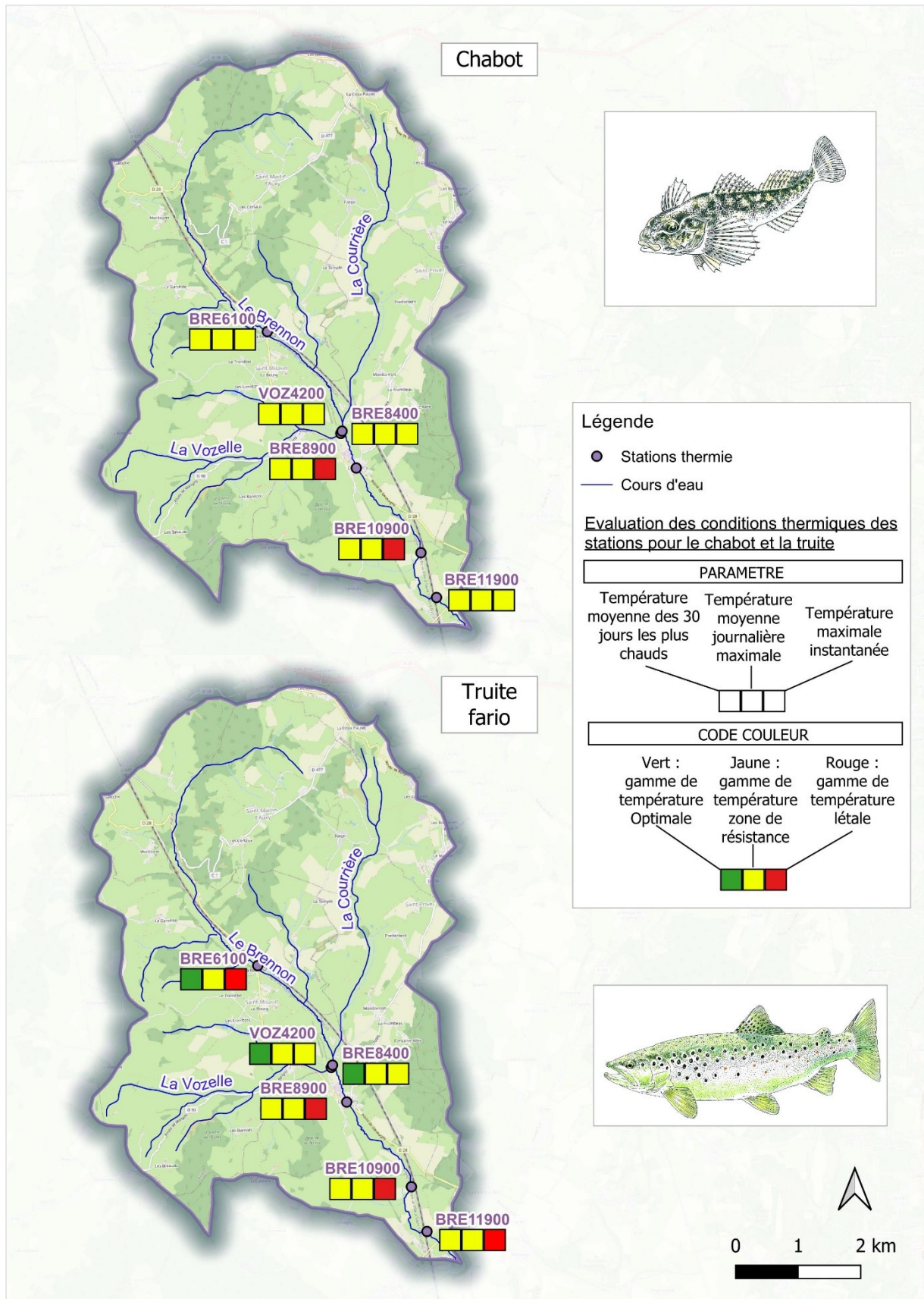
Si on compare les préférendums thermiques des différentes espèces de poissons avec les températures mesurées sur les cours d'eau du bassin du Brennon au cours de l'été 2023, la truite fario et le chabot, deux espèces appréciant les eaux froides, sont les plus impactées par les fortes températures observées sur le Brennon.

Le seuil léthal fixé à 25 °C pour la truite fario est en effet dépassé en température instantanée sur 4 des 6 stations. Sur les 3 stations les plus aval, ce seuil est même largement dépassé avec des valeurs comprises entre 27.2 °C et 29.2 °C. Au cours des 30 jours les plus chauds, la moyenne des températures de ces 3 stations est dans la gamme de résistance de la truite, ce qui signifie que cette espèce a été en difficulté pour se déplacer et s'alimenter pendant 1 mois entier. Ce paramètre a toutefois été correct sur les 3 stations situées en amont du bourg du Puley (BRE6200, BRE8400 et VOZ 4200).

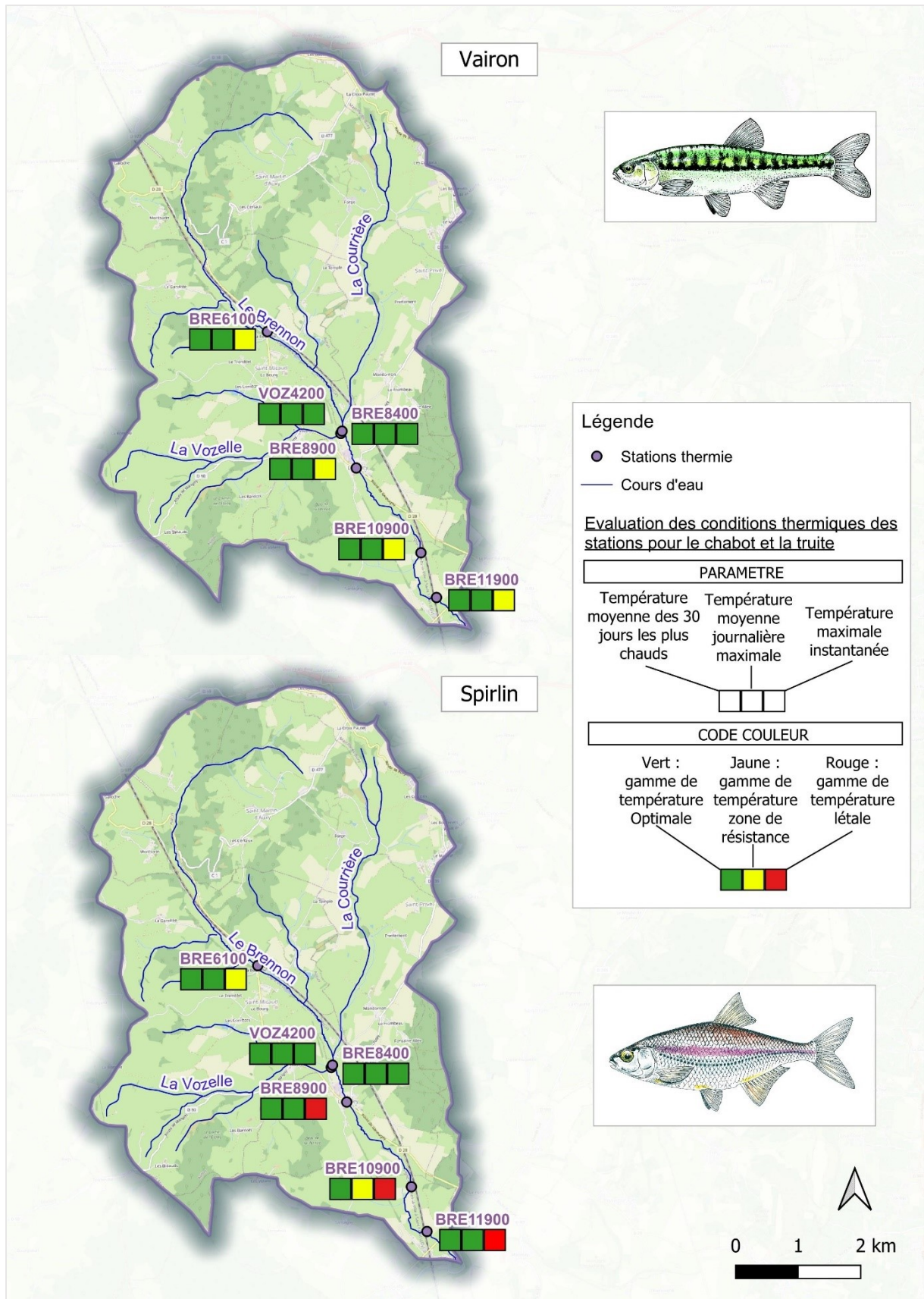
Concernant le chabot, le seuil léthal (28 °C) est aussi dépassé en température instantanée sur 2 stations : BRE8900 et BRE10900.

Le spirilin, une espèce qui tolère les eaux un plus chaudes, a quant à lui été en souffrance sur les 3 stations aval du Brennon : le seuil léthal fixé à 27 °C a en effet été dépassé sur ces stations.

