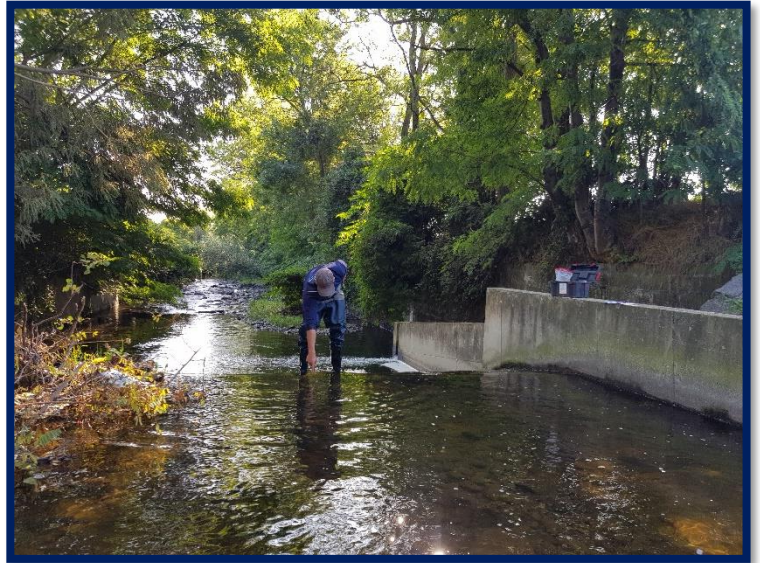




SUIVI THERMIQUE DES EAUX DU DEPARTEMENT DU HAUT-RHIN : 2020



Rédaction : Sophie LOUIS, chargée de projets

Relecture : Ywen NAMOKEL, Responsable technique

Version finale du 10/10/2023

Dossier suivi par : Y. NAMOKEL, Responsable Technique

Contact : responsable.technique@peche68.fr

Partenaires financiers :



Partenaires techniques :



Référence à citer :

LOUIS S., NAMOKEL Y., 2023. Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020. Fédération du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA68). 165p.

Résumé

La physico-chimie des rivières fait partie des facteurs structurant les écosystèmes aquatiques. Les nutriments comme les nitrates, nitrites, phosphates mais aussi des paramètres comme l'oxygène dissous ou encore la **température des eaux**. Cette dernière a un impact particulièrement fort sur les cycles biologiques de l'ichtyofaune. C'est elle qui joue un rôle essentiel dans le déclenchement de certains comportements, comme la reproduction mais aussi dans la répartition des populations. En effet, chaque espèce possède un **preferendum thermique**, soit une plage de température à laquelle les individus sont en situation de confort pour se développer, se nourrir et se reproduire. Au-delà et en deçà de cette gamme, les espèces subissent un stress, voire une mortalité sur certains de leur stade de vie.

Dans un contexte de changement climatique global, la Fédération du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique a installé, depuis 2012, un réseau de sondes thermiques sur les 9 cours d'eau principaux du département :

- La Liepvrette ;
- La Weiss ;
- La Fecht ;
- La Lauch ;
- La Thur ;
- La Doller ;
- La Largue ;
- L'III ;
- Le Rhin.

Les objectifs sont multiples avec une **contribution à la connaissance** du fonctionnement des cours d'eau, une **mise en valeur des impacts** directs ou indirects présents sur les bassins, une **détermination des zones propices aux développements des espèces dites « cibles »** et une **approche de l'impact du changement climatique** sur la qualité des eaux et les peuplements piscicoles.

L'année 2020 a connu une période estivale relativement stressante pour les populations de Truite fario, espèce repère des eaux de 1^{ère} catégorie piscicole. Un classement des cours d'eau haut-rhinois, du plus favorable au plus défavorable a pu être dressé : Liepvrette – Thur – III (amont) – Weiss – III (intermédiaire et aval) – Fecht – Doller – Largue – Lauch – Vieux Rhin. Mais chaque cours d'eau présente néanmoins ses spécificités pouvant influencer ou non les profils thermiques mesurés.

Chiffres clés

- ♦ 123 sondes installées en 2020
- ♦ 9 cours d'eau étudiés de janvier à décembre 2020
- ♦ Preferendum thermique de la Truite fario, espèce repère de la 1^{ère} catégorie piscicole : 4 – 17°C
- ♦ Preferendum thermique du Brochet, espèce repère de la 2^{nde} catégorie piscicole : 10 – 24°C
7 cours d'eau sur 9 sont favorables plus de 80% de l'année 2020 à la Truite fario (températures moyennes comprises entre 4 et 17°C)
- ♦ 6 cours d'eau sur 9 ont atteint le seuil léthal des 25°C en température maximale instantanée en 2020

I. INTRODUCTION	1
II. OBJECTIFS	2
III. CONTEXTE.....	2
IV. MATERIELS ET METHODE	3
1. Généralités	3
2. Matériel utilisé.....	3
3. Protocole	4
a) Fixation	4
b) Paramétrage	5
c) Déchargements des données et entretien	5
4. Localisation des stations.....	5
5. Analyse des données et variables calculées.....	6
6. Optimum et préférendum thermique des espèces.....	8
a) Préférendum thermique de la truite fario (contexte salmonicole)	8
b) Préférendum du Brochet (contexte eso-cyprinicole)	9
V. RESULTATS.....	11
1. Le bassin de la Liepvrette	11
a) Présentation des températures moyennes journalières	12
b) Présentation des 30 jours les plus chauds	13
c) Répartition des températures en fonction des optimum des espèces repères	14
d) Bilan thermique pour la Liepvrette	15
2. Bassin de la Weiss	16
a) Présentation des températures moyennes journalières	17
b) Présentation des 30 jours les plus chauds	18
c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	19
d) Bilan thermique pour la Weiss.....	20
3. Bassin de la Fecht	21
a) Présentation des températures moyennes journalières	22
b) Présentation des 30 jours les plus chauds	23
c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	24
d) Bilan thermique pour la Fecht.....	26
4. Le bassin de la Lauch.....	26
a) Présentation des températures moyennes journalières	27
b) Présentation des 30 jours les plus chauds	28
c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	29
d) Bilan thermique de la Lauch	31
5. Bassin de la Thur	31

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020

a)	Présentation des températures moyennes journalières	32
b)	Présentation des 30 jours les plus chauds	33
c)	Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	34
d)	Bilan thermique de la Thur	36
6.	Bassin de la Doller	37
a)	Présentation des températures moyennes journalières	38
b)	Présentation des 30 jours les plus chauds	39
c)	Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	40
d)	Bilan thermique pour la Doller	42
7.	Le bassin de la Largue.....	43
a)	Présentation des températures moyennes journalières	44
b)	Présentation des 30 jours les plus chauds	45
c)	Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	46
d)	Bilan thermique de la Largue.....	48
8.	Bassin de l'Il.....	49
a)	Présentation des températures moyennes journalières	50
b)	Présentation des 30 jours les plus chauds	51
c)	Répartition des températures en fonction des optimum des espèces repères	53
d)	Bilan thermique de l'Il	55
9.	Bassin du Rhin	56
a)	Présentation des températures moyennes journalières	57
b)	Présentation des 30 jours les plus chauds	58
c)	Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	59
10.	Bilan thermique du Rhin	61
11.	Comparaison inter-bassins.....	61
a)	Maladie rénale proliférative (MRP ou PKD)	61
b)	Comparatif des moyennes et des extremums thermiques	63
c)	Comparaison inter-bassin des proportions des diverses classes de températures correspondants aux préférendums thermique de la truite fario	64
VI.	CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	Erreur ! Signet non défini.
	BIBLIOGRAPHIE.....	70

Liste des Figures

Figure 1 : Sonde thermique Hobo Pendant.....	4
Figure 2 : Sonde thermique installée.....	4
Figure 3 : Répartition du réseau de sonde thermique dans le département du Haut-Rhin	6
Figure 4 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Liepvrette (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est).....	11
Figure 5 : Evolution des températures moyennes journalières sur 4 stations de la Liepvrette.....	12
Figure 6 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Liepvrette	13
Figure 7 : Synthèse thermique sur la Liepvrette et répartition des préférendums thermiques	14
Figure 8 : Localisation du réseau de sondes thermiques sur le bassin de la Weiss (de l'amont à l'Ouest à l'aval à l'Est)	16
Figure 9 : Températures moyennes journalières sur la Weiss pour l'année 2020	17
Figure 10 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Weiss	18
Figure 11 : Fiche synthèse thermique sur la Weiss et répartition des préférendums thermiques.	19
Figure 12 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Fecht (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est).....	21
Figure 13 : Températures moyennes journalières sur la Fecht pour 4 stations durant l'année de suivi 2020.....	22
Figure 14 : Moyenne de la température des 30 jours les plus chauds sur la Fecht.....	23
Figure 15 : Fiche synthèse thermique sur la Fecht et répartition des optimums thermiques.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 16 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Lauch (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est).....	26
Figure 17 : Températures moyennes journalières sur la Lauch pour 4 stations	27
Figure 18 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Lauch	28
Figure 19 : Fiche de synthèse thermique sur la Lauch et répartition des optimums thermiques.....	30
Figure 20 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Thur (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est).....	31
Figure 21 : Températures moyennes journalières sur la Thur pour 5 stations	32
Figure 22 : température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Thur	33
Figure 23 : Fiche de synthèse thermique sur la Thur et répartition des optimums thermiques	35
Figure 24 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Doller (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est).....	37
Figure 25 : Evolution des températures moyennes journalières sur la Doller.....	38
Figure 26 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Doller.....	39
Figure 27 : Fiche de synthèse thermique sur la Doller et répartition des optimums thermiques	41
Figure 28 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Largue (de l'amont au sud à l'aval au nord).....	43
Figure 29 : Evolution des températures moyennes journalières sur la Largue.....	44
Figure 30 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Largue	45
Figure 31 : Fiche de synthèse thermique sur la Largue et répartition des optimums thermiques	47
Figure 32 : Répartition du réseau de sondes thermiques sur le bassin de l'Ill (de l'amont au Sud à l'aval au Nord).....	49
Figure 33 : Evolution des températures moyennes journalières sur l'Ill.....	50
Figure 34 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur l'Ill.....	52
Figure 35 : Fiche de synthèse thermique sur l'Ill et répartition des optimums thermiques	54
Figure 36 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le Rhin (de l'amont au Sud vers l'aval au Nord).....	56
Figure 37 : Evolution des températures moyennes journalières sur le Rhin.....	57
Figure 38 : Températures moyennes des 30 jours les plus chauds sur le Rhin	58
Figure 39 : Fiche de synthèse thermique sur le Rhin et répartition des optimums thermiques	60
Figure 40 : Nombre de jours consécutifs où la température est supérieure à 15°C sur les différents cours d'eau du Haut-Rhin (les barres d'erreurs représentent l'écart type standard).	62
Figure 41 : Carte des risques d'infection par la MRP (ou PKD) établis sur le département du Haut-Rhin à partir du nombre de jours consécutifs où la température de l'eau excède 15°C (le risque est plus important à partir de 15 jours consécutifs)	63
Figure 42 : Température moyenne minimale, température moyenne maximale, température maximale instantanée et température moyenne journalière sur l'ensemble de l'année 2020 (toutes stations confondues) sur les bassins étudiés.	64

Figure 43 : Répartition des classes de températures moyennes journalières en fonction des limites thermiques de la truite fario (en moyenne sur chaque cours d'eau)	65
Figure 44 : Températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds en 2020 sur les cours d'eau du Haut-Rhin (codification en fonction des seuils d'optimum et de préférendum thermique de la Truite fario)	66

Liste des tableaux

Tableau I Synthèse bibliographique des seuils thermiques de la Truite fario	8
Tableau II : Synthèse des différentes gammes de tolérance thermique (°C) établies pour la truite en fonction des principales phases du cycle de vie. Les températures indiquées aux extrémités des crochets sont les températures létales inférieures et supérieures, les températures indiquées à l'intérieur des crochets sont les valeurs de survie optimales (sources additionnelles : Réalis-Doyelle, 2016 ; Téletchea et al, 2017).....	9
Tableau III : Synthèse bibliographique des seuils thermiques du Brochet	10
Tableau IV : Synthèse des différentes gammes de tolérance thermique (°C) établies pour le brochet en fonction des principales phases du cycle de vie. Les températures indiquées aux extrémités des crochets sont les températures létales inférieures et supérieures, les températures indiquées à l'intérieur des crochets sont les valeurs de survie optimales (sources additionnelles : Réalis-Doyelle, 2016 ; Téletchea et al, 2017).....	10

Abréviations

AAPPMA : Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
AERM : Agende de l'Eau Rhin-Meuse
DCE : Directive Cadre sur l'Eau
FDAAPPMA68 : Fédération du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
ICE : Information sur la Continuité Écologique
LKW : Lac de Kruth-Wildenstein
OH : Ouvrage Hydraulique
PLUI : Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
PNR : Parc Naturel Régional
RD : Rive droite
RG : Rive gauche
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SANDRE : Service d'Administration National des Données et Référentiels sur l'Eau
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
STEP : Station d'épuration
TBV : Tête de bassin versant
TVB : Trames vertes et bleues

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020

UBRM : Union des fédérations départementales pour la pêche et la protection du milieu aquatique du Bassin Rhin-Meuse

I. INTRODUCTION

La température de l'eau régit, en grande partie, la répartition, la croissance et le métabolisme des espèces aquatiques. A ce titre, elle fait partie des paramètres prépondérants à suivre et à analyser pour optimiser un état des lieux de la qualité des écosystèmes aquatiques.

En effet, le facteur thermique impacte les organismes aquatiques et plus particulièrement l'ichtyofaune, directement (ou indirectement) et ceci à tous les stades de vie des individus. Du développement embryonnaire à l'éclosion, de la phase larvaire à la phase adulte, en passant par la reproduction, la température conditionne chaque étape du cycle de vie des poissons (Tissot et Souchon 2011). L'utilisation de la notion de degrés-jour dans le cadre des premières phases de vie de certaines espèces en est un parfait exemple.

D'autres sources documentant les effets de la température peuvent être citées : sur le métabolisme (Brown et al., 2004), la reproduction et les cycles de développement (De Vlaming, 1972 ; in Raat, 1988 ; Wolter, 2007 ; Teletchea et al, 2007) et même les comportements de nage comme chez l'anguille (Lafaille et al, 2007) ou d'autres espèces poïkilothermes (Ojanguren & Brana, 2000). Les effets de la température sur les poissons migrateurs sont nombreux comme dans le cadre de la migration du Saumon (Salinger et Anderson, 2011).

L'étude de ce facteur et des questionnements soulevés remontent aux années 1970 mais elle a pris son essor avec les épisodes caniculaires de 2003 (De Bono et al. 2004) et la prise de conscience croissante des effets du changement climatique global, engendrant ainsi une intensification de productions bibliographiques et scientifiques.

D'après les experts du GIEC la température moyenne de l'air à la surface de la terre devrait augmenter de +1,8 °C à 4,0 °C selon les scénarios de 2007 (GIEC, 2007) et plus vraisemblablement entre +1,5°C et 4,8°C d'ici 2100 selon les prévisions du rapport de synthèse de 2023 (GIEC, 2023). Ces observations et celles réalisées sur le terrain par de nombreuses autres structures témoignent jour après jour des impacts croissants de ces changements sur les écosystèmes.

Dans la région du Grand Est, les prévisions nous orientent vers des hausses allant de +1,5 à +4 avec des records de température possible de 55,3°C en 2050 (intervention de S. Roy, Météo France, 2017). Il est certain que cette augmentation de la température va avoir des impacts directs et indirects sur la biodiversité, notamment pour les animaux ectothermes, comme les poissons (Welcomme et al., 2010 ; Réalis-Doyelle 2016).

Le changement climatique actuel et à venir n'est cependant pas l'unique facteur à influencer le facteur thermique. Les hydrosystèmes, depuis plusieurs décennies, ont subi une anthropisation croissante de leurs milieux : urbanisation, imperméabilisation des sols, agricultures intensives, pollutions, recalibrage, barrages, etc. Les rejets industriels (Talmage, 1977), les retenues d'eau, même les plus minimales (Lessard et Hayes, 2003), la suppression de la ripisylve, la rectification des cours d'eau ainsi que de nombreuses autres pratiques discutables impactent directement la thermie des eaux.

Outre l'impact sur la température, leurs conséquences néfastes ne sont plus à citer tant il serait complexe d'être exhaustif (rupture du continuum fluvial, banalisation des habitats, baisse de la qualité de l'eau, espèces exotiques envahissantes, déséquilibre divers, etc.).

Pour une surveillance optimale de l'évolution de la qualité des milieux aquatiques, il apparaît ainsi primordial de passer par la mise en place de programme d'analyse de données thermiques. En effet, le monitoring sous forme de chronique de données et leur valorisation est un enjeu particulièrement important et permet d'orienter des projets futurs sur les zones jugées sensibles ou à risque.

II. OBJECTIFS

Actuellement, **les objectifs du projet de suivi thermique de la FDAAPPMA68** sont les suivants :

- ♦ Contribuer à la connaissance du fonctionnement des cours d'eau et des impacts des variations de température sur ces derniers ;
- ♦ Révéler certains impacts indirects et appuyer les constats établis à partir d'autres paramètres (physico-chimiques, biologiques, maladies potentielles (SHV, PKD), etc.) ;
- ♦ Délimiter les zones propices au développement de chaque espèce, ainsi que leur évolution ;
- ♦ Appréhender l'impact du changement climatique sur la qualité des eaux et les peuplements piscicoles.

III. CONTEXTE

En France, de nombreux gestionnaires, structures publiques, utilisateurs, associations, professionnels ou structures diverses, utilisent couramment des données sur la thermie des eaux pour permettre un appui ou une aide à la décision dans le cadre de leurs travaux.

Si les producteurs primaires de ce type de données sont plus fréquemment les EPTB, l'OFB (réseau national de suivi de la température depuis 2008), ou les DREAL (réseau de suivi des stations hydrométriques) il est aussi courant que les FDAAPPMA ou les associations migratrices soient de grands producteurs de données dans le cadre de leurs missions d'analyses scientifiques de la faune aquatique.

Ces données sont précieuses et trouvent bon nombre d'applications dans ce contexte de changement climatique. Il est possible de citer les utilisations suivantes : aide à la décision, surveillance d'impacts d'ouvrages, suivi de chantier, étude scientifique ponctuelle ou monitoring à grande échelle.

Mais, si l'acquisition de données ponctuelles peut parfois être pertinente, ce type de suivi prend tout son sens s'il est réalisé avec d'importantes chroniques de données de préférence interannuelles (Beaufort et al. 2015 ; Arora et al, 2016). Ces chroniques peuvent ainsi être utilisées pour observer des tendances à l'échelle d'une année ou de plusieurs années et peuvent également servir de base pour la construction de modèles prédictifs (Beaufort et al, 2016a et 2016b).

C'est pourquoi depuis 2012, la Fédération du Haut-Rhin de pêche et de protection du milieu aquatique (FDAAPPMA68) s'est lancée dans le suivi thermique des principaux cours d'eau du département, avec un réseau constitué actuellement de 123 sondes (Enregistreurs Onset HOBO) en 2020.

Le nombre important de sondes, les mesures produites chaque année, l'approche à la fois qualitative et quantitative et le long historique de données font dès lors la particularité de cette étude à l'échelle nationale.

Ces données, librement diffusées sur demande, sont exploitées chaque année par de nombreux acteurs locaux (EPAGEs, OFB, Saumon-Rhin, Rivières de Haute-Alsace, etc.). Elles permettent notamment d'affiner certains diagnostics ou d'orienter certaines actions et opérations.

En 2020, la FDAAPPMA68 a également contribué avec ses données, au projet TIGRE entrepris par l'INRAE (Beaufort et al, 2020). Ce projet vise à bancariser, analyser et utiliser des données thermiques nationales dans le cadre des objectifs suivants :

- Analyser la variabilité spatiale des régimes thermiques des cours d'eau à l'échelle nationale ;
- Interpoler certaines métriques de température le long des réseaux hydrographiques selon différents outils statistiques ;
- Contribuer à mieux connaître et comprendre l'état et le fonctionnement des écosystèmes.

Le projet visait en particulier à analyser des facteurs de contrôle et développer des modèles statistiques empiriques dans une perspective d'extrapolation spatiale et temporelle des métriques de températures.

L'accomplissement de ces objectifs passe notamment par l'analyse des données annuelles produites selon un mode opératoire protocolé et homogène pour des mesures en continu.

Pour le moment, la priorisation des analyses est principalement portée sur les cours d'eau de classement administratif de première catégorie piscicole où la Truite fario est l'espèce repère. Ce choix est déterminé notamment par le fait que les cours d'eau du Piémont Vosgien sont les plus touchés par les impacts du changement climatiques et que la Truite est un taxon très sensible à ce paramètre, à l'instar des autres Salmonidés.

Si ce suivi a historiquement démarré en 2012 et que le placement des stations n'a que peu évolué (afin de permettre une chronicité des données), les protocoles et la valorisation des données ont à plusieurs reprises été modifiés. Les divers rapports produits ont donc pu, tour à tour, apporter un éclairage interannuel (par pas de temps de 3 ans) puis enfin, depuis 2019, sur l'année complète (janvier à décembre).

Ainsi, **un des objectifs supplémentaires de ce rapport** est également de mettre en évidence des perspectives d'amélioration en termes d'analyse et de valorisation pour l'évolution du suivi thermique dans ses années à venir (analyse statistique, valorisation, bancarisation, export, format SANDRE-compatible, implémentation au réseau ONDE, etc.).

Le présent rapport présente donc les résultats de l'année 2020 pour le réseau de 123 sondes. Les résultats sont présentés bassin par bassin, puis avec un comparatif global tout en octroyant un éclairage par rapport aux optimum et préférendum thermiques de deux espèces repères : la Truite fario et le Brochet.

IV. MATERIELS ET METHODE

1. Généralités

Le suivi thermique des cours d'eau a été réalisé à l'aide de sondes thermiques ou thermographes enregistreurs. Ce sont 123 sondes qui ont été utilisées dans le cadre du suivi de l'année 2020 réparties sur 9 bassins versants principaux sur le département du Haut-Rhin. Les résultats traités lors du présent rapport couvrent la période du 01/01/20 au 31/12/20.

2. Matériel utilisé

Les sondes thermiques utilisées sont des enregistreurs de température avec un interface USB optique « HOBO » (Figure 1). Le modèle utilisé est l'enregistreur « Onset Hobo Pendant 64K ».

Le dispositif fonctionne grâce à des piles dont la durée de vie est comprise entre 1 et 2 ans. En cas de déchargement complet de la pile, un système de mémoire non volatile conserve tout de même les données. Toutefois, lors de la relève annuelle, l'état des piles est vérifié. Celles-ci sont changées dès qu'elles sont à moins de 70% de leur capacité initiale. Les données, accumulées sur un an, sont faciles à lire et à exporter grâce à l'utilisation du logiciel associé « HOBOWare » qui en quelques minutes permet de les récupérer.

D'une masse de 18g, la fixation de ces sondes est facilitée grâce à un œillet déjà percé. Les sondes sont étanches jusqu'à 30 mètres de profondeur. La date et l'heure du lancement de l'enregistrement est programmable à l'avance (une donnée relevée toutes les deux heures) et les sondes fonctionnent dans un intervalle de température compris entre -20°C et $+70^{\circ}\text{C}$.



Figure 1 : Sonde thermique Hobo Pendant.

3. Protocole

a) Fixation

Les sondes thermiques, comme chaque année, ont été posées pour une durée d'un an. Les sondes d'un même bassin sont relevées et posées la même journée, en général entre juillet et septembre en période de basse eau. Le choix de cette périodicité de relève permet également de réaliser des observations quant aux débits d'étiage sur certains secteurs parfois peu suivis le reste de l'année et, dans un aspect plus pratique, pouvoir mettre la sonde au plus profond pour s'assurer de son immersion sur l'année. Chaque bassin représente entre un et deux jours de travail pour 2 opérateurs par bassin, soit 10 jours de terrain environ.

Chaque sonde a été positionnée en fonction des fixations environnantes pour limiter les pertes ou les dommages tout en étant discrète pour éviter le vandalisme.



Figure 2 : Sonde thermique installée.

En effet, lors de leur pose, les sondes sont fixées à un support, comme des racines, des protections de berge, ou, le cas échéant, à une tige filetée inoxydable installée par la FDAAPMA68. Pour permettre leur attache, un collier de serrage autobloquant en plastique de type Rilsan est utilisé, couplé à du fil en inox, installé sur une autre racine ou support pour assurer la pérennité de la sonde à la localisation choisie.

Un marquage visuel réalisé à la bombe de peinture de chantier complète l'installation afin de permettre une recherche plus aisée du dispositif l'année suivante.

L'emplacement des sondes est également géolocalisé à l'aide d'un GPS de terrain de type Trimble et des mesures physico-chimiques basiques (concentration en O_2 , taux de saturation, température, conductivité et pH) sont réalisées afin de permettre un comparatif et une éventuelle aide à la calibration des sondes.

L'objectif principal de cette installation est de garantir au maximum la tenue de la sonde et son immersion dans l'eau pendant toute la durée d'enregistrement (Figure 2).

Une étiquette est également glissée à l'intérieur de la sonde. Celle-ci, en plus de porter le numéro d'identification de la sonde, fait mention de l'étude en cours et des coordonnées de la Fédération.

b) Paramétrage

Pour l'enregistrement des données, c'est le pas de temps d'un enregistrement toutes les deux heures qui a été retenu pour permettre un compromis entre exhaustivité et saturation de la mémoire de la sonde (pour un an). En effet, si le choix se porte sur une fréquence de données plus élevées, il faut se procurer des sondes dotées d'une plus grande mémoire mais surtout d'un coût bien plus important.

Ainsi, toutes les 2h le capteur enregistre donc une donnée de température dans sa mémoire interne soit un relevé de température journalière issue de 12 données de températures instantanées. Un changement de protocole a été opéré pour l'année 2023 avec un relevé toutes les heures.

c) Déchargements des données et entretien

Les sondes sont déchargées sur ordinateur à l'aide d'un interface USB à lecteur optique après la phase de remplacement sur le terrain à l'aide du logiciel associé.

Celles-ci sont ensuite révisées individuellement afin de tester leur étanchéité, la saturation de leur mémoire interne et la durée de vie restante des piles. Le cas échéant, l'opérateur applique les réparations nécessaires.

4. Localisation des stations

Sur la période 2019-2020, c'est 123 sondes thermiques qui ont été analysées afin de fournir une vision globale du régime thermique et de l'évolution des cours d'eau du Haut-Rhin. Les stations de mesure ont été réparties sur l'ensemble des bassins principaux du département à raison de :

- 8 sondes sur la Liepvrette,
- 10 sur la Weiss,
- 13 sur la Fecht,
- 12 sur la Lauch,
- 20 sur la Thur,
- 15 sur la Doller,
- 15 sur la Largue,
- 23 sur l'Ill,
- 5 sur le Vieux-Rhin dont 1 sur le Petit Rhin.

L'objectif est de suivre l'évolution de la température sur l'ensemble des bassins versants du département et ce tout au long de l'année. Le choix de leur localisation a été permis en prenant en compte divers facteurs, tels que :

- Enjeux locaux (surveillance d'ouvrages, retenues d'eau, etc.) ;
- Représentativité des masses d'eau concernées ;
- Placements réguliers pour une exhaustivité géographique du régime thermique des cours d'eau ;
- Facilité d'accès et de fixation ;
- Régularité du suivi historique des stations.

Ce réseau évolutif a vu des sondes être ajoutées, parfois supprimées ou déplacées, toujours dans le but d'optimiser ce suivi, selon les besoins et les opportunités (Figure 3).

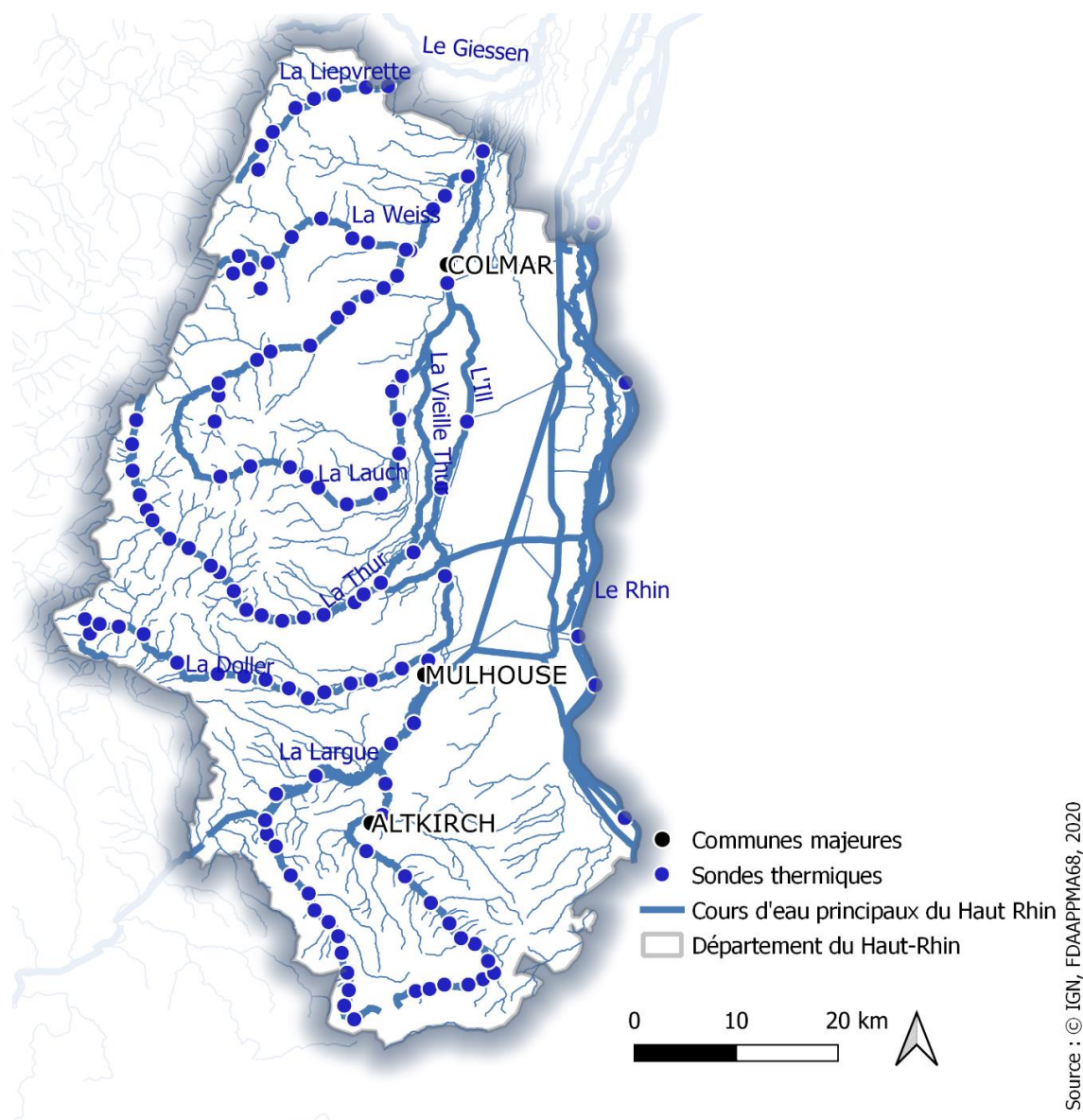


Figure 3 : Répartition du réseau de sonde thermique dans le département du Haut-Rhin

5. Analyse des données et variables calculées

Une fois les sondes relevées, les données thermiques sont déchargées et traitées par le logiciel Hoboware Pro. Les données sont ensuite bancarisées et traitées à l'aide de plusieurs fichiers de macro Excel réalisés en interne. Ainsi, les données brutes sont prétraitées afin de supprimer les éventuels artéfacts de lecture (pics journaliers issus du jour de relève, sonde hors d'eau, panne, etc.). Les données sont ensuite analysées bassin par bassin à l'aide de diverses approches :

- L'étude des températures moyennes journalières ;
- L'étude du régime thermique via l'évolution des températures moyennes mensuelles et des 30 jours les plus chauds ;
- L'étude des proportions et des répartitions des températures journalières moyennes selon les préférendums thermiques de deux espèces, la Truite fario et le Brochet, en fonction de l'espèce repère choisie.

Plusieurs variables sont ainsi produites et étudiées pour chaque station, telles que :

- **Variables thermiques générales du milieu :**

- Température instantanée minimale ($T_{i \min}$) = valeur de la température instantanée minimale relevée sur la plage de données étudiées
- Température instantanée maximale ($T_{i \max}$) = valeur de la température instantanée maximale relevée sur la plage de données étudiées
- Température moyenne journalière minimale ($T_{mj \min}$)
- Température moyenne journalière maximale ($T_{mj \max}$)
- Amplitude thermique sur la période
- Amplitude thermique journalière maximale = la valeur d'amplitude thermique journalière la plus élevée obtenue sur la plage de données étudiées
- Amplitude thermique des moyennes journalières = différence entre les moyennes journalières maximales et minimales
- Température moyenne de la période = calcule la moyenne des températures instantanées relevées pendant le suivi
- Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (T_{moy30J}) = calcule, à partir des températures moyennes journalières, la température moyenne sur les 30 jours les plus chauds
- Les dates des diverses périodes étudiées (dates amplitudes, dates 30 jours consécutifs les plus chauds, etc.)

- **Variables liées aux optimums et préférendums thermiques des espèces :**

- Préférendum thermique de la Truite fario (pour le contexte salmonicole) avec :
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 4 et 19 °C
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est inférieure à 4 °C
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est supérieure à 25°C
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 4 et 17 °C
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 17 et 19 °C
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 19 et 25 °C
- Préférendum thermique du Brochet (pour le contexte eso-cyprinicole) avec :
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 10 et 24 °C (optimum adulte)
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 24 et 31 °C
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 6 et 12 °C (reproduction)
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est inférieure à 6°C
 - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est supérieure à 31°C

- **Variables thermiques spécifiques du milieu :**

- Conditions thermiques en rapport avec le développement de la Maladie Rénale Proliférative (MRP ou Proliférative Kidney Disease, PKD en anglais) avec le nombre total de jours consécutifs et le pourcentage de jours où la température moyenne journalière est supérieure à 15°C.

6. Optimum et préférendum thermique des espèces

Dans la gamme des températures optimales, dit préférendum thermique, le poisson se nourrit et ne présente aucun signe de comportement anormal, il n'est pas en état de stress (Elliott, 1981 ; Tissot et Souchon, 2011).

A l'inverse, lorsque celui-ci se retrouve dans une gamme thermique extrême, le poisson présente des signes de comportements anormaux et des réactions métaboliques néfastes apparaîtront (arrêt de s'alimenter, hyperventilation, ...). C'est le stress thermique. Les gammes de tolérance peuvent être très variées selon les taxons étudiés.

Enfin, lorsque certaines valeurs seuils sont atteintes, les capacités d'adaptation du métabolisme du poisson ne suffisent plus à maintenir ses fonctions primaires vitales. On parle alors de température létale ou seuil létal.

Les valeurs seuils présentées dans la section précédentes (5. Analyse des données et variables produites) ont directement été choisies en fonction des travaux de références et des consensus scientifiques actuels cités ci-dessous.

a) Préférendum thermique de la truite fario (contexte salmonicole)

Le préférendum thermique de la Truite fario est défini comme la gamme de températures d'eau permettant une activité métabolique (alimentation et croissance) optimale.

Les valeurs des limites basses et hautes de ce préférendum sont fixées en se basant sur la littérature existante (Tableaux I et II).