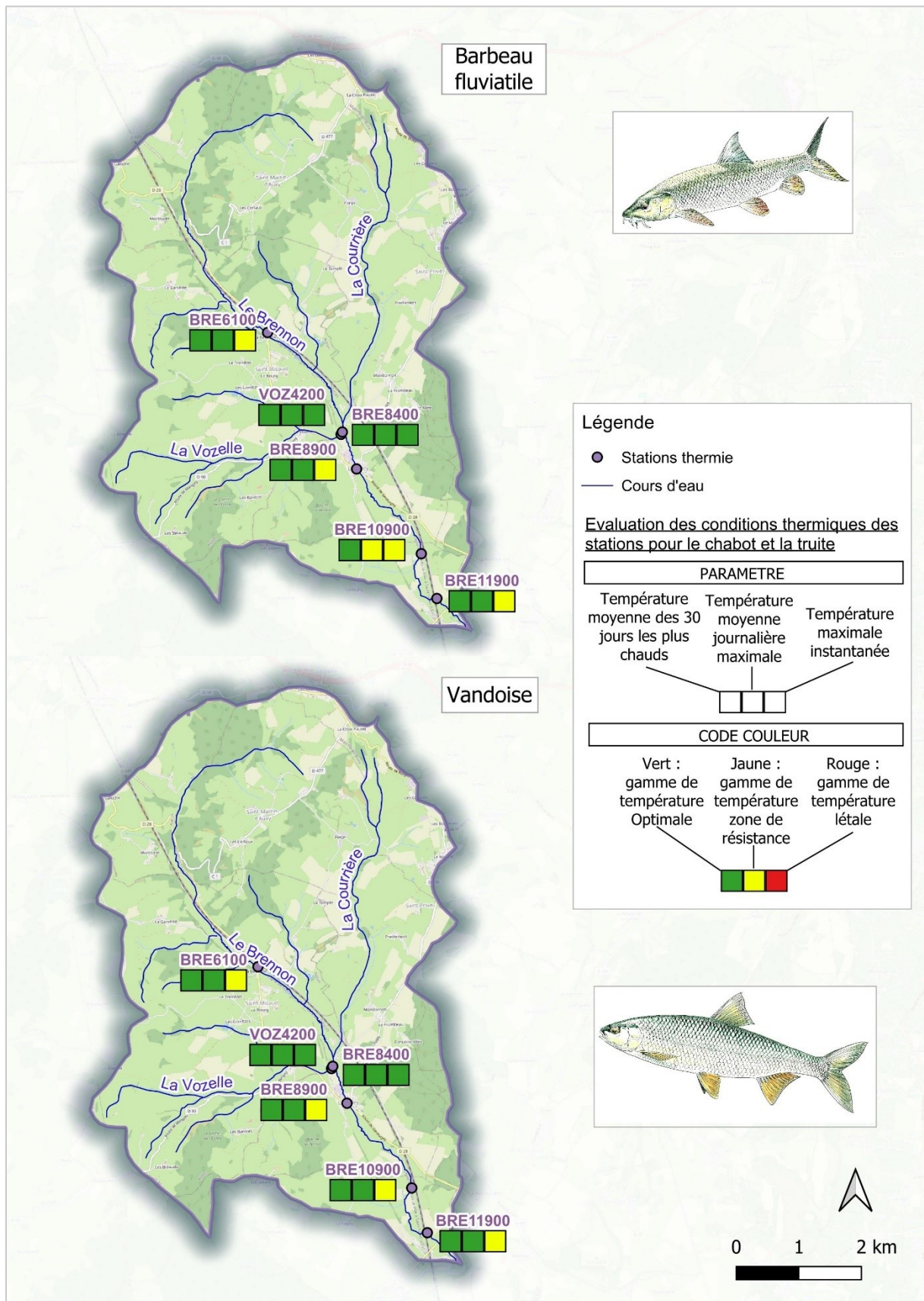
Pour les autres espèces étudiées (vairon, barbeau fluviatile, vandoise), la situation a été bien plus favorable sur ces cours d'eau.



CARTE 6 ET 7 : EVALUATION DES CONDITIONS THERMIQUES DES STATIONS DU BASSIN DU BRENNON AU COURS DE L'ÉTÉ 2023 SUR LE CHABOT ET LA TRUITE FARIO



CARTE 8 ET 9 : EVALUATION DES CONDITIONS THERMIQUES DES STATIONS DU BASSIN DU BRENNON AU COURS DE L'ÉTÉ 2023 SUR LE VAIRON ET SPIRLIN



CARTE 10 ET 11 : EVALUATION DES CONDITIONS THERMIQUES DES STATIONS DU BASSIN DU BRENNON AU COURS DE L'ÉTÉ 2023 SUR LE BARBEAU FLUVIATILE ET LA VANDOISE

4.2 La Gande

■ Paramètres de thermie généraux

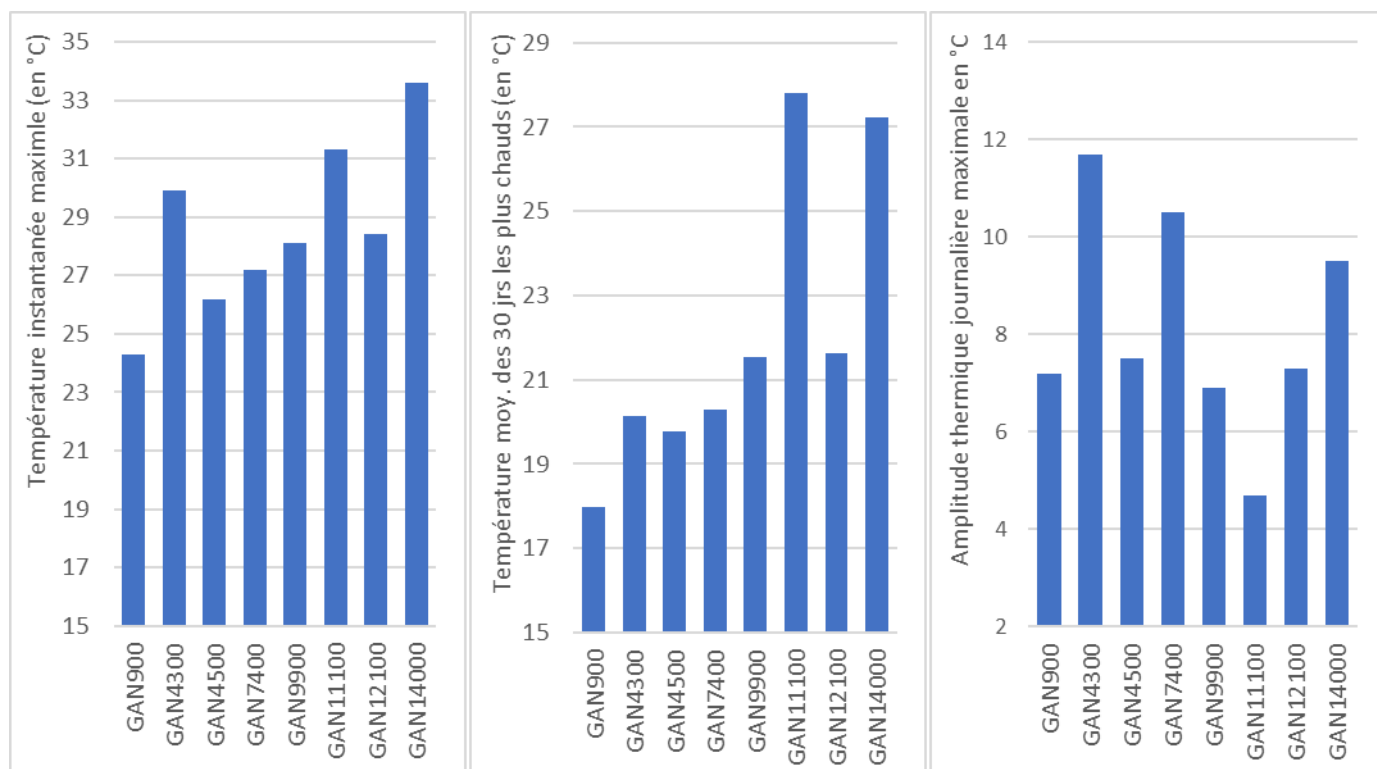


FIGURE 8, FIGURE 9, FIGURE 10 : PARAMETRES DE THERMIE GENERALE SUR LES STATIONS DE LA GANDE : TEMPERATURE INSTANTANEE MAXIMALE, TEMPERATURE MOYENNE DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS ET AMPLITUDE THERMIQUE JOURNALIERE MAXIMALE

Sur la Gande, la température instantanée maximale varie entre 24.3 °C sur la station amont (GAN900) et 31.2 °C sur la station aval (GAN14000).

Comme sur le Brennon, l'évolution amont / aval de ce paramètre n'est pas régulière :

- ce paramètre augmente brusquement entre la station GAN 900 et la station GAN 4300 en passant de 24.3 °C à 29.9 °C sur la station GAN4300. Il redescend ensuite à 26.2 °C sur la station GAN4500,
- ce paramètre baisse entre les stations GAN11100 et GAN 13400 pour passer de 31.3 °C à 28.4 °C.

Au cours des 30 jours consécutifs les plus chauds, la température moyenne des cours d'eau varie entre 18 °C (GAN900) et 27.8 °C (GAN 11100). Comme pour la température instantanée maximale, les stations aval sont logiquement les plus chaudes, même si on n'a pas une graduation régulière amont aval.

L'amplitude thermique journalière maximale varie entre 4.7 °C sur la station GAN11100 et 11.7 °C sur la station GAN4300.

■ Lien avec les pressions identifiées

Les mesures réalisées montrent un réchauffement de l'eau important entre les deux stations amont : GAN900 et GAN4300. Ce réchauffement est dû à l'absence de ripisylve sur un linéaire d'un peu plus de 1 km en amont de la station GAN4300. Cette absence d'arbres est aussi responsable de la très forte amplitude maximale journalière observée (11,7 °C). La

température baisse ensuite sur la station GAN4500 grâce à une ripisylve bien implantée puis repart à la hausse vers les stations aval en lien avec une ripisylve dégradée et l'impact des retenues d'eau créées par les barrages des anciens moulins de Chigy puis de Friseau à Vitry-les-Cluny. La Figure 11 montre, par exemple, l'impact très caractéristique d'un plan d'eau sur cours, la retenue de l'ancien Moulin de Friseau, sur la température de l'eau de la Gande : les températures sont beaucoup plus hautes en aval de cette retenue (station GAN11100) par rapport à la station amont (GAN9900) mais l'amplitude thermique journalière est plus faible (effet tampon de la masse d'eau du plan d'eau).

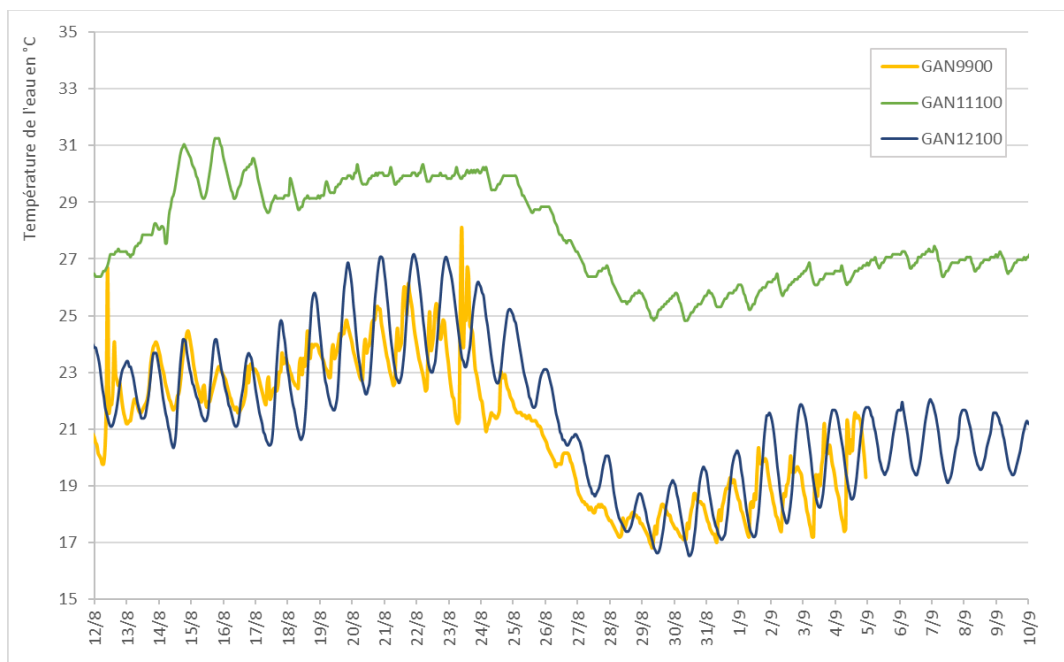


FIGURE 11 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DE L'EAU ENTRE LE 12/08/24 ET LE 10/09/24 SUR 3 STATIONS DE LA GANDE :

- Estimation de l'impact sur les populations piscicoles :

Les valeurs de température mesurées en 2023 sur la Gande sont incompatibles avec le maintien d'une population de truite ou de chabot : les valeurs létales sont atteintes en température instantanée dès les stations amont (à partir de GAN4300) et la totalité des stations sont au minimum dans la gamme de température de résistance pour les autres paramètres.

Seule la station la plus amont, GAN900, présente des valeurs potentiellement compatibles avec la truite fario en 2023, même si les températures mesurées ne sont pas idéales pour cette espèce.

Le seuil léthal pour le spiralin est aussi atteint en maximum instantané sur de nombreuses stations de ce cours d'eau (6 sur 8 stations). Pour ce poisson, deux des stations les plus aval (GAN11100 et GAN14000) présentent aussi des valeurs létales pour les paramètres température moyenne journalière maximale et température moyenne des 30 jours les plus chauds.

Les conditions pour le vairon sont un peu meilleures excepté sur les stations aval où le seuil léthal est atteint sur deux stations (GAN11100 et GAN14000).

Les conditions sont globalement correctes pour le barbeau fluviatile et la vandoise, sauf les stations aval où les mesures réalisées correspondent à une gamme de température de résistance. Le seuil léthal est atteint pour le paramètre température instantanée maximale sur la station la plus aval pour le barbeau fluviatile et la vandoise.

4.3 La Grande Rivière

- Paramètres généraux de thermie

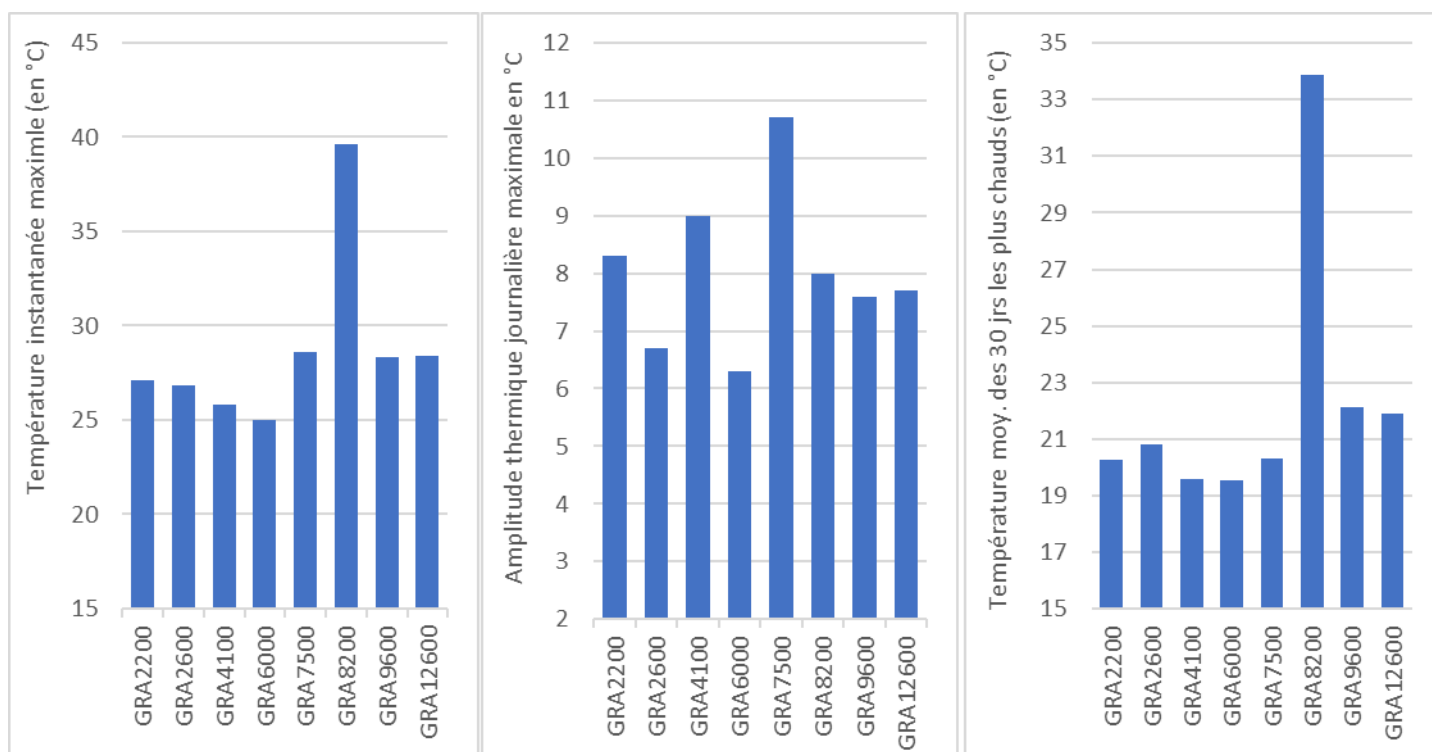
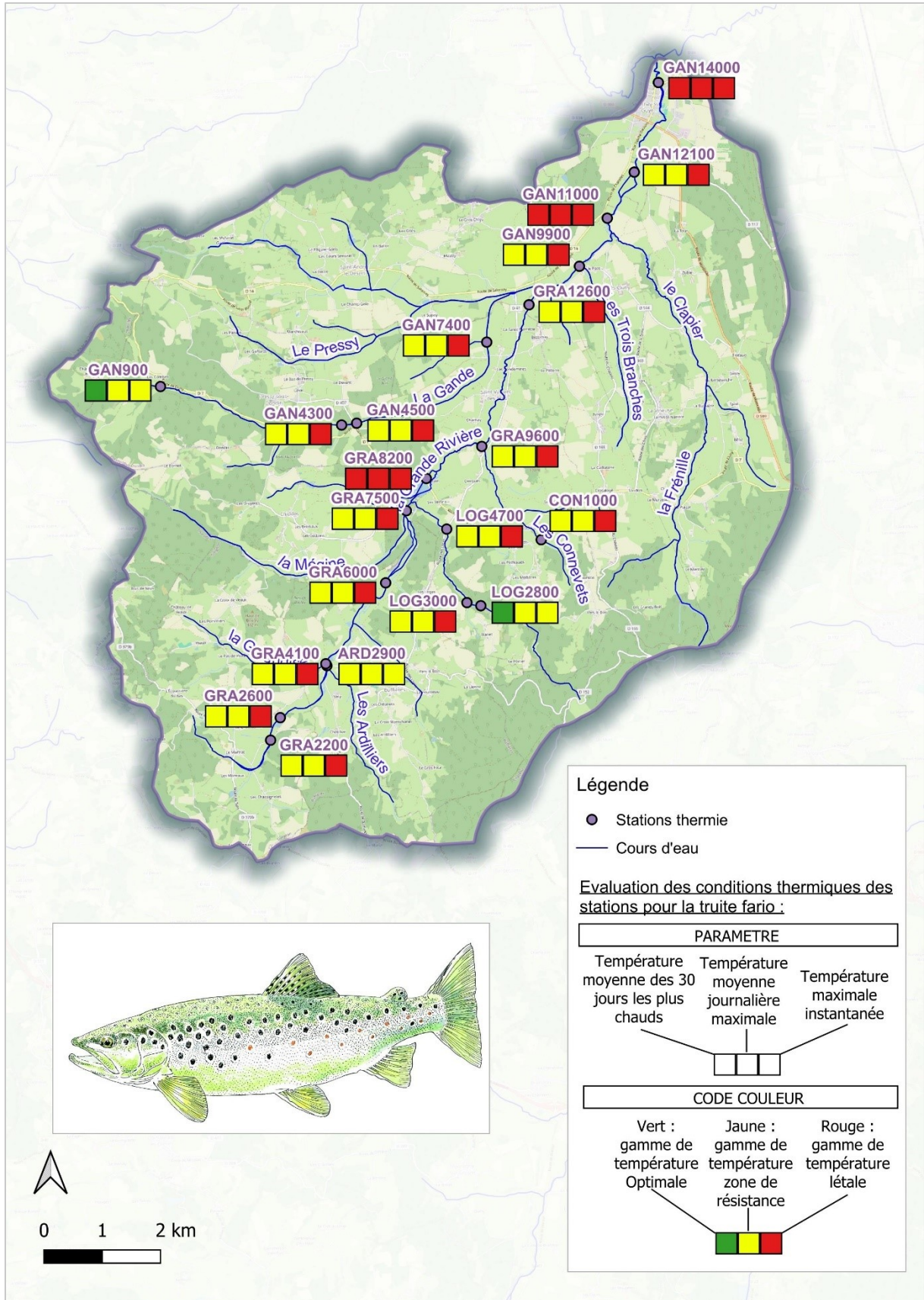


FIGURE 12, FIGURE 13, FIGURE 14 : PARAMETRES DE THERMIE GENERALE SUR LES STATIONS DE LA GRANDE RIVIERE : TEMPERATURE INSTANTANEE MAXIMALE, AMPLITUDE THERMIQUE JOURNALIERE MAXIMALE ET TEMPERATURE MOYENNE DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS.