Les limites du préférendum sont de 4°C et 19°C et la température létale ou sub-létale pour les juvéniles et les adultes est classiquement admise à 25°C (Alabaster et Llyod, 1980 ; Crisp, 1996 ; Elliot et Hurley, 2001 ; Baglinière et Maisse, 2006 ; Dumoutier et al., 2010 ; Keith et al., 2011 ; Téletchea et al, 2017).

La reproduction a lieu en automne, principalement d'octobre à décembre lorsque la température de l'eau est comprise entre 7 et 9°C (Teletchea, 2011).

Enfin au stade juvénile de l'année (ou 0+), la Truite fario a un rendement énergétique défavorable et une température chronique (T_{moy30j}) supérieure à 17-18°C peut être dommageable (mécanismes sur la croissance et l'alimentation entraînant amaigrissement et mortalités progressives ; Elliot, 1995 ; Elliot et Hurley, 1998 ; Baran et al., 1999 ; Faure et Grès, 2008). Le seuil bas de 17°C a donc également été retenu pour les comparatifs.

Tableau I Synthèse bibliographique des seuils thermiques de la Truite fario

Température de l'eau (°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
Court terme (température instantanée)	Seuil létal	Métabolisme réduit	Préférendum thermique																		Stress physiologique				Seuil létal		
Long terme (moyenne journalière)	Seuil létal	Danger pour juvéniles	Préférendum thermique														Danger pour juvéniles		Seuil critique				Seuil létal				

Tableau II : Synthèse des différentes gammes de tolérance thermique (°C) établies pour la truite en fonction des principales phases du cycle de vie. Les températures indiquées aux extrémités des crochets sont les températures létales inférieures et supérieures, les températures indiquées à l'intérieur des crochets sont les valeurs de survie optimales (sources additionnelles : Réalis-Doyelle, 2016 ; Téletchea et al, 2017).

Cycle de vie	truite commune <i>Salmo trutta</i>
Embryons	0 < 8-10 > 17 Gray (1928) ; Humpesch (1985) ; Ojanguren et Braña, (2003) ; Lahnsteiner (2012)
Larves	0 < 6-12 > 17 Ojanguren et Braña, (2003) ; Lahnsteiner (2012)
Juvéniles/ Adultes	0-4 < 7-19 > 25 Frost et Brown (1967) ; Mills (1971) ; Elliot, (1995) ; Baglingère et Maisse (2006) ; Lahnsteiner (2012)
Reproduction	3 < 7-9 > 10 (Teletchea, 2011)

b) Préférendum du Brochet (contexte eso-cyprinicole)

Le Brochet est l'espèce repère par excellence des hydrosystèmes avals. Ses préférendums thermiques sont bien éloignés de ceux de la Truite fario. Si les observations diffèrent parfois selon la latitude, il est généralement admis que la température optimale pour le stade adulte est comprise entre 10 et 24 °C (McCauley & Casselman 1981 ; Keith & Allardi 2001). La température létale maximum est de 31 °C (Tissot et Souchon, 2011) (Tableau III).

La température optimale pour l'embryon de Brochet est comprise entre 8 °C et 14 °C (Willemsen, 1959) et moyennée entre 10 et 12 °C (Réalis-Doyelle, 2016 ; Téletchea et al, 2017).

La période de frai se situe autour du mois de février-mars (période de hautes eaux et de recouvrement de la végétation) entre 6 et 12°C (Souchon, 1983 ; Chancerel, 2003 ; Scov et Nilsson, 2018) (Tableau IV).

Tableau III : Synthèse bibliographique des seuils thermiques du Brochet

Température de l'eau (°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	28	29	30	31
Court terme (température instantanée)	Seuil léthal	Métabolisme réduit			Reproduction 6-12°C			Préférendum thermique																	Stress physiologique				Seuil léthal			
Long terme (moyenne journalière)	Seuil léthal adulte	Seuil léthal juvéniles			Danger pour juvéniles			Préférendum thermique													Danger pour les embryons			Danger pour les larves				Seuil léthal				

Tableau IV : Synthèse des différentes gammes de tolérance thermique (°C) établies pour le brochet en fonction des principales phases du cycle de vie. Les températures indiquées aux extrémités des crochets sont les températures létales inférieures et supérieures, les températures indiquées à l'intérieur des crochets sont les valeurs de survie optimales (sources additionnelles : Réalis-Doyelle, 2016 ; Téletchea et al, 2017).

Cycle de vie	Brochet <i>Esox lucius</i>
Embryons	5 < 10-12 > 19 Dorier (1938) ; Siefert et al. (1973) ; Hassler, (1982)
Larves	6 < 12-21 > 25,6 Lillelund (1966) ; Teletchea et al (2008) ; Hokanson et al. (1973)
Juvéniles/ Adultes	3 < 10-24 > 31 McCauley & Casselman (1981) ; Keith & Allardi (2001) ; Chancerel (2003) ; Tissot et Souchon (2011) ; Skov et Nilsson (2018)
Reproduction	6-12 (Scov et Nilsson, 2018)

V. RESULTATS

L'ensemble des résultats est présenté bassin par bassin à l'aide, comme cité précédemment en 3.5, de plusieurs approches orientées sous la forme de 3 grands axes :

- Présentation des **températures moyennes journalières** ;
- Présentation des **régimes thermiques** et des **30 jours les plus chauds** ;
- Répartition des températures en fonction des limites de **préférendum des espèces**.

Les résultats principaux sont regroupés sous forme de fiche de synthèse. Une approche globale départementale interbassin est également présentée pour l'année étudiée. L'intégralité des résultats sous forme de fiche de synthèse par station est ensuite disponible en annexe. De plus, la FDAAPPMMA68 se tient à disposition pour transmettre les données thermiques brutes à ses partenaires selon les besoins.

1. Le bassin de la Liepvrette

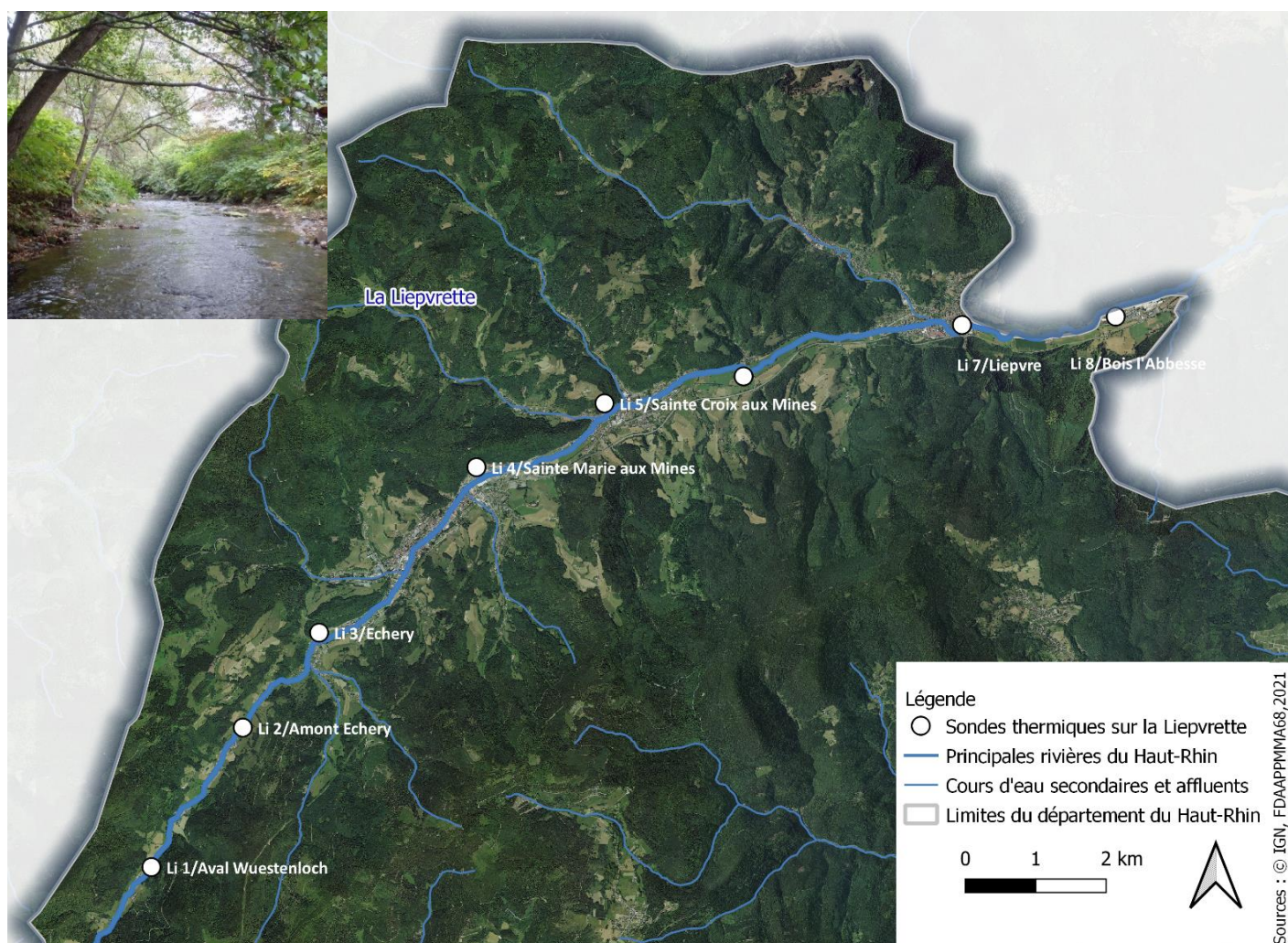


Figure 4 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Liepvrette (de l'amont à l'Ouest à l'aval à l'Est)

La Liepvrette est la plus petite rivière principale du département. Elle finit son trajet dans le Bas-Rhin après un parcours de 25 km, débutant au col des Bagenelles et terminant en aval

de Liepvre, au lieu-dit Bois l'Abesse. Elle constitue un des affluents principaux du Giessen, lui-même affluent de l'III. Son bassin versant de 130km² accueille, comme principaux affluents, le Robinot, le Rombach ainsi que le Grand Rombach. Le bassin est caractérisé par un relief à forte pente en amont et vallonné en aval.

Exploitée depuis le XVI^e siècle, notamment pour l'activité minière et du métal, elle a été fortement déboisée, urbanisée et polluée (nitrates, plomb, colorations dues à la production textile etc.). Malgré une Histoire lourde de conséquence, notamment sur l'entravée du cours d'eau entre deux murs de rive sur une grande partie du linéaire, la qualité de l'eau s'est grandement améliorée. L'étude menée en interne sur les ruisseaux de tête de bassin de la Liepvrette a pu mettre en évidence de nombreuses pressions et une densité d'ouvrages importante.

a) Présentation des températures moyennes journalières

Afin de permettre une lecture facilitée, les résultats de 4 sondes thermiques, dispersées le long de la Liepvrette, sont présentés (Figure 5) avec :

- La station située la plus à l'amont « Aval Wuestenloch » (Li1) en bleu ;
- Au centre « Echery » (Li3) et « aval Sainte Croix aux Mines » (Li6) respectivement en vert et rouge ;
- L'aval « Bois l'Abesse » (li8) en jaune.

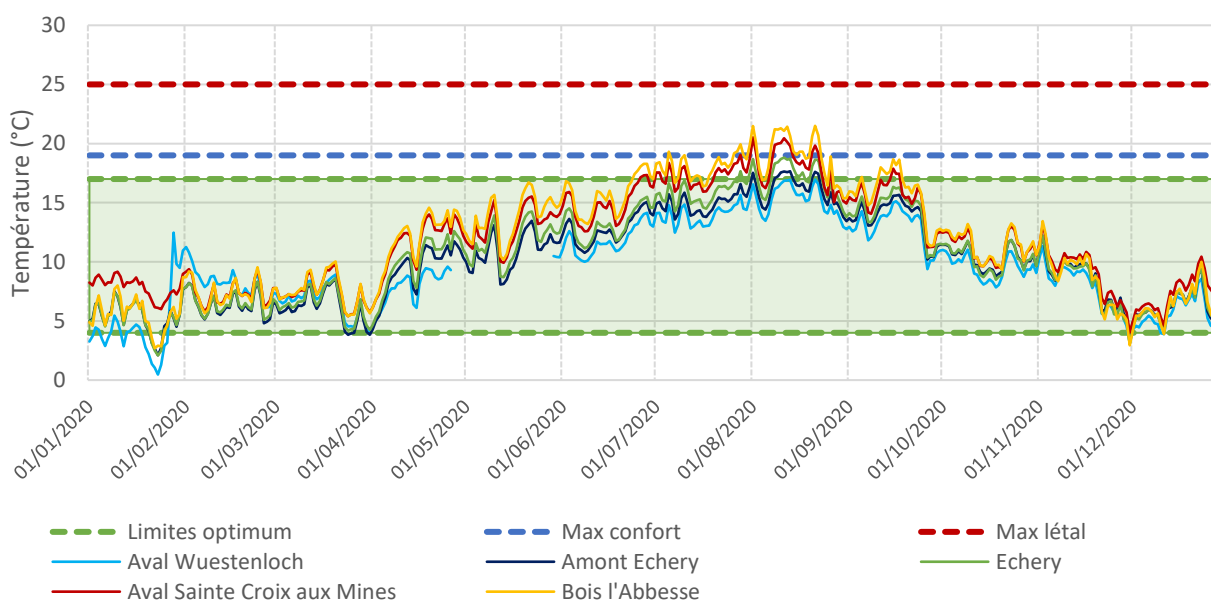


Figure 5 : Evolution des températures moyennes journalières sur 4 stations de la Liepvrette

Une stratification thermique se dessine de l'amont à l'aval, avec, comme à l'accoutumée, la sonde « Aval Sainte Croix aux Mines » qui se détache des autres avec des températures globalement plus élevées tout au long de l'année. Le régime thermique de la Liepvrette est plutôt homogène et les profils sont similaires entre les diverses stations. Les températures froides de l'hiver atteignent les 1°C pour Li1 en janvier et les estivales voient leur maximale atteindre les 26.6°C en août pour Li8. L'été 2020 est sorti de l'optimum thermique pour la Truite fario sur l'ensemble de la Liepvrette (hormis Li1).

Ainsi les courbes des stations présentées sont très proches en termes de profil mais des disparités locales apparaissent néanmoins au niveau de :

- Li1, « Aval Wuestenloch », avec, le 27 janvier, une grande amplitude thermique (début de la journée à 3,5°C pour finir à 13,6°C). La sonde n'était pas hors d'eau au vu de la

faiblesse des amplitudes thermiques des jours suivants. Pourtant, ce phénomène de température élevée, bien que décroissant, se poursuit jusqu'au 22 mars. Aucun plan d'eau n'est présent en amont, une vidange malencontreuse est à exclure. La seule exploitation en amont de la sonde est une ferme spécialisée dans l'élevage de brebis. Ce phénomène est à surveiller.

- Li6 « aval Sainte-Croix aux Mines » où des valeurs plus élevées en hiver (de janvier à février et de novembre à décembre) sont observées par rapport aux autres stations. Ce phénomène est récurrent, il est dû à la traversée de l'agglomération.

b) Présentation des 30 jours les plus chauds

La température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Liepvrette évolue de façon progressive de l'amont vers l'aval avec une élévation des valeurs. La minimale est de 15,5°C sur Li1, quant à la maximale, elle est de 19,6°C, relevée sur Li7 et Li8. Ces 30 jours les plus chauds sont identiques sur tout le bassin, ils sont intervenus du 25 juillet au 23 août.

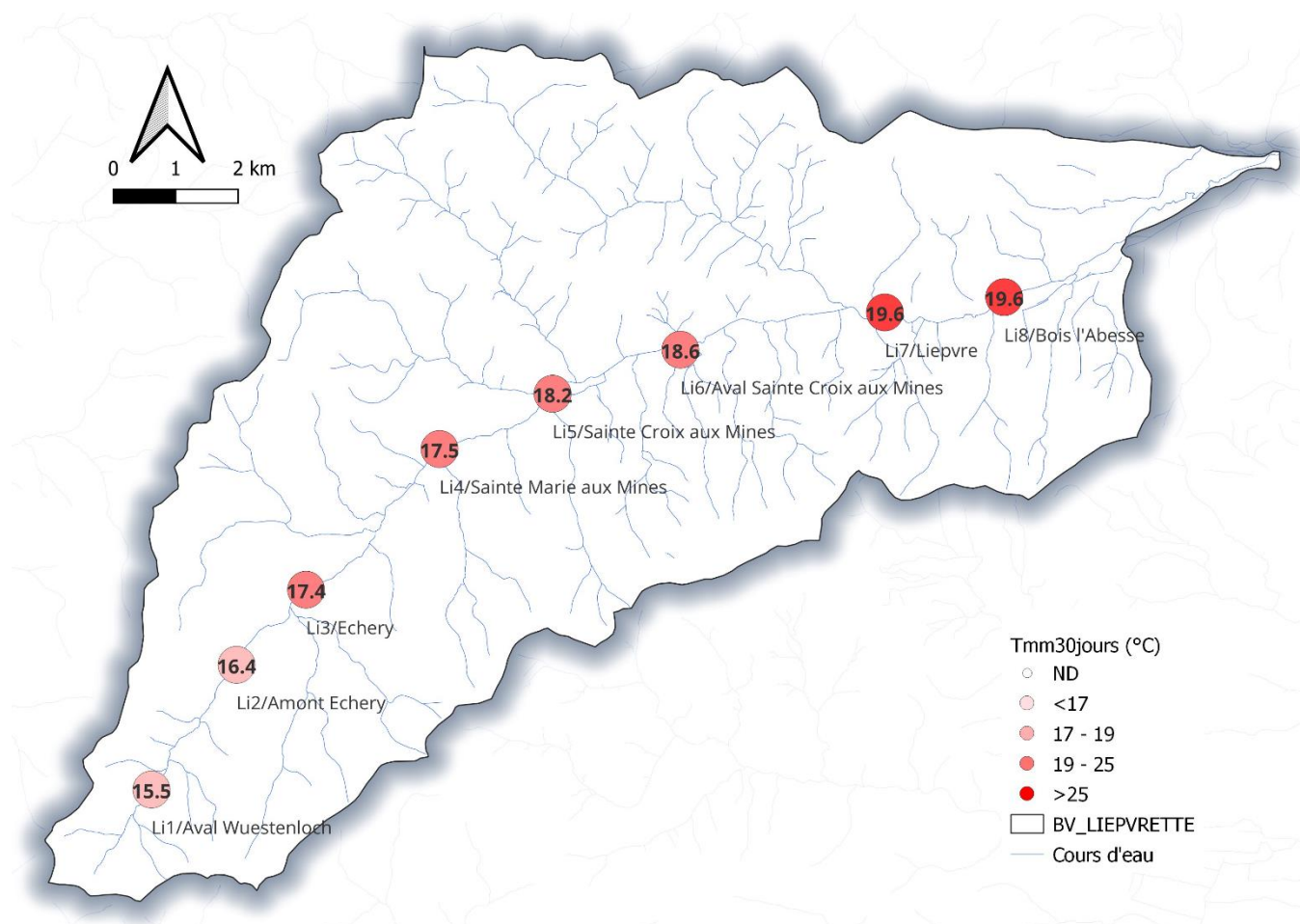


Figure 6 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Liepvrette

L'optimum thermique des Truites fario est dépassé dès Li3 avec 17,4°C mais ne dépasse le seuil de stress des 19°C que sur la partie aval, à partir de Li7.

Ainsi, en termes de Tmm30jrs, l'impact des traversées urbaines est notable mais reste anecdotique, la différence la plus importante entre deux stations, ici Li6 et Li7, étant de 1°C.

c) Répartition des températures en fonction des optimum des espèces repères

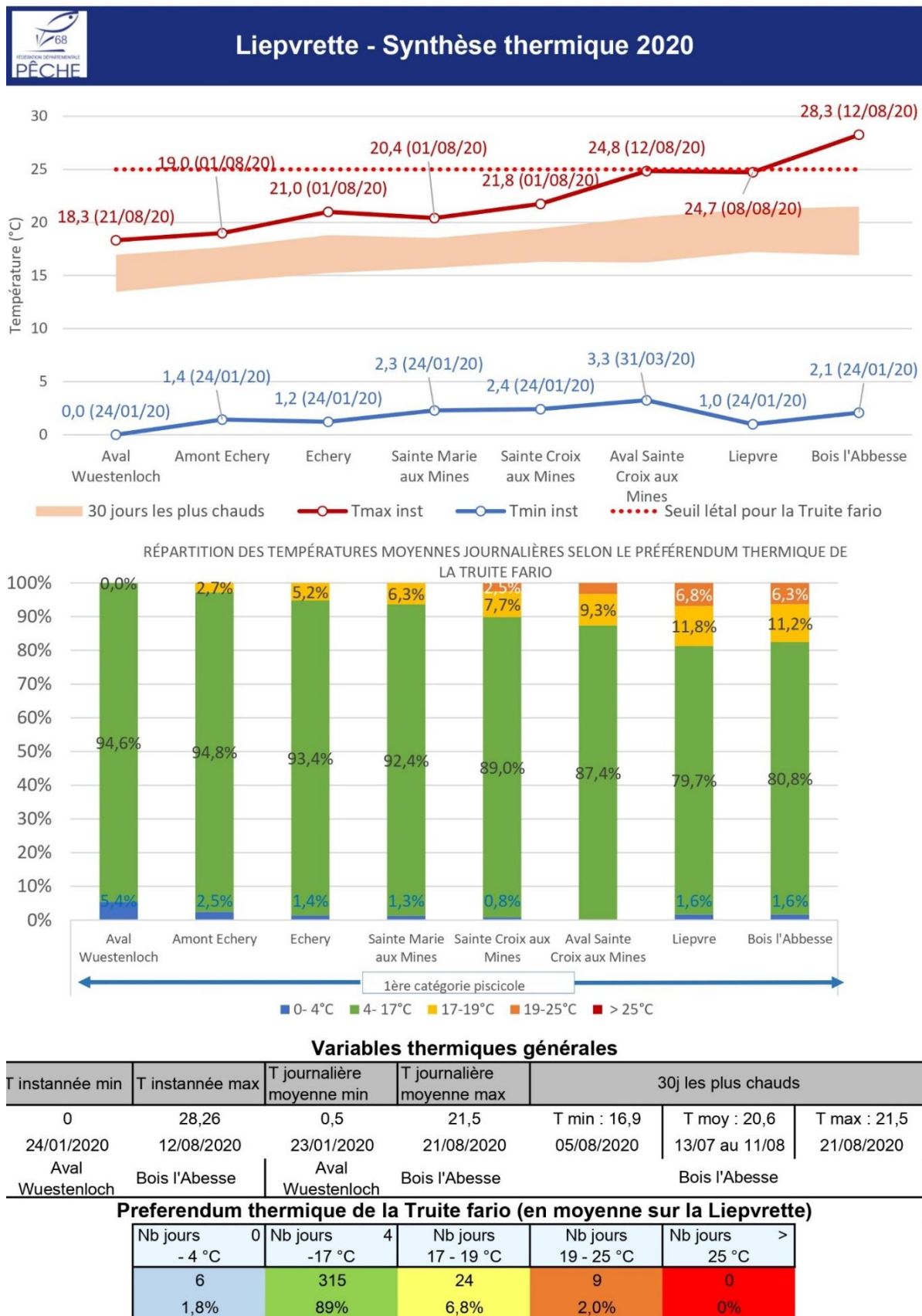


Figure 7 : Synthèse thermique sur la Liepvrette et répartition des préférendums thermiques

Les 30 jours les plus chauds de l'année 2020 sur la Liepvrette restent favorables pour la Truite fario, avec une moyenne maximale de 20,6°C pour la station la plus à l'aval, Li8 « Bois l'Abesse ». Toutefois, cette station connaît un pic de température instantanée à 28,3°C, soit un dépassement du seuil léthal. La faible durée de cette valeur a certainement limité les dégâts mais a tout de même pu induire un stress au sein des populations piscicoles.

Hormis Li6, toutes les stations sont passées, au cours de l'hiver, par des températures très fraîches pour la Truite fario, avec des minimums instantanés variant entre 0 et 3,3°C. Le seuil des 4°C est en effet défavorable pour le développement embryon-larvaires des truites fario.

La répartition des températures moyennes journalières démontre que la station la plus problématique concernant ce phénomène est Li1, avec 5,4% de l'année sous le seuil des 4°C. A l'inverse, les températures les plus chaudes sont davantage observables pour les stations aval, Li7 et Li8, avec, respectivement, 18,6% et 17,5% du temps au-dessus des 17°C. Toutefois, les moyennes journalières ne dépassent jamais le seuil léthal des 25°C.

Ainsi, la Liepvrette, pour l'année 2020, a été thermiquement plutôt favorable pour les salmonidés, avec un optimum thermique atteint entre 96,8 et 79,7% de l'année. Les stations les plus propices sont celles situées à l'amont, soit, Li2, Li1 et Li3.

d) Bilan thermique pour la Liepvrette

La Liepvrette confirme son statut de cours d'eau salmonicole avec une thermie largement favorable à la Truite fario pour l'année 2020. Le seuil léthal des 25°C n'est jamais atteint en termes de moyennes journalières, il est présent sporadiquement et uniquement sur la station la plus en aval, dépassement dû à la traversée de la commune de Lièpvre.

Les principales perturbations notables sur le bassin en 2020 sont :

- Un réchauffement anormal à l'amont (Li1) sur février-mars ;
- Un réchauffement estival important sur la partie la plus en aval à la suite d'une traversée d'agglomération (Li8) ;
- Un réchauffement hivernal dû à une traversée d'agglomération (Li6).

2. Bassin de la Weiss

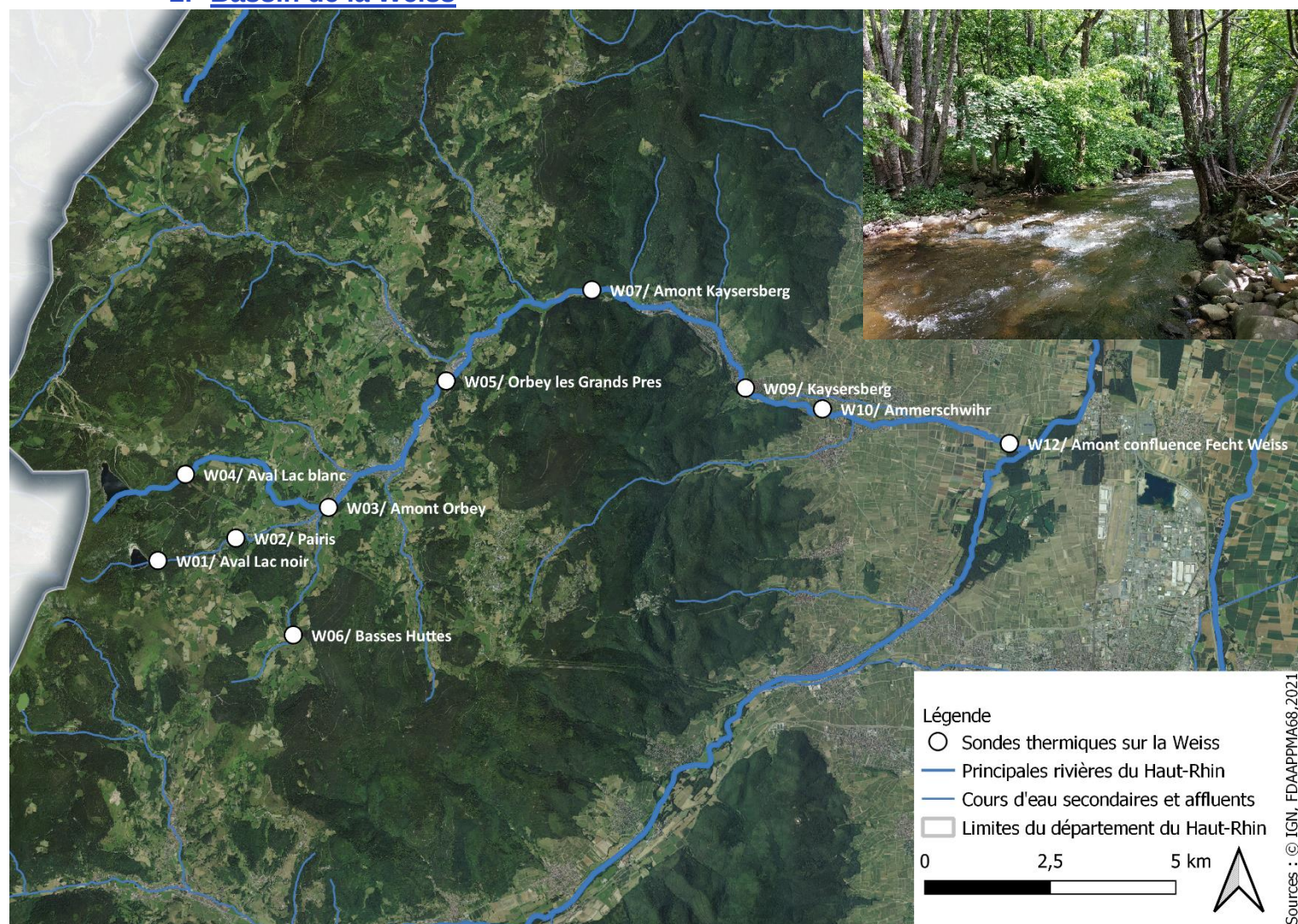


Figure 8 : Localisation du réseau de sondes thermiques sur le bassin de la Weiss (de l'amont à l'Ouest à l'aval à l'Est)

La Weiss prend naissance au col du Linge où elle se nomme alors « ruisseau des Basses Huttes ». Ce n'est qu'à sa convergence avec les ruisseaux du Lac Noir (lac glacière de 45m de profondeur et de 14ha) et du Lac Blanc (lac d'altitude de 75m de profondeur et de 29ha) qu'elle prend le nom de « Weiss ». Elle finit son parcours de 24 km sur la commune de Sigolsheim, en se jetant dans la Fecht.

La rivière est caractérisée par une forte pente, un régime torrentiel et une occupation forestière du bassin sur sa partie amont, où les deux lacs de montagne cités précédemment sont particulièrement structurants du régime hydrologique de la Weiss. Le cours d'eau est plus urbanisé à partir de Kaysersberg. C'est au niveau de cette commune qu'existe la principale activité du bassin, l'exploitation de vigne, ayant un impact parfois négatif sur les hydrosystèmes.

Le débit au module au niveau de la commune de Kaysersberg est de 2,215 m³ /s.

Pour l'année 2020, les sondes W04, W06, W02, W05, W07 et W09 n'ont pas enregistré toute la période d'étude, aussi, elles sont exclues de la plupart des analyses. En effet, W04 est exploitée pour le profil des températures moyennes journalières tandis que W09 ayant passé la période estivale (données jusqu'au 9 septembre) est incluse dans l'analyse de préférendums thermiques.

a) Présentation des températures moyennes journalières

Sur les 10 sondes installées sur le bassin, seules 4 sont sélectionnées ci-après pour les résultats des températures moyennes journalières de l'année 2020 afin d'en faciliter la lecture (Figure 9) :

- W01, « Aval Lac Noir » en bleu marine ;
- W04, « Aval Lac Blanc » en bleu clair ;
- W03, « Amont Orbey » en vert pour la partie amont de la Weiss, les autres sondes étant non exploitables ;
- W12, « Amont confluence Fecht Weiss » en orange pour la partie aval de la Weiss.

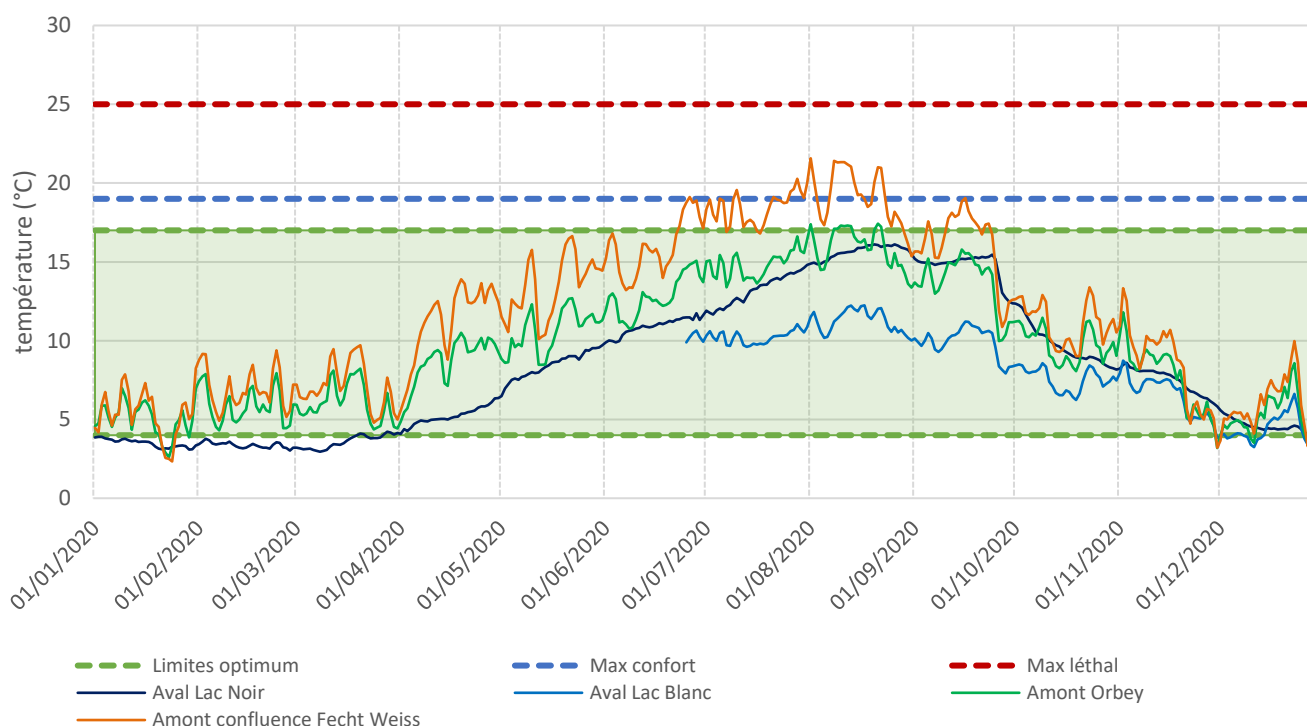


Figure 9 : Températures moyennes journalières sur la Weiss pour l'année 2020

Les sondes W04, W03 et W12 évoluent de façon similaire avec des courbes de températures au même profil. Un gradient amont-aval se dessine avec des données plus élevées pour l'aval et plus fraîches à l'amont.

W01 et W04 sont impactées par les lacs de montagne, soit moins dépendantes de la température de l'air. En effet, les lacs relarguent leurs eaux par vannes de fond, celles-ci ne sont que peu en contact avec l'atmosphère. Ce phénomène traduit également des eaux plus fraîches, celle situées sur les fonds étant plus fraîches car plus denses que des eaux plus tempérées. W01 se détache avec un profil plus lissé mais des températures estivales plus importantes que W04. Cette différence peut s'expliquer par le brassage des eaux des deux lacs situés en amont. Ce phénomène de mélange des eaux entraîne celles en surface vers le fond, d'où l'élévation observée.

Seule W12 sort des optimums thermiques de la Truite fario en période estivale mais sans jamais atteindre le seuil léthal des 25°C. Cette thermie favorable aux salmonidés est induite par les apports relativement frais des ruisseaux du Lac Noir et du Lac Blanc, notamment en été pour ce dernier restant aux alentours des 12°C.

b) Présentation des 30 jours les plus chauds

Les 30 jours les plus chauds de l'année 2020 diffèrent sur la Weiss. En effet, pour la majorité des stations, elle intervient du 25 juillet au 23 août, sauf pour W04 et W2, du 28 juillet au 26 août et pour W01, du 5 août au 3 septembre.