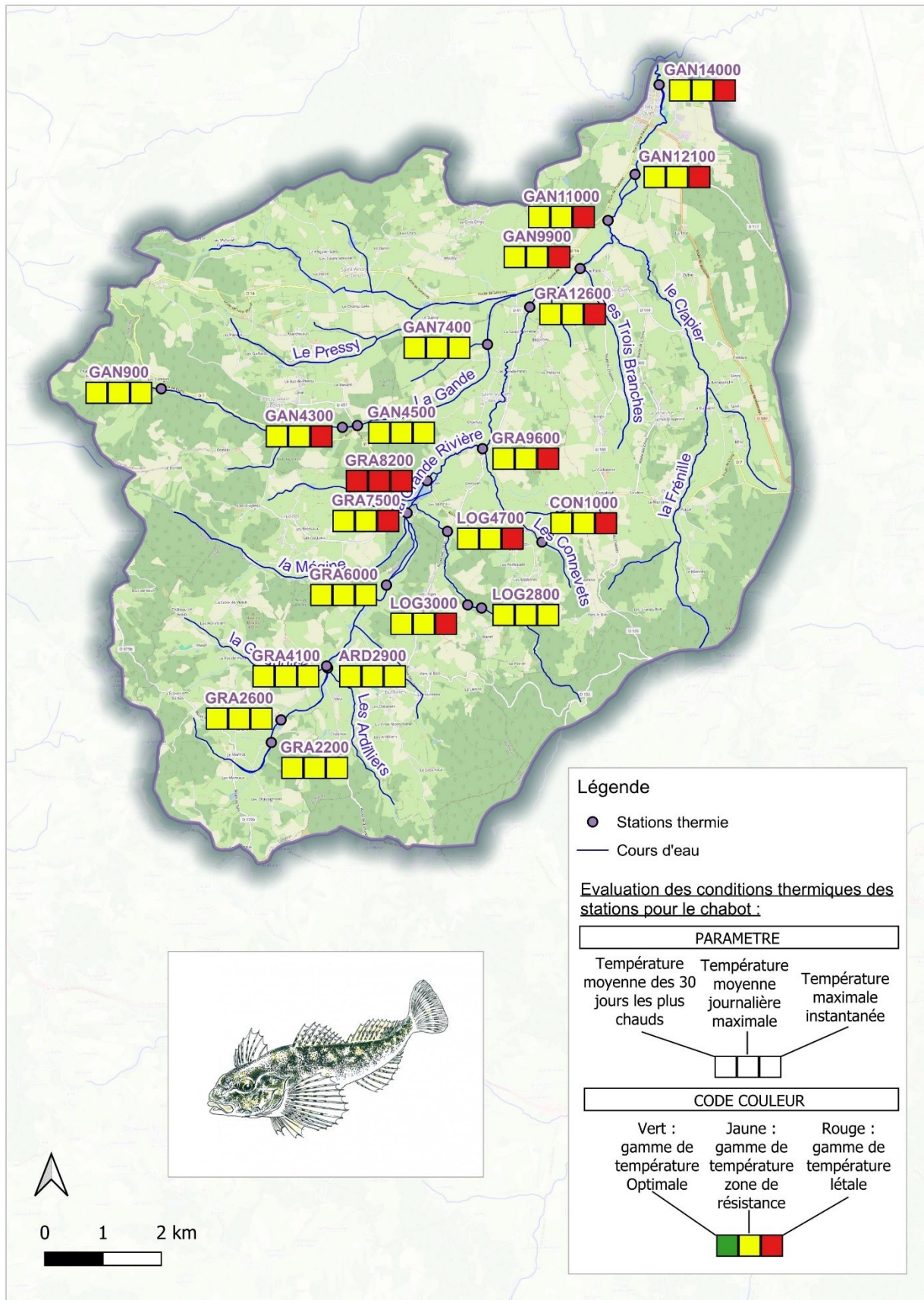
Sur la Grande Rivière, la station GRA 8200 se distingue des autres par des températures extrêmement élevées, jamais mesurées jusque-là dans un cours d'eau de Saône-et-Loire : la température maximale instantanée est montée à 39.6 °C, la température moyenne des 30 jours les plus chauds dépasse 33 °C. L'amplitude thermique journalière maximale est quant à elle assez forte, sans être exceptionnelle, avec 8 °C.

Sur les autres stations, les valeurs de température sont élevées partout dès les stations amont. Il y a peu de variations d'une station à l'autre même si, logiquement, les stations aval sont les plus chaudes :

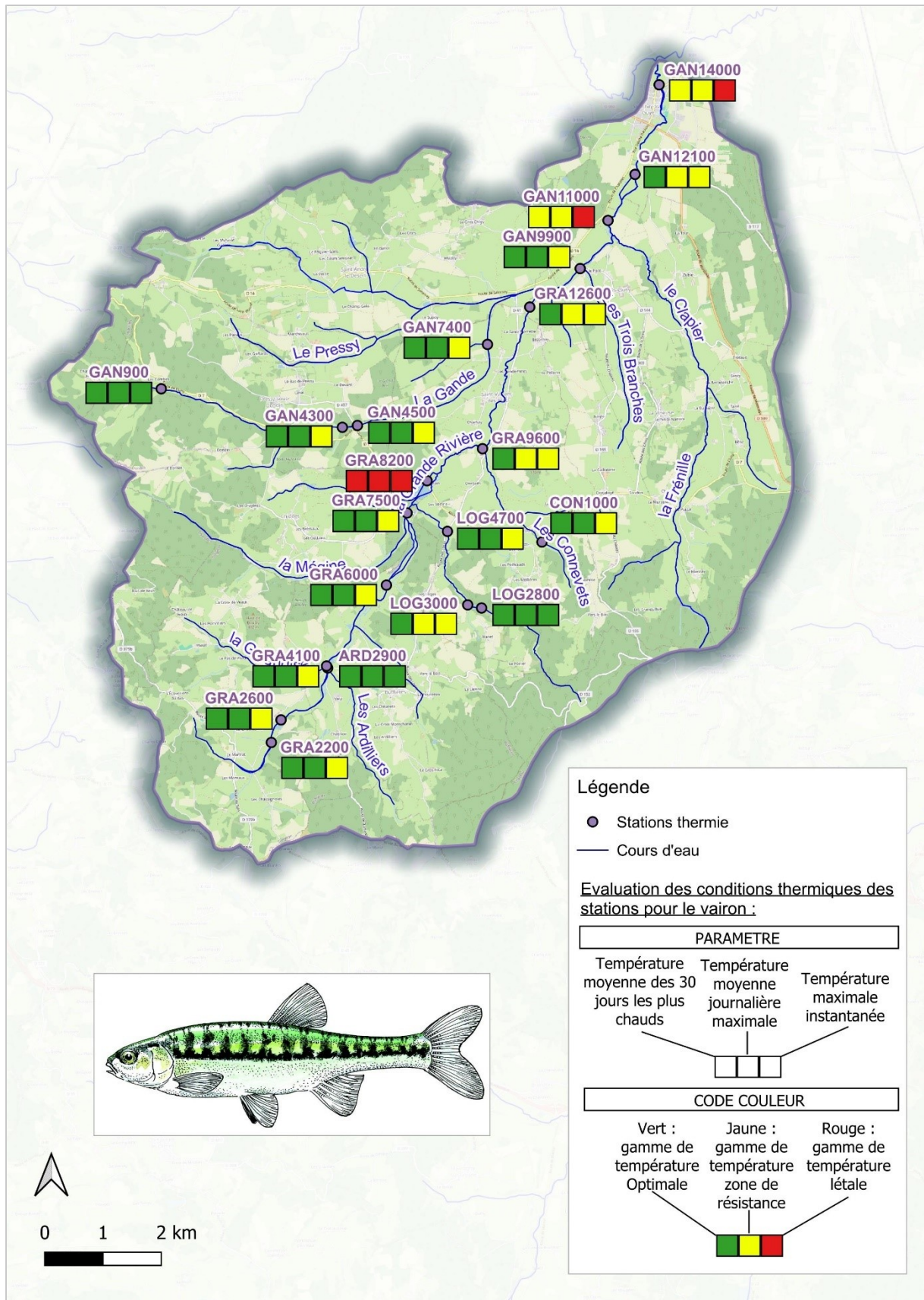
- la température instantanée maximale varie entre 25 °C et 29.6 °C,
 - la température moyenne des 30 jours les plus chauds évolue varie entre 19.5 °C et 22.1 °C.
- Les amplitudes thermiques maximale sont en revanche très variables d'une station à l'autre avec des valeurs varient entre 6.3 °C et 10,7 °C.



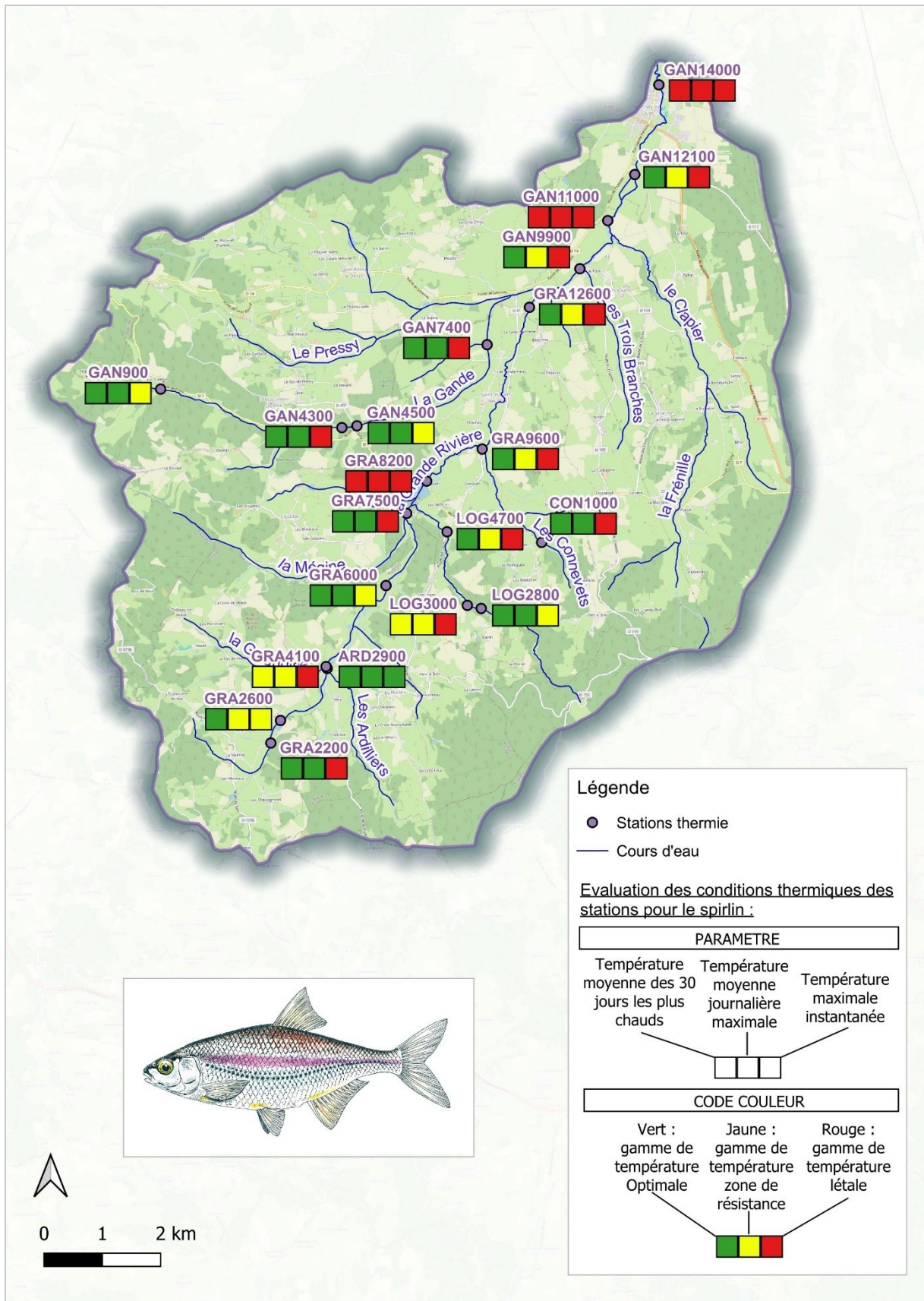
CARTE 12 : EVALUATION DES CONDITIONS THERMIQUES DES STATIONS DU BASSIN DE LA GANDE AU COURS DE L'ETE 2023 POUR LA TRUITE FARIO



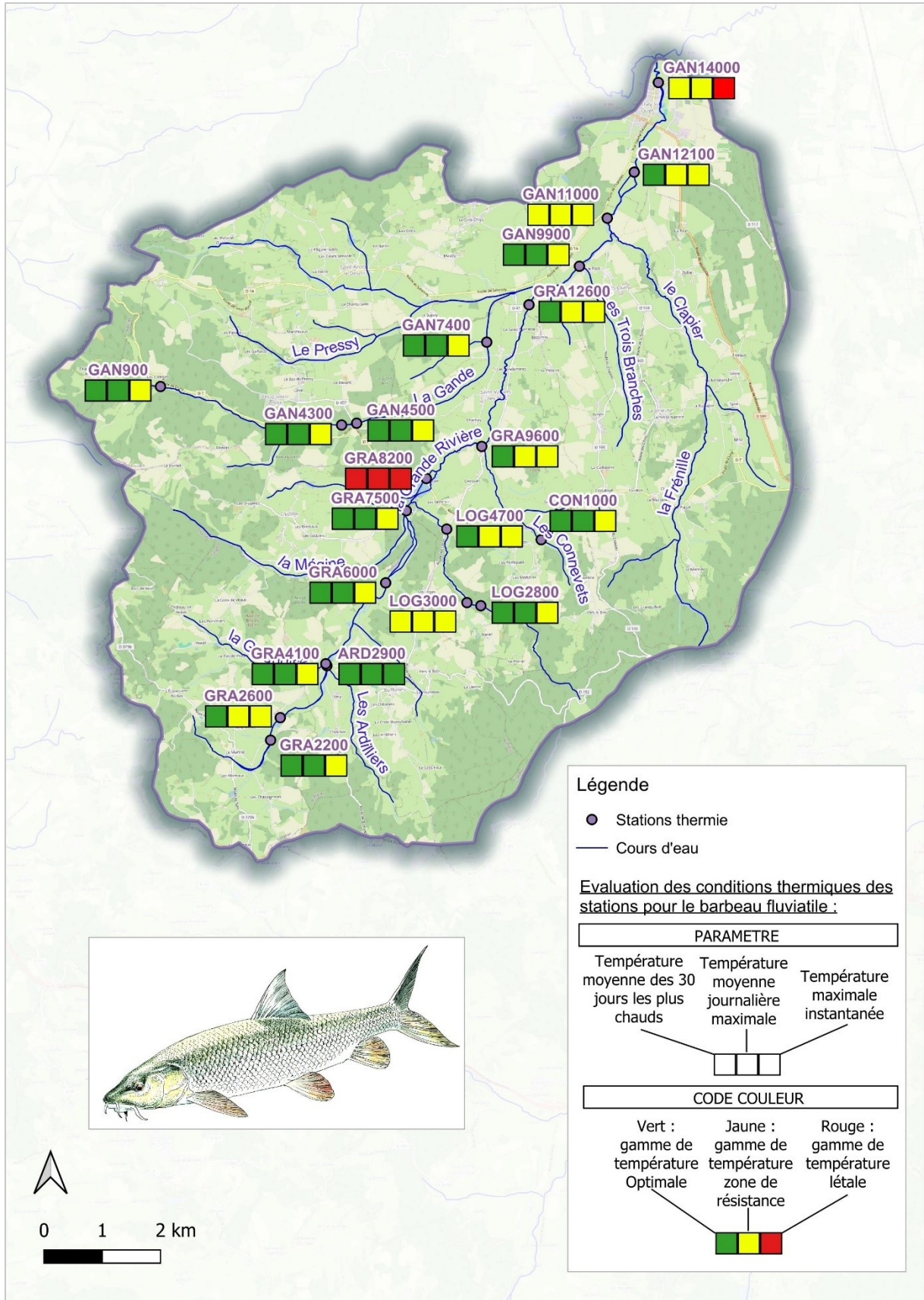
CARTE 13 : ÉVALUATION DES CONDITIONS THERMIQUES DES STATIONS DU BASSIN DE LA GANDE AU COURS DE L'ÉTÉ 2023 POUR LE CHABOT



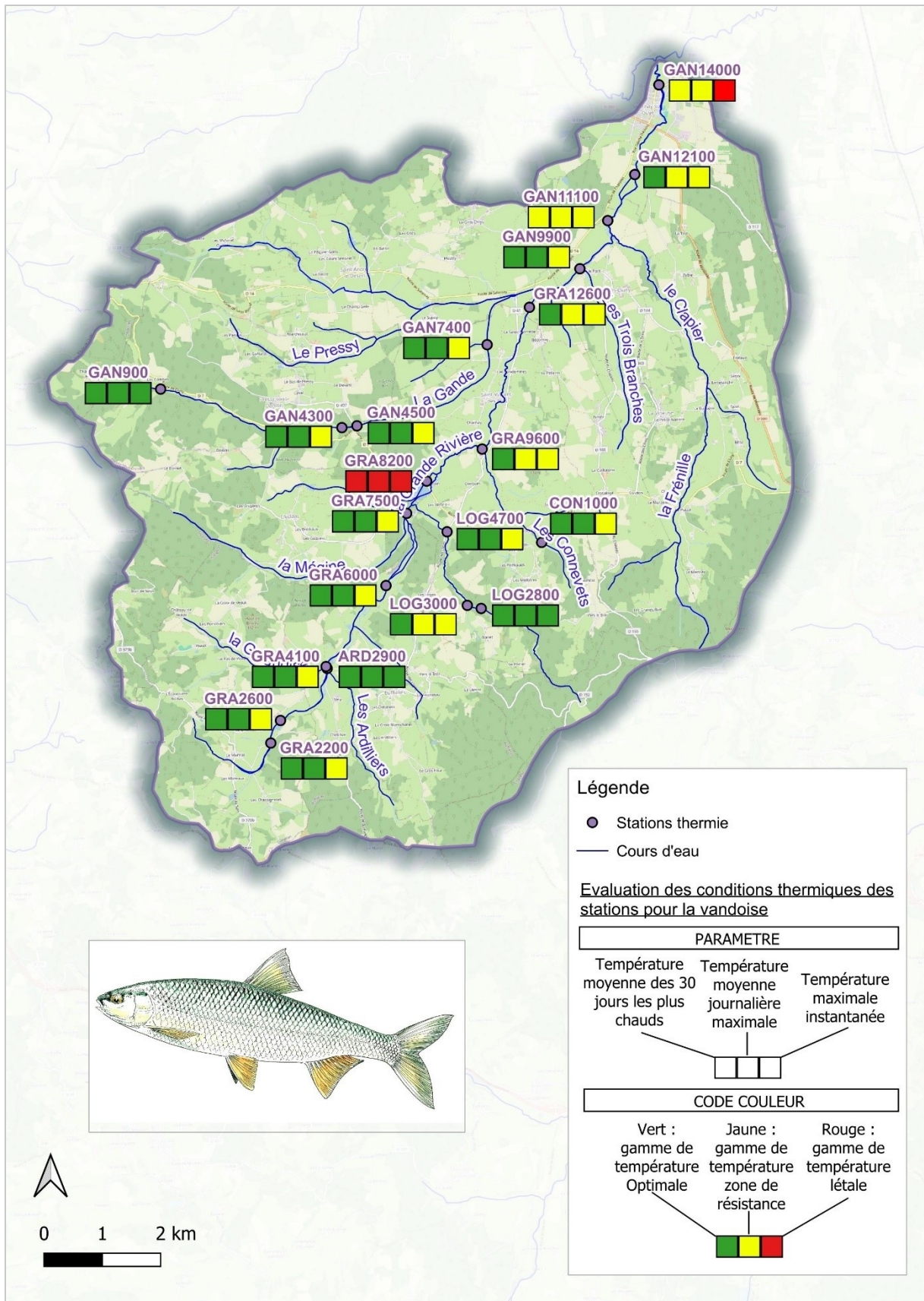
CARTE 14 : ÉVALUATION DES CONDITIONS THERMIQUES DES STATIONS DU BASSIN DE LA GANDE AU COURS DE L'ÉTÉ 2023 POUR LE VAIRON



CARTE 15 : ÉVALUATION DES CONDITIONS THERMIQUES DES STATIONS DU BASSIN DE LA GANDE AU COURS DE L'ÉTÉ 2023 POUR LE SPIRLIN



CARTE 16 : ÉVALUATION DES CONDITIONS THERMIQUES DES STATIONS DU BASSIN DE LA GANDE AU COURS DE L'ÉTÉ 2023 POUR LE BARBEAU FLUVIATILE



CARTE 17 : EVALUATION DES CONDITIONS THERMIQUES DES STATIONS DU BASSIN DE LA GANDE AU COURS DE L'ETE 2023 POUR LA VANDOISE

- Lien avec les pressions identifiées

Les valeurs de température extrêmement fortes mesurées sur la station GRA8200 s'expliquent par l'impact de l'étang de Pierre au Grain situé en amont immédiat de cette station. Ce vaste plan d'eau de 8ha est en effet très envasé, avec de faibles hauteurs d'eau, ce qui le rend très sensible à l'ensoleillement. Ainsi, si on compare les valeurs observées sur ce cours d'eau avec la station située en amont (GRA7500) et celle située en aval (GRA9600) (cf. Figure 15), on observe des valeurs sur cette station beaucoup plus élevées en journée mais aussi la nuit.