La valeur minimale de la moyenne des 30 jours les plus chauds a été relevée sur W04 à 11,1°C, la maximale, sur W12, à 19,8°C. Sur la partie des Basses Huttes, le versant apparaît relativement frais avec une moyenne relevée à 13,9°C, contre 15,6°C du côté du Lac Noir (W01 à 15,6°C) (Figure 10).

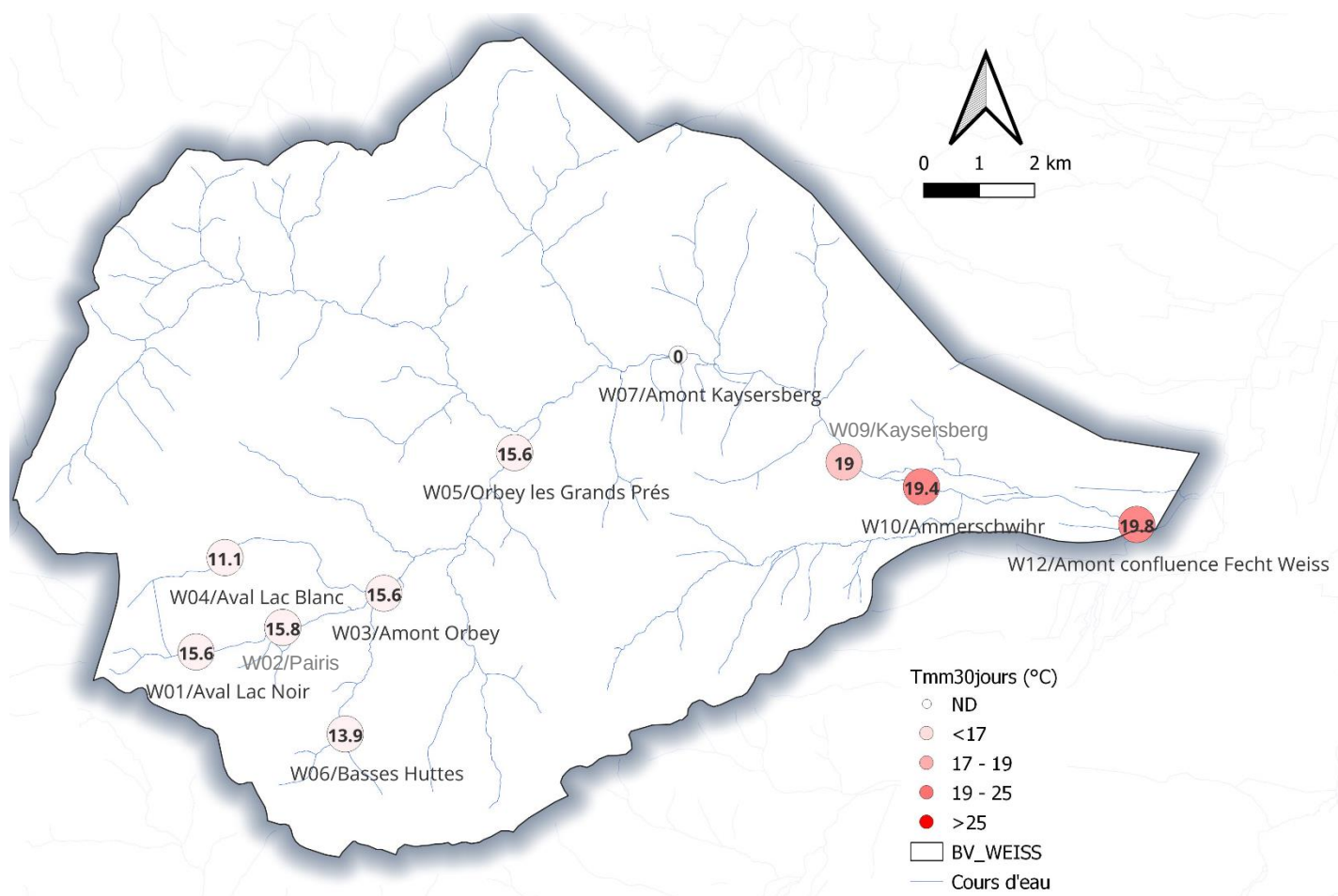
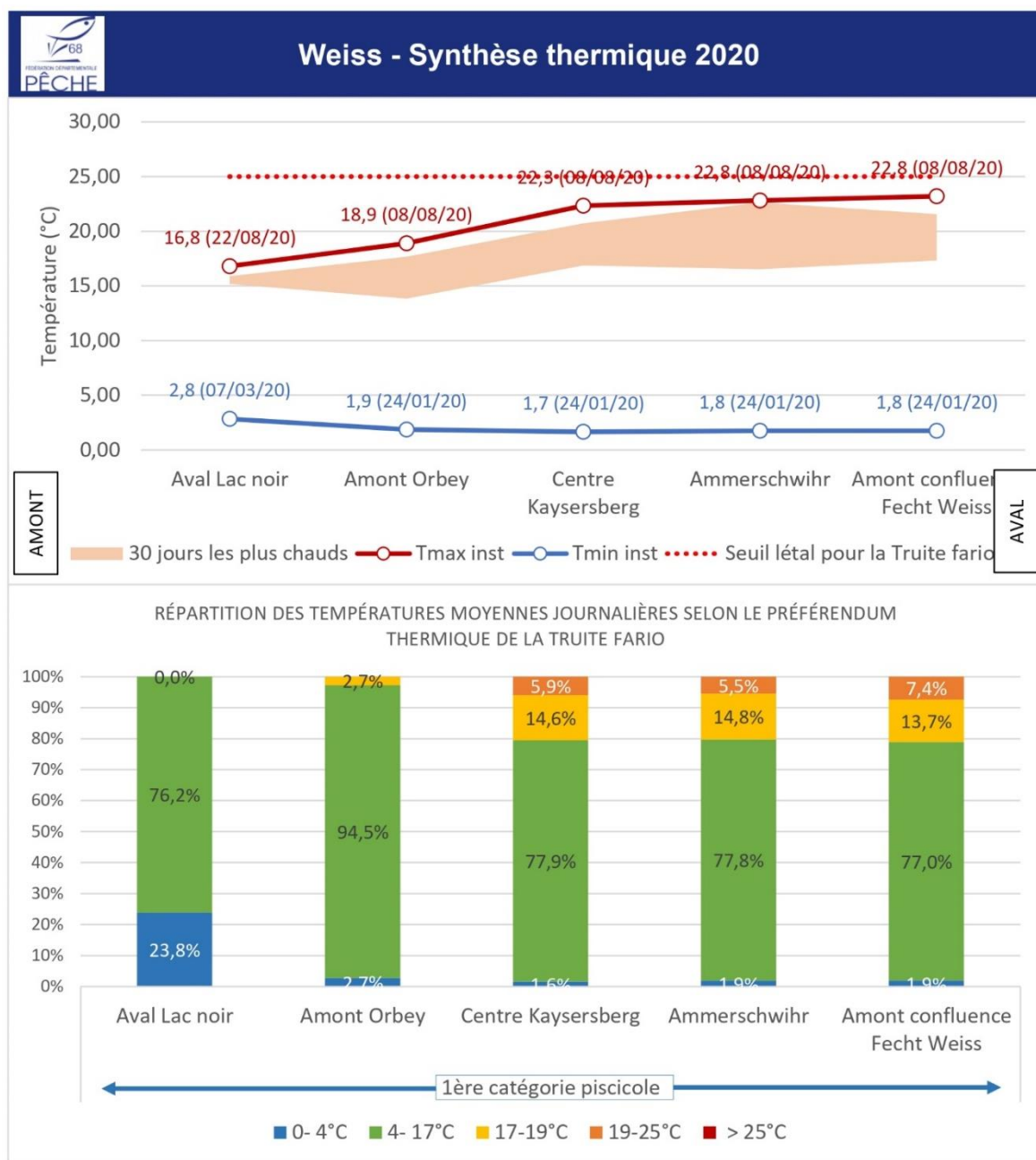


Figure 10 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Weiss

L'année 2020, sur la Weiss, apparaît propice aux salmonidés avec seulement 3 stations au-dessus des 17°C : W09 (19°C), W10 (19,4°C) et W12 (19,8°C). La période estivale a ainsi été stressante pour la Truite fario sur la partie aval du bassin, sans pour autant la mettre en danger critique. L'augmentation des valeurs de cette moyenne sur la partie aval est liée aux traversées d'agglomérations de plus grande ampleur, comme Kayzersberg.

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces



Variables thermiques générales

T instantée min	T instantée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
1,66	23,19	2,2	21,6	T min : 17,33	T moy : 19,79	T max : 21,57
08/08/2020	09/08/2020	23/01/2020	01/08/2020	05/08/2020	25/07 au 23/08	01/08/2020
Centre Kaysersberg	Amont confluence Fecht-Weiss	Centre Kaysersberg	Amont confluence Fecht-Weiss	Amont Confluence Fecht-Weiss		

Préférendum thermique de la Truite fario (en moyenne sur la Weiss)

Nb jours 0-4 °C	Nb jours 4-17 °C	Nb jours 17-19 °C	Nb jours 19-25 °C	Nb jours > 25 °C
18	250	19	7	0
5,7%	86%	6,2%	2,1%	0%

Figure 11 : Fiche synthèse thermique sur la Weiss et répartition des préférendums thermiques

Le cours d'eau de la Weiss a connu une année 2020 globalement compatible, en termes de thermie, pour le cycle biologique de la Truite fario. En effet, entre 76,2 et 94,5% des valeurs enregistrées sont comprises dans son préférendum, soit entre 4 et 17°C. Des valeurs d'inconfort sont à noter à partir de la traversée de Kayzersberg avec, en moyenne, 20% des valeurs au-dessus des 17°C. Les valeurs les plus élevées ont par ailleurs été atteintes début août, avec 22,8°C sur les deux stations les plus en aval. Hormis au Lac noir où la température la plus fraîche a été relevée en mars à 2,8°C, les autres stations ont pour période la plus froide fin janvier avec des valeurs autour de 1,8°C.

Ainsi, deux extrêmes ponctuels plus défavorables pour l'espèce cible sont notables au niveau :

- Du ruisseau du Lac Noir avec 23,8% de valeurs inférieures à 4°C, limitant ainsi le développement embryonnaire et la croissance des larves ;
- Le secteur à partir de Kayzersberg jusqu'à la confluence avec la Fecht avec 5,5 à 7,4% des valeurs supérieures à 19°C, pouvant ainsi engendrer un stress thermique ponctuel.

d) Bilan thermique pour la Weiss

Les apports des ruisseaux du Lac Noir et du Lac Blanc régissent le régime thermique de la Weiss avec le rejet d'eau froide à amplitude thermique faible tout le long de l'année. Cet ensemble permet à la Weiss de constituer un bassin globalement thermiquement compatible pour la Truite fario. Toutefois, deux secteurs limitants existent, avec l'amont pouvant présenter des températures trop fraîches et, à l'inverse, l'aval avec des températures dépassant le seuil de confort.

L'impact des lacs, notamment du Lac Noir, à l'échelle de la station, est ainsi défavorable une partie de l'année 2020. Cependant, à l'échelle du bassin, ces eaux froides venues du fond des deux lacs de montagne ont un effet bénéfique en limitant le réchauffement du cours aval de la Weiss. Cet apport est d'autant plus intéressant dans le contexte de changement climatique que nous connaissons aujourd'hui. L'amont de la Weiss, dans les années futures, pourrait même constituer un refuge pour les salmonidés. Une attention devra également être portée sur la basse vallée de la Weiss, notamment sur la traversée de Kayzersberg. C'est à partir de ce secteur que la moyenne des 30 jours le plus chauds dépasse, quel que soit la station, les 19°C.

3. Bassin de la Fecht

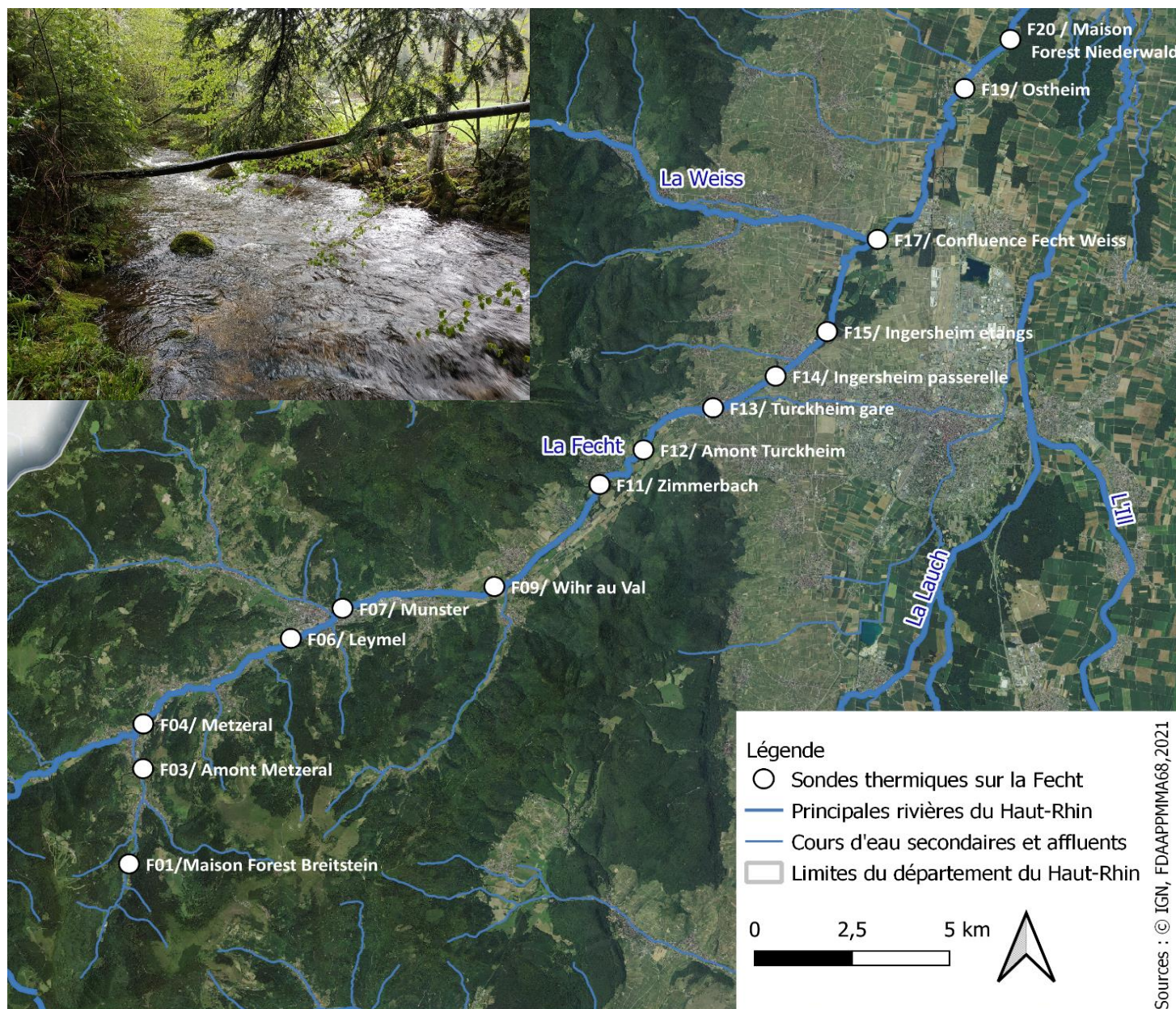


Figure 12 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Fecht (de l'amont à l'Ouest à l'aval à l'Est)

La Fecht naît de la confluence de la Grande Fecht et de la Fecht de Sondernach, au niveau de la commune de Metzeral, à 1 030 m d'altitude. D'autres affluents la rejoignent, comme le torrent de montagne qu'est la petite Fecht, et elle finit son parcours de 49 km au niveau de Illhaeusern, dans l'Ill. La superficie de son bassin versant de 545 km² et possède un régime pluvial et un module de 6,640m³/s au niveau de la commune d'Ostheim.

A l'instar des autres cours d'eau du Haut-Rhin, à la suite de fortes crues historiques, elle a été endiguée sur tout son cours au 19^{ème} siècle. Aujourd'hui, elle demeure naturelle sur très peu de secteurs, notamment en aval de Ingersheim, entre les diverses communes traversées (Ostheim, Guémar et Illhaeusern). Elle y a conservé une apparence naturelle, avec une ripisylve abondante et des alternances radier/mouille conséquentes qui remplissent les exigences écologiques de nombreuses espèces.

La limite administrative entre ses eaux de première catégorie piscicole et de seconde se situe au niveau de la commune de Sigolsheim à la hauteur du pont reliant la gare de Bennwihr (soit ici, à partir de la station F19).

Au total, 15 sondes thermiques équipent le bassin de la Fecht de la maison forestière de Breistein jusqu'en amont de sa confluence au niveau d'Illhaeusern. A savoir, sur la période étudiée, certaines sondes n'ont pas relevé l'ensemble des données souhaitées (bugs, déchargement de pile, sonde perdue, etc.). Ainsi, F01, F03, F06, F09, F12, F14 et F15 sont exclues des analyses ci-après.

a) Présentation des températures moyennes journalières

Pur faciliter la lecture des résultats des températures moyennes journalières de la Fecht en 2020, seules 4 sondes ont été sélectionnées pour leur analyse (Figure 13) :

- L'amont représenté par F04 « Metzeral » en bleu ;
- Le centre représenté par F11 « Zimmerbach » en jaune et F13 « Turckheim gare » en orange ;
- L'aval représenté par F22 « Amont Illhaeusern » en vert.

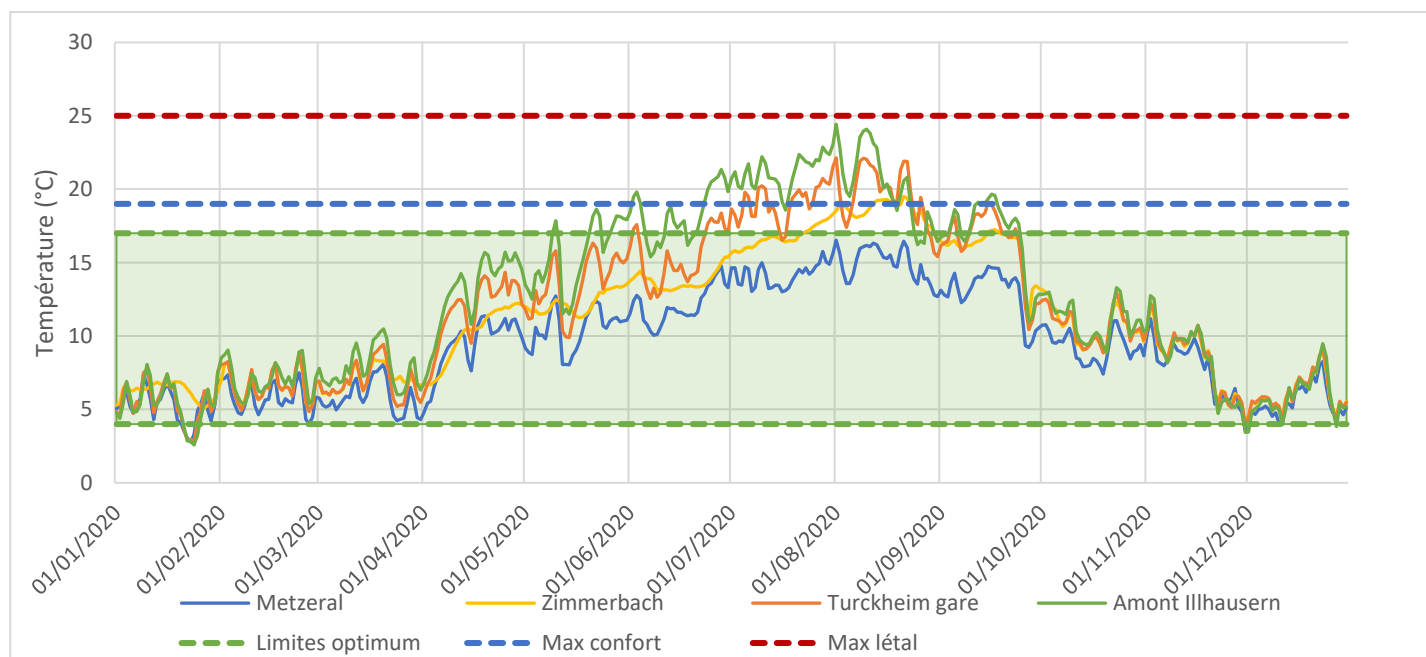


Figure 13 : Températures moyennes journalières sur la Fecht pour 4 stations durant l'année de suivi 2020

Un gradient amont-aval se dessine avec des températures plus chaudes en aval qu'en amont. Les températures augmentent progressivement au début de l'année avant de croître nettement début avril pour l'ensemble de la rivière et commencent leur décroissance à la fin août jusqu'à début décembre. L'optimum thermique des 17°C est dépassé dès la fin mai sur la station F22 avant d'être aussi dépassé début et fin juillet respectivement sur les stations F13 et F11. Les courbes passent sous la valeur seuil des 17°C à la fin septembre soit une durée maximale de 4 mois au-dessus du préférendum thermique de la Truite fario pour la partie aval.

Durant les périodes hivernales, la différence entre stations est réduite avec seulement, en moyenne, un écart de 2,5°C entre l'amont et l'aval. A l'inverse, c'est à la saison estivale qu'elle est la plus marquée avec, en moyenne, 8°C d'écart entre F04 et F22.

La sonde F11, « Zimmerbach », présente, sur l'année 2020, une particularité. En effet, elle a un profil très lissé comparé aux autres stations et elle présente des valeurs thermiques plus

tempérées en hiver et plus fraîches en été que la normale, où elle devrait avoir un aspect plus similaire à F13. Cette observation s'estompe à la fin septembre et retrouve même des variations plus classiques à l'hiver 2020-2021.

b) Présentation des 30 jours les plus chauds

L'ensemble des sondes placé sur le bassin figure sur l'analyse des températures moyennes des 30 jours les plus chauds. (Figure 14). Cependant, celles dont les données sont non exploitées sont représentées par un symbole de taille inférieure aux autres.

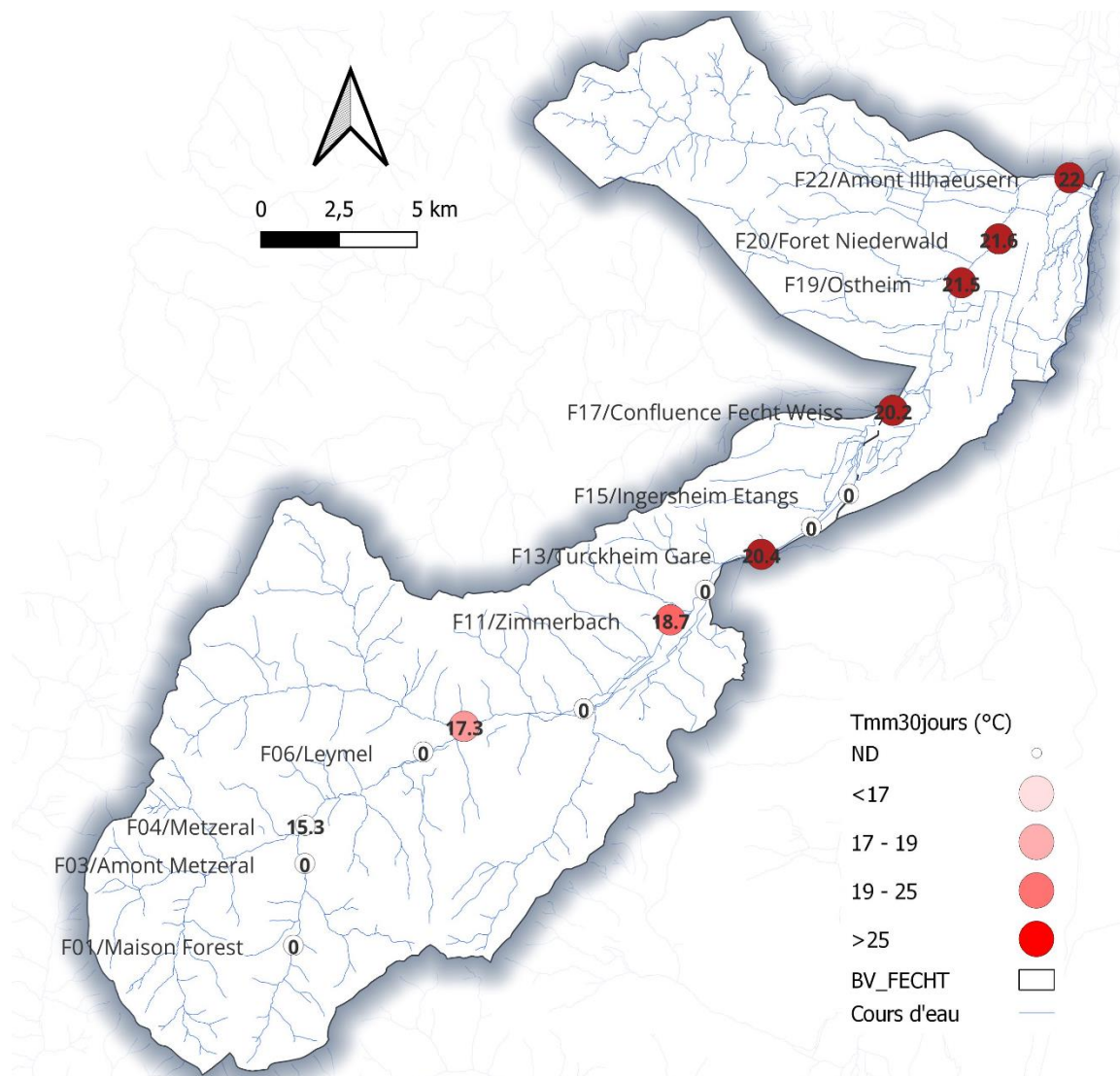


Figure 14 : Moyenne de la température des 30 jours les plus chauds sur la Fecht

La principale rupture sur la Fecht est observable à partir de F13, sur la commune de Turckheim, avec une moyenne au-dessus des 20°C. Les sondes plus en aval sont comprises dans le même intervalle, avec une valeur maximale sur F22, à 21,99°C. Bien que le seuil légal des 25°C n'a pas été atteint, la durée sur 30 jours de températures au-dessus du seuil de confort des 19°C a engendré des mois de juillet et août particulièrement impactant pour les salmonidés. Ce stress s'est probablement traduit par une migration vers l'amont, lorsque celle-ci est possible, et, plus probablement, une réduction des activités alimentaires, une hyperventilation, voire une mortalité, notamment chez les juvéniles.

Les stations les plus en amont ont eu un été 2020 relativement peu stressant pour les populations de Truite fario avec une moyenne des 30 jours les plus chauds comprise entre 15,33 et 18,68°C.

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

Les températures minimales instantanées sont atteintes à la fin janvier ou à la fin décembre pour une valeur moyenne de 1,77°C, dont la plus basse relevée à 1,33 le 29/12/2020 sur « Munster ». Les températures moyennes des 30 jours les plus chauds restent sous le seuil léthal des 25°C avec un maximum atteint sur « Amont Illhaeusern » à 20,99°C entre le 19 juillet et le 17 août. Quant aux températures maximales instantanées, celles-ci, en aval de « Metzeral », dépassent les 20°C, avec un record à 26,78°C sur F20 survenu le 1^{er} août.

La rupture entre « Zimmerbach » et « Turckheim gare » s'observe et se confirme sur la répartition des proportions des températures moyennes selon les préférendums thermiques (Figure 15). En effet, les stations plus en amont, (avec F11), ont des températures comprises dans l'optimum de la Truite fario entre 88 et 98% du temps sur l'année 2020. A la station F13, « Turckheim gare », ces proportions descendent à 77% et progressivement jusqu'à 68% pour la station la plus à l'aval (F22). Ainsi, malgré une limite de 2^{nde} catégorie 8 km en aval de Turckheim, en termes de thermie, la Fecht est déjà moins favorable aux populations de Truite fario en place avec plus de 20% (jusqu'à 30%) des températures moyennes au-delà des 17°C. Ces dernières subissent ainsi un stress thermique important sur l'année 2020.

Par ailleurs, en ce qui concerne le Brochet, les températures ne sont pas particulièrement clémentes avec seulement, au maximum, 58% d'entre elles comprises dans son optimum thermique (10-24°C). Les eaux de la Fecht sont ainsi relativement fraîches pour accueillir des populations de ce carnassier.

Ces données thermiques confirment les données biologiques sur cette rivière, avec des proportions de populations de cyprinidés rhéophiles croissante à partir du centre-ville de Turckheim.

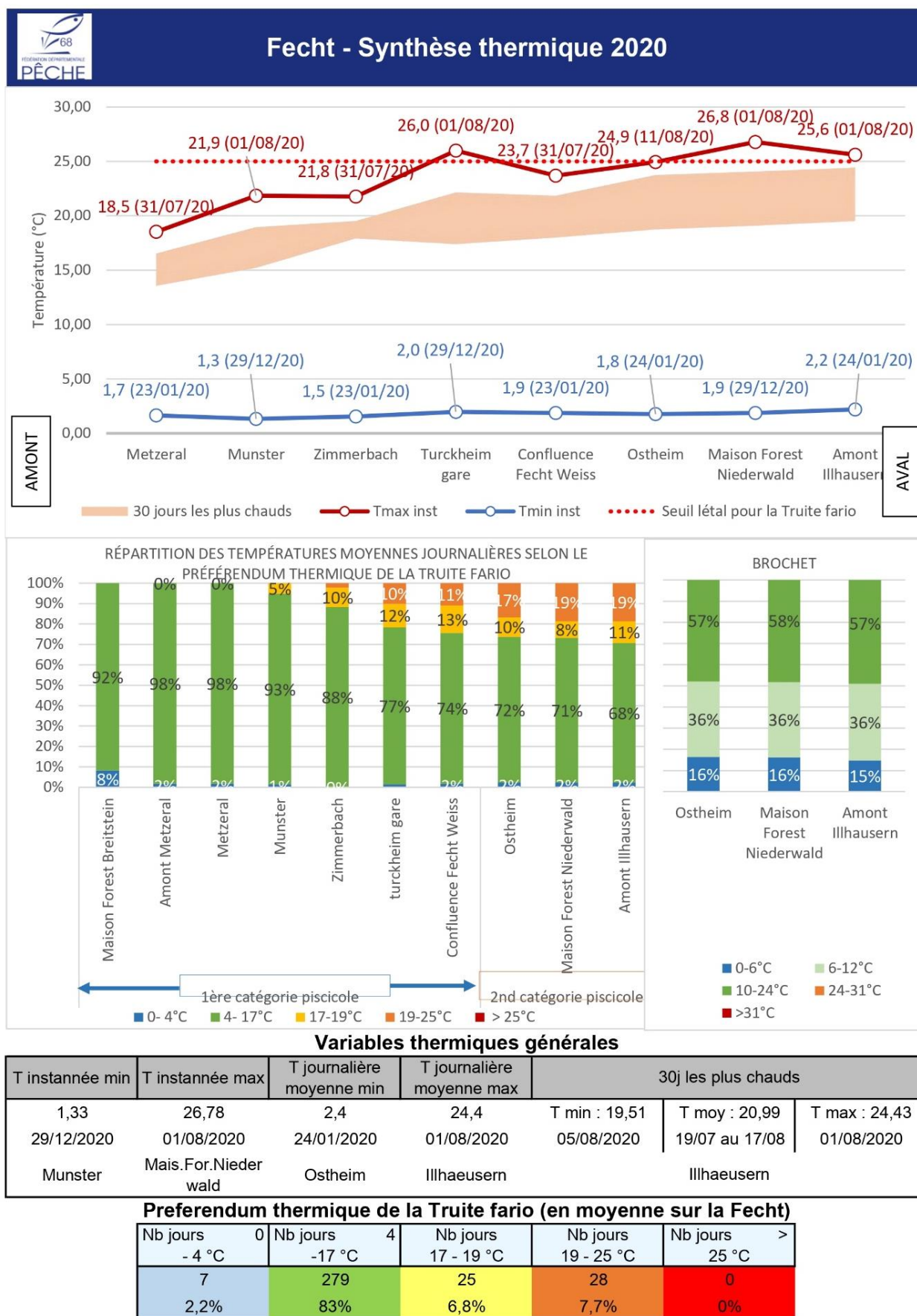


Figure 15 : Fiche synthèse thermique sur la Fecht et répartition des optimums thermiques

d) Bilan thermique pour la Fecht

La Fecht, sur sa partie amont notamment, a été, en 2020, propice pour le cycle biologique de la Truite fario. Elle présente plus de 90% de ses températures comprises dans l'optimum thermique de cette espèce, en amont de F11. Son profil thermique, sur ce secteur, est caractéristique des cours d'eau de moyenne montagne.

C'est à partir de « Turckheim gare » que le cours d'eau commence à présenter des profils thermiques défavorables pour les salmonidés. La traversée de l'agglomération se fait sur un lit relativement large et entre deux murs de rive, la lame d'eau est ainsi moins profonde, faiblement ombragée et plus dépendante de la température de l'air. Ces stations situées sur l'aval de la Fecht ne sont pas compatibles avec le développement du Brochet et sont bien plus propices aux cyprinidés rhéophiles.

Les autres agglomérations traversées ont un profil similaire, à l'exception de la commune d'Ostheim qui avait entrepris d'installer des banquettes végétalisées pour dynamiser le cours d'eau. Sur la partie aval, hormis un secteur forestier sur Bennwihr gare et Bennwihr, des efforts de densification de la ripisylve ou de diversification des courants pourraient améliorer les conditions thermiques de la Fecht. Ces actions sont d'autant plus importantes avec le changement climatique en place dans la région. Par ailleurs, l'effet bénéfique de telles opérations est parfaitement illustré par le secteur forestier entre Ingersheim et Ostheim abritant une population de salmonidé, l'Ombre commun grâce à un ombrage important et des alternances radier/mouille limitant le réchauffement des eaux.

L'année 2020 a également été marquée par un mois d'août relativement chaud, avec des températures instantanées dépassant les 25°C sur 4 stations sur 8, seuil létal de la Truite fario.

4. Le bassin de la Lauch



Figure 16 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Lauch (de l'amont à l'Ouest à l'aval à l'Est)

La Lauch suit la vallée de Guebwiller, en commençant sa route entre les massifs du Breitfirst et du Lauchkopf, à 1 200 m d'altitude et en rejoignant rapidement le lac de la Lauch. Son trajet se poursuit jusqu'à l'aval de Colmar où elle se jette dans l'Ille après un parcours de 50 km. Sa dernière partie, au niveau de Colmar, est par ailleurs fortement modifiée et canalisée. Au niveau d'Herrlisheim Près Colmar, cette rivière connaît d'importantes infiltrations vers la nappe phréatique, engendrant durant les étés chauds, des tronçons totalement à sec. Malgré le soutien d'étiage du lac de la Lauch et celui du Ballon, ces derniers ne suffisent pas à pallier cette infiltration. Elle retrouve une lame d'eau plus importante après l'arrivée de la Vieille Thur sur sa rive droite.

L'amont du bassin étant caractérisé par une forte pente, les crues liées à la fonte des neiges sont parfois violentes. Le module de la Lauch est de 0,86 m³/s à Linthal et de 1,590 m³/s à Guebwiller avec des crues biennales calculées à 14 m³/s. Son bassin versant est de 390km².

Deux lacs de montagne sont présents sur le bassin : le lac de la Lauch (11ha) et le lac du Ballon (8ha).