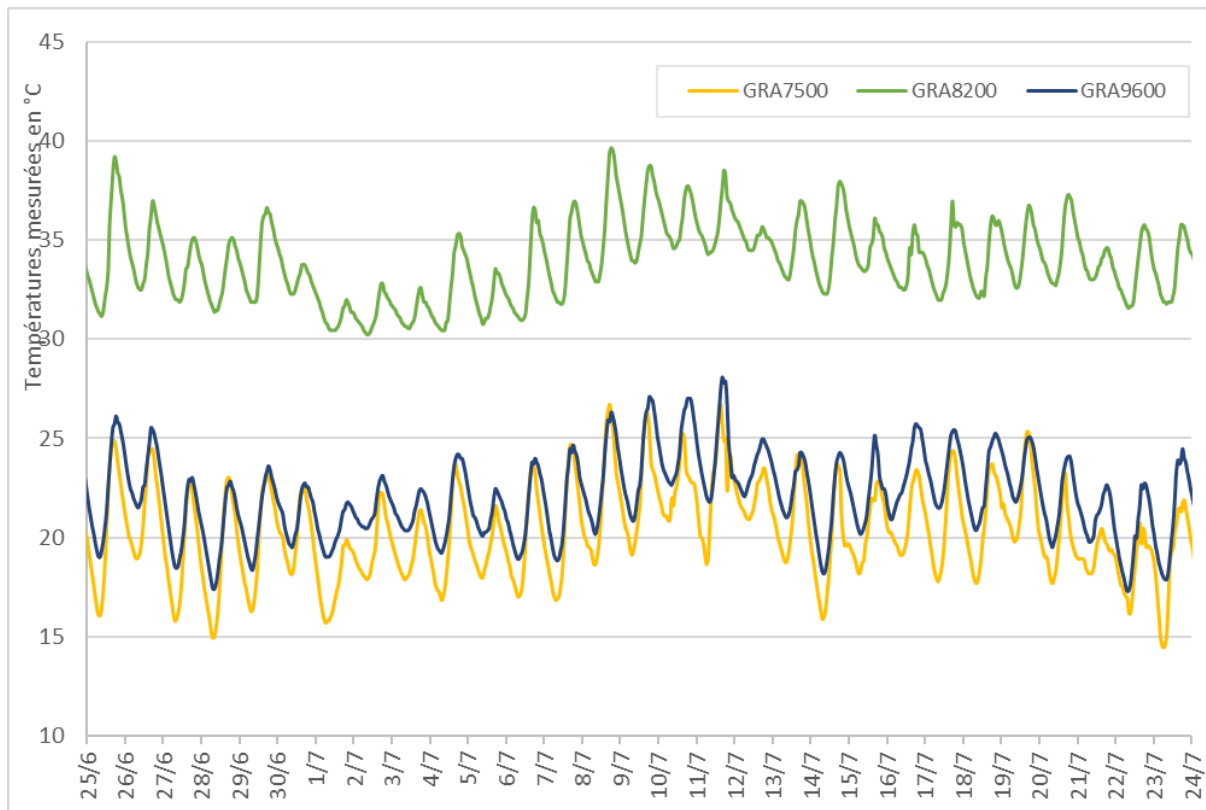


FIGURE 15 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE SUR LA STATION GRA8200 ET SUR LES STATIONS SITUÉES EN AMONT ET EN VAL DE CELLE-CI AU COURS DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS (25 JUIN AU 24 JUILLET 2023)

Sur les autres stations, on constate que dès l'amont de la Grande Rivière (Station GRA2200), la température est déjà très élevée en raison d'une ripisylve quasi inexistante en amont de cette station. La situation thermique s'améliore ensuite très légèrement jusqu'à la station GRA6000. L'étang du Moulin à Sivignon et l'étang des Planches à Buffières implantés sur ce tronçon ne semblent pas avoir d'impact sur la température de l'eau du cours d'eau. Ces deux plans d'eau sont en effet implantés en dérivation du cours principal.

Sur la station GRA7500, la situation se dégrade à nouveau en raison de la dégradation de la ripisylve entre la station GRA6000 et GRA7500, et sans doute aussi de la confluence avec le ruisseau de la Mégine, où la ripisylve est aussi largement dégradée.

Sur les deux stations aval (GRA9600 et GRA12600), les températures augmentent encore malgré une ripisylve en relativement bon état entre les stations GRA8200 et GRA12600. Cette

situation s'explique par l'impact majeur de l'étang de Pierre au Grain et par la confluence avec le ruisseau des Connevets où la ripisylve est dégradée.

- Estimation de l'impact sur les populations piscicoles

Les valeurs de température mesurées en 2023 sur la station GRA8200, en aval de l'étang de Pierre au Grain, sont incompatibles avec le maintien de l'ensemble des espèces étudiées. Cette situation est catastrophique, car il est possible que la portion de cours d'eau en aval de ce plan d'eau soit quasiment sans poissons en raison de ces températures très excessives.

Sur les autres stations de la Grande Rivière, les valeurs de température mesurées au cours de l'été 2023 sont incompatibles avec le maintien d'une population de truite fario : la valeur létale de 25 °C est en effet atteinte dès la station amont (GRA2200). La situation thermique de ce cours d'eau est aussi très défavorable au spirin puisque le seuil létal est aussi atteint en maximum instantané dès la station GRA4100.

Pour le chabot, la situation est un peu plus favorable à l'amont mais la température létale est atteinte en température instantanée dès la station GRA7500.

Les conditions thermiques ont été globalement correctes pour le vairon, le barbeau fluviatile et la vandoise.

4.4 Les petits affluents du bassin de la Gande

- Paramètres de thermie généraux

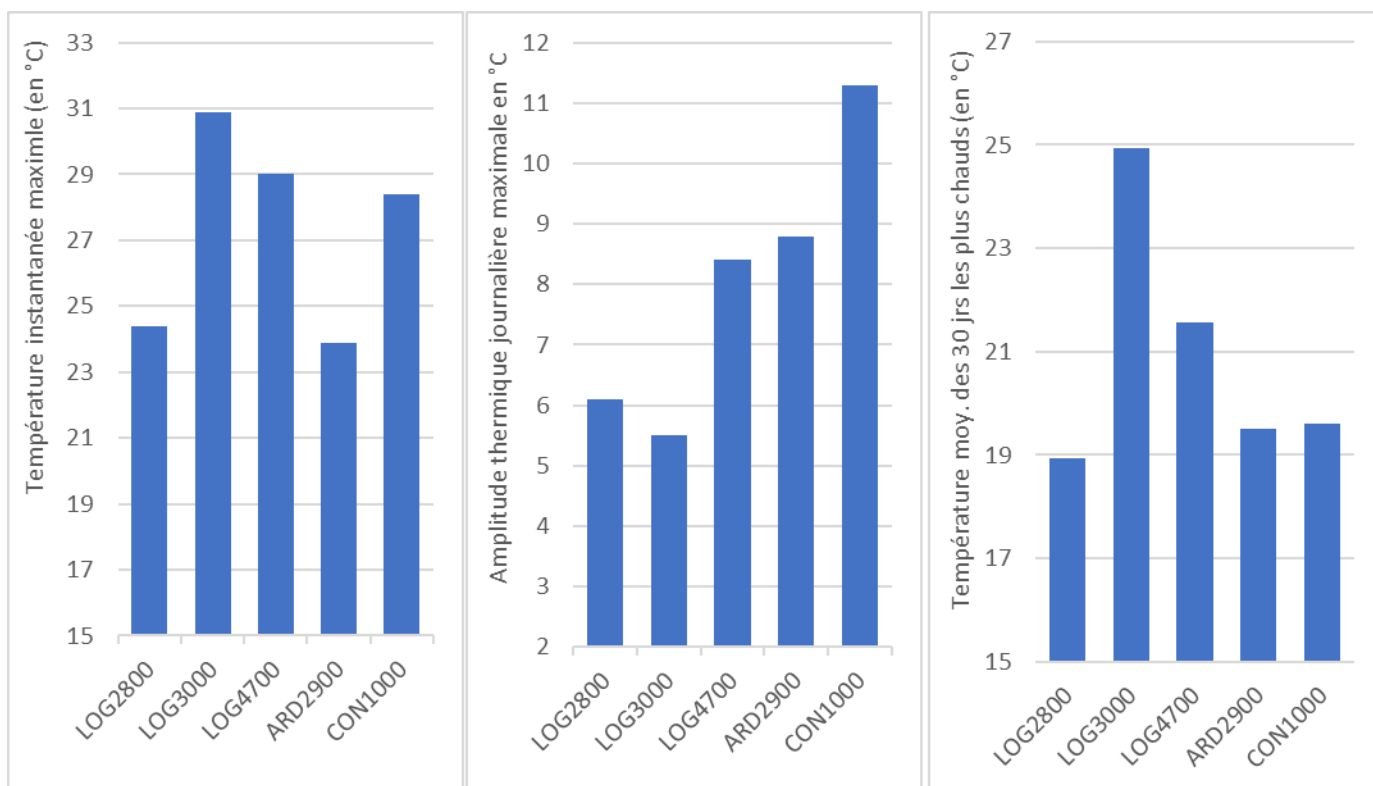


FIGURE 16, FIGURE 17, FIGURE 18 : PARAMETRES DE THERMIE GENERALE SUR LES PETITS AFFLUENTS DU BASSIN DE LA GANDE : TEMPERATURE INSTANTANEE MAXIMALE, AMPLITUDE THERMIQUE JOURNALIERE MAXIMALE ET TEMPERATURE MOYENNE DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS.

Les températures mesurées sur les petits cours d'eau du bassin de la Gande montrent des résultats très contrastés d'une station à l'autre.

La station amont du ruisseau des Loges (LOG2800) est la station la plus fraîche avec une température moyenne des 30 jours les plus chauds inférieure à 19 °C. Les ruisseaux des Ardilliers et le ruisseau des Connevets sont en moyenne un peu plus chauds (avec une tm30jr respective de 19.5 °C et 19.6 °C), mais la température instantanée maximale est beaucoup plus forte sur le ruisseau des Connevets avec 28,4 °C contre 23.9 °C sur le ruisseau des Ardilliers et 24.4 °C sur la station amont du ruisseau des Loges.

Les deux stations aval du ruisseau des Loges présentent des valeurs de températures beaucoup plus importantes avec par exemple une température moyenne des 30 jours les plus chauds de 21.6 °C sur la station LOG4700 et surtout de 24.9 °C sur la station LOG3000.