Un total de 11 sondes est présent sur le cours de la Lauch. En 2020, deux d'entre elles n'ont pas l'entièreté des données de la périodes étudiées. Ainsi, L05 « Lautenbach » et L14 « Pfaffenheim amont » sont exclues des analyses.

En octobre, quelques données sont manquantes pour L08 « Aval Guebwiller » et L17 « Herrlisheim ».

a) Présentation des températures moyennes journalières

Les températures moyennes journalières présentées ci-après montrent les profils de 4 sondes, notamment pour faciliter la lecture du graphique (Figure 17) :

- La sonde en amont, L01 « Maison Forest. Dauvilliers », en bleu ;
- Deux sondes situées au centre du parcours de la Lauch, L08 « Aval Guebwiller » et L10 « Merxheim », respectivement en vert et en jaune ;
- La sonde la plus en aval, L17 « Herrlisheim », en rouge.

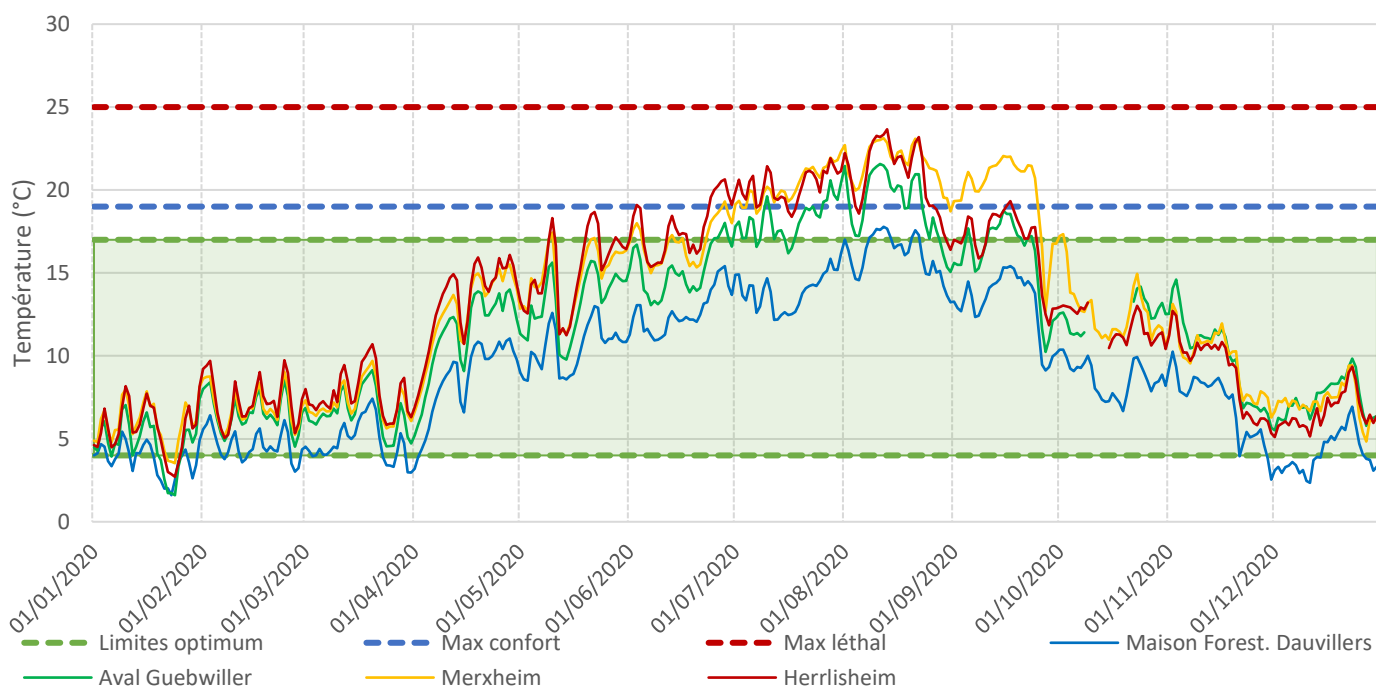


Figure 17 : Températures moyennes journalières sur la Lauch pour 4 stations

Pour l'année 2020, la Lauch a des températures relativement fraîches, avec quelques pics sous les 5°C, le plus important étant survenu fin janvier. Passé cette date, elles remontent progressivement avec une décroissance à la fin mars, probablement dû à une fonte des neiges avant de remonter jusqu'à la mi-août. La Lauch se refroidit progressivement jusqu'à décembre 2020, avec toutefois un pic de décroissance important survenu le 27 septembre.

La Lauch conserve un gradient amont-aval très marqué avec une différence de plus de 6°C entre L1 et L17 durant la période estivale. Cet écart diminue en hiver, avec, en moyenne, une valeur de 2,5°C.

Les 4 profils sont globalement similaires avec des pics simultanés, sauf pour L10 où le pic de décroissance de fin août est moins marqué, période à laquelle elle devient la station la plus chaude de la Lauch. Ainsi, malgré la proximité géographique entre L08 et L10, une différence significative en termes de thermie existe. Cette dernière station, ainsi que L17, sont les premières à présenter des températures en dehors de l'optimum thermique de la Truite fario, dès le 10 mai avant d'être à nouveau atteint le 25 septembre. La limite de confort est par ailleurs elle aussi dépassée à cette période mais jamais le seuil léthal n'est atteint. Seule L01, en termes de températures moyennes maximales, reste aux alentours des 17°C mais c'est aussi celle qui se retrouve le plus souvent en-deçà des 4°C.

b) Présentation des 30 jours les plus chauds

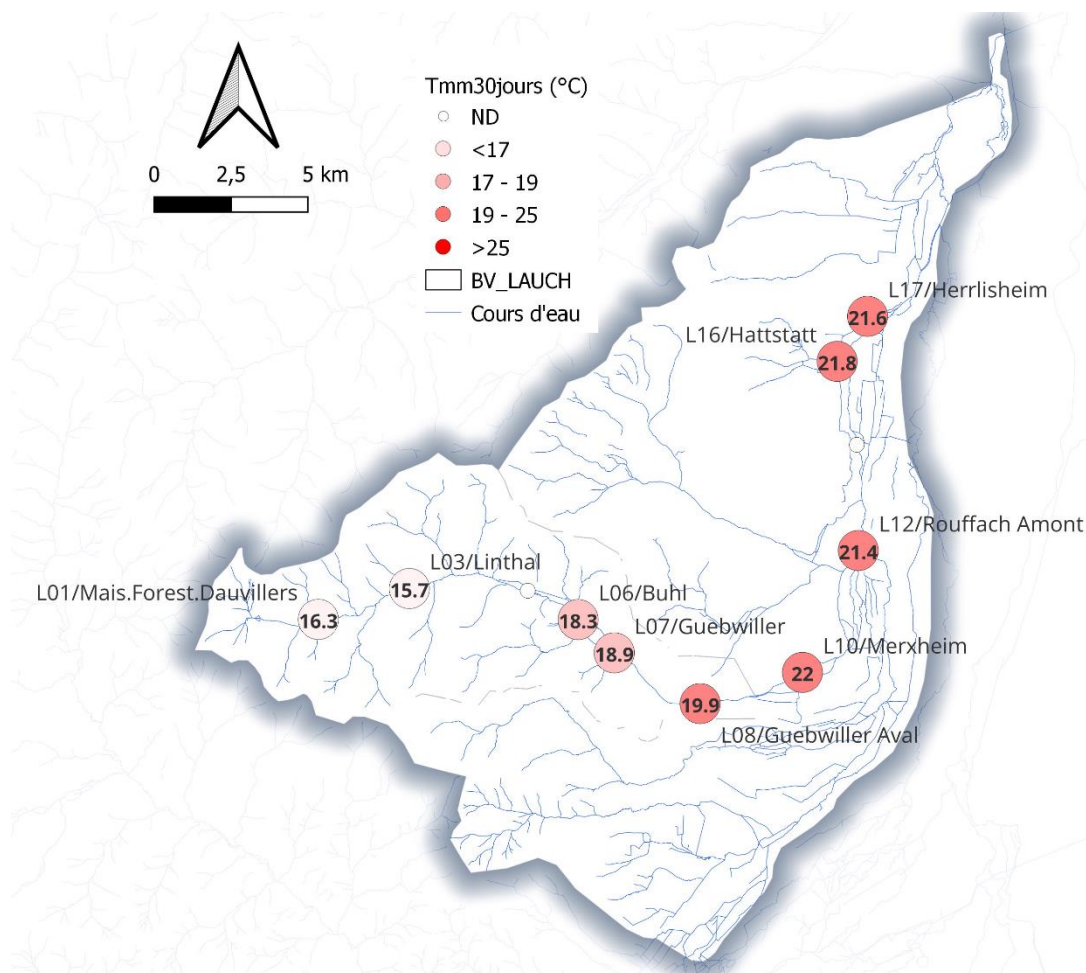


Figure 18 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Lauch

En termes de température moyenne des 30 jours les plus chauds, la Lauch présente un gradient amont-aval avec une élévation des valeurs relevées. Cette période est arrivée entre

fin juillet et fin août avec un minimum sur L03 à 15,7°C et un maximum sur L10 à 22°C (Figure 18).

Le seuil de confort des 19°C est dépassé dès L08, soit après la traversée de Guebwiller, avec une valeur de 19,9°C.

Sur la Lauch, la Tmm30jours démontre l'impact sur la thermie des traversées d'agglomération mais aussi celui des rejets relargués dans son cours avec la valeur maximale atteinte dès Merxheim. Pourtant, les populations de Truite fario, en théorie, sont encore bien présentes sur ces tronçons, le classement en seconde catégorie piscicole n'intervenant qu'à L12. Ce bassin apparaît ainsi peu accueillant, en termes de thermie, pour ce salmonidé dès la commune de Guebwiller.

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

Les températures instantanées maximales, à l'instar des moyennes journalières, ne dépassent pas le seuil léthal des 25°C (Figure 19). La température la plus élevée est de 24,4°C, relevée sur L12, le 9 août. L10, L16 et L17 ont des valeurs approchant avec 24,3°C, atteintes respectivement le 10 et le 13 août. Les deux stations les plus à l'amont restent en-deçà de la zone de confort avec des températures instantanées aux alentours des 18°C, survenues le 12 août.

Quant aux minimales instantanées, elles sont largement sous le seuil de l'optimum thermique de 4°C quel que soit la station, avec un minimum observé sur « Aval Guebwiller » pour une valeur de 0,8°C le 24 janvier. Cette date est, par ailleurs, la plus fraîche pour l'ensemble du bassin.

Les 30 jours les plus chauds dépassent les 19°C avec la moyenne la plus importante obtenue sur « Merxheim » à 22°C. A partir de cette station et jusqu'à la traversée de Colmar, la Lauch a ainsi présenté un inconfort certain pour les salmonidés, en particulier pour la Truite fario. La période entre la fin juillet et la fin août a engendré sur ces populations un stress certain, avec, probablement, un arrêt de nourrissage, voire, une mortalité.

Cependant, c'est également sur ces secteurs que l'étude du compartiment biologique démontre que les salmonidés ont laissé leur place aux cyprinidés rhéophiles, en lien avec le régime thermique présenté par la Lauch. En effet, c'est à partir de L10 que seulement 70% des valeurs sont comprises dans l'optimum de la Truite fario avec 28% au-dessus de cet optimum.

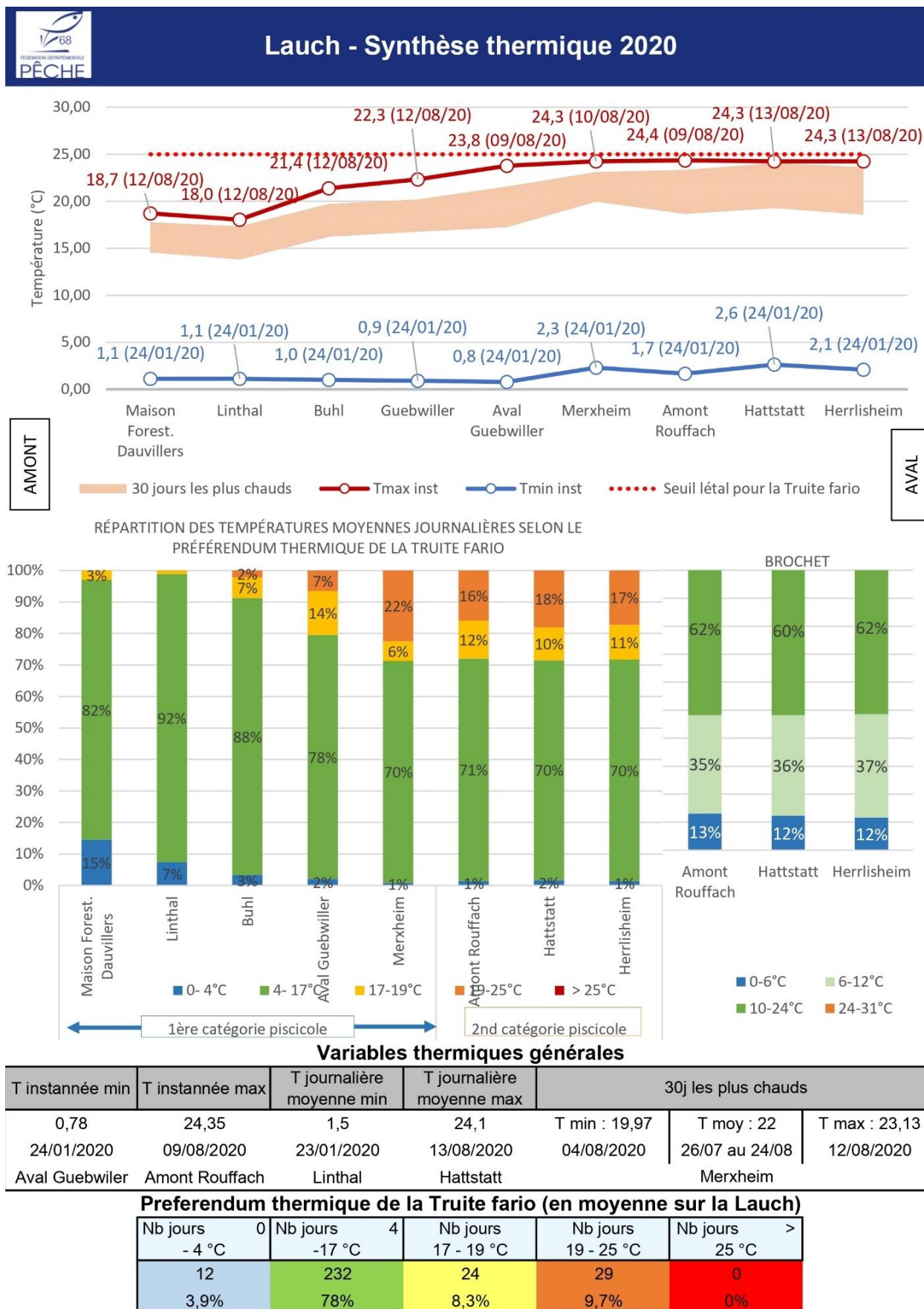


Figure 19 : Fiche de synthèse thermique sur la Lauch et répartition des optimums thermiques

d) Bilan thermique de la Lauch

La Lauch, en 2020, conserve un profil thermique classique de cours d'eau de moyenne montagne avec des températures parfois très froides en hiver et des amplitudes thermiques réduites. C'est à partir de la commune de Guebwiller et de la fin juin que le cours d'eau connaît des températures globalement élevées avec un dépassement du seuil de stress de 19°C à plusieurs reprises. La traversée de l'agglomération est comprise entre deux murs de rives avec peu de ripisylve, expliquant la rupture avec la station plus en amont. Les seuils sont également plus présents, avec un effet d'eau stagnante sur la rivière sur leur partie amont.

Quant aux températures plus élevées de L10 par rapport aux stations plus en aval, Elles peuvent s'expliquer par les phénomènes d'infiltration de la rivière vers la nappe phréatique. En plus d'une lame d'eau réduite, il faut souligner les rejets, notamment des stations d'épuration, qui remettent des eaux usées dans le milieu à des concentrations qui ne sont plus en adéquations avec les étiages de plus en plus sévères subis par la Lauch, incapable de les diluer. En sont témoins les diverses mortalité piscicoles survenues sur ces secteurs chaque été depuis 2018, les observations démontrant un arrêt de celles-ci juste en amont des rejets.

Ces diverses observations, couplées aux recensements piscicoles historiques réalisés dans le secteur, mettent en avant le fait que les proportions d'espèces sténothermes d'eau froide sont en diminution au profit des espèces cyprinicoles.

Dans un contexte de changement climatique, des actions pourraient être entreprises pour améliorer les secteurs mis en avant sur ces analyses avec, par exemple, une diversification de la ripisylve et des actions de cadrage sur les rejets en cas d'étiage sévère.

5. Bassin de la Thur

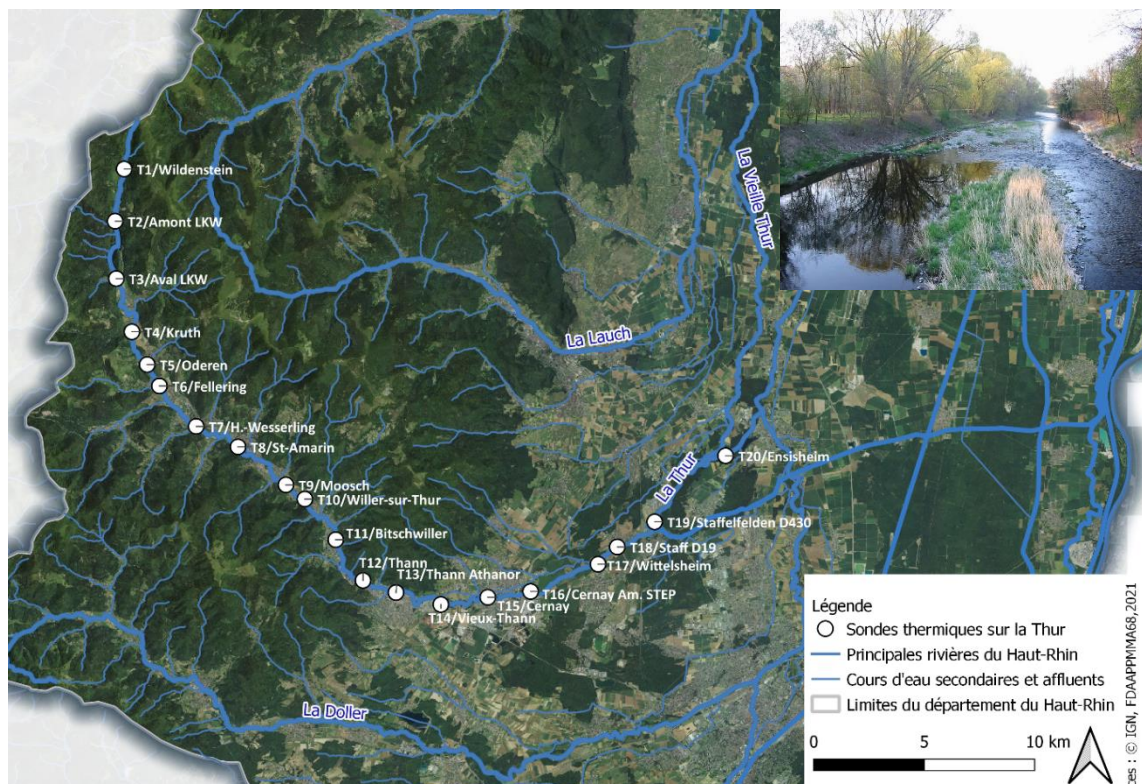


Figure 20 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Thur (de l'amont à l'Ouest à l'aval à l'Est)

La Thur connaît un passé industriel, notamment dû à l'exploitation minière, entraînant l'abaissement de son lit et la création de nombreux seuils pour le maintenir.

La rivière prend sa source au niveau de la commune de Wildenstein à 1 195 m au sein du massif des Vosges. Elle descend vers la plaine sur un linéaire de 53 km où elle aura traversé de nombreuses communes, comme Thann ou Cernay. Elle aura été rejointe, sur son bassin de 262 km², par plus d'une vingtaine d'affluents. Au niveau de Pulversheim, une partie de son cours est détournée, la Vieille Thur rejoint ainsi la Lauch sur Herrlisheim près Colmar tandis que la Thur termine son parcours sur l'Ill, au niveau de Ensisheim.

Sur sa partie amont, elle passe par le Lac de Kruth-Wildenstein (LKW) de 81ha et 35 m de profondeur, construit en 1964. Ce dernier engendre un refroidissement des eaux en restituant les eaux de la Thur via une lame de fond, créant une zone aux températures trop fraîches pour la vie aquatique sur son aval direct mais permettant au reste de son linéaire de conserver des températures estivales non extrêmes.

La Thur possède un régime de type pluvial nival avec un module de 0,365m³/s à Wildenstein, 5,12 m³/s à Willers-sur-Thur et 6,05 m³/s à Pulversheim. Les crues hivernales peuvent être très importantes (11,6m³/s en moyenne en janvier à Pulversheim).

Vingt sondes sont disposées sur son cours. Sur l'année 2020, 9 d'entre elles sont non exploitables (hors d'eau, bug, pile épuisée, ...). La sonde T3, en aval du LKW, connaît des amplitudes thermiques importantes, ce qui laisse supposer une sonde exondée. Cependant, le LKW ayant subi de lourds travaux cette année-là, cette aberration peut provenir de ce changement, elle est ainsi conservée pour la première analyse.

a) Présentation des températures moyennes journalières

Pour une meilleure analyse de ce paramètre, seules 5 sondes ont été sélectionnées (Figure 21) :

- La partie amont, représentée par T1 « Wildenstein », bleu avec T3, « aval LKW » pour observer l'impact du lac, en rouge ;
- La partie centrale avec T8 « St-Amarin » et T16 « Cernay Am. STEP », respectivement en vert et en jaune ;
- La partie aval avec T19 « Staffelfelden D430 », en brun.

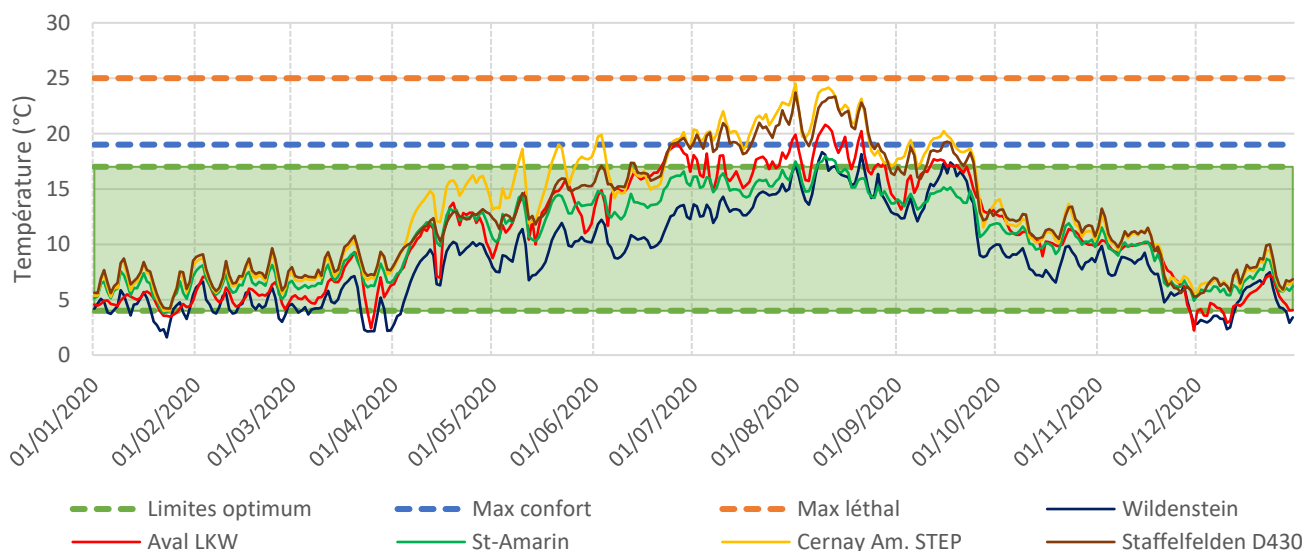


Figure 21 : Températures moyennes journalières sur la Thur pour 5 stations

Pour l'année 2020, la thermie de la Thur connaît un hiver entre 9 et 1,59°C avant d'entamer une croissance à partir de fin mars jusqu'à la fin août avec, toutefois, un pic descendant la 5 août. Elle décroît par la suite progressivement de la fin septembre jusqu'en décembre. Le

gradient amont-aval s'observe aisément avec des différences de près de 7°C entre T1 et T15 à la période estivale contre, en moyenne, 3,5°C l'hiver.

La température moyenne la plus faible survenue le 23 janvier pour une valeur de 1,59°C sur T1. Quant à la maximale, elle est de 24,53°C sur T16 à la date du 1^{er} août. Ainsi, l'optimum thermique est dépassé plusieurs fois au cours de l'année, que ce soit en termes de minimale, sous les 4°C, que de maximale, au-dessus de 17°C. Le seuil léthal n'est pas dépassé pour 2020, cependant, les 19°C sont atteints de la fin juin à la fin août, soit près de deux mois en état de stress pour les populations salmonicoles, dès la commune de Cernay.

Contrairement à son aspect lissé et ses faibles températures habituelles, T3 présente un profil similaire aux autres stations, avec des températures, en période printanière et estivale, plus élevées que T8. Les eaux du LKW ont vu leur régime thermique fortement modifié avec les travaux, avec une lame de fond bien plus soumise aux températures de l'air qu'à l'accoutumée.

Seconde particularité observée, T16 possède les valeurs les plus élevées dès début avril et ce, jusqu'à fin septembre. C'est au printemps que ce phénomène est le plus flagrant, avec une différence allant jusqu'à 4,3°C entre T19 et T16. A savoir, la sonde la plus en aval, T20, qui est incomplète, présente également des températures inférieures à T16 pour cette période. Cernay est ainsi une agglomération ayant un fort impact sur la thermie du cours d'eau, principalement dû à une dérivation des eaux de la Thur, limitant ainsi son débit et sa profondeur et la laissant davantage varier au contact de la température de l'air.

b) Présentation des 30 jours les plus chauds

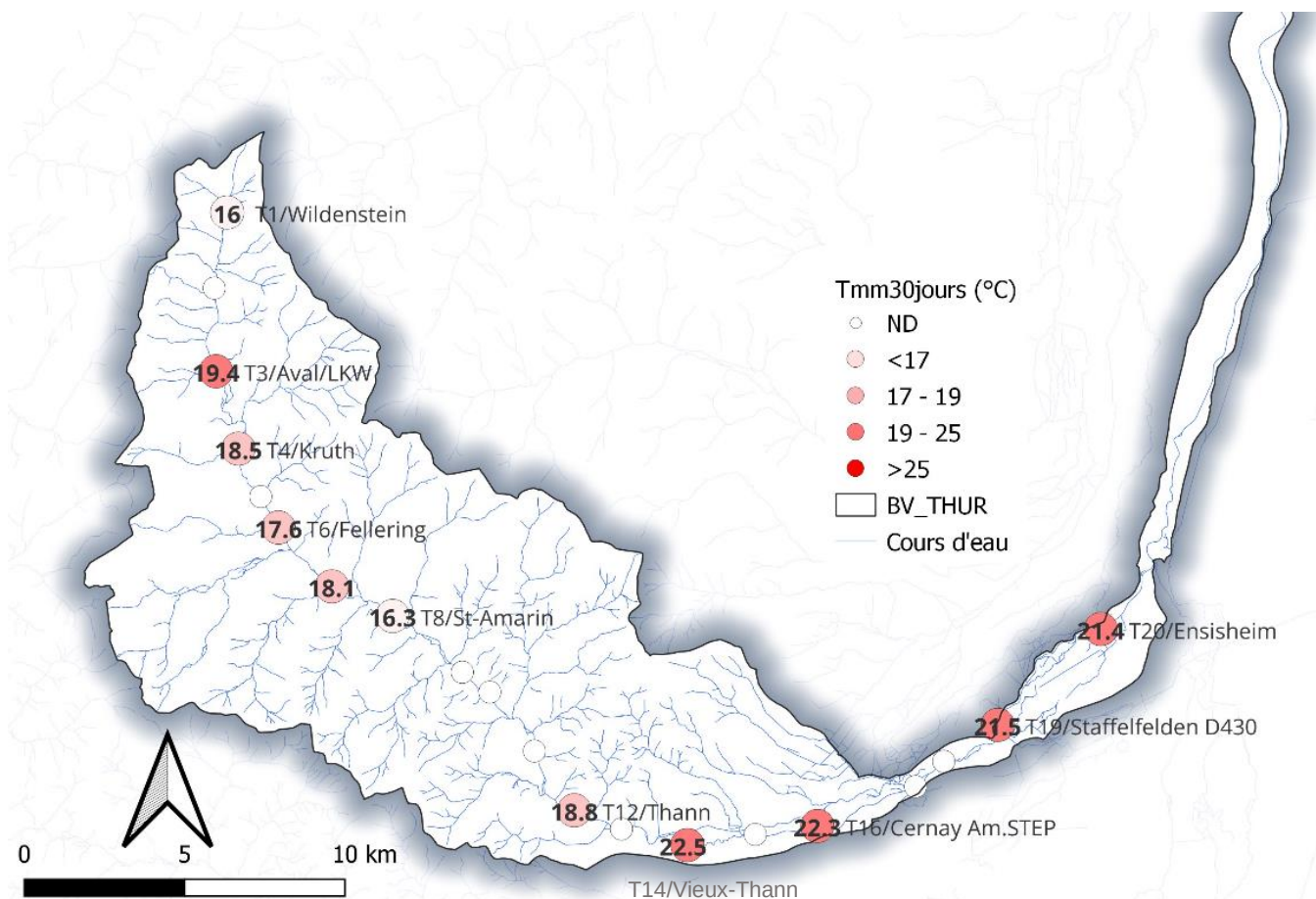


Figure 22 : température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Thur

Les 30 jours les plus chauds, sur la Thur, en 2020, sont intervenus, en majorité, du 25 juillet au 23 août. Les 19°C sont atteints très en amont, avec 19,4°C enregistrés pour T3, en aval du LKW (Figure 22). Seulement deux stations sont comprises dans l'optimum thermique de la Truite fario, T1 et T8 avec, respectivement, 16°C et 16,3°C.

Deux ruptures majeures sont visibles ici :

- Sur T3, qui démontre l'impact des travaux sur le LKW, celui-ci ne relarguant plus des eaux fraîches sur la période étudiée ;
- A partir de T14 où les 20°C sont dépassés pour le reste du cours d'eau. La maximale est par ailleurs relevée sur cette station, à 22,5°C.

La période estivale a ainsi été défavorable, en prenant en compte le facteur thermie, sur quasiment l'ensemble de la Thur.

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

Les températures maximales instantanées voient leur valeur la plus élevée à 27,4°C le 31 juillet à Vieux-Thann (Figure 23). Le seuil léthal des 25°C est ainsi dépassé, idem pour les autres stations à l'aval sauf pour T20, qui en est proche mais reste à 24,4°C. Quant au seuil de stress des 19°C, il a été atteint pour l'ensemble des stations. Ces maximales ont été enregistrées entre le 30 juillet et le 10 août, avec une exception pour T1, le 20 septembre. Le secteur où les 30 jours les plus chauds sont les plus problématiques pour la faune piscicole est à Vieux-Thann jusqu'à Ensisheim, où la température reste au-dessus des 19°C.

Quant aux minimales instantanées, la plus faible est relevée sur T1, le 23 mars, à 0,9°C. La venue tardive de ce coup de froid vient probablement de la fonte des neiges. L'ensemble des autres stations voient leur valeur minimum atteinte le 24 janvier, hormis pour T20, le 23.

Les zones les plus favorables pour la Truite fario sont à partir de Oderen jusqu'à Saint-Amarin, avec entre 88,8% et 97,5% des valeurs comprises dans l'optimum thermique. Wildenstein apparaît relativement frais pour le cycle de l'espèce repère avec 13,2% des valeurs sous les 4°C. La station sur Kruth connaît déjà 12,3% de ses valeurs au-dessus de l'optimum thermique et seulement 3,3°C en dessous, démontrant que, pour 2020, le LKW n'a pas autant refroidi le Thur qu'à l'accoutumée.

Les stations les moins favorables pour les salmonidés apparaissent de Vieux-Thann jusqu'à Ensisheim, avec entre 63,5% et 75,3% des valeurs comprises dans l'optimum thermique de la Truite fario et avec près de 30% des valeurs au-dessus des 17°C.

La Thur apparaît, en moyenne, 82% de l'année 2020 favorable au cycle biologique de la Truite fario. Ce sont les températures élevées qui font baisser cette proportion avec 8% des valeurs entre 19 et 25°C.

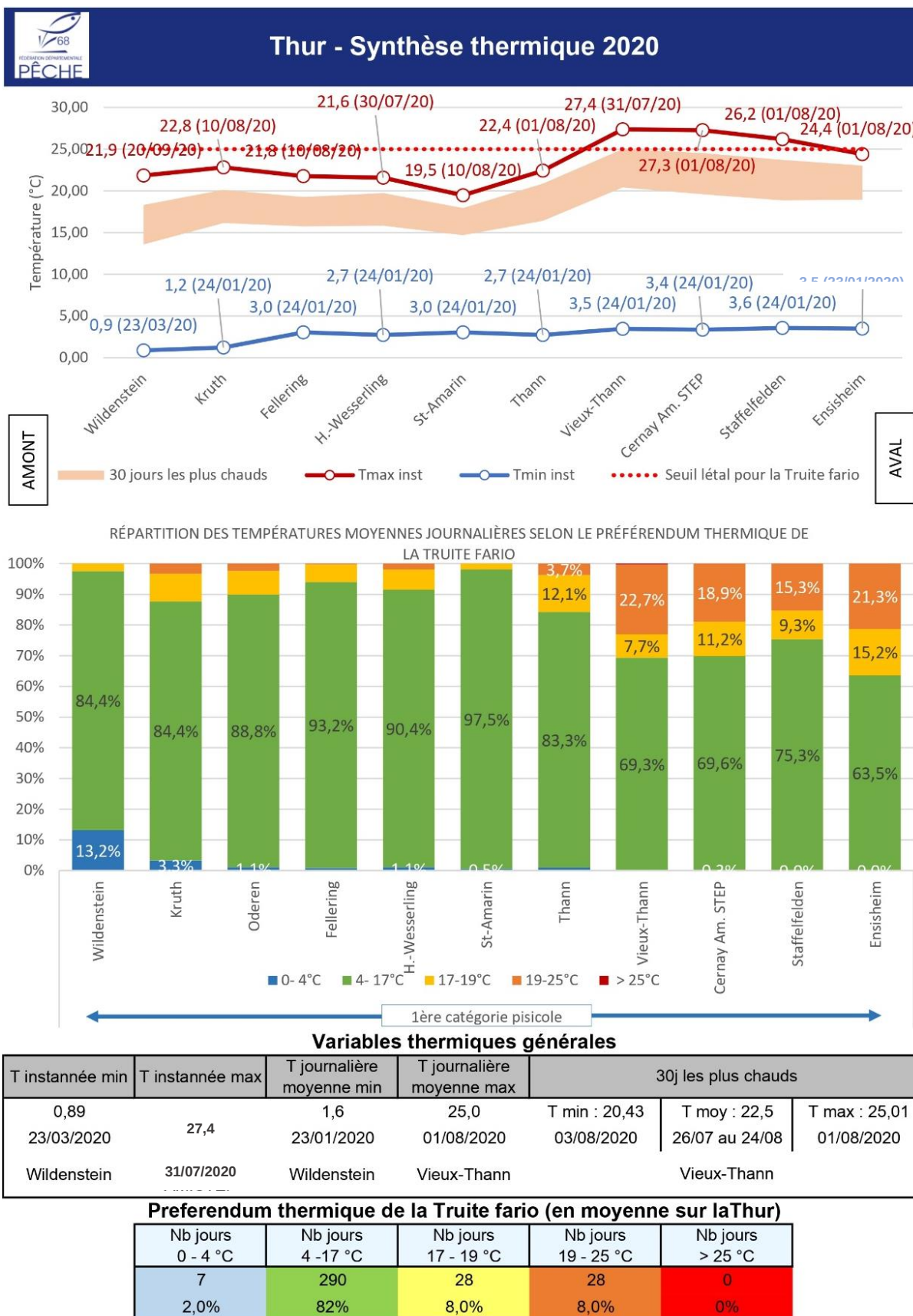


Figure 23 : Fiche de synthèse thermique sur la Thur et répartition des optimums thermiques

d) Bilan thermique de la Thur

La Thur, pour l'année 2020, est plutôt propice, d'un point de vue de sa thermie, au cycle biologique de la Truite fario. Cependant, les travaux intervenus sur le barrage du LKW ont impacté le régime thermique habituel de la Thur avec une absence d'apport d'eau fraîche. Ce dernier engendrait des eaux parfois trop fraîches sur l'amont du cours d'eau mais permettait aussi d'atténuer les pics de chaleur sur les secteurs situés à l'aval.

Cependant, la rupture entre Thann et Vieux-Thann est toujours aussi marquée avec une différence de moyenne des 30 jours les plus chauds de 3,7°C. Les traversées d'agglomération peuvent certes jouer un rôle mais celui-ci est minime par rapport aux rejets des industries de la vallée. En effet, le suivi physico-chimique de la Thur effectué par la FDAAPPMA68 sur plusieurs années a mis en évidence une conductivité passant de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ à Thann Athanor à près de 600 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ à Vieux-Thann. Ajouté aux rejets, une partie de la Thur est déviée dans un canal usinier à partir de Vieux-Thann et ne retrouve le cours principal qu'au niveau de Cernay, au niveau du skate parc.

Ce réchauffement, bien qu'important, s'atténue après Cernay, notamment sur Staffelfelden, mais reste équivalent sur la partie aval aux observations effectuées sur Vieux-Thann. Bien qu'urbanisée dès la commune de Kruth, les communes les plus importantes, en termes de nombre d'habitants, se trouvent à partir de Vieux-Thann, avec des secteurs de plus en plus dépourvus de ripisylve et un lit de plus en plus entravé par des seuils. Ces derniers pourraient voir des actions d'arasement pour limiter leurs impacts négatifs. Les traversées d'agglomérations pourraient être améliorées avec une diversification des écoulements, comme la mise en place de banquettes végétalisées, des placements de blocs ou d'épis. Enfin, des opérations de plantations d'une ripisylve adaptée sur les secteurs chauds identifiés apporteraient de l'ombrage mais aussi, potentiellement, un habitat pour la faune aquatique avec un développement racinaire.

6. Bassin de la Doller

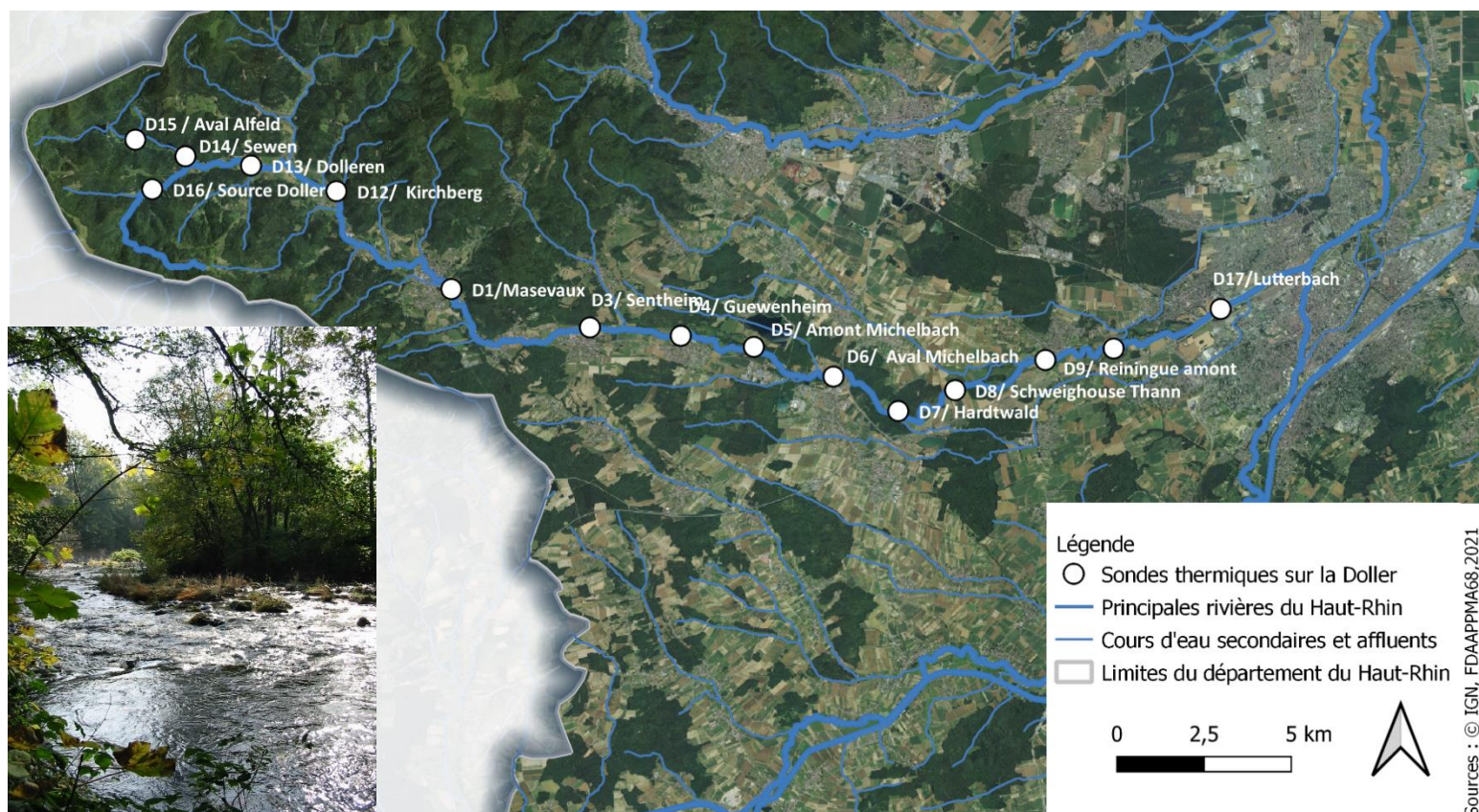


Figure 24 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Doller (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est)

Cette rivière du massif vosgien prend sa source au niveau du lieu-dit « Fennematt » à près de 930 m d'altitude (Col du Lochberg). Son bassin de 215 km² est traversé de nombreux ruisseaux et affluents dont les principaux sont : le Wagenstallbach, le Seebach, le Bourbach et le Leimbach. Il comporte également plusieurs plans d'eau, dont les principaux pouvant avoir un impact direct sur la Doller sont : le lac d'Alfeld, le lac de Sewen et Michelbach. Ce dernier permet l'alimentation en eau potable d'une partie de l'agglomération de Mulhouse (200 000 habitants en bénéficient).

Après un parcours de 46 km, elle rejoint l'Ill au niveau de Mulhouse. La Doller aura traversé divers milieux, en allant du massif forestier aux plaines vallonnées et plus urbanisées sur la partie aval. Ce cours d'eau est un des rares du département à être peu entravé entre des murs de rive ou des digues.

Son régime hydrologique est à dominance pluvial et le module est de 0,421m³ /s à Sewen (Lerchenmatt) et de 4,120m³ /sec à Burnhaupt-le-Haut. Les fluctuations de débit saisonnier y sont bien marquées. La Doller est, selon la zonation de Huet, en zone à truite sur tout son cours.

Sur les 15 sondes thermiques présentes sur la Doller, 6 n'ont pas de données pour l'année étudiée (perte, bug, pile défectueuse, ...) : D12, D6, D9, D10 et D1. Bien que la sonde D3 « Sentheim » a arrêté d'émettre le 14 octobre, elle reste comprise dans les analyses.

a) Présentation des températures moyennes journalières

Pour l'analyse des températures moyennes journalières, 5 sondes ont été sélectionnées pour représenter l'évolution de la Doller sur l'année 2020 (Figure 25) :

- La partie amont, avec D16 « Source Doller » et D15 « Aval Alfeld », respectivement en bleu foncé et bleu clair ;
- La partie médiane avec D5 « Amont Michelbach » en jaune ;
- La partie aval avec D17 « Lutterbach » en rouge ;
- L'impact du lac de Sewen avec D14 « Sewen » en vert.

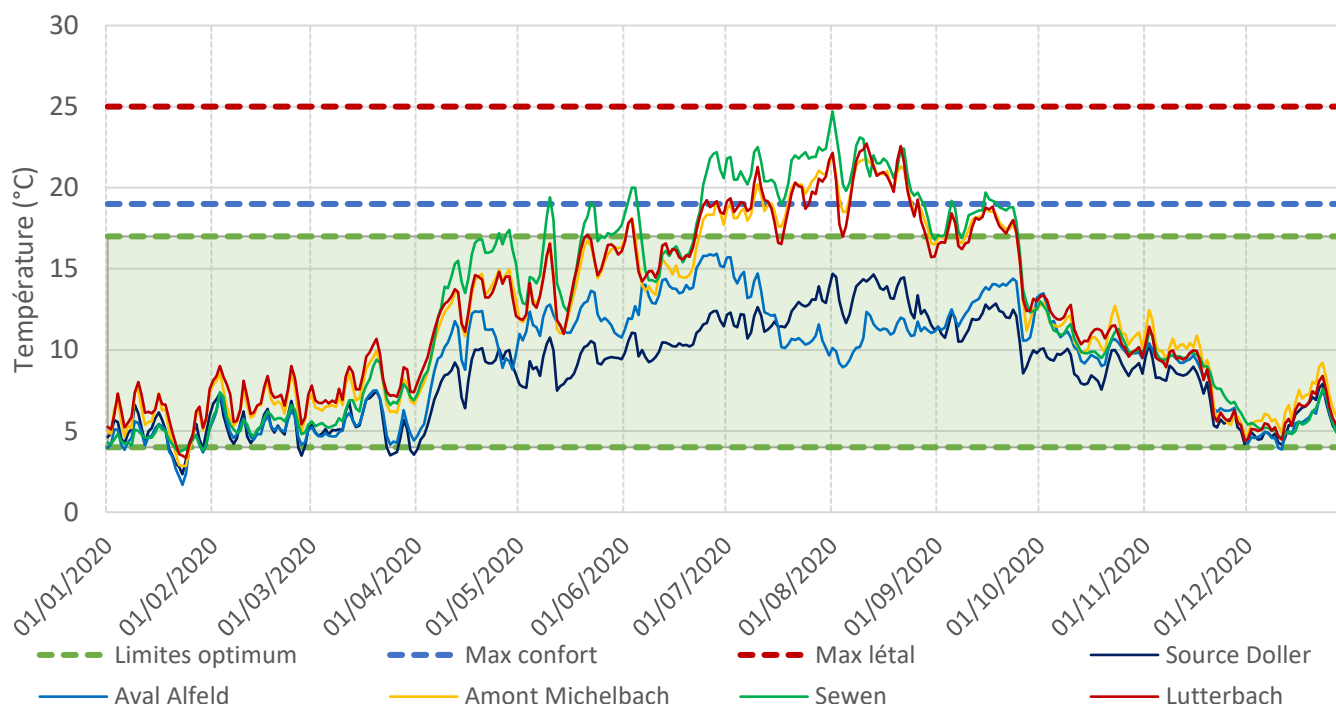


Figure 25 : Evolution des températures moyennes journalières sur la Doller

Un pic de froid est survenu de le 23 janvier, toutes stations confondues, avant que les profils thermiques reprennent leur ascension. Les eaux se réchauffent plus brusquement début avril et la période des températures les plus chaudes se situe entre fin juin et fin août. Les températures décroissent jusqu'en décembre avec un pic de décroissance plus important fin septembre et un pic de croissance le 23 décembre.

Pour l'année 2020, la Doller a conservé des températures au-dessus du seuil minimal de 4°C, hormis durant quelques jours, du 19 au 24 janvier. D14 apparait comme la station la plus chaude avec un dépassement des 19°C dès début juin suivi de près par D17. Le seuil léthal pour la Truite fario des 25°C n'est pas atteint, en termes de températures moyennes. D15 et D16, quant à elles, apparaissent comme celles les plus fraîches en ne dépassant jamais les 17°C (valeurs maximales respectives de 15,93°C le 28 juin et de 14,70°C le 1^{er} août).

Un gradient amont-aval se dessine avec des stations situées en plaine présentant des températures plus élevées que celles situées en haut du bassin. L'écart est cependant peu marqué à l'hiver et à la fin de l'automne. En effet, c'est à partir de la fin mars que les stations se détachent l'une de l'autre avec un écart de température de 3°C. Cette différence atteint son maximum au cœur de l'été, en août, avec 14°C d'écart entre D15 et D14.

Ainsi, plusieurs particularités apparaissent sur la Doller :

- Le Lac d'Alfeld restitue des eaux froides par vanne de fond, d'où le refroidissement de la Doller apparu sur la station D15 ;
- L'amont de la Doller a une thermie relativement fraîche sans avoir de températures trop froides durant l'hiver, probablement issue d'un secteur relativement préservé d'impacts anthropiques et conservant une bonne ripisylve ainsi qu'une bonne dynamique morphologique ;
- La station de Sewen, D14, malgré sa position en amont du bassin, voit ses températures être relativement élevées et tôt dans l'année. Cette situation est engendrée par le lac de Sewen rejetant ses eaux dans la Doller via une surverse, soit une restitution d'eau stagnante s'étant réchauffée sur le plan d'eau. Ses températures dépassent, durant le printemps et l'été, celles de D17, pourtant la station la plus en aval.

b) Présentation des 30 jours les plus chauds

Les 30 jours les plus chauds, sur la Doller, ont été enregistrés entre la fin juillet et la fin août, excepté pour D15, du 12 juin au 10 juillet. D7 et D8 dérogent également, leur moyenne des 30 jours ayant été relevés entre le 26 août et le 25 septembre. Ces décalages sont probablement dus :

- Pour D15, au relargage des eaux chaudes de surface du plan d'eau de Sewen ;
- Pour D7 et D8, la restitution des eaux du Michelbach par la vanne de fond.

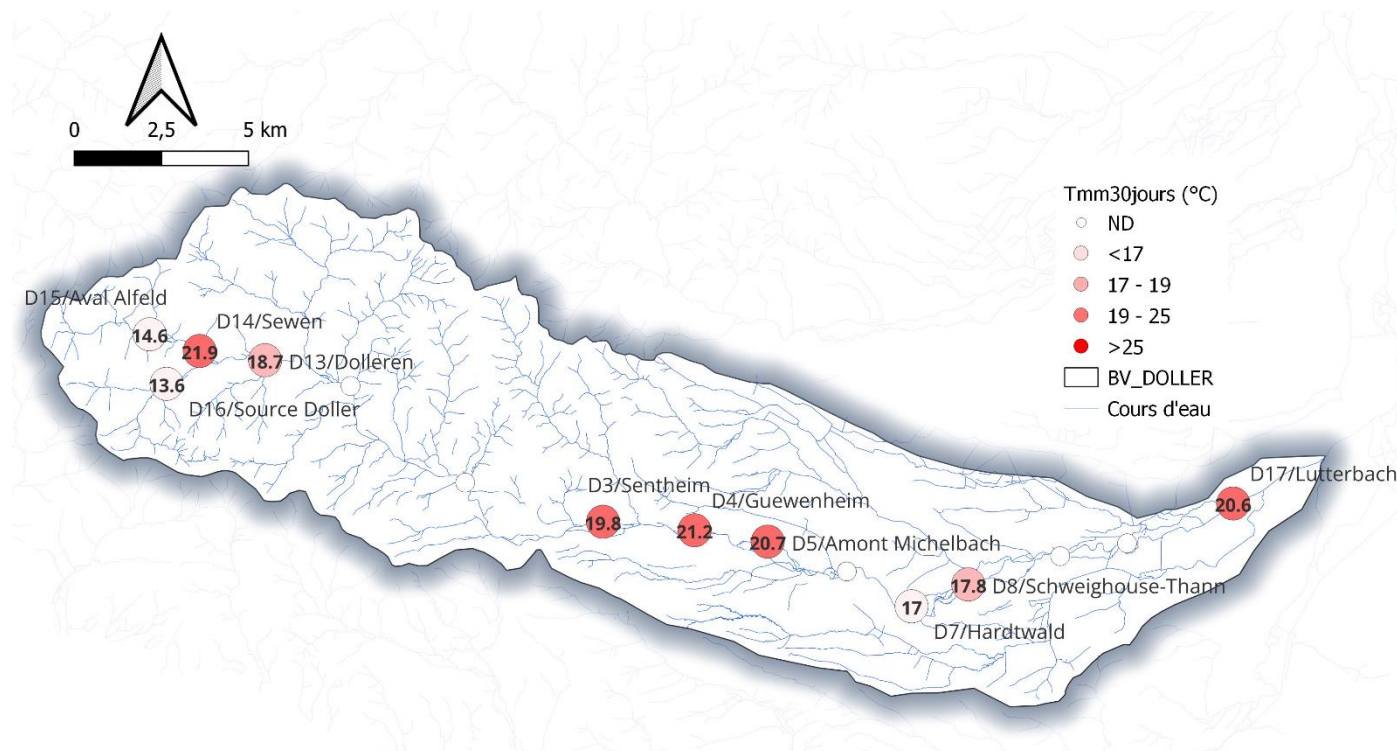


Figure 26 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Doller

Seules D16 et D15 ont une moyenne sous les 17°C, avec des valeurs respectives de 13,60°C et de 14,57°C. Deux autres sondes permettent de constater des zones plus tempérées, D7 et D8, avec des valeurs de 17,04°C et 17,78°C. L'ensemble du reste du bassin oscille 18,66 et 21,93°C. Cette dernière représente la valeur maximale atteinte pour cette moyenne des 30 jours les plus chauds, enregistrée sur Sewen. Le seuil critique des 25°C n'est pas atteint sur la période étudiée.

La Doller apparaît comme peu accueillante durant la période estivale pour la Truite fario, espèce repère sur tout son cours. L'impact des agglomérations mais surtout des rejets des différents plans d'eau est notable (bénéfique pour Michelbach et négatif pour Sewen).

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

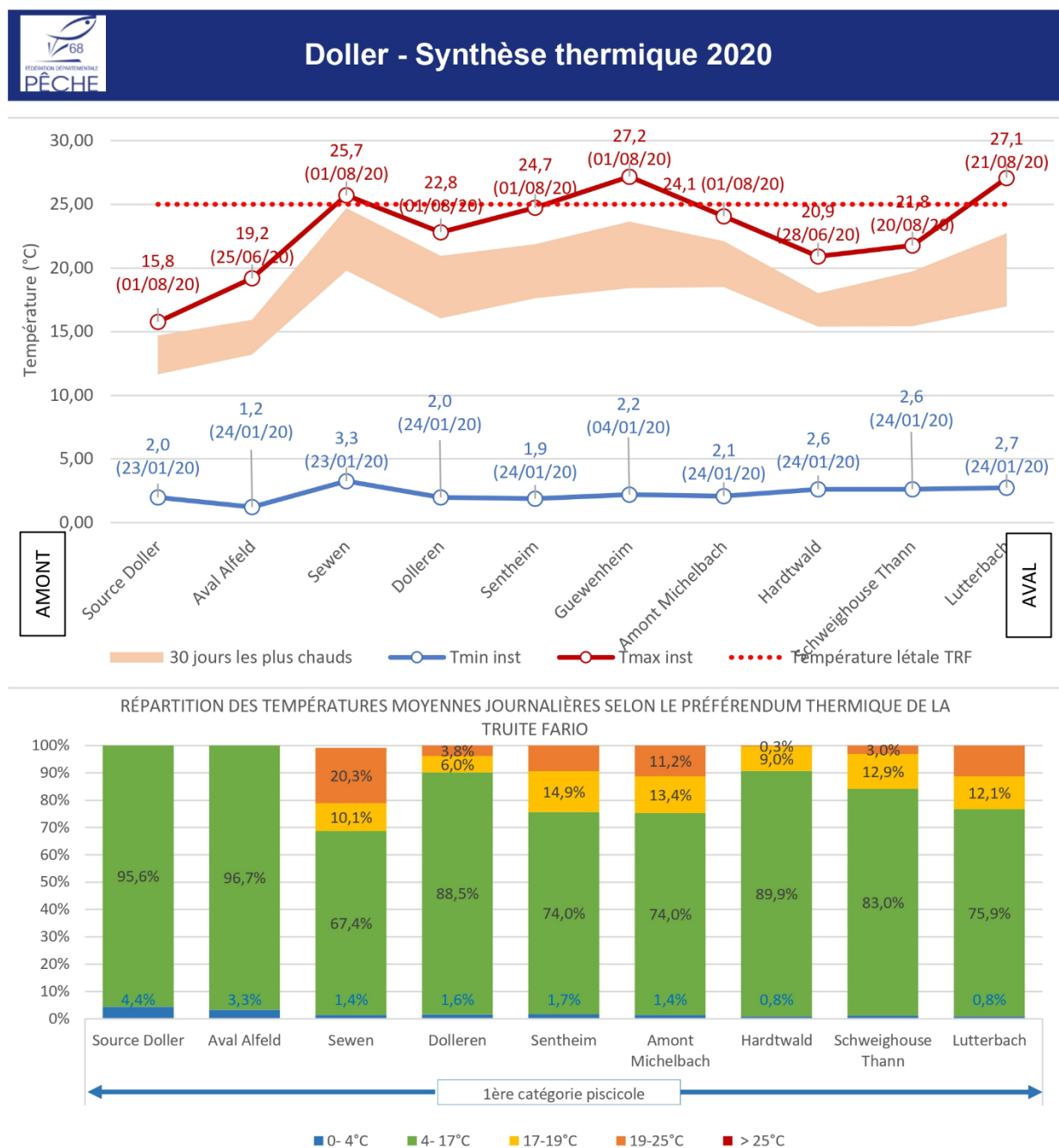
Hormis D16, toutes les stations ont des valeurs de températures instantanées maximales au-dessus des 19°C, seuil de confort pour la Truite fario. 3 d'entre elles dépassent le seuil léthal des 25°C, D14, D4 et D17, avec, respectivement, une valeur de 25,7°C, 27,2°C et 27,1°C, survenue le 1^{er} août pour les deux premières et le 21 août pour la dernière.

Les valeurs sur D14 ont été expliquées précédemment, elles sont dû à leur provenance des eaux de surface du lac de Sewen. Celles pour D17 résultent de la position de la station, la plus en aval, après que la Doller est traversée agglomérations et surtout comprend davantage de seuils, créant souvent des ruptures sur le cours d'eau à la période estivale. Quant à D4, elle se situe sur un secteur impacté par la prise d'eau du Michelbach, en aval de Sentheim, réduisant la lame d'eau de la Doller qui s'élargit, est moins dynamique et trouve une ripisylve plus éparse.

Au vu de la période des 30 jours les plus chauds, la période la plus critique pour les salmonidés a été, pour 2020, du 20 juillet au 18 août, sur la station de Sewen. D4 et D5 ont aussi été éprouvantes pour la faune piscicole ainsi que D17 où la moyenne de ces 30 jours est au-dessus des 20°C. Les stations problématiques étant éparsees, les truites ont pu migrer pour retrouver des températures plus clémentes, à condition d'avoir une continuité écologique favorable ainsi qu'une capacité d'accueil permettant ce mouvement de population. Les populations en place ont eu une période de stress non négligeable durant l'été 2020.

Les températures minimales instantanées interviennent entre le 23 et le 24 janvier, quel que soit la station. C'est la sonde D15, à l'aval du lac d'Alfeld, qui connaît la valeur la plus faible, à 1,2°C, et D14, à l'aval du lac de Sewen, qui possède la plus élevée, à 3,3°C. L'ensemble des autres stations sont aux alentours des 2,3°C.

Les stations amont sont particulièrement favorables aux populations de Truite fario, avec 95,6 et 96,7% des valeurs relevées comprises dans leur optimum thermique (4-17°C). La rupture est nette après le relargage des eaux du lac de Sewen avec un optimum passant à 67,4% et 30,4% des valeurs au-dessus des 19°C. Des améliorations sont notables sur D13 « Dolleren », D7 « Hardtwald » et D8 « Schweighouse-Thann avec, respectivement, des valeurs optimales de 88,5%, 89,9% et 83%. D13 obtient ce résultat du fait de sa position en amont de bassin, sa ripisylve abondante et son hydrodynamisme ont compensé l'élévation des températures issues de Sewen. Quant à D7 et D8, elles se situent en aval de la restitution des eaux du Michelbach, via une vanne de fond, ce qui induit un rafraichissement des eaux de la Doller lorsque l'ouvrage est ouvert.



Variables thermiques générales

T instannée min	T instannée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
1,22	27,17	1,7	24,7	T min : 19,80	T moy : 21,93	T max : 24,7
24/01/2020	01/08/2020	23/01/2020	01/08/2020	05/08/2020	20/07 au 18/08	01/08/2020
Aval Alföld	Guewenheim	Aval Alföld	Sewen	Sewen		

Préférendum thermique de la Truite fario (en moyenne sur la Doller)

Nb jours - 4 °C	Nb jours - 17 °C	Nb jours 17 - 19 °C	Nb jours 19 - 25 °C	Nb jours > 25 °C
6	293	32	25	0
1,8%	82%	9,1%	7,1%	0%

Figure 27 : Fiche de synthèse thermique sur la Doller et répartition des optimums thermiques

d) Bilan thermique pour la Doller

La Doller voit, pour l'année 2020, un régime thermique très variable entre les stations étudiées avec des points chauds apparaissant dès l'amont de son bassin. Malgré tout, avec un total, en moyenne, de 82% des valeurs comprises dans l'optimum thermique de la Truite fario, elle lui reste globalement favorable.

Les deux secteurs de qualifiés défavorables et dont les causes sont clairement identifiées sont :

- L'aval du lac de Sewen ;
- Le secteur entre la prise d'eau et sa restitution pour le barrage du Michelbach

Le premier impacte la Doller tôt dans la saison, avec le lac de Sewen ayant des eaux de surface régis par la température de l'air. Ces extrêmes atteints de façon anormale ont des conséquences directes sur la structure des populations en place avec des salmonidés peu présents, voire absents de ce secteur, remplacés par des cyprinidés, le Chevesne notamment.

Le deuxième secteur comporte les mêmes conséquences, mais, outre une partie de son débit réduit par Michelbach, la ripisylve est moins abondante sur ce secteur et, surtout, la Doller présente de nombreuses zones de plat courant. Ainsi, cette zone pourrait être améliorée sans impacter le besoin de ressource en eau potable, avec, des opérations plantations et la mise en place, par exemple, de déflecteurs rustiques pour diversifier les courants.

Ces problématiques sont clairement identifiées, faisant de ces secteurs des zones prioritaires sur la Doller pour mener des actions de restauration/réhabilitation.

7. Le bassin de la Largue

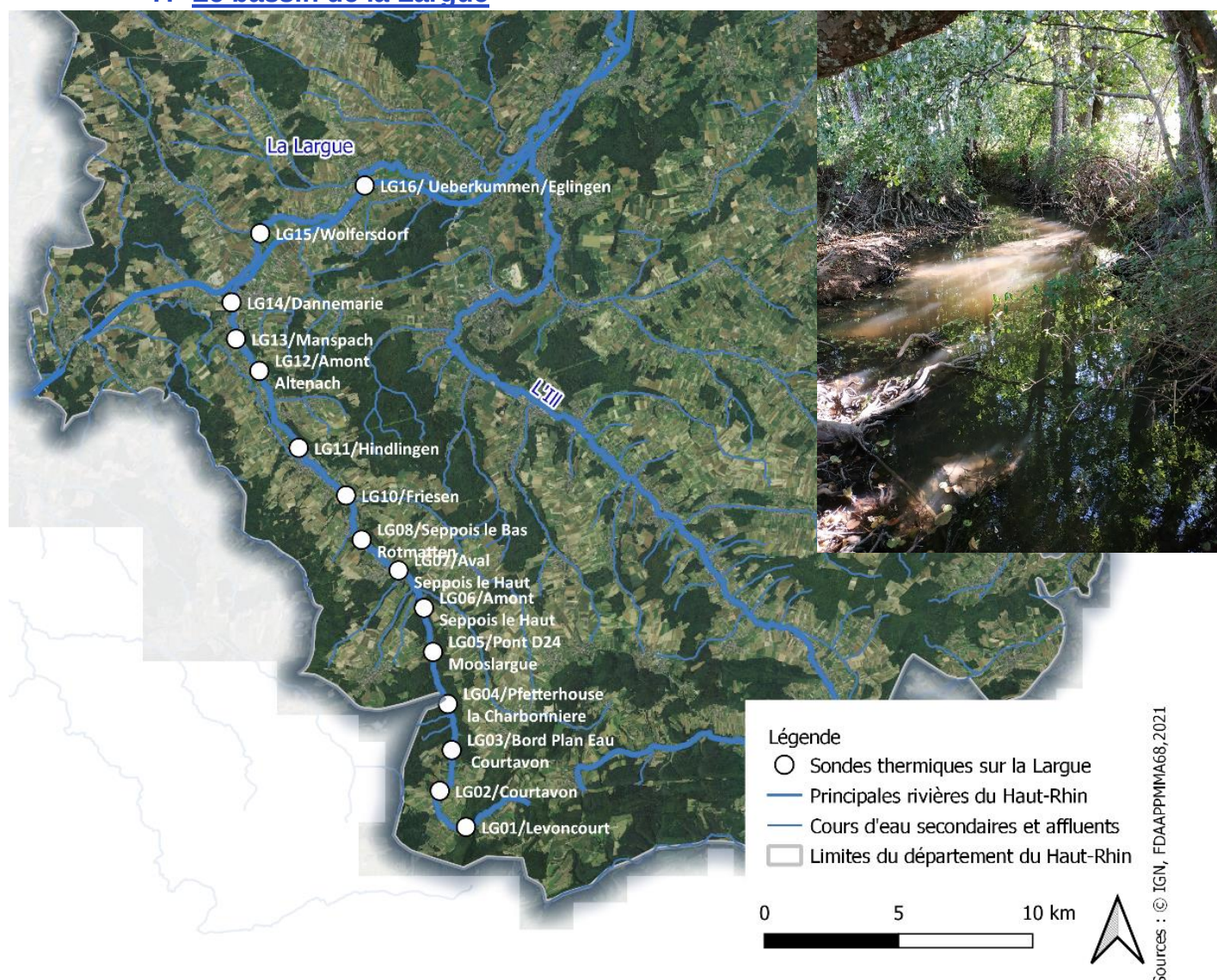


Figure 28 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Largue (de l'amont au sud à l'aval au nord)

La Largue, contrairement aux autres affluents de l'Ille, ne descend pas du massif Vosgiens. Sa source se situe à Oberlarg, à 500 m d'altitude, dans le Jura alsacien. Elle traverse de nombreuses communes du Sundgau avant de rejoindre l'Ille au niveau de la commune de Illfurth.

Son bassin, d'une superficie de 277 km², est principalement occupé par des secteurs ruraux et comprend de nombreuses zones Natura 2000. Il est aussi caractérisé par l'omniprésence de plans d'eau, certains entravant le cours de la Largue. Le plus important est le plan d'eau de Courtavon, d'une surface de 29 ha. Quant aux affluents, les plus importants du bassin sont le Grumbach, le Largitzenbach et le Soultzbach.

La Largue possède un module de 1,090 m³/s à Friesen et 2,820 m³/s à Spechbach-le-Bas. Les crues peuvent y être très importantes, de nombreuses zones de prairie sont ainsi restaurées depuis plusieurs années pour épancher ces phénomènes sans entraver le cours d'eau.

Un total de 16 sondes est installé sur le long de la Largue, de Levoncourt à Eglingen. Une sonde, LG10 « Friesen » est exclue de la présente analyse, celle-ci ayant arrêté d'émettre le 18 mai 2020.

a) Présentation des températures moyennes journalières

L'évolution des températures moyennes journalières sur l'année 2020 est analysé sur 4 sondes :

- L'amont est représenté par LG01, « Levoncourt », en bleu ;
- La partie médiane est représentée par LG08, « Seppois le Bas Rotmatten », en vert ;
- L'aval est représenté par LG15 « Wolfersdorf » et LG16 « Ueberkummen Eglingen », respectivement en jaune et rouge.

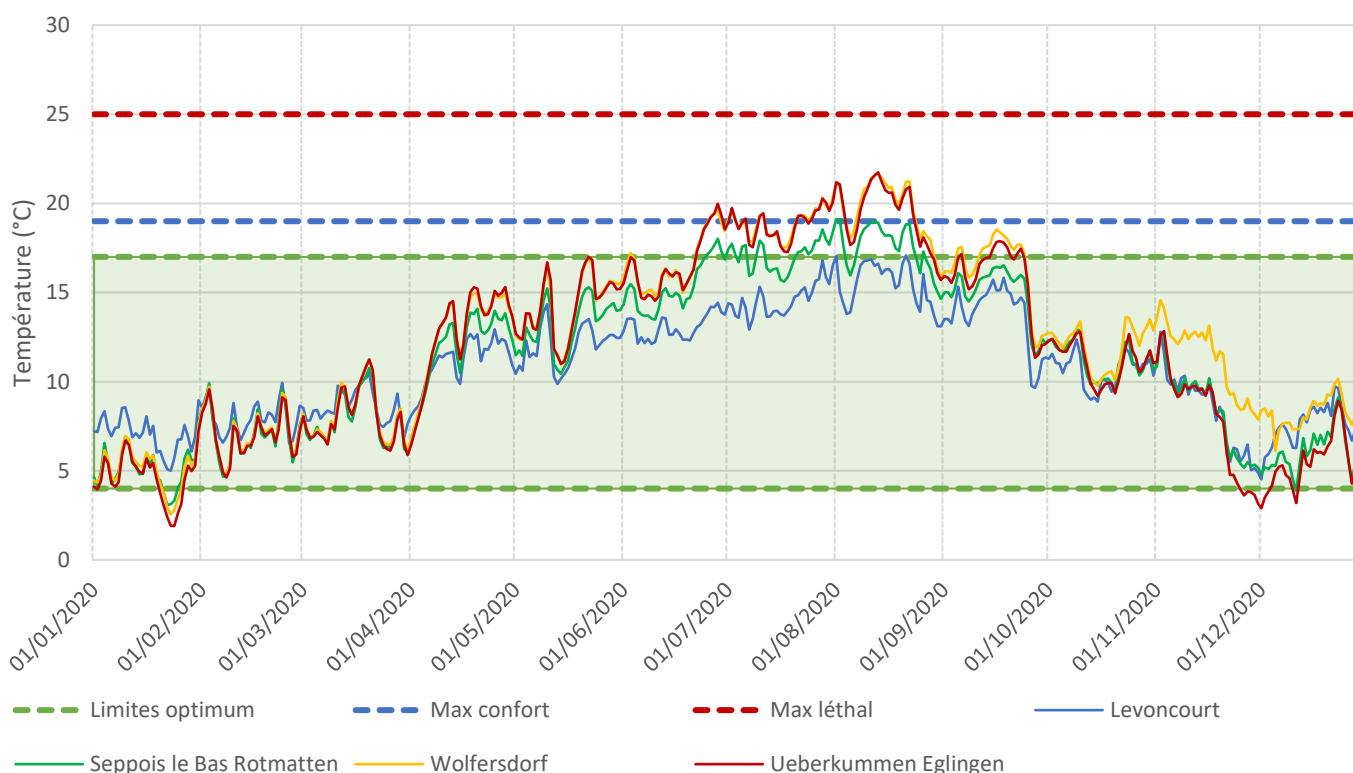


Figure 29 : Evolution des températures moyennes journalières sur la Largue

Les profils observés sont tous similaires, exceptés pour LG15 pour l'automne/hiver 2020. Un gradient amont-aval est visible, notamment sur la période estivale, avec un écart de plus de 5°C entre la source et l'aval du cours d'eau. Le début de l'année 2020 est marqué, sur la Largue, par deux pics de froid survenus fin janvier et début avril avant de voir les températures croissent jusqu'à la mi-août. La thermie de la rivière, après cette période, entame une décroissance jusqu'à la fin décembre avec deux pics de réchauffement notables, un à la mi-octobre et un le 24 décembre.