- Lien avec les pressions identifiées

Sur le ruisseau des Loges, la station LOG2800 bien que relativement fraîche (comparé aux autres stations du bassin) est déjà impactée par l'étang des Toupes, petit plan d'eau de 0.4 ha, situé 800 m en amont. La situation se dégrade ensuite brutalement sur la station LOG3000, en raison de l'influence d'un plan d'eau implanté sur son cours : l'étang des Murgers (1.2 ha, commune de La Vineuse-sur-Frégnande) (cf. Figure 19).

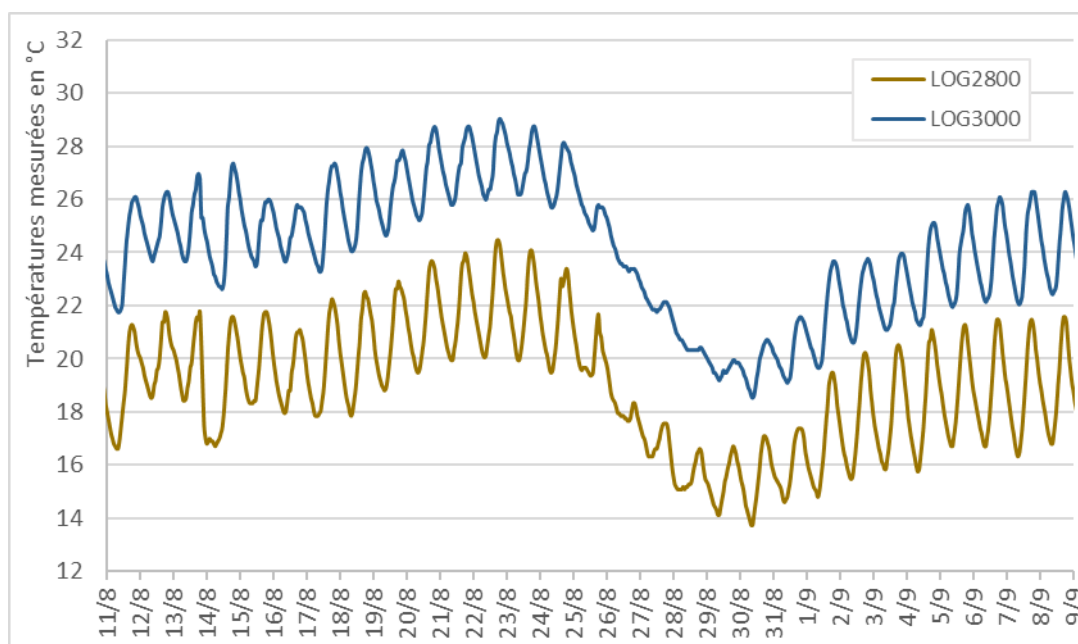


FIGURE 19 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DU RUISSEAU DES LOGES SUR LA STATION LOG2800 AU COURS DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS (DU 11/08/23 AU 09/09/23) ET COMPARAISON AVEC LA STATION LOG3000 AU REGIME THERMIQUE INFLUENCE PAR L'ETANG DES MURGERS

La station aval, LOG 4700, présente un régime thermique toujours impacté par ces plans d'eau mais aussi par un manque de ripisylve, comme en témoigne son amplitude thermique journalière maximale forte (8.4 °C).

Sur la station CON1000, les valeurs importantes de température mesurées sont dues à une ripisylve très dégradée entre la source du ruisseau des Connevets et cette station.

- Estimation de l'impact sur les populations piscicoles :

La situation des petits affluents n'a pas été bonne au cours de l'été 2023 pour la truite fario, le chabot et le spirilin. Si l'on excepte la station amont du ruisseau des Loges (LOG2800) et le ruisseau des Ardiliers (ARD2900), un peu plus fraîche, le seuil légal en température instantanée a été atteint sur les autres stations pour ces 3 espèces.

La situation est moins préoccupante pour les autres espèces étudiées, le vairon, le barbeau fluviatile et la vandoise.

5 Discussions, propositions d'actions

5.1 Discussion sur les résultats obtenus

La situation thermique des cours d'eau des bassins de la Gande et du Brennon n'est globalement pas favorable aux espèces piscicoles d'eaux froides ou fraîches comme la truite fario, le chabot et dans une moindre mesure le vairon et le spirilin. Sur certains cours d'eau extrêmement chauds (la Gande aval, portions de cours d'eau situées en aval immédiat de plans d'eau), la situation est même défavorable à des espèces plus tolérantes au réchauffement des eaux comme le barbeau fluviatile et la vandoise.

Si cette situation est à mettre en relation avec les effets du réchauffement climatique, il apparaît clairement que certaines pressions anthropiques aggravent largement ce réchauffement des eaux en période estivale.

Ainsi, l'absence de ripisylve est une problématique généralisée sur les deux bassins-versants étudiés : 35 % du linéaire des principaux cours d'eau du bassin du Brennon (environ 8 km) sont sans ripisylve et 38 % sur le bassin de la Gande (environ 28 km).

De même, la présence de plans d'eau sur cours affecte gravement le régime thermique des cours d'eau. Dans cette étude, 5 plans d'eau problématiques ont été identifiés sur le bassin de la Gande et aucun sur le bassin du Brennon.

La réduction de l'impact de ces pressions constitue une solution qui permettrait de réduire significativement la vulnérabilité des cours d'eau et de leurs peuplements piscicoles au réchauffement climatique actuel et à son aggravation future.

5.2 Propositions d'actions pour le bassin de la Gande

Le suivi thermique réalisé sur les cours d'eau du bassin de la Gande ne nous permet pas de cibler directement des cours d'eau plus chauds sur lesquels il faudrait intervenir en priorité. Les résultats montrent clairement que l'ensemble des cours d'eau du bassin de la Gande sont trop chauds l'été, le plus souvent dès leurs sources, et que les pressions anthropiques responsables en partie de ce réchauffement sont, elles aussi, généralisées.

Ainsi, il nous apparaît pertinent de cibler des secteurs où les enjeux faunistiques sont les plus importants. Néanmoins, sur ce bassin, les données piscicoles sont lacunaires et concentrées sur la partie aval du bassin-versant. La répartition des espèces piscicoles est ainsi mal connue et on ne peut, avec les données actuelles, définir des secteurs prioritaires qui permettraient de préserver la population de telle ou telle espèce sensible.

En revanche, des inventaires d'écrevisses à pattes blanches ont été réalisés sur ce bassin (Base de données Astabase Bourgogne, SHNA). Or, cette espèce est protégée en Franche et inscrite sur la liste rouge Régionale des écrevisses de Bourgogne avec le statut « En danger » (UICN, SHNA, 2015) et sur la liste rouge nationale des crustacés d'eau douce avec le statut « vulnérable » (UICN, MNHN, 2012). De plus, elle apprécie les eaux froides et fraîches (même si les valeurs de preferendum thermique ne sont pas clairement définies). Au vu de la vulnérabilité de cette espèce, implantée sur plusieurs cours d'eau du bassin de la Gande, il apparaît donc pertinent de prioriser la restauration de la ripisylve là où elle est encore présente mais aussi en aval de ces populations afin de favoriser le maintien voire une extension de ces populations.

Sur cette base, le Tableau 3 et la Carte 18 présentent les secteurs d'intervention prioritaires proposés et les linéaires de ripisylve à restaurer. Huit secteurs d'interventions sont ainsi proposés représentant un linéaire de ripisylve à restaurer d'un peu plus de 10 km.

Tronçon de cours d'eau retenu	Commune	Longueur de cours d'eau à restaurer (en m)	
		Ripisylve absente	Ripisylve discontinue
La Grande Rivière de source à la confluence avec le ruisseau des Ardilliers	Sivignon, Buffières	2300	
Ruisseau la Lie	Sivignon	900	
Le ruisseau des Loges	La Vineuse-sur-Frégande	450	
Le ruisseau des Forges	Buffières, La Vineuse-sur-Frégande	400	
Le ruisseau de Connevets	La Vineuse-sur-Frégande	2100	450
Le ruisseau des Drux	Buffières	250	
Le ruisseau des Ardilliers	Buffières, Curtil-sous-Buffières	1300	300
La Gande, de la source à l'étang du Grand Moulin	Pressy-sous-Dondin	1700	200
Total (en m)		9400	950

TABLEAU 3 : TRONÇONS OU LA RESTAURATION DE LA RIPISYLVE A ETE JUGE PRIORITAIRE DANS LE BASSIN DE LA GANDE

Sur ce bassin, 5 plans d'eau impactant fortement la température de l'eau des cours d'eau ont aussi été identifiés :

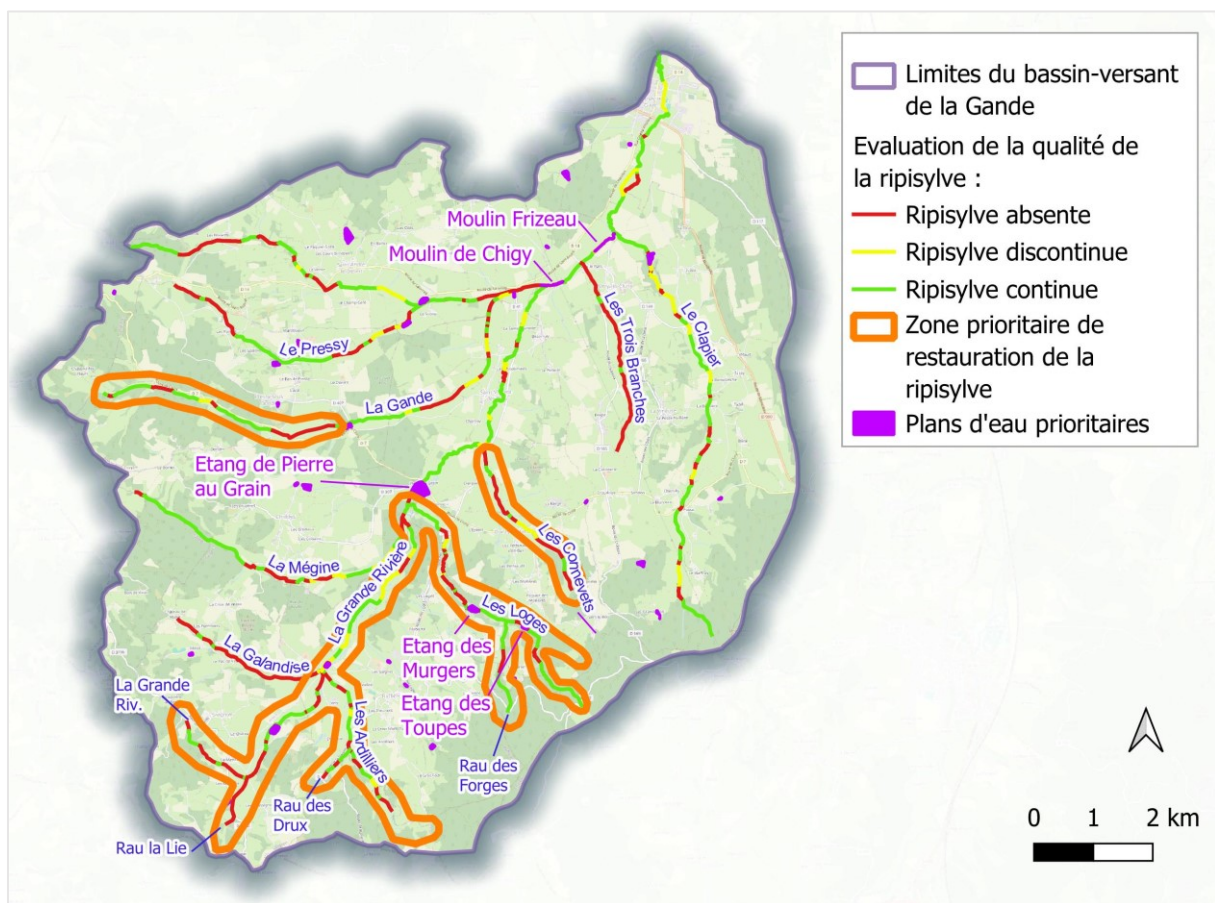
- l'étang des Toupes (0.4 ha) et l'étang des Murgers (1.2 ha), implantés en travers du ruisseau des Loges sur la commune de La Vineuse-sur-Frégande,
- l'étang de Pierre au Grain (5.8 ha), implanté en travers de la Grande Rivière sur la commune de La Vineuse-sur-Frégande,
- la retenue du barrage de l'ancien moulin de Chigy (environ 0.5 ha) et la retenue du barrage de l'ancien moulin Friseau (environ 0.6 ha) implantées en travers de la Gande à Vitry-Lès-Cluny.