Le seuil de stress des 19°C pour les salmonidés est dépassé, mais uniquement pour la partie aval de la Largue (LG15 et LG16). La température létale de 25°C n'est jamais dépassée pour la période étudiée.

Ainsi, en termes de températures moyennes journalières, plusieurs tendances se dégagent :

- La sonde LG01 a un régime thermique plus homogène avec des températures comprises entre 4,52°C et 17,08°C, profil typique de l'amont d'un cours d'eau de source ;
- Une période estivale dépassant le seuil de stress mais n'atteignant pas de températures létales entre fin juin et fin août ;
- Une fin d'année 2020 particulièrement clémente sur LG15, probablement dû à la STEP.

b) Présentation des 30 jours les plus chauds

La période des 30 jours les plus chauds se déroule à des dates identiques sur l'entièreté de la Largue, du 26 juillet au 24 août. La valeur minimale relevée est de 15,90°C sur LG01 et la maximale est de 20,29°C sur LG15. La rupture est observée à partir de LG11, où le seuil des 19°C est dépassé jusqu'à la confluence avec l'Ill (Figure 30).

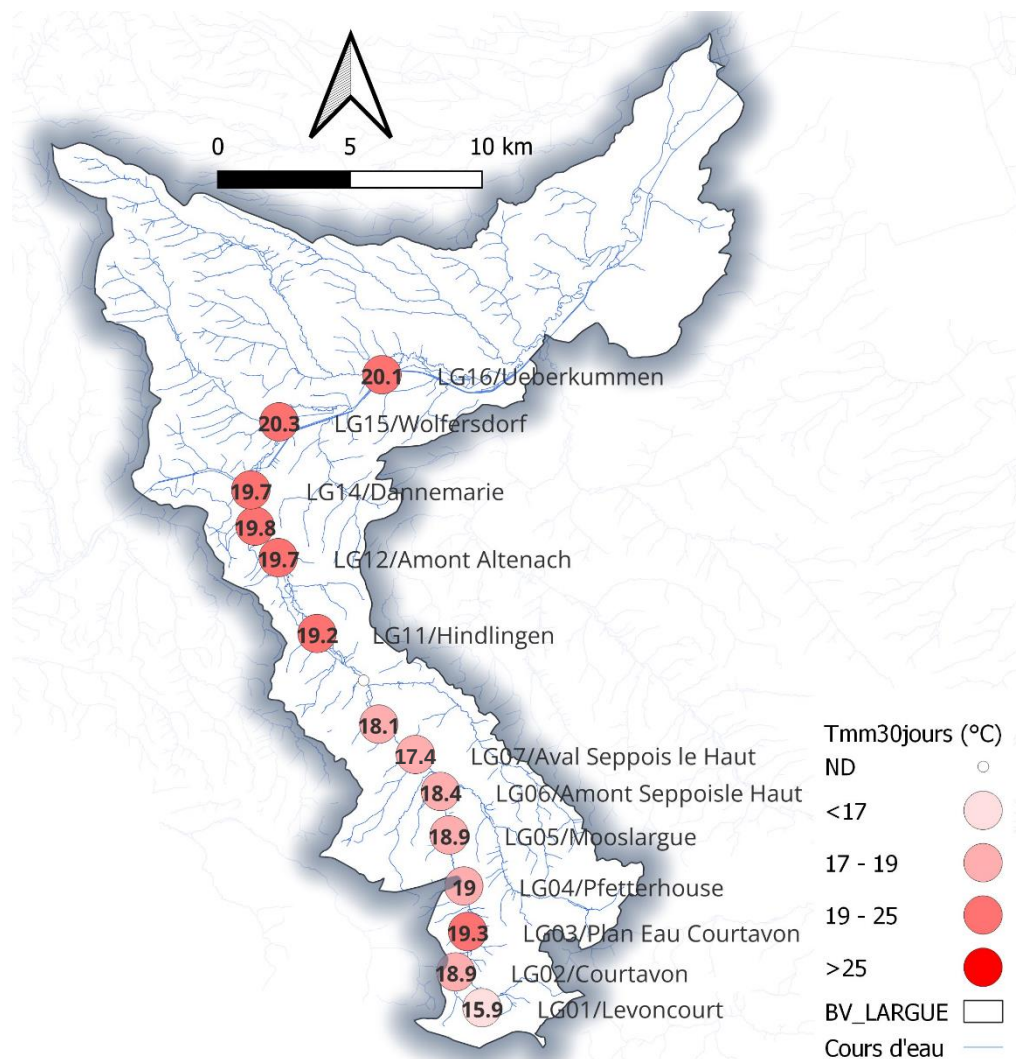


Figure 30 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur la Largue

Bien que la Truite fario soit l'espèce repère majoritaire sur la Largue, la rivière la soumet à une période de stress non négligeable en 2020 avec des moyennes supérieures à 19°C. la seconde catégorie piscicole apparaissant à sa confluence avec l'Elbach, sur Wolfersdorf.

Sont à relever :

- L'impact, du plan d'eau de Courtavon avec un passage au-dessus du seuil des 19°C (l'impact de celui-ci a par ailleurs été démontré dans l'étude des plans d'eau sundgauviens avec une augmentation de 1°C des eaux de la Largue, Namokel *et al.*, 2022) ;
- Hormis l'amont sur Levoncourt, la Largue présente une thermie relativement homogène et élevée, pour les salmonidés, sur l'été 2020.

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

En termes de températures instantanées maximales, la valeur la plus importante a été relevée sur LG02 le 31 juillet pour 22,72°C. La plus faible est de 18,4°C, survenue le 2 août sur LG07. Les périodes les plus chaudes, sur les températures instantanées, se situent aux alentours de la début août, tandis que les plus froides ont toutes eu lieu fin janvier, excepté pour LG01, qui affiche sa température la plus fraîche à 3,8°C le 1er décembre. La valeur froide la plus extrême est de 0,7°C, sur LG05 (Figure 31).

Les valeurs instantanées sont toutes hors de l'optimum thermique de la Truite fario, avec des dépassements du seuil de confort des 19°C sur quasiment la totalité de la Largue.

Par ailleurs, les températures moyennes journalières confirment ce constat, l'ensemble des stations ayant entre 15 et 20% de leurs valeurs au-dessus des 17°C. Une exception est notable pour LG01 avec 99,5% de ses températures conforme avec le cycle biologique de la Truite fario. Quelques stations présentent également des valeurs acceptables, avec plus de 80% d'entre elles favorable à ce salmonidé : LG02, LG03, LG06, LG07 et LG08. C'est à partir de Hindlingen que la situation se dégrade avec des valeurs comprises entre 79,7 et 73,4%. La Largue, pour la période étudiée, a 81% de la totalité de ses valeurs relevées en adéquation avec le développement de la Truite fario.

Pour le préférendum thermique du Brochet, analysé sur les secteurs en seconde catégorie piscicole, la thermie apparaît relativement fraîche, avec 12,5% de leurs valeurs sous les 6°C. L'aval de la Largue est favorable à la croissance du Brochet 61% de l'année 2020 et 35,5% à sa reproduction.

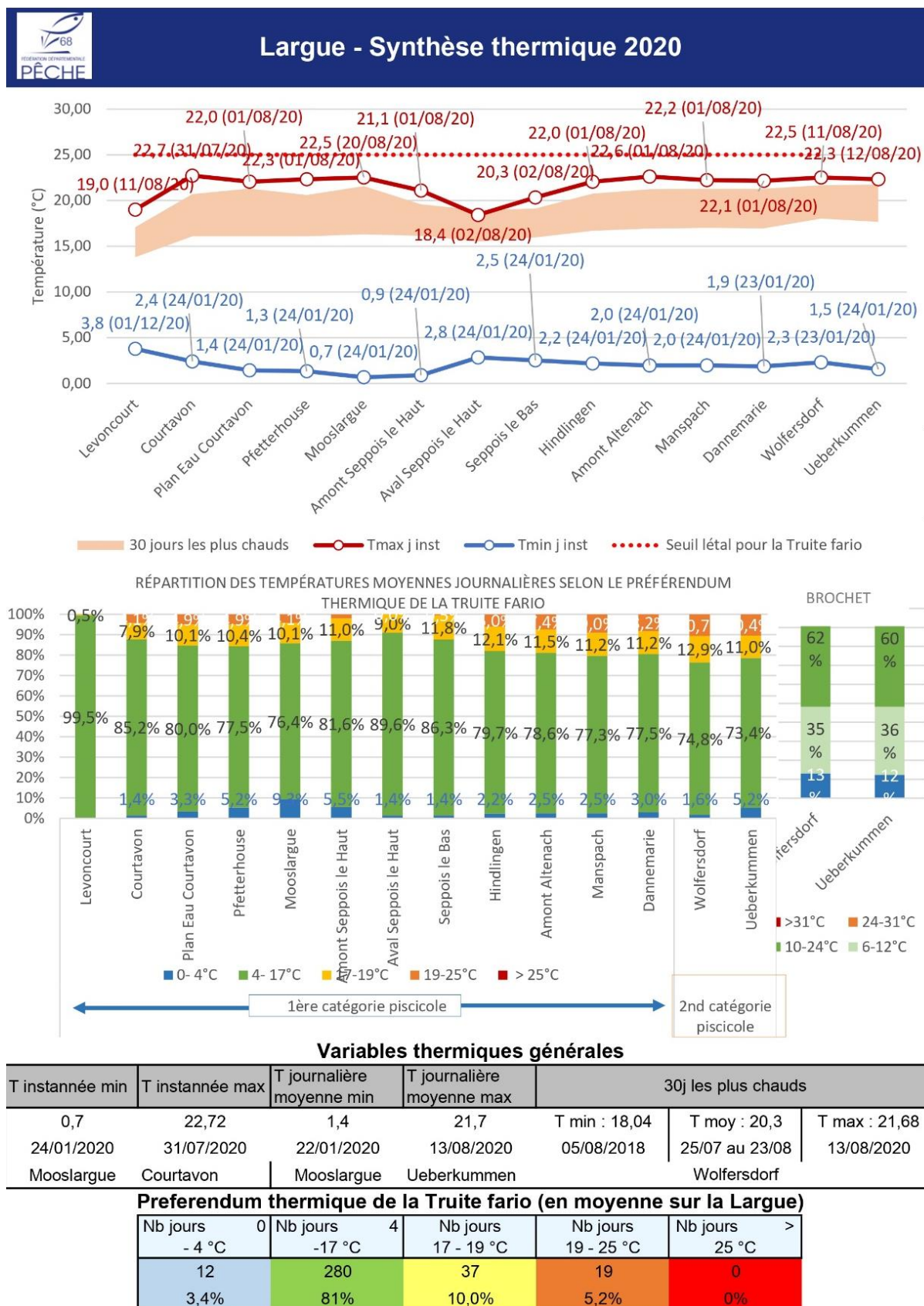


Figure 31 : Fiche de synthèse thermique sur la Largue et répartition des optimums thermiques

d) Bilan thermique de la Largue

Le régime thermique de la Largue diffère largement des cours d'eau vosgiens avec des profils particulièrement homogènes sur l'ensemble de stations (Hormis LG01, « Levoncourt »). Le cours d'eau présente des températures très froides en hiver et très chaudes en été mais ne dépassant néanmoins jamais le seuil léthal de la Truite fario (25°C). Cependant, la rivière, sur la température moyenne des 30 jours les plus chauds, survenue de la fin juillet à la fin août, possède 53% de ses stations au-dessus du seuil de confort des 19°C, soit une longue période de stress avec peu de secteur de refuge.

Le bassin traverse majoritairement moins de zones urbaines que les autres affluents de l'III et ses secteurs ruraux, contrairement à l'III, ne le cantonne pas à être entravé entre deux digues. Cependant, sa thermie et ses populations aquatiques sont aussi soumis à des pressions : les plans d'eau.

En effet, l'occupation du sol de la Largue et de ses affluents comprend plus de 1 000 étangs et plans d'eau de typologie différente. Cette densité sur le territoire du Sundgau implique, quand ils ne se situe pas directement sur le lit du cours d'eau, des rejets directs de leurs eaux de surface, voire une migration de leur faune piscicole vers la Largue. Malgré 81% en moyenne des valeurs mesurées comprises entre 4 et 17°C, c'est bien souvent l'apport d'autres espèces en concurrence pour l'habitat et la ressource trophique qui limite le développement de la truite fario.

En effet, les inventaires biologiques récents mettent en évidence des peuplements très diversifiés (vraisemblablement la résultante d'échanges avec les étangs alentours) avec des proportions parfois importantes d'espèces tels que : Perche fluviatile, Goujon, Perche soleil, Spirlin et *Pseudorasbora parva* dès Pfetterhouse. L'étude des interrelations écosystémiques entre la Largue, ses affluents et les plans d'eau du bassin semble donc prépondérante afin d'améliorer la compréhension du fonctionnement de ce secteur à fort potentiel.

8. Bassin de l'III

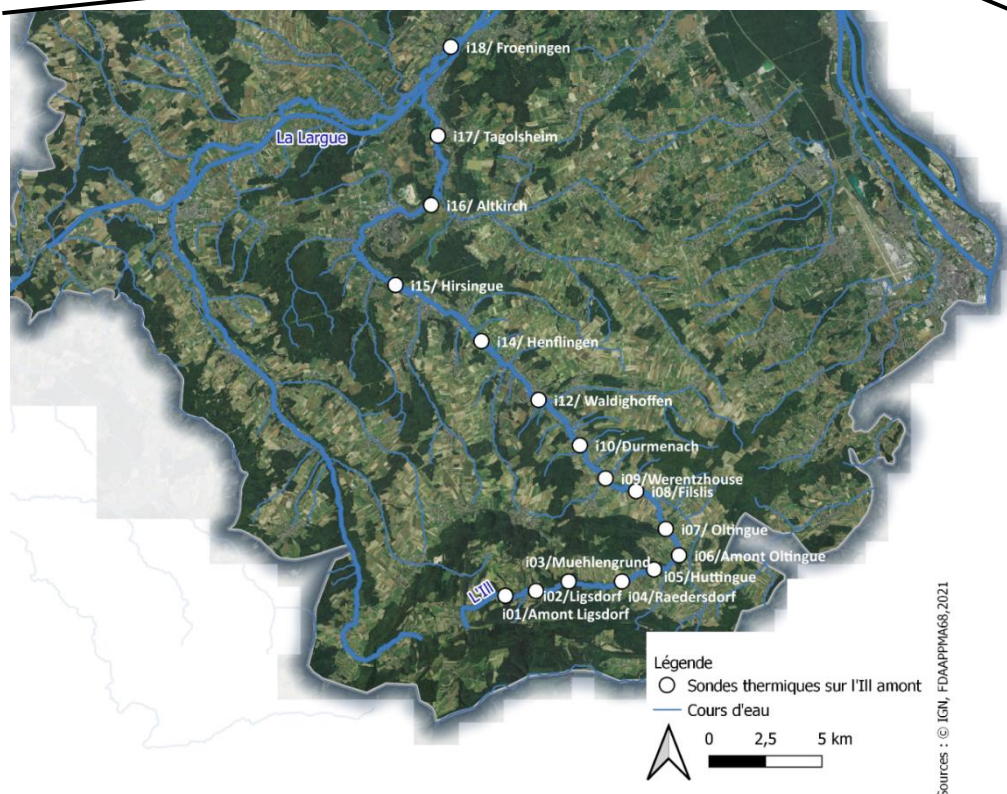


Figure 32 : Répartition du réseau de sondes thermiques sur le bassin de l'III (de l'amont au Sud à l'aval au Nord)

L'Ill prend sa source au niveau de Winkel (600 m d'altitude) et rejoint le Rhin dans le département du Bas-Rhin, sur Strasbourg. Sur son parcours, d'une longueur d'environ 130 km dans le 68, l'Ill est extrêmement endigué, ses berges sont hautes et sa ripisylve souvent absente. En plus de ses contraintes, elle a subi de nombreuses pollutions successives. L'ensemble de ces impacts ont eu des conséquences sur son hydromorphologie actuelle, rendant cette rivière victime de son succès en tant que grand axe commercial, économique et social. De plus, tout le long de la plaine d'Alsace, ce sont essentiellement des parcelles agricoles qui l'entoure, soit un potentiel d'intrants nocifs importants, malgré l'amélioration de cette pratique.

Le parcours de l'Ill peut être découpé en deux entités au sein du département : l'Ill amont (1ère catégorie piscicole) et l'Ill aval (seconde catégorie piscicole). La rupture administrative entre les eaux de première catégorie et de seconde catégorie piscicole s'effectue au niveau de la commune d'Hirsingue. L'occupation du sol est très diversifiée mais, globalement, elle est plus rurale en amont et urbanisée dans la plaine en aval.

L'Ill possède un régime majoritairement de type pluvial-nival. Son module est de : 0,45 m³/s à Oltingue, 2,40 m³/s à Altkirch, 6,58 m³/s à Didenheim, 10,60 m³/s à Ensisheim et de 19,40 m³/s à Colmar (Ladhof).

Un total de 22 sondes thermique est disséminé le long de l'Ill dont 8 ne sont pas exploitées sur la période étudiée (sonde exondée, pile défectueuse, bug, ...).

a) Présentation des températures moyennes journalières

Pour une meilleure visualisation de l'évolution des températures moyennes journalières sur l'Ill en 2020, seules quelques sondes thermiques sont analysées ici (Figure 33) :

- La partie amont avec I01 « Amont Ligsdorf » et I03 « Muehlengrund » respectivement en bleu foncé et bleu clair ;
- La partie médiane avec I15 « Hirsingue » et I19 « Mulhouse » en vert et en jaune ;
- La partie la plus en aval avec des données, I22 « Meyenheim » en rouge.

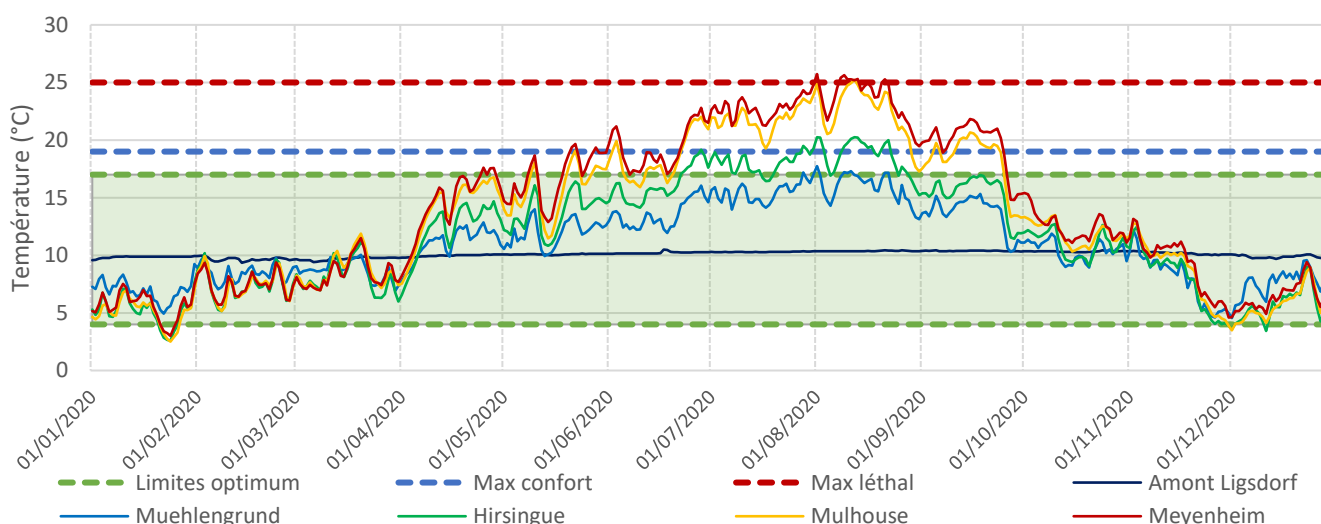


Figure 33 : Evolution des températures moyennes journalières sur l'Ill

Le profil de I01 se détache clairement sur le graphique, avec une courbe quasi constante tout au long de l'année (température moyenne minimale de 9,35 contre une maximale de 10,5°C). Cette homogénéité est identifiée depuis le début du suivi, du fait de la nature de la source de

l'III : les résurgences phréatiques. Ces eaux sortant de terre ne sont pas soumises aux températures de l'air et alimentent la source de cette rivière.

Les autres profils présentés ont des courbes similaires, avec des pics survenant à des périodes identiques. Les températures croissent de janvier à la fin août avec trois décroissances notables :

- Une à la fin février ;
- Une à la fin mars-début avril, probablement due à la fonte des neiges ;
- Une à la mi-mai due à la météorologie peu clémente dans l'air.

Les températures descendent par la suite jusqu'en décembre, avec un pic de croissance toutefois, survenu au 24 décembre.

Un gradient amont-aval est observé de début avril à fin octobre (jusqu'à 7°C d'écart entre l'amont et l'aval), les périodes hivernales voyant peu de différence entre les premières et les dernières sondes. La partie amont, représentée par I03, possède même des valeurs en hiver plus clémentes que les stations les plus en aval (jusqu'à 2,49°C de plus).

Les hivers 2019-2020 et 2020-2021 n'ont pas été trop froids pour la période étudiée, dépassant très rarement le seuil des 4°C et sur de courtes périodes.

Quant aux épisodes de chaleur, ils surviennent de la fin juin à la fin septembre dès I19, avec un dépassement constant du seuil de confort des 19°C. Cette rupture s'explique par la traversée de la commune de Mulhouse où l'III se retrouve canalisée et où le canal du Rhône au Rhin coupe son cours par deux fois, sur Illfurth et sur Zillisheim. Cette disposition implique un déversement des eaux calmes de surface du canal dans les eaux encore courantes et plus fraîches de l'III.

L'évolution des températures moyennes journalières, pour 2020, sur l'III, a démontré :

- Une partie amont, jusqu'à I7 « Oltingue », un régime thermique favorable à la truite fario avec des eaux tempérées en hiver et ne dépassant pas les 19°C à la période estivale ;
- La partie amont est largement soutenue par les résurgences phréatiques limitant l'impact des températures de l'air sur le cours d'eau ;
- La traversée de Mulhouse et le canal du Rhône au Rhin apportent, dès la partie médiane de l'III, un réchauffement accru des eaux à la période printanière et estivale.

b) Présentation des 30 jours les plus chauds

Les 30 jours les plus chauds sont intervenus, en majorité, du 25 juillet au 23 août. Les exceptions sont I01, du 21 août au 19 septembre et I02, du 4 juillet au 2 août.

Cette moyenne est particulièrement compatible avec le cycle biologique de la Truite fario jusqu'à I03, ne dépassant pas les 17°C mais reste relativement favorable jusqu'à I07, sur Oltingue, avec une moyenne de 17,9°C.

Un cap est véritablement franchi à partir de I09, « Werentzhouse », où cette moyenne varie entre 18,8 (I10) et 24,3°C (I22). La rupture au niveau de Mulhouse s'observe à nouveau, avec une différence de Tmm30jrs de 2,2°C avec la station précédente (Figure 34).

Par ailleurs, sur I19 et I22, dans leur moyenne, certaines journées ont excédé le seuil léthal des 25°C.

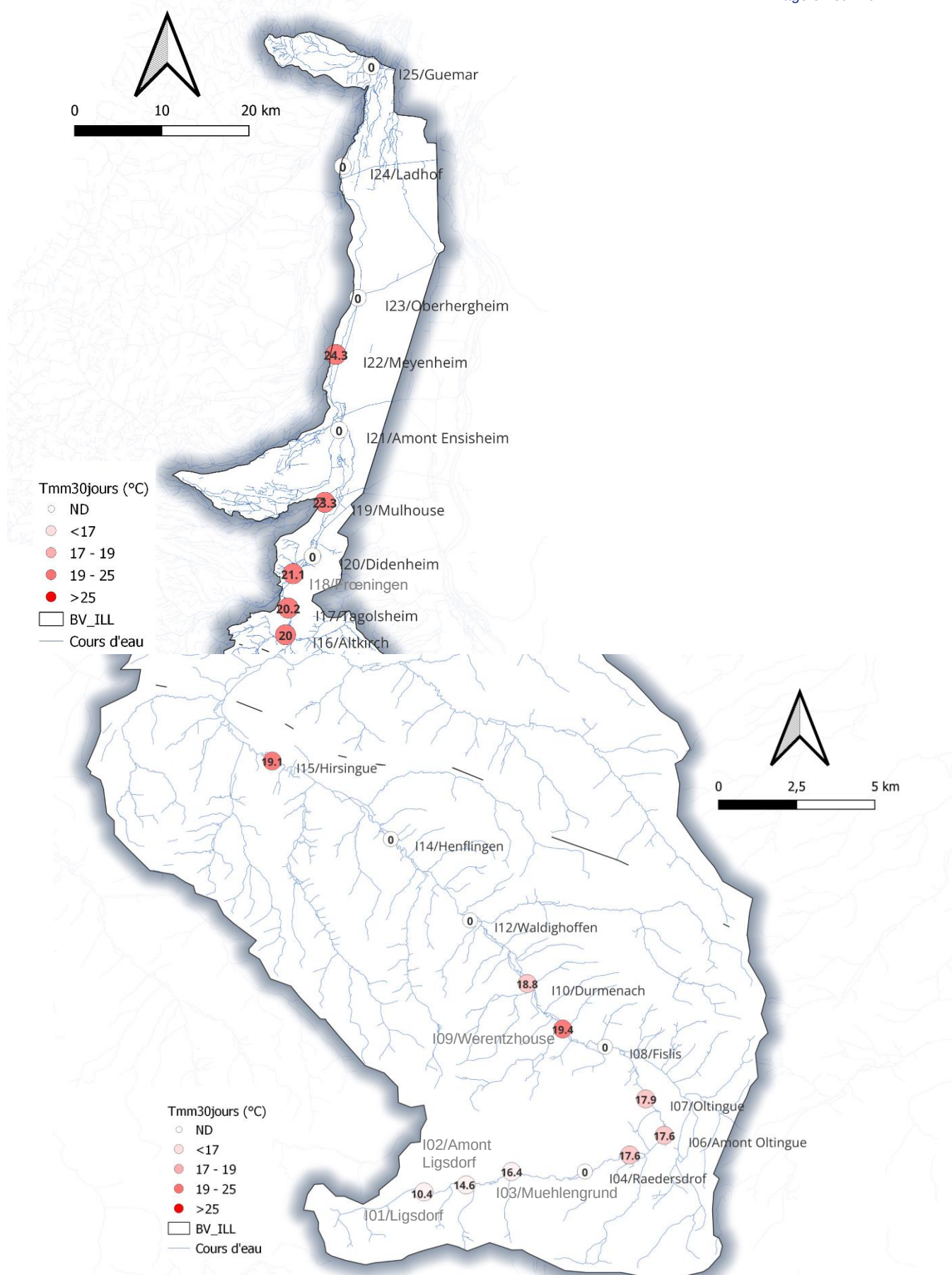


Figure 34 : Température moyenne des 30 jours les plus chauds sur l'Ill avec vue amont zoomée

Ainsi, malgré un classement en seconde catégorie piscicole à partir de Hirsingue (I15), l'III apparaît moins favorable à la Truite fario dès Oltingue (I07).

c) Répartition des températures en fonction des optimum des espèces repères

Les températures instantanées maximales varient entre 17,9°C (I02 le 27 juillet) et 27,8°C (I22 le 9 août), en excluant I01, à 11°C. Ainsi, le seuil léthal des 25°C est dépassé sur 3 stations, I09, I19 et I22, la première faisant encore partie de la zone à Truite. Le seuil léthal des 31°C pour le Brochet n'est, quant à lui, jamais atteint.

Les températures instantanées minimales, hormis I01 à 9,2°C, oscillent entre 1,9°C sur I16 le 24 janvier et 4°C sur I03 le 1^{er} décembre. Pour la partie aval, ces minimales ont été relevées à la fin janvier, tandis qu'à l'amont, cette date est plus disparate (14 février pour I01, 1^{er} décembre pour I02, I03 et I06 et le 26 novembre pour I05) (Figure 35).

En ce qui concerne le préférendum thermique de la Truite fario, les températures lui sont très favorables de I01 à I17, avec 89,9 et 100% des valeurs comprises entre 4 et 17°C. Ce pourcentage décroît à 82% à partir de I09 avant de voir une rupture sur I19 avec seulement 65%, suivi de I22, avec 62,3% des valeurs comprises dans l'optimum de la Truite fario.

Quant au Brochet, les températures sur Mulhouse et en amont apparaissent relativement froides avec, en moyenne, avec 15,34% des valeurs sous sa zone de confort, soit sous les 6°C. Ces températures peuvent s'avérer fatales pour les stades larvaires et embryonnaires. Sur les périodes de février-mars, à la reproduction, les températures sont favorables pour que cette dernière se déroule. En ce qui concerne les phases de croissance et la vie adulte, les stations sont globalement similaires avec une moyenne de 59,5% des valeurs comprises dans son préférendum thermique, soit entre 10 et 24°C. Les températures maximales critiques ne sont jamais atteintes (seuil léthal à 31°C).

La fin janvier a été la période la plus froide sur l'III avec la température instantanée et la moyenne journalière relevée le 24 janvier, respectivement sur Altkirch et Frœningen. Quant aux maximales, instantanée et moyenne journalière, elles sont survenues le 1^{er} et le 9 août, sur la station de Meyenheim.

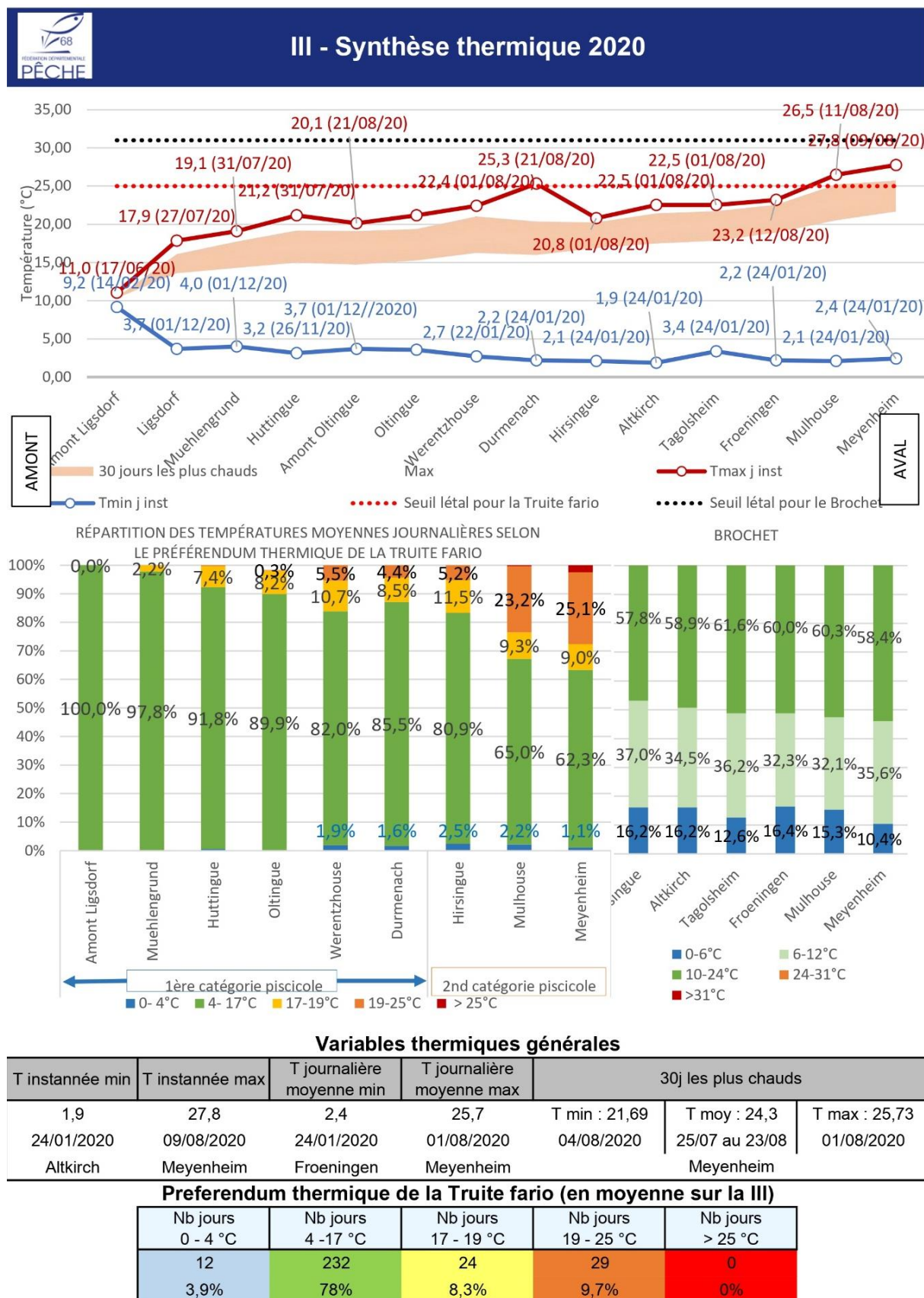


Figure 35 : Fiche de synthèse thermique sur l'III et répartition des optimums thermiques

d) Bilan thermique de l'III

La source de l'III issue de résurgences phréatiques lui confère des conditions thermiques optimales au développement de la Truite fario. Cet apport d'eau variant entre 9 et 10°C à un effet bénéfique sur toute l'année, avec des températures favorables, voire très favorables, à cette espèce de l'amont jusqu'à Hirsingue.

En effet, sur ce secteur de 1^{ère} catégorie piscicole, entre 100% et 82,2% des températures sont comprises entre 4 et 17°C, assurant un la réalisation optimale du cycle biologique de ce salmonidé.

Malgré le classement en seconde catégorie piscicole dès Hirsingue, ce n'est qu'à Mulhouse que la thermie commence à être défavorable pour la Truite fario, notamment avec des températures au-delà des 19°C sur des périodes pouvant durer plus de 2 mois. Sur cette agglomération, l'III se divise en deux, elle est ainsi plus soumise aux températures de l'air. De plus, un de ses bras se transforme en canal sur le Nouveau Bassin avant de rejoindre le bras principal.

Au niveau de la thermie, bien qu'un peu fraîche, l'III semble apte à accueillir des populations de Brochet sur sa seconde catégorie jusqu'à la limite avec le Bas-Rhin. Cependant, ce qui freine le développement de cette espèce, sur ce bassin, tient essentiellement à la perte d'habitat pour sa reproduction ainsi que des zones de repos et de chasse pour sa phase adulte, plus présentes en aval de Mulhouse.

De Meyenheim jusqu'à l'aval de Houssen, l'III est figée entre deux digues et la ripisylve y est moins abondante. Cette disposition explique son réchauffement estival mais aussi hivernal, la station de Meyenheim enregistrant des températures plus douces que Mulhouse ou encore Hirsingue.

L'III possède un fort potentiel d'accueil pour la Truite fario pour sa partie amont, au niveau de son régime thermique. Cependant, cette rivière connaît rapidement des obstacles au développement de la faune piscicole, comme des passages où elle se retrouve enterrée pour des traversées de communes ou encore l'impact potentiellement négatifs d'étangs, dès Fislis. En ce qui concerne le développement de l'espèce repère de la seconde catégorie piscicole, le Brochet, la thermie ne semble pas être un frein prépondérant, mais bien l'hydromorphologie de l'III. A ces deux problématiques, en amont et en aval du bassin, des études complémentaires doivent être menées. C'est déjà le cas dans le cadre des études des annexes hydrauliques sur la plaine d'Alsace, initiées par la FDAAPMA68, et le projet d'étude des ruisseaux des têtes de bassins (RTB).

9. Bassin du Rhin

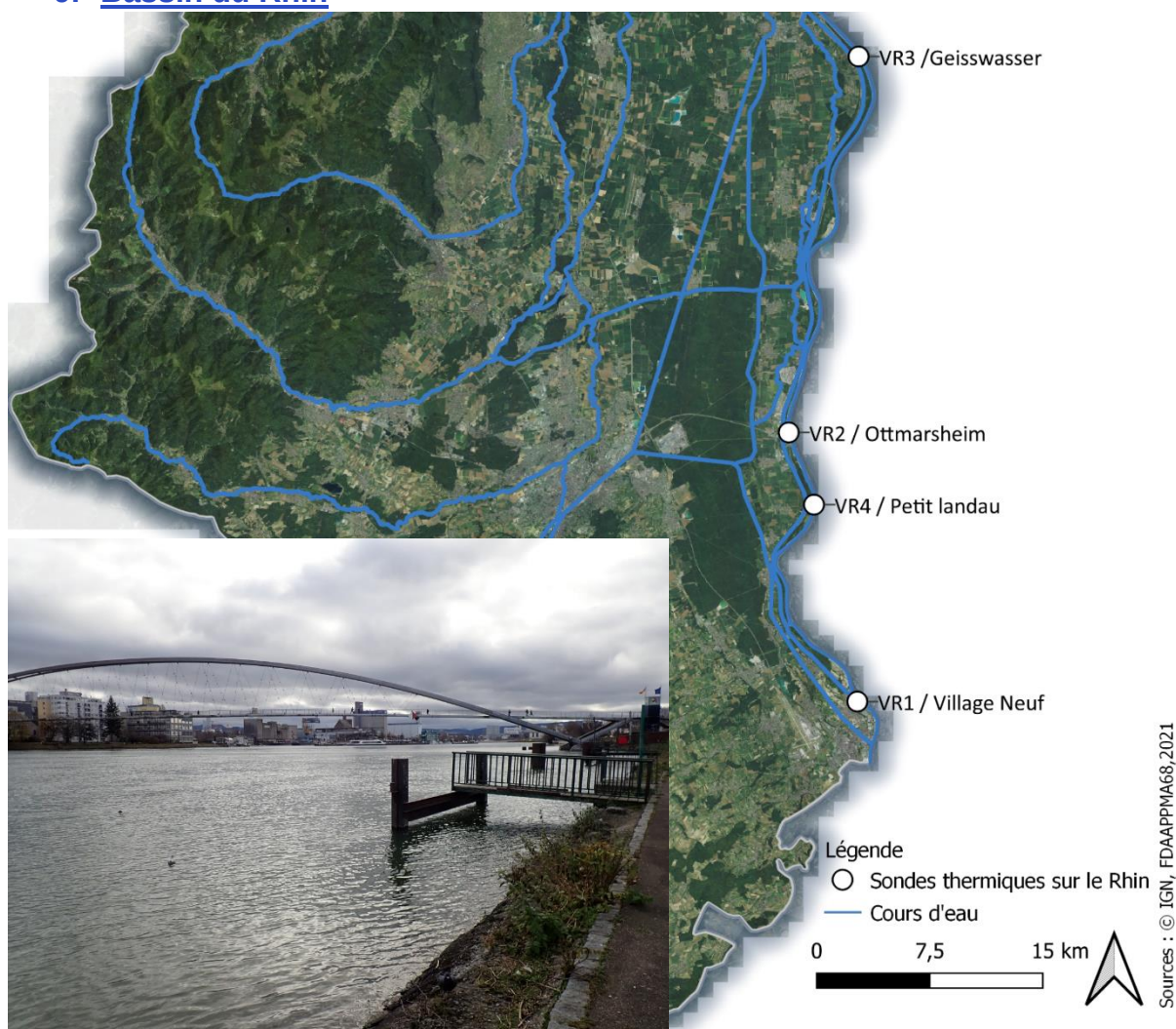


Figure 36 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le Rhin (de l'amont au Sud vers l'aval au Nord)

Le Rhin est le 6ième plus long fleuve d'Europe avec le territoire russe et un des principaux d'Europe de l'Ouest. Son tracé est, depuis l'empire romain, une véritable colonne vertébrale dans l'espace économique rhénan. Le fleuve traverse 9 pays et fait également office de frontière entre l'Allemagne et la France. Il prend sa source au niveau du lac de Toma en Suisse et se jette dans la mer du Nord aux Pays-Bas en plusieurs bras (dont un principal à Rotterdam). En France, le Rhin longe les deux départements auquel il a donné leurs noms : le Haut-Rhin et le Bas-Rhin sur 188 km avec 11 barrages principaux disposés sur son cours. La superficie du bassin versant du Rhin en France représente 24 000 km².

Ce fleuve, sur sa partie française, a largement été rectifié et même divisé en deux sur plus de 50 km : le Grand Canal d'Alsace et le Vieux-Rhin. Sur ce dernier, il est à noter qu'un secteur de quelques kilomètres a été restauré. C'est d'ailleurs sur ce bras renaturé qu'une sonde thermique (IR) est disposée. La sonde « Village-Neuf », VR1, se situe sur le Rhin, et, les autres sur le Vieux-Rhin.

Pour la période étudiée, la sonde IR n'a pas pu être exploitée ainsi que VR2.

a) Présentation des températures moyennes journalières

Les 3 sondes avec la totalité de l'année 2020 sont exploitées pour l'ensemble des analyses, avec :

- La partie amont représentée par « Village-Neuf », VR1, en bleu ;
- La partie médiane, « Petit Landau », VR4, en vert ;
- La partie aval, « Geiswasser », VR3, en jaune (Figure 37).

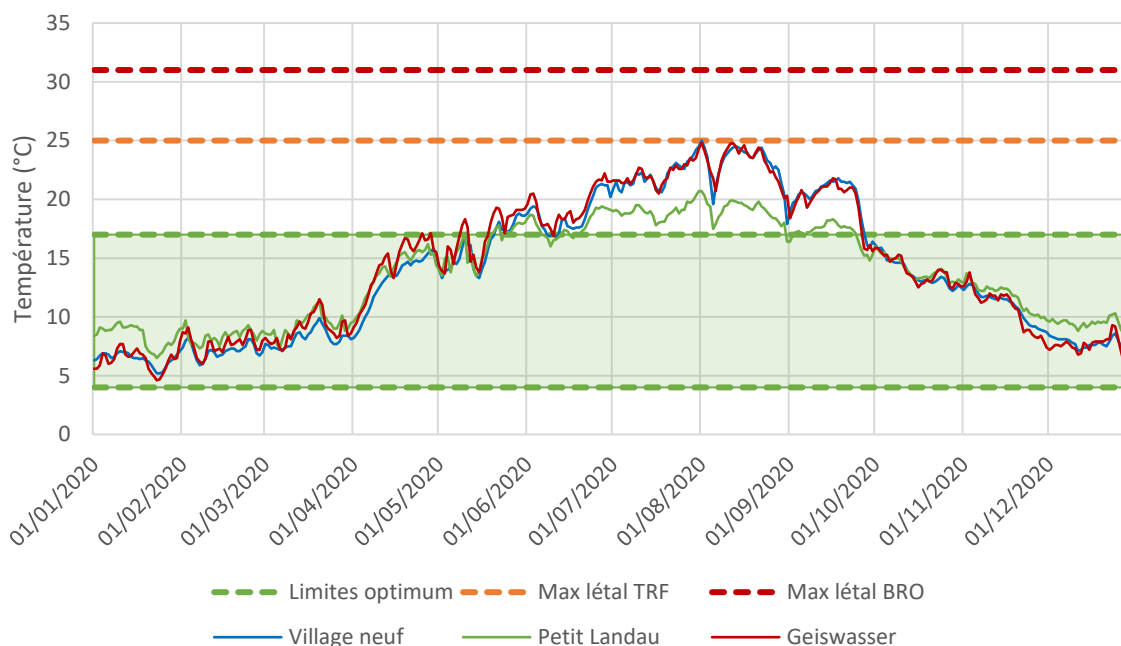


Figure 37 : Evolution des températures moyennes journalières sur le Rhin

VR1 et V3, les stations pourtant les plus éloignées, présentent un profil similaire de janvier à octobre. Cette observation, malgré leur distance géographique, est dû au volume d'eau du cours d'eau étudié. En effet, celui-ci est si important que sa thermie reste globalement homogène sur le territoire Haut-Rhinois.

Comme mentionné, une rupture se dessine début octobre, avec une différence de 5,1°C entre VR1 et VR3. Après analyse des données des sondes VR1 lors du jours de relèvement du 30 septembre, la sonde posée est déréglée et a un défaut de 5°C entre la température enregistrée et la température réelle. Ainsi, les eaux du Rhin restent bien homogènes entre VR1 et VR3 tout au long de l'année. Par ailleurs, il n'y a pas de forts pics de croissance ou de décroissance qui s'observent sur ce graphique.

La disparité est présente pour la station VR4. En effet, celle-ci présente des températures plus clémentes aux périodes hivernales (janvier-février et novembre-décembre) avec plus de 2°C de différence avec VR1 et VR3. A la période estivale, les valeurs de VR4 sont plus tempérées de la fin mai à la fin septembre avec près de 4°C d'écart avec les autres stations.

Le seuil légal, pour le Brochet, n'est jamais atteint sur l'année 2020. Les 25°C et des températures avoisinantes (24,80) sont observées sur VR1 et VR4. Les températures extrêmes minimales sont toutefois observées pour le Brochet mais sur une courte durée (du 20 au 25 janvier) avec des températures variant entre 4,6 et 5,8°C. Quant à la période chaude, au-delà des 17°C, elle intervient de la mi-juin à la fin septembre, rendant le fleuve moins hospitalier pour les populations de salmonidés.

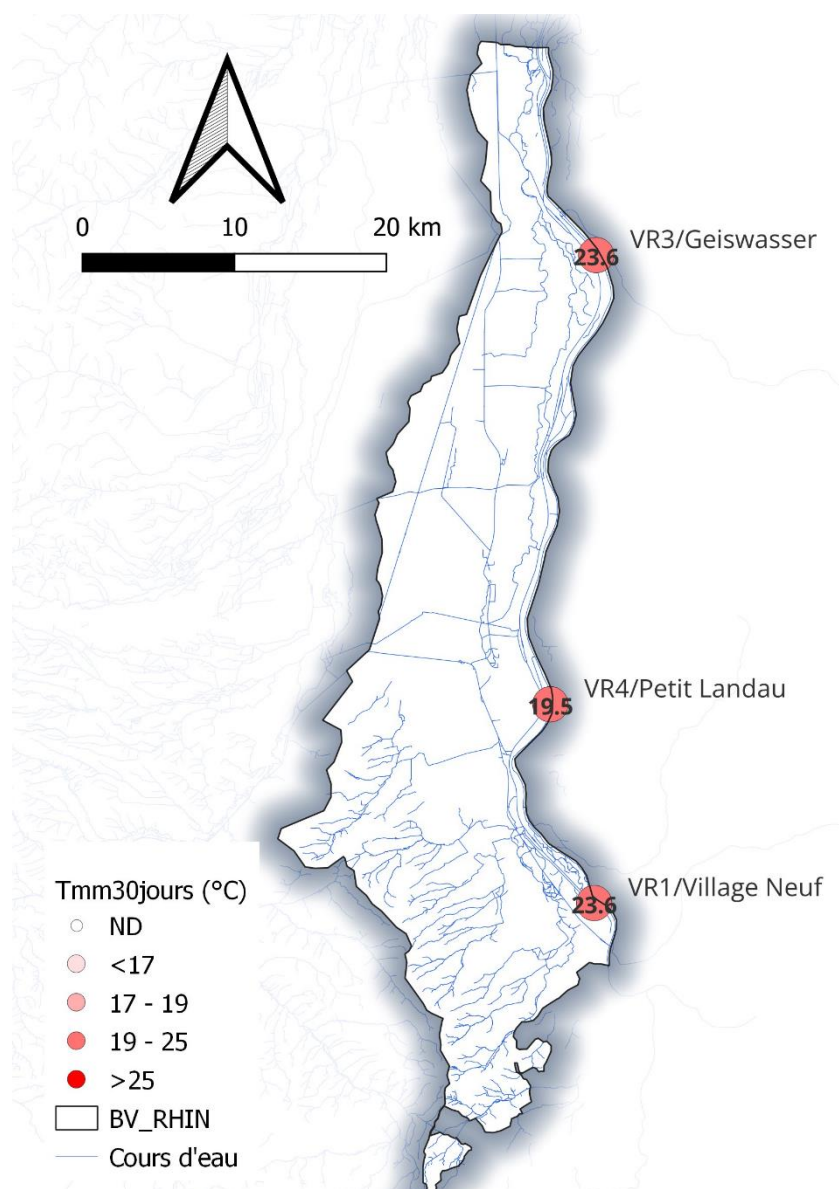
b) Présentation des 30 jours les plus chauds

Figure 38 : Températures moyennes des 30 jours les plus chauds sur le Rhin

Quel que soit la station, sa température moyenne des 30 jours les plus chauds sont entre 19 et 25°C. La moins élevée est VR4, avec une moyenne de 19,48°C contre 21,56 et 21,59°C pour, respectivement, VR1 et VR3.

La période d'intervention de ces jours diffère légèrement d'une station à l'autre :

- Sur VR1, elle se situe du 27 juillet au 25 août ;
- Sur VR4, du 25 juillet au 23 août ;
- Sur VR3, du 26 juillet au 24 août.

Ces valeurs semblables sur tout le cours d'eau démontrent, une fois de plus, l'homogénéité de la thermie, que ce soit sur le Rhin (VR1) ou le Vieux-Rhin (VR3 et 4).

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

Les températures instantanées démontrent que VR4, sur Petit Landau, possède des valeurs moins extrêmes que les autres stations étudiées. En effet, sa température maximale est de 21,1°C, relevée le 31 juillet, et la minimale de 6°C, survenue le 23 janvier tandis qu'elle est de 25,5 et 25,4 sur VR1 et VR3 contre 5,2 et 4,5°C l'hiver. Ainsi, la différence est plus marquée en été.

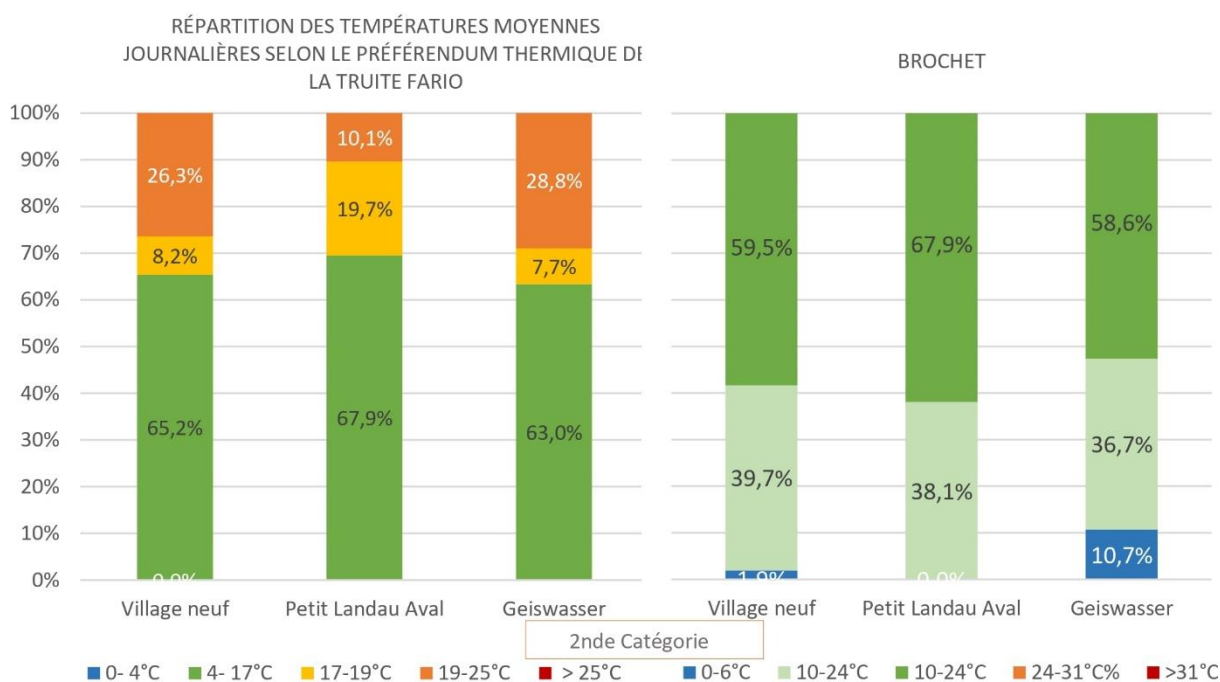
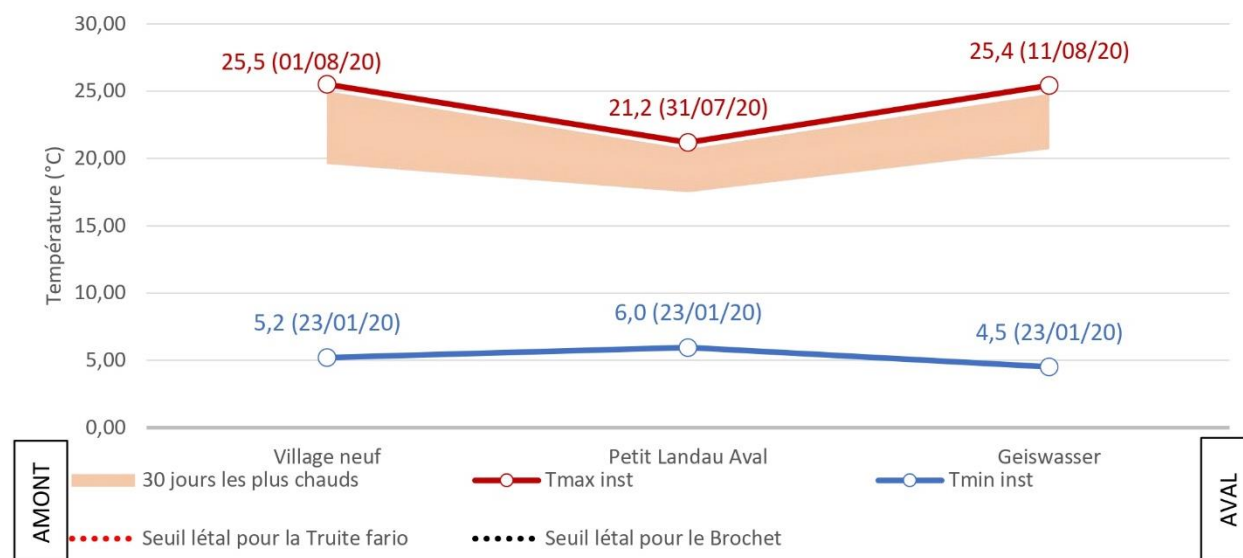
Le démarquage de VR4 peut être dû à plusieurs facteurs : une ripisylve plus présente et surtout une hydromorphologie moins canalisée avec des secteurs de plus courants représentés par des zones de radiers.

La station la plus à même de convenir aux salmonidés est VR4 avec près de 67,9% de sa thermie moyenne journalière, pour l'année 2020, comprise dans l'optimum de la Truite fario. Seuls 10,1% des valeurs sont au-dessus des 19°C et le seuil léthal des 25°C n'est jamais atteint. Quant à VR1 et VR3, leurs valeurs sont réparties plus ou moins de façon équivalente avec, respectivement, 65,3 et 63% de leurs valeurs comprises entre 4 et 17°C, 8,2 et 7,7% entre 17 et 19°C et 26,3 et 28,8% entre 19 et 25%. Les 25°C sont enregistrés sur VR1 le 1^{er} août, VR3 était à 24,80°C ce jour-là. Ainsi, le Rhin, en période estivale, peut s'avérer peu accueillant pour cette espèce.

VR4 est aussi la station la plus bénéfique pour le Brochet, avec 67,9% de ses valeurs entre 10 et 24°C. Quant à sa reproduction, entre 6 et 12°C, elle est optimisée sur l'ensemble des stations puisque ses valeurs interviennent à la bonne période, de fin janvier jusqu'à début avril (taux compris entre 36,7 et 39,7% sur l'ensemble de l'année). VR1 et VR3 présentent des périodes pouvant être préjudiciables pour le Brochet, entre 0 et 6°C, respectivement pour 1% et 10,7% de leurs valeurs sur 2020.



Vieux-Rhin - Synthèse thermique 2020



Variables thermiques générales

T instannée min	T instannée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
4,5	25,51	4,6	25,0	T min : 20,70	T moy : 23,59	T max : 24,80
24/01/2020	01/08/2020	24/01/2020	01/08/2020	06/08/2020	26/07 au 24/08	01/08/2020
Geiswasser	Village-Neuf	Geiswasser	Village-Neuf	Geiswasser		

Préferendum thermique de la Truite fario (en moyenne sur le vieux-Rhin)

Nb jours 0 - 4 °C	Nb jours 4 - 17 °C	Nb jours 17 - 19 °C	Nb jours 19 - 25 °C	Nb jours > 25 °C
0	239	43	79	0
0,0%	65%	12,0%	23,0%	0%

Figure 39 : Fiche de synthèse thermique sur le Rhin et répartition des optimums thermiques

10. Bilan thermique du Rhin

Historiquement, le Rhin était un fleuve reconnu pour ses populations importantes de salmonidés, comme le Saumon atlantique ou la Truite fario. La pollution Sandoz de 1986 avait eu raison de la faune piscicole pendant quelques temps, et malgré une amélioration notable des conditions physico-chimiques, les salmonidés n'ont jamais retrouvé leur densité. Le régime thermique de ce bassin peut avoir joué un rôle, avec aujourd'hui de longues périodes atteignant des valeurs de stress thermique pour la Truite fario. Néanmoins, sur l'amont du Vieux-Rhin, représenté par VR4, semble, d'un point de vue de ses températures, pouvoir accueillir le cycle biologique de cette espèce.

Quant aux populations de Brochet, la thermie est relativement favorable à son développement, à l'instar des autres cours d'eau du département, c'est davantage un déficit de zones de reproduction qui freine le développement de cette espèce. Les cyprinidés rhéophiles, comme le Barbeau fluviatile et le Hotu, retrouvent sur le Rhin un régime thermique particulièrement favorable.

11. Comparaison inter-bassins

a) Maladie rénale proliférative (MRP ou PKD)

Identifiées depuis plusieurs années, la maladie rénale proliférative (MRP ou Proliferative Kidney Disease, PKD en anglais) est une maladie infectieuse touchant préférentiellement la Truite fario, l'Ombre commun et le Saumon atlantique. La maladie est une résultante d'une infection parasitaire par *Tetracapsula bryosalmonae*. Ce parasite utilise des bryozoaires comme hôte intermédiaire (Anderson et al., 1999). Il se propage dans le milieu naturel dès que la température de l'eau atteint les 9°C et infecte les Salmonidés à partir de deux semaines consécutives à plus de 15°C (De Kinkelin et Gay, 2000).

Dans les années 2000, des sites infectés ont été mis en évidence en Grande Bretagne (Feist et al., 2002), en Suisse et en Haute-Savoie (Caudron et Champigneulle, 2007).

A l'heure actuelle, aucune mortalité ou cas d'infestation parasitaire de ce type n'ont été mis en évidence lors de ces dernières années en Alsace et dans le Haut-Rhin mais il reste intéressant de connaître le potentiel d'infections chez les salmonidés du territoire.

Le Vieux-Rhin est naturellement le cours d'eau le plus à risque par rapport à la prolifération de cette maladie avec toutes les stations qui excèdent 120 jours consécutifs à plus de 15°C (Figure 40). C'est par ailleurs sur ce bassin que le maximum de jours consécutifs est atteint, 143 pour VR3. Hormis la Weiss et la Liepvrette qui possèdent moins de 60 jours consécutifs, les cours d'eau sont au-dessus de cette valeur, jusqu'à 79 pour la Largue et la Lauch qui seraient les rivières les plus à surveiller.

On note un écart type important, hormis sur le Rhin. De telles valeurs indiquent que bien que du point de vue de l'ensemble des cours d'eau, ces derniers sont relativement homogènes, il existe de nombreuses disparités au sein d'une même rivière.

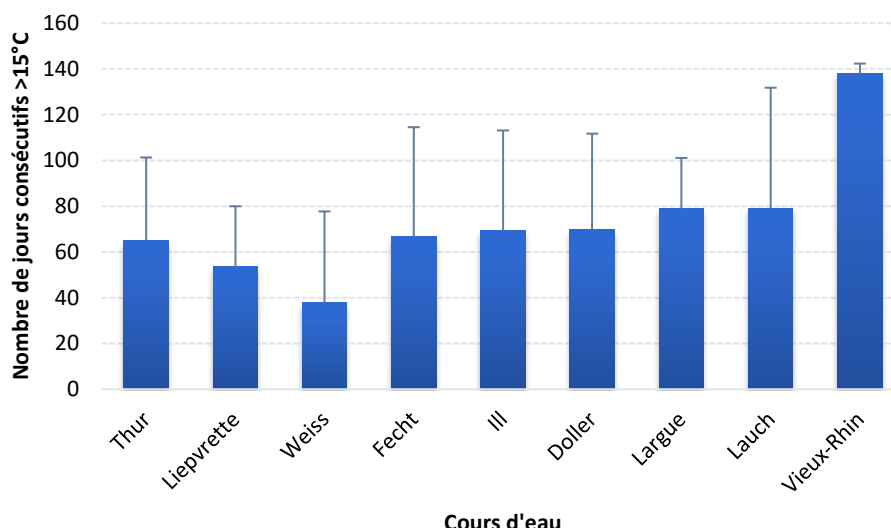


Figure 40 : Nombre de jours consécutifs où la température est supérieure à 15°C sur les différents cours d'eau du Haut-Rhin (les barres d'erreurs représentent l'écart type standard).

Une approche stationnelle est donc préférable afin de pouvoir affiner le diagnostic des secteurs les plus à même de développer cette maladie (Figure 41). 91% des stations étudiées présentaient des risques pour la PKD. En effet, hormis l'amont de certains bassins, comme l'Ill, l'ensemble des cours d'eau présentent sur l'entièreté de leur linéaire plus de 15 jours consécutifs à plus de 15°C.

Le bassin du Rhin confirme son haut potentiel de développement sur son cours et le lac de Sewen montre une fois de plus son impact négatif avec déjà 114 jours consécutifs affichés, contre 107 sur la partie la plus à l'aval.

La Fecht dépasse les 15 jours consécutifs dès F03 et sont observés jusqu'à 131 jours consécutifs à plus de 15°C sur la partie aval. Ces valeurs sont équivalentes pour l'Ill, dès I18 avec 130 jours et seule la sonde sur Ligsdorf ne dépassant jamais les 15°C.

La Largue, la Lauch, la Thur sont au-delà des 15 jours consécutifs à plus de 15°C sur l'ensemble de leur parcours tandis que la Weiss connaît un répit sur sa partie amont en aval du Lac Blanc, sur W04 et sur la source, à W06.

Ainsi, l'ensemble des bassins sont susceptibles, dès l'amont, de développer la PKD en infectant les salmonidés sur place au vu des conditions thermiques actuelles.

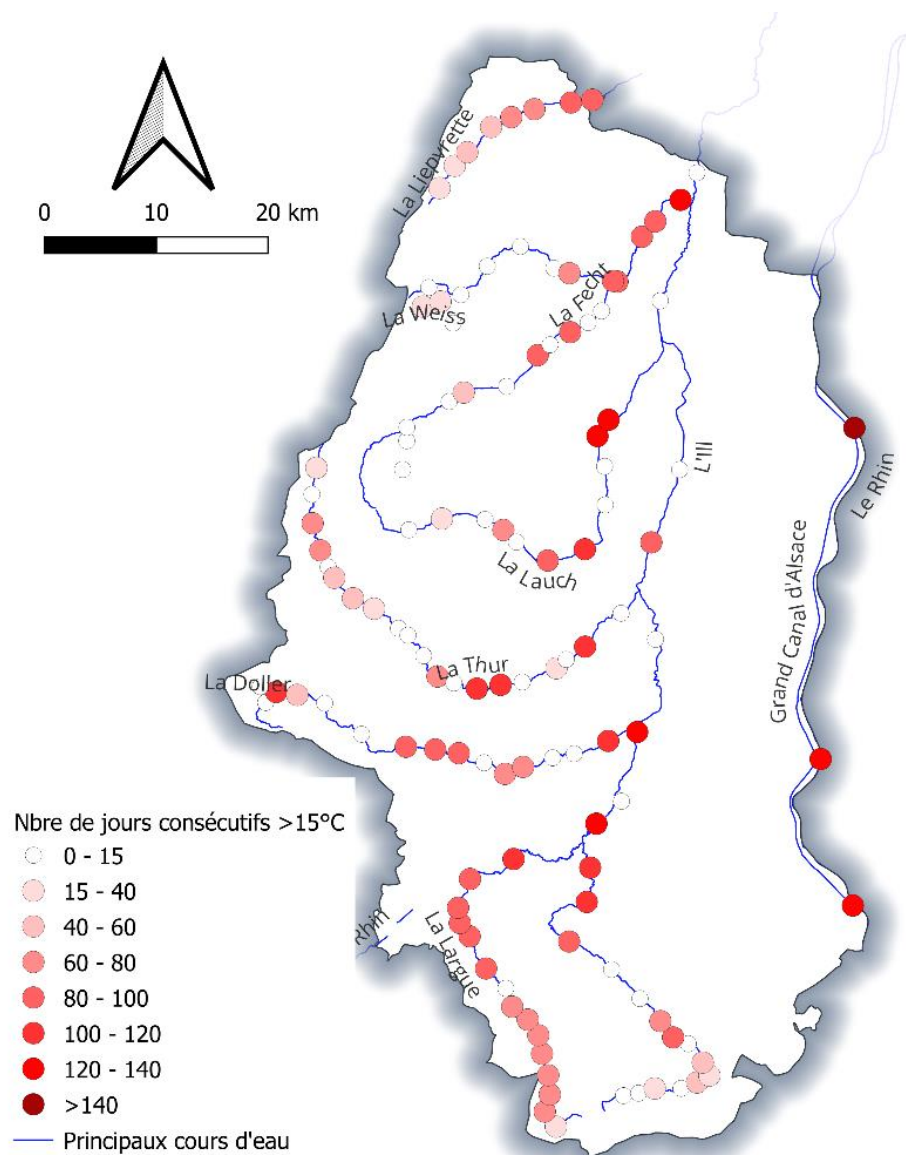


Figure 41 : Carte des risques d'infection par la MRP (ou PKD) établis sur le département du Haut-Rhin à partir du nombre de jours consécutifs où la température de l'eau excède 15°C (le risque est plus important à partir de 15 jours consécutifs)

b) Comparatif des moyennes et des extremums thermiques

Globalement, les extremums thermiques des différents bassins sont relativement homogènes. Les cours d'eau haut-rhinois sont caractérisés par des températures hivernales froides et des températures estivales très chaudes selon les secteurs. Les amplitudes thermiques sont donc importantes dans le département. Si l'approche localisée est à privilégier (perte d'information en moyennant les valeurs), cette approche globale permet néanmoins de rendre compte de cette tendance (homogénéité des valeurs à large échelle) (Figure 42).

Au cas par cas, l'eau est la plus froide en hiver se situe sur la Lauch (TmJ min = 1,59°C) et la Liepvrette (TmJ min = 1,72°C) mais la plupart des autres cours d'eau ont des températures comprises en hiver entre 2 et 4,18°C. Cette dernière valeur concerne le Rhin, moins soumis aux températures de l'air.

Les températures les plus chaudes sont mesurées sur la Thur (TmJ max = 23,45°C) et la Fecht (TmJ max = 22,50°C). Ce n'est pas sur le Rhin que les valeurs estivales les plus importantes sont relevées, mais la température de l'eau dépasse les 20°C durant une plus longue période (inertie thermique importante).

Sur la maximale instantanée, le graphique permet de repérer les rivières ayant dépassé le seuil légal des 25°C pour les salmonidés, à savoir : la Thur, la Liepvrette, la Fecht, l'Ill, la Doller et le Rhin. La moyenne des températures annuelles du département est de 11,51°C (10,26 ± 13,96).

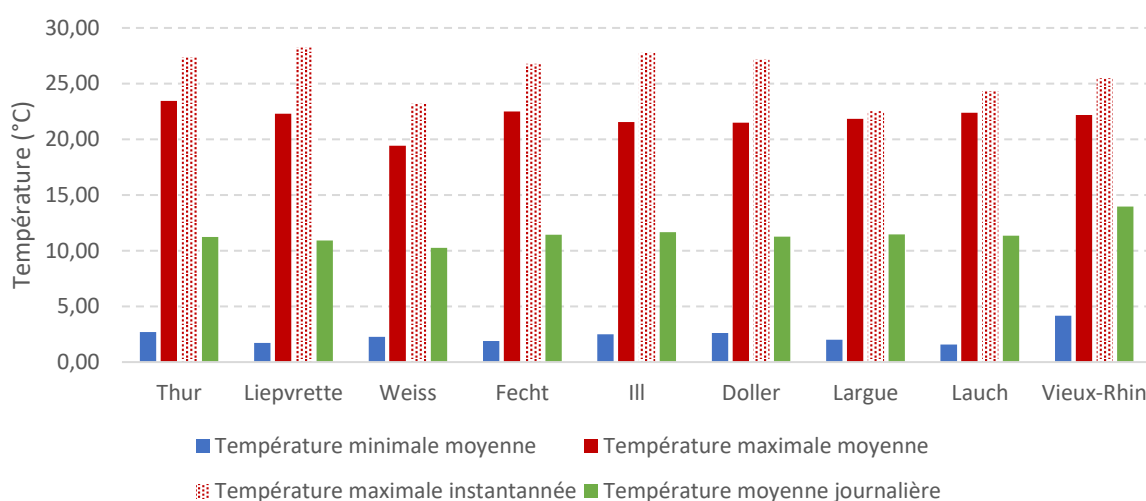


Figure 42 : Température moyenne minimale, température moyenne maximale, température maximale instantanée et température moyenne journalière sur l'ensemble de l'année 2020 (toutes stations confondues) sur les bassins étudiés.

c) Comparaison inter-bassin des proportions des diverses classes de températures correspondants aux préférendums thermique de la truite fario

Le Vieux-Rhin représente le cours d'eau le moins favorable pour les espèces sténothermes d'eau froide comme la Truite fario avec 62,3% des valeurs comprises entre 4 et 17°C (Figure 43). Les autres bassins globalement moins propices à l'implantation des Salmonidés sont :

- La Lauch (78,2% des valeurs entre 4 et 17°C ; 86,5% entre 4 et 19°C) ;
- La Largue (81,3% des valeurs entre 4 et 17°C ; 91,4% entre 4 et 19°C) ;
- La Thur (81,8% des valeurs entre 4 et 17°C ; 89,9% entre 4 et 19°C) ;
-

Les cours d'eau globalement plus favorables thermiquement à l'implantation des Salmonidés sont :

- La Liepvrette (avec 89% des valeurs entre 4 et 17°C ; 95,8% entre 4 et 19°C) ;
- La Doller (82,8% des valeurs entre 4 et 17°C ; 91,3% entre 4 et 19°C) ;
- L'Ill (83,8% des valeurs entre 4 et 17°C ; 91,5% entre 4 et 19°C) ;

Bien que la Weiss atteigne également de bons pourcentages, ses températures extrêmement fraîches l'hiver (7,6% des valeurs sous les 4°C) peuvent engendrer des retards de croissance, voire des mortalités, lors de la phase embryo-larvaire de la Truite fario.