Au vu de leur impact thermique majeur, la mise en œuvre d'actions visant à supprimer ou à limiter l'impact thermique est prioritaire sur les 3 étangs identifiés. Pour cela, 3 types d'actions sont possibles :

- la suppression de ces étangs : au vu de leur valeur financière, cette action passe par une acquisition foncière préalable par l'EPAGE Grosne. Ce type d'action est difficile à faire accepter aux propriétaires qui sont en général très attachés à leurs étangs,

- la création d'une dérivation du cours d'eau le long du plan d'eau de manière à ce que l'ensemble du débit du cours d'eau ne traverse pas le plan d'eau en période estivale. Ce type d'action n'est toutefois pas toujours possible techniquement à mettre en œuvre,
- la restitution des eaux de l'étang au cours d'eau via une prise de fond (au lieu d'une restitution par la surface). Cette action n'efface cependant que partiellement l'impact thermique du plan d'eau.

Pour les 2 retenues de barrages d'anciens moulins, les solutions sont à évaluer en fonction de la configuration des sites. L'effacement total ou partiel des barrages est évidemment la solution la plus efficace mais qui est la plus difficile à faire accepter aux propriétaires.



CARTE 18 : SECTEURS D'INTERVENTION PRIORITAIRES SUR LE BASSIN DE LA GANDE

5.3 Propositions d'actions pour le bassin du Brennon

Sur le bassin du Brennon, au vu du réchauffement généralisé des cours d'eau et du linéaire de cours d'eau plus limité, il est proposé de restaurer l'ensemble des tronçons où la ripisylve est dégradée (cf. Carte 4). Il est toutefois proposé de prioriser cette intervention sur les têtes de bassin : le Brennon en amont la confluence avec la Vozelle (5000 m de linéaire) et le ruisseau la Courrière (4500 m de linéaire).

Cours d'eau	Longueur de cours d'eau à restaurer (en m)		Commune	Priorisation
	Ripisylve absente	Ripisylve discontinuée		
Brennon à l'amont de la confluence avec la Vozelle	4150	850	St-Martin d'Auxy, St-laurent d'Andenay, St-Micaud	1
Ruisseau la Courrière	2400	2100	St-Martin d'Auxy, St-Privé, Le Puley	1
Brennon à l'aval de la confluence avec la Vozelle	500	2500	Le Puley, Genouilly	2
La Vozelle	950	2150	St-Micaud	2

TABLEAU 4 : TRONÇONS OU LA RESTAURATION DE LA RIPISYLVE EST PROPOSÉE DANS LE BASSIN DU BRENNON

Conclusion

Le suivi thermique des rivières des bassins versants de la Gande et du Brenon est une première approche pour mieux cerner le métabolisme thermique des milieux aquatiques de ces bassins.

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

Ce suivi thermique a été réalisé lors de l'été 2023, un été chaud puisqu'il se classe au 6^{ème} rang des étés les plus chauds depuis 1947 en Bourgogne - Franche-Comté.

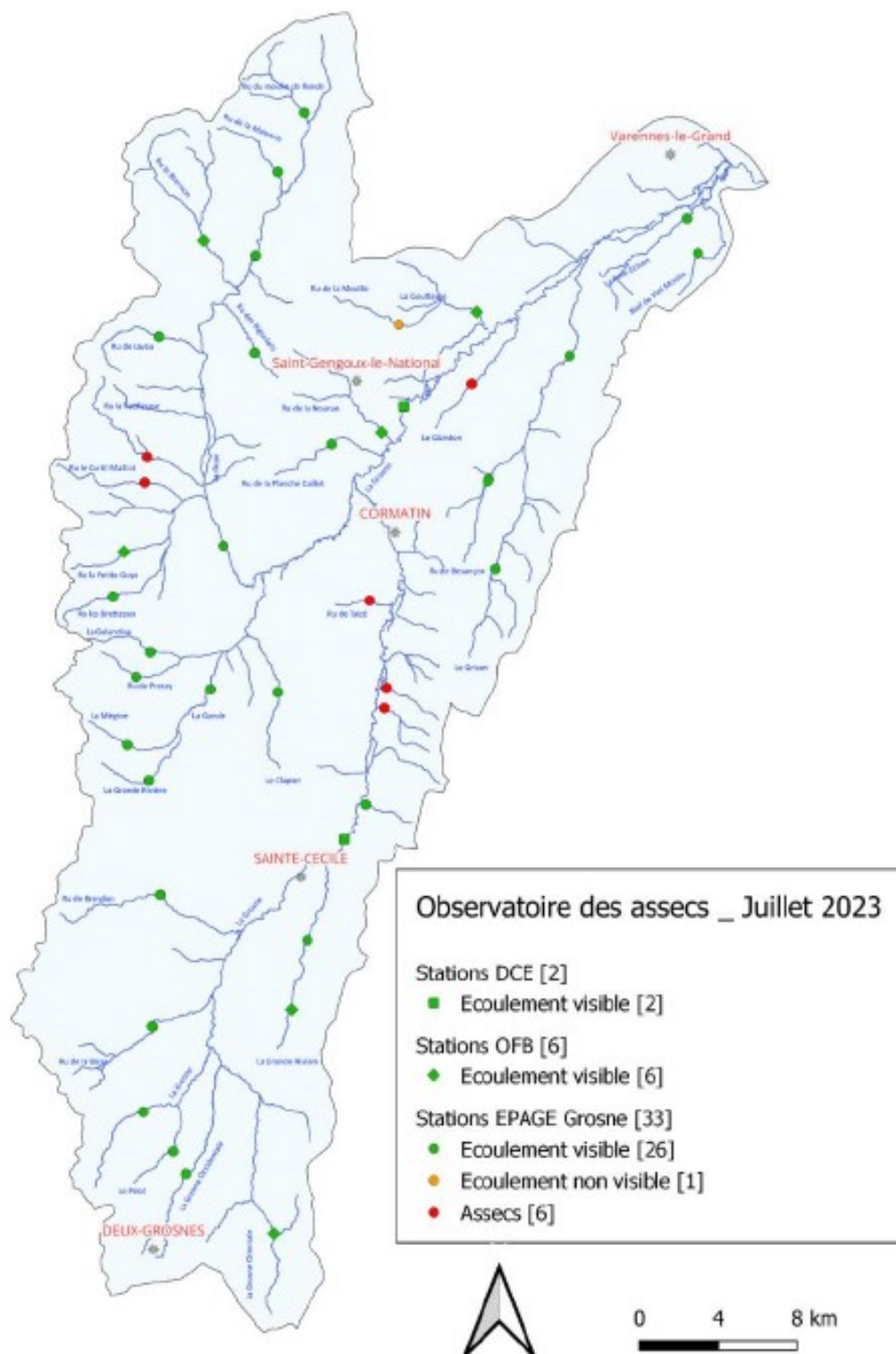
Dans ces conditions très particulières, aucune rivière de ces bassins versants n'a conservé des eaux fraîches. Elles ont en effet toutes été impactées par une ripisylve dégradée ou absente. Dans le bassin du Gande, 5 plans d'eau implantés sur cours d'eau ont eu aussi un impact majeur sur le régime thermique des cours d'eau du bassin. L'étang de Pierre au Grain implanté sur la Grande Rivière a été particulièrement impactant avec des températures extrêmement élevées mesurées en aval de ce plan d'eau (> 39 °C).

Dans ces conditions, les espèces piscicoles les plus sensibles ne peuvent survivre ou sont très menacées : la truite fario et chabot et dans une moindre mesure le vairon et le spirilin sont ainsi très impactés.

Si le changement climatique explique en partie les fortes températures observées, les pressions identifiées aggravent largement le dysfonctionnement du métabolisme thermique des cours d'eau. Agir sur ces pressions permettrait d'améliorer le fonctionnement écologique des rivières du bassin et garantirait le maintien d'un bon état écologique malgré la hausse des températures de l'air. La mise en œuvre par l'EPAGE Grosne d'un programme de restauration de la ripisylve est ainsi essentielle, tout comme la mise en œuvre d'actions visant à limiter l'impact thermique des plans d'eau.

Annexes

Annexe 1 : Carte des stations d'observation des assec sur le bassin de la Grosne en juillet 2023 (mois où le nombre de stations en assec a été le plus important en 2023) (Source : LOUIS R., 2023, EPAGE Grosne)



Références

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

LOUIS R. (2023). Programme d'observation des assecs sur le bassin-versant de la Grosne – Rapport 2023. EPAGE du bassin-versant de la Grosne. 21 p.

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.

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

UICN, SHNA (2015). Liste rouge régionale des écrevisses de Bourgogne. 1p.

UICN, MNHN (2012). La Liste rouge des espèces menaces en France. Crustacés d'eau douce de France Métropolitaine. 25p.