L'Ill est la seule rivière avec des températures moyennes ayant dépassé les 25°C, mais à seulement 0,2% de ses valeurs.

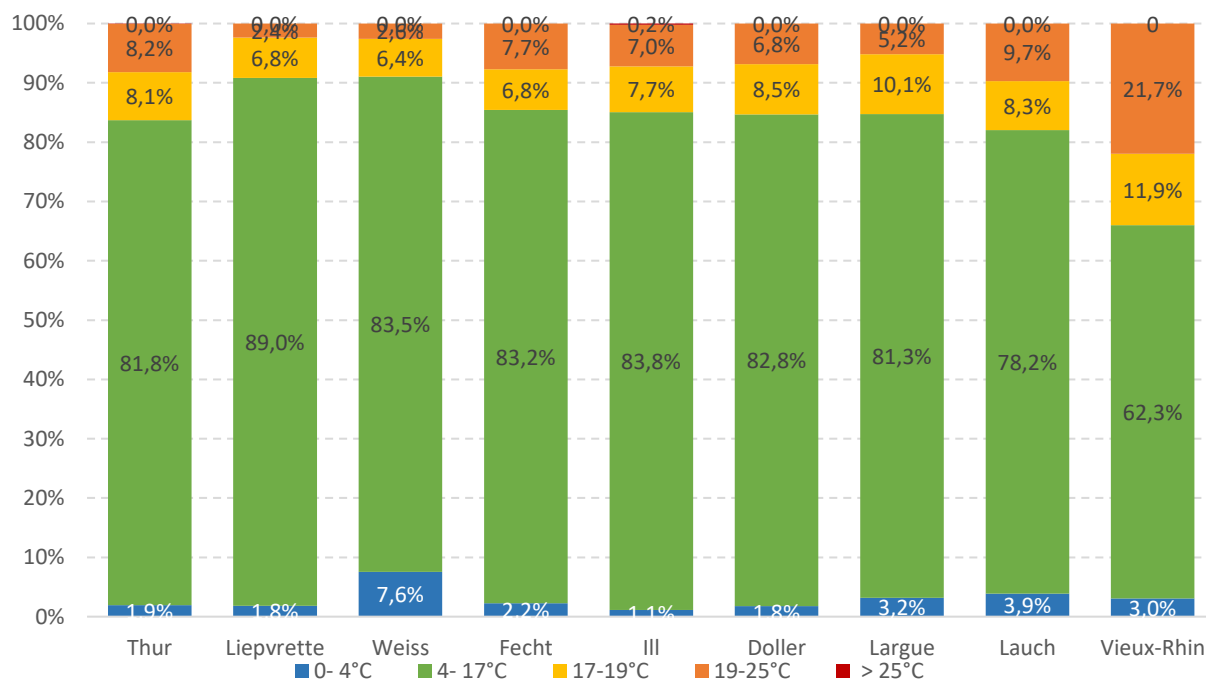


Figure 43 : Répartition des classes de températures moyennes journalières en fonction des limites thermiques de la truite fario (en moyenne sur chaque cours d'eau)

En termes des températures moyennes élevées, c'est le Rhin qui en possède le plus avec 21,7°C de ses valeurs comprises entre 19 et 25°C, suivi de la Lauch avec 9,87% et de la Thur (8,2%). Cette dernière a par ailleurs été bien impactée, du point de vue thermique, par les travaux sur le barrage du LKW. En effet, elle faisait auparavant partie des cours d'eau les plus favorables à la Truite fario. Les rivières ayant le moins de leurs valeurs entre 19 et 25°C sont la Liepvrette et la Weiss, avec, respectivement, 2,4 et 2,6%.

L'approche cartographique nous permet de mettre en évidence les résultats globaux d'un point de vue stationnel (Figure 44). Ainsi la figure nous renseigne sur la répartition des stations où la température moyenne des 30 jours les plus chauds :

- reste proche de l'optimum de la truite fario (<17°C) ;
- reste comprise dans le préférendum de l'espèce (4-19°C) ;
- est comprise entre 19 et 20°C, pouvant induire un stress mineur à fort (+0,5°C à +1°C de la valeur maximale du préférendum);
- est supérieure à 20°C, pouvant induire un stress chronique fort jusqu'à la limite létale (25°C).

Les stations les plus favorables au développement de l'espèce sont donc présentées en bleu et en vert. Les stations qui restent comprises dans l'optimum thermique de la Truite sont majoritairement réparties :

- en amont du Piémont des Vosges, dans les zones plus en altitude (500-1100m) ;
- dans les zones de résurgences phréatiques à l'amont de l'Ill et de la Largue.

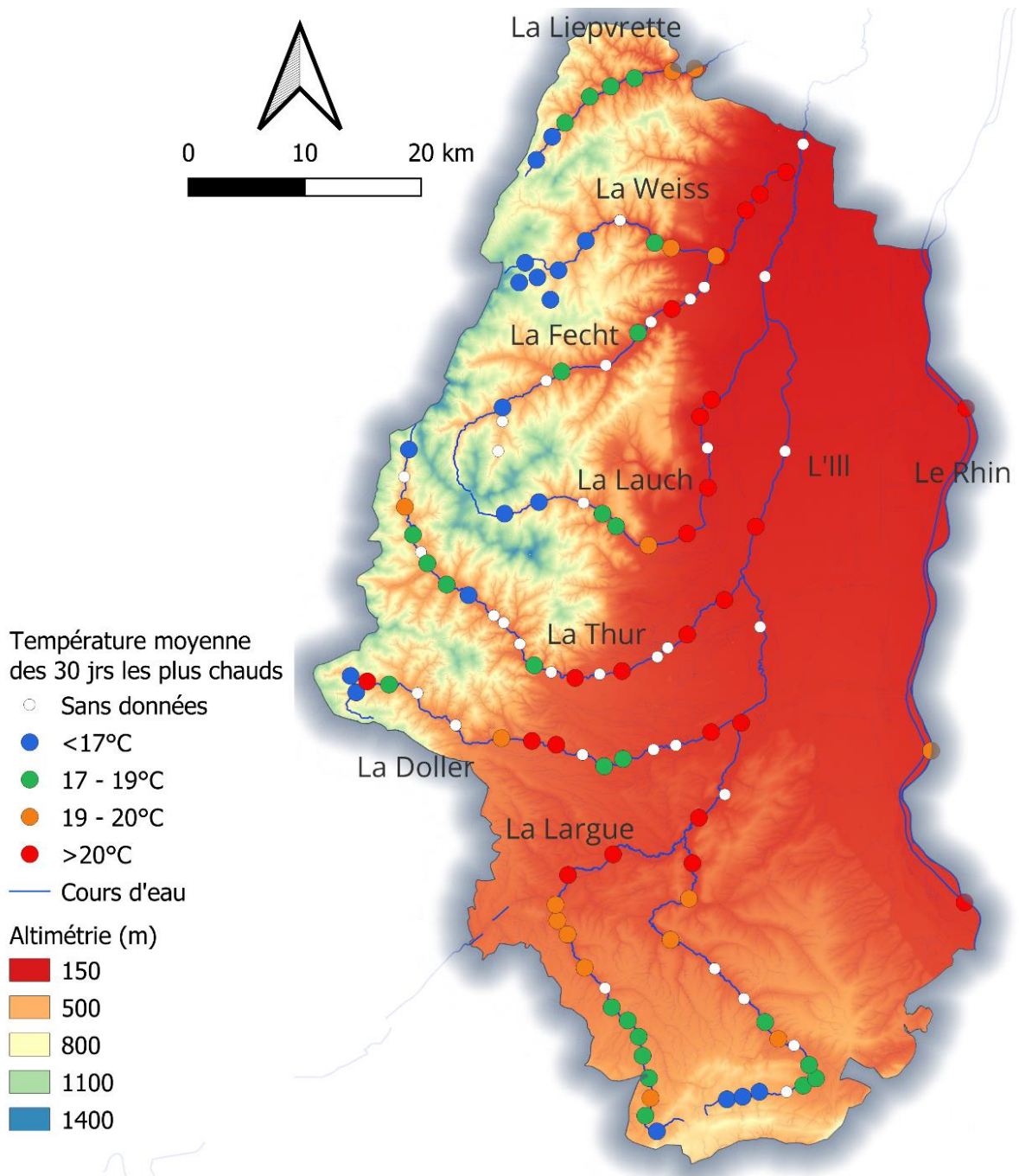


Figure 44 : Températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds en 2020 sur les cours d'eau du Haut-Rhin (codification en fonction des seuils d'optimum et de préférendum thermique de la Truite fario)

Cette approche à l'avantage de présenter les secteurs propices pour la Truite fario de manière schématique. En effet, si des températures adaptées sont nécessaires pour les phases de reproduction et de vie, ce sont bien souvent les extrêmes thermiques (à *fortiori* les Tmoy30J max) qui sont les plus dommageables aux Salmonidés. La plupart des remarques exprimées ci-dessous sont reprises dans le détail dans les différents chapitres du rapport. L'objectif est ici de rappeler les grandes tendances pour favoriser une orientation localisée.

Ainsi :

- La Liepvrette est globalement favorable mais la thermie devient brutalement défavorable à partir de la commune de Lièpvre ;
- La Weiss et la Fecht sont globalement favorables excepté sur les secteurs à l'aval proche de la confluence (et plus particulièrement après la traversée de Turckheim pour la Fecht et la traversée de Kaysersberg pour la Weiss) ;
- Les températures moyennes des 30 jours les plus chauds sont globalement clémentes sur la Lauch jusqu'à Guebwiller. Passé cette commune, la rivière est relativement inhospitalière pour les salmonidés durant cette période ;
- Hormis à l'aval du LKW, Les Tmoy30J ne dépassent pas les seuils critiques sur la Thur avant Vieux-Thann. Les travaux sur le barrage ont clairement impacté le régime thermique de la rivière cette année ;
- Les températures moyennes des 30 jours les plus chauds peuvent clairement induire un stress physiologique modéré à fort selon les secteurs sur la Doller. L'impact thermique du lac de Sewen est clairement mis en avant ainsi que les traversées de Senheim et de Guewenheim.
- Les valeurs présentées sur la Largue ainsi que l'Ill amont sont favorables jusqu'à mi-parcours. Les secteurs de résurgences phréatiques permettent un dépassement modéré du seuil de 17°C lors du mois le plus chaud de l'année. L'amont de l'Ill jusqu'à Fislis semblent particulièrement favorable à l'espèce cible. Sur la Largue, à noter le secteur de Pfetterhouse, dépassant les 19°C.

VI. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En impactant directement la répartition, la croissance et le métabolisme des espèces, la température est un paramètre clé pour le suivi de la qualité des écosystèmes aquatiques. Une augmentation ou une diminution de température peut induire des changements ou perturber les organismes les plus sensibles. De plus les poissons étant des organismes poïkilothermes, leur développement dépend grandement des conditions thermiques du milieu. C'est particulièrement le cas pour les espèces sténothermes d'eau froide, comme la Truite fario, qui sont sensibles à des brusques augmentations de températures ou des chroniques de températures supérieures à certains seuils.

L'étude thermique menée ici, renouvelée chaque année depuis 2012, a permis d'apprécier les spécificités des régimes thermiques des principaux cours d'eau du département et de mettre en évidence des problématiques localisées.

D'une manière générale, deux principaux types de profils thermiques sont observés. Le premier est longitudinal, avec une élévation progressive des températures de l'amont vers l'aval. Il concerne les cours d'eau prenant leurs sources dans le massif vosgien et s'écoulant vers la plaine d'Alsace. Le deuxième est plus caractéristique des régimes de source ou de résurgences phréatiques. Il concerne l'Ill et la Largue au sud du département avec des amplitudes thermiques faibles et des profils plus homogènes de l'amont vers l'aval. Les périodes les plus chaudes sont relativement similaires et s'échelonnent de la fin juillet à la fin août pour cette année 2020.

Vis à vis de l'espèce cible que peut être la Truite fario sur les cours d'eau de première catégorie piscicole, il est possible de hiérarchiser les cours d'eau en fonction de leurs potentialités d'accueil par rapport à la thermie. Ceci, en prenant principalement en compte la proportion des valeurs de température comprises dans les limites d'optimum pour le développement des truites entre 4 et 17°C (aussi bien au stade subadulte qu'adulte). Le classement décroissant des cours d'eau qui peut en être fait est le suivant : Liepvrette – Thur – Ill (amont) – Weiss – Ill (intermédiaire et aval) – Fecht – Doller – Largue – Lauch – Vieux Rhin. Mais chaque cours d'eau présente néanmoins ses spécificités pouvant influencer ou non les profils thermiques mesurés.

C'est notamment le cas de plusieurs secteurs potentiellement problématiques qui ont pu être mis en évidence avec des ruptures de profil et généralement un réchauffement estival de l'eau plus important. Une certaine vigilance peut être recommandée vis-à-vis de ces secteurs tel que :

- Le passage de la commune de Lièpvre sur la Liepvrette ;
- Le passage de la commune de Kayersberg sur la Weiss ;
- Le passage de la commune de Turckheim sur la Fecht ;
- Le passage de la commune de Guebwiller sur la Lauch ;
- Le passage de la commune de Vieux-Thann pour la Thur et notamment sa dérivation par le canal usinier ;
- L'impact thermique du lac de Sewen, fortement structurant sur la Doller ainsi que les traversées des communes de Sentheim et de Guewenheim ;
- L'impact (vraisemblablement diffus et difficile à quantifier) des étangs multiples sur la Largue à l'aval du secteur de Courtavon ;
- Le passage de la commune de Fislis sur l'Ill amont ainsi que le secteur compris entre Mulhouse et Ensisheim sur l'Ill aval qui reste la zone aux températures de l'eau les plus élevées du département en été.

Une des autres spécificités thermiques départementale mise en avant est l'impact très structurant (négativement ou positivement selon les sites) que peuvent avoir les nombreux

lacs de barrages de montagne ou les réservoirs d'eau de plaine sur les cours d'eau haut-rhinois. En effet, il semble particulièrement pertinent de continuer à suivre les évolutions des profils thermiques surtout à l'aval des retenues d'eau importantes (lac de Kruth-Wildenstein, lac Blanc, lac Noir, lac de Sewen, lac d'Alfeld, réservoir du Michelbach, etc.).

Des perspectives de réflexions peuvent être émises telles que :

- ✓ Proposer une modification de la prise d'eau et du mode de restitution des eaux du lac de Sewen ;
- ✓ Proposer des solutions pour limiter la dérivation des eaux de la Thur vers le canal usinier de Vieux-Thann ;
- ✓ Faire émerger des actions orientées vers la restauration des parties de cours d'eau les plus anthropisées (recréation de berges naturelles, plantation de ripisylve, suppression ou abaissement des seuils sans usage, reméandrage, restauration de zones humides, augmentation de l'ombre sur les secteurs critiques, etc.),
- ✓ Favoriser l'émergence de projet de restauration orientés sur les têtes de bassin versant, structurantes de la qualité des hydrosystèmes situé à l'aval ;
- ✓ Mener des actions de sensibilisation afin de limiter le gaspillage de la ressource en eau.

En vue de poursuivre ce type d'action, plusieurs projets et actions (de connaissances ou de restaurations) plus localisés pourront émerger en étant favorisé par l'apport de données constante de ce type.

Néanmoins l'utilisation et la valorisation des données thermiques est également un sujet de préoccupation. Il conviendra de proposer dès les années suivantes un développement de ce suivi, qui malgré ses spécificités et ses résultats qualitatifs, se doit d'évoluer. Plusieurs pistes de réflexions peuvent être avancées à l'aide des retours d'expériences obtenus lors des dernières années, comme :

- ✓ Valorisation de la chronique historique de données sur ce vaste maillage de point (analyse statistique interannuelle) ;
- ✓ Réflexion autour de la bancarisation des données (système de base de données en régie ou incorporation dans des systèmes tiers) ;
- ✓ Réflexion autour de la valorisation des données et des résultats (système facilité d'export aux partenaires, communication sur les actions entreprises, incorporation des données au réseau ONDE de l'OFB, etc.) ;
- ✓ Amélioration des comparatifs intra et interbassin à l'aide d'approches statistiques structurées ;
- ✓ Réflexion à porter sur la valorisation des données issues du partenariat avec l'INRAE sur le projet TIGRE, incorporation des projections pour fournir une aide à la hiérarchisation des enjeux thermiques locaux ;
- ✓ Poursuite de l'étude thermie en mobilisant ou sensibilisant les acteurs locaux ;
- ✓ Prendre en compte les préférences thermiques multi-espèces dans l'analyse (pas seulement Truite fario et Brochet) et permettre un comparatif avec les données biologiques obtenues lors des inventaires piscicoles scientifiques de la Fédération.

Ainsi, dans un contexte de changement climatique global, les études thermiques sont prépondérantes. Il apparaît essentiel de continuer à maintenir une attention soutenue sur l'évolution des profils thermiques des cours d'eau. Ceci dans le but de pouvoir quantifier les impacts des changements globaux à venir, mais également de mettre en évidence des zones problématiques sur lesquelles il peut être possible de réaliser des actions concrètes.

BIBLIOGRAPHIE

- ALABASTER J.S., LLOYD R., 1980. Water quality criteria for fresh water fish, Butter Worths Ed., London, 297p.
- ANDERSON C.L., CANNING E.U., OKAMURA B., 1999. 18S rDNA sequences indicate that PKX organism parasites bryozoa. Bulletin of the European association of fish pathologists 19, p. 94-97.
- ARORA, R., TOCKNER, K., VENOHR, M., 2016. Changing river temperatures in northern germany: trends and drivers of change: changing river temperatures in germany, hydrological processes, 30(17), 3084–3096, doi:10.1002/hyp.10849.
- BAGLINIERE J-L, MAISSE G., 2006. La truite biologie et écologie. INRA collection, 308p.
- BARAN P., LAGARRIGUE T., LASCAUX J.M., HENNIAUX H., BELAUD A., 1999. Etude de l'habitat de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans quatre cours d'eau à haute valeur patrimoniale de la Loire. INP-ENSAT. 70p.+ annexes.
- BEAUFORT A. 2015. Modélisation physique de la température des cours d'eau à l'échelle régionale : application au bassin versant de la Loire, phd thesis, université de tours.
- BEAUFORT A., CURIE F., MOATAR F., DUCHARNE A., MELIN E., THIERY, D., 2016. A dynamic model for simulating daily stream temperature at the regional scale based on a network topology: t-net model for simulating stream temperature at a regional scale, hydrological processes, 30(13), 2196–2210, doi:10.1002/hyp.10787, 2016b.
- BEAUFORT A., MOATAR F., CURIE F., DUCHARNE A., BUSTILLO V., THIERY D., 2016. River temperature modelling by strahler order at the regional scale in the Loire river basin, france: river temperature modelling by strahler order, river research and applications, 32(4), 597–609, doi:10.1002/rra.2888, 2016a.
- BEAUFORT A., MOATAR F., SAUQUET E., 2020. Thermie en rivière : analyse géostatistique et description de régime : application à l'échelle de la France, inrae ur riverly, université de tours géhco, 63 pages + 53 pages d'annexes.
- BROWN J.H., GILLOGY J.F., ALLEN A.P., SAVAGE V.M. & WEST G.B., 2004. Toward a metabolic theory of ecology. Ecology 85 (7) : 1771-1789.
- CAUDRON A., CHAMPIGNEULLE A., 2007. Evaluation à grande échelle de l'efficacité du repeuplement et comparaison des caractéristiques des truites (*Salmo trutta* L.) sauvages et introduites dans les rivières de Haute-savoie. Rapport final 2002-2006. Rapport SHL 274-2007, 68p + annexes.
- CHANCEREL F., 2003. Le Brochet, biologie et gestion, Conseil supérieur de la pêche, 199p.
- CRISP D.T., 1996. Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in fresh water with particular reference to physical and chemical aspects. Hydrobiologia 323, p. 201-221.
- DAVID H.S. & JAMES J.A., 2006. Effects of water temperature and flow on adult salmon migration swim speed and delay, transactions of the American fisheries society, 135:1, 188-199.
- DE BONO A., PEDUZZI P., KLUSER S. & GIULIANI G., 2004. Impacts of summer 2003. United Nations environment programme, 4p.

- DE KINKELIN P. & GAY M., 2000. La teracapsulose a *Tetracapsula bryosalmonae*: une bonne cible pour des études épidémiologiques en ichthyopathologie. *Epidémiologie et santé animale* 38, p. 7-18.
- DE VLAMING V.L., 1972. Environmental control of teleost reproductive cycles : a brief review. *J. Fish biol.* 4 (1) : 131-140.
- DORIER A., 1938.. A propos de l'oeuf et de l'alevin de brochet. *Bulletin français de pisciculture* N°110.
- DUMOUTIER Q., VIGIER L. et CAUDRON A. 2010. Macro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques Salmonicoles, MACMASalmo1.0. Rapport SHL293.2010 / FDP74.10/03 disponible sur http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1_bis.php?categ=5
- ELLIOTT J.M., 1981. Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. In *Stress and fish*. A.D. Pickering Ed., pp. 209-245.
- ELLIOTT J-M., HURLEY M-A., 1995. The effect of the rate of temperature increase on the critical thermal maximum for parr of Atlantic salmon and brown trout.
- ELLIOTT J-M., HURLEY M-A., 1998b. Predicting fluctuations in the size of newly emerged sea-trout fry in a Lake District stream. *Journal of Fish Biology* 53,1120–1133. doi: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb00468.x.
- ELLIOTT J-M., HURLEY M-A.,1998a. An individual-based model for predicting the emergence period of sea trout fry in a Lake District stream. *Journal of Fish Biology* 53, 414–433. doi: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb00990.x .
- ELLIOTT J.M., HURLEY M.A, 2001. Modelling growth of brown trout, *Salmo trutta*, in terms of weight and Energy units. *Freshwater Biology* 46, p. 679-692.
- FAURE J.P ET GRES P., 2008. Etude piscicole et astacicole préalable au contrat de rivières Rhins, Rhodon et Trambouzan (département 42 et 69) – 102p.
- FEIST S.W., PEELER E.J., GARDINIER R., SMITH E., LONGSHAW M., 2002. Proliferative kidney disease and renal myxosporidiosis in juvenile salmonids from rivers in England and Wales. *Journal of Fish Diseases* 25, p. 451-458.
- FROST W.E. & BROWN M.E., 1967. The trout. Collins ed (London). 286p.
- GIEC, 2007. Résumé à l'intention des décideurs. In : changements climatiques 2007 : les éléments scientifiques. Contribution du groupe de travail i au quatrième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. [solomon, s., d. Qin, m. Manning, z. Chen, m. Marquis, k.b. averyt, m.tignor et h.l. miller (éds.)]. Cambridge university press, cambridge, uk et new york, ny, usa.
- GIEC, 2014. Changements climatiques 2014 : rapport de synthèse. Contribution des groupes de travail i, ii et iii au cinquième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de l'équipe de rédaction principale, r.k. pachauri et l.a. meyer].giec, genève, suisse, 161 p.
- GIEC, 2023. Synthesis report of the IPCC sixth assessment report (Ar6), 85 p.

- GRAY J., 1928. The growth of fish iii. the effect of temperature on the development of the eggs of *Salmo fario*. Journal of Experimental Biology 6: 125-130.
- HASSLER T.J., 1982. Effect of Temperature on Survival of Northern Pike Embryos and Yolk-sac Larvae. The Progressive Fish-Culturist 44: 174-178.
- HOKANSON K.E.F., MCCORMICK J.H., JONES B.R., 1973. Temperature requirements for embryos and larvae of the Northern Pike, *Esox lucius* (Linnaeus). Transactions of the American Fisheries Society 102: 89-100.
- HUMPESCH H., 1985. Inter-and intra-specific variation in hatching success and embryonic development of five species of salmonids and *Thymallus thymallus*. Archiv für Hydrobiologie 104: 129-144.
- KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN E., ALLARDI J., 2011. Les poissons d'eau douce de France. Biotope Editions, 552p.
- LAFAILLE P., CARAGUEL J.M., LEGAULT A., 2007. Temporal patterns in the upstream migration of european glass eel at the couesnon estuarine dam, estuarine, coastal and shelf science, 73(1-2) : 81-91.
- LAHNSTEINER F., 2012. Thermotolerance of brown trout, *Salmo trutta*, gametes and embryos to increased water temperatures. Journal of Applied Ichthyology 28: 745-751.
- LESSARD J-I., HAYES D-B., 2003. effects of elevated water temperature on fish and macroinvertebrate communities below small dams river research and applications river res. Applic. 19 : 721-732
- LILLELUND V. K., 1966. Versuche zur erbrutung der Eier vom Hecht, *Esox lucius* L., in Abhängigkeit von Temperatur und Licht. Archiv für Fischereiwiss. 17: 95-113.
- MCCAULEY R.W. et CASSELMAN J.M., 1981. The final preferendum as an index of the temperature for optimum growth in fish. In World Symposium on Aquaculture in Heated Effluents and Recirculation Systems B. K. Tiews. Heenemann Verlagsgesellschaft Ed., pp. 81-93.
- MILS D.H., 1971. Salmons and trout resource, its ecology, conservation and management. New York: St. Martin's Press. 351p.
- NAMOKEL Y., ROVERE P., FAGOT P., 2022. Etude des plans d'eau Sundgauviens : état des lieux et diagnostics de 7 sites pilotes. Fédération du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA68). 386p.
- OJANGUREN A.F., BRANA F., 2000. Thermal dependence of swimming endurance in Juvenile brown trout. J. Fish biol. 56 : 1342-1347.
- OJANGUREN A.F., BRANA F., 2003. Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout. Journal of Fish Biology 62: 580-590.
- RATT.J.P., 1988. Synopsis of biological data on the northern pike *esox lucius linnaeus*, 1758. Fao fish.synop. (30) rev.2. Rome : 178.
- REALIS-DOYELLE E. Influence de la température sur les premiers stades de vie de trois espèces de poissons dulcicoles : étude de la survie et de la plasticité phénotypique. Sciences agricoles. Université de lorraine, 2016. Français. nnt : 2016lorr0272.

- SIEFERT R.E., SPOOR W.A., SYRETT R.F., 1973. Effects of reduced oxygen concentrations on northern pike (*Esox lucius*) embryos and larvae. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 30: 849-852
- SKOY C., NILSSON P.A., 2018. Biology and Ecology of Pike, 411p.
- SOUCHON Y., 1983. La reproduction du Brochet (*Esox lucius*, L., 1758) dans le milieu naturel, Revue bibliographique dans « Le Brochet, gestion dans le milieu naturel et élevage ». Edition R Billard.
- TALMAGES.S., 1977. Thermal effects on aquatic organisms : an annotated bibliography of the 1977 literature. The ecological sciences information center, p. 179.
- TELETCHÉA F., 2017. Effets de la température sur la survie et le développement des premiers stades de vie de cinq espèces de poissons d'eau douce de France métropolitaine. Université de Lorraine 77p.
- TELETCHÉA F., FOSTIER A., LE BAIL P-Y., JALABERT B., GARDEUR J-N., FONTAINE P., 2007. STOREFISH : a new database dedicated to the reproduction of temperate freshwater teleost fishes. Cybium 31:227-235.
- TELETCHÉA F., GARDEUR J.N., KAMLER E. et FONTAINE P., 2009. The relationship of ovocyte diameter and incubation temperature to incubation time in temperate freshwater fish species. J. Fish biol. 74 (3) : 652-668.
- TISSOT L., SOUCHON Y., Synthèse des tolérances thermiques des principales espèces de poissons des Rivières et fleuves de plaine de l'ouest européen. Hydroécologie appliquée, edp sciences, 2011, 17, p.17 - p. 76. hal-00602627.
- WELCOMME R.L., COWX I., COATES D., BENE C., FUNGE-SMITH S., HALLS A., LORENZEN K., 2010. inland capture fisheries. Philosophical transactions of the royal society b : biological 365 : 2881-2896.
- WOLTER C., 2007. Temperature influence on the fish assemblage structure in a large lowland river, the lower oder river, germany.

Sites Web :

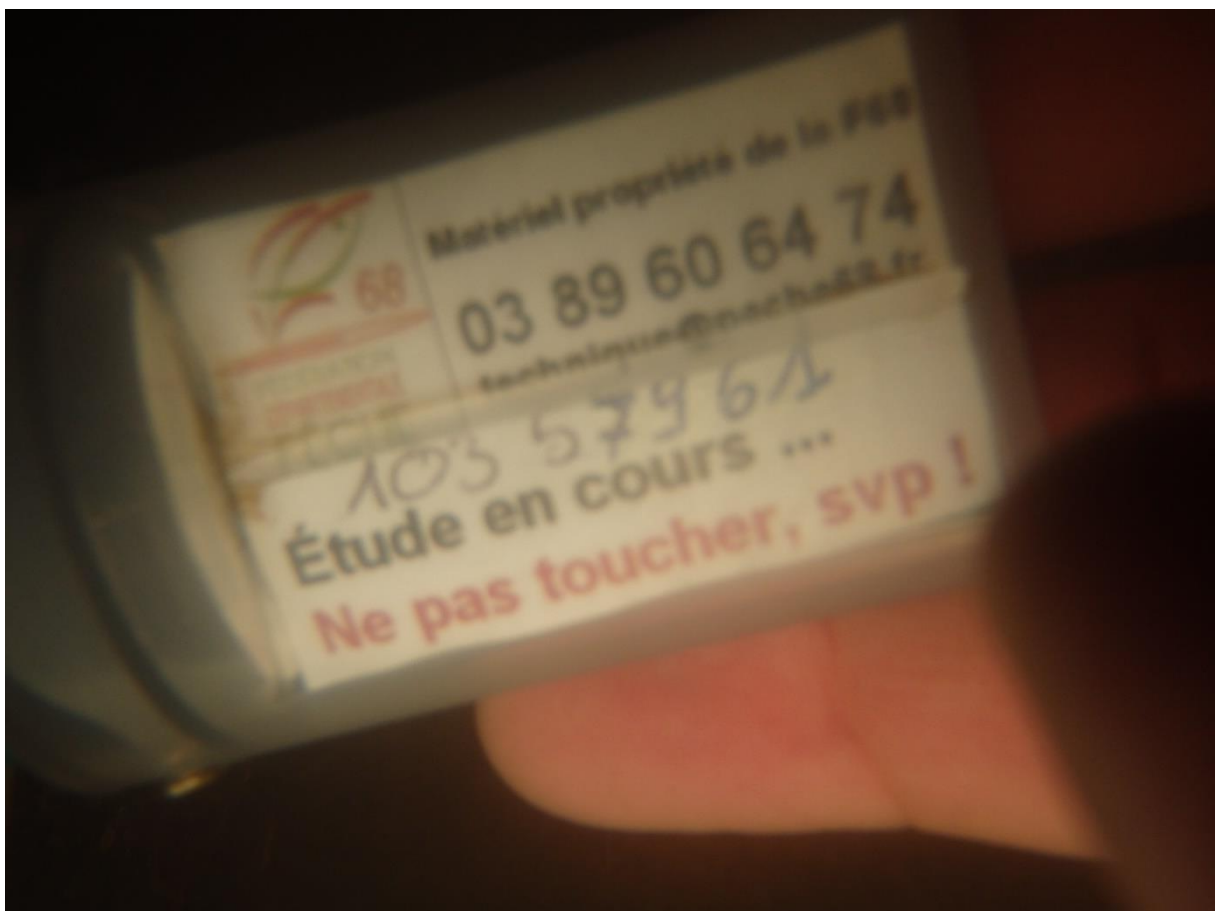
<http://especes-exotiques-envahissantes.fr/>

<https://www.ecologie.gouv.fr>

<https://inpn.mnhn.fr/>

<https://inpn.mnhn.fr/informations/sinp/presentation>

Annexes



Annexe 1 : Liste de l'ensemble des sondes thermiques

Nom_Station	X_Lambert93	Y_Lambert93	Cours d'eau
D16/Source Doller	991089,659	6751693,92	Doller
D14/Sewen	992038,911	6752634,36	Doller
D15/Aval Alfeld	990605,044	6753112,89	Doller
D13/Dolleren	993916,654	6752370,17	Doller
D12/Kirchberg	996369,654	6751630,16	Doller
D1/Masevaux	999660,851	6748861,57	Doller
D3/Sentheim	1003616,9	6747739,48	Doller
D4/Guewenheim	1006244,5	6747496,59	Doller
D5/Amont Michelbach	1008346,21	6747170,31	Doller
D6/Aval Michelbach	1010613,68	6746315,78	Doller
D7/Hardtwald	1012476,42	6745315,32	Doller
D8/Schweighouse-Thann	1014102,21	6745943,06	Doller
D9/Reiningue Amont	1016739,52	6746752,54	Doller
D10/Reiningue Aval	1018661,72	6747124,11	Doller
D17/Lutterbach	1021705,45	6748264,37	Doller
F01/Maison Forest	1003332,08	6772508,17	Fecht
F03/Amont Metzeral	1003694,83	6775075,85	Fecht
F04/Metzeral	1003710,14	6776274,45	Fecht
F06/Leymel	1007487,03	6778576,31	Fecht
F07Munster	1008795,32	6779377,85	Fecht
F09/Wirh au Val	1012627,27	6779927,09	Fecht
F11/Zimmerbach	1015404,19	6782718,53	Fecht
F12/Amont Turckheim	1016518,96	6783652,99	Fecht
F13/Turckheim Gare	1018314,63	6784776,2	Fecht
F14/Ingersheim passerelle	1019911,68	6785627,1	Fecht
F15/Ingersheim Etangs	1021115,74	6786668,74	Fecht
F17/Confluence Fecht Weiss	1022527,09	6789290,06	Fecht
F19/Ostheim	1024718,4	6793295,91	Fecht
F20/Foret Niederwald	1025919,35	6794672,46	Fecht
F22/Amont Illhaeusern	1028180,83	6796589,89	Fecht
I01/Amont Ligsdorf	1023070,82	6716574,91	III
I02/Ligsdrof	1024421,33	6716798,9	III
I03/Muehlengrund	1025868,77	6717224,85	III
I04/Raetersdrof	1028216,03	6717224,5	III
I05/Huttingue	1029645,79	6717753,98	III
I06/Amont Oltingue	1030752,55	6718382,7	III
I07/Oltingue	1030160,22	6719544,7	III
I08/Fisli	1028860,42	6721213,28	III
I09/Werentzhouse	1027505,7	6721780,56	III
I10/Durmenach	1026370,87	6723234,58	III
I12/Waldighoffen	1024544,01	6725252,62	III
I14/Henflingen	1022009,9	6727849,8	III

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020

I15/Hirsingue	1018214,69	6730344,14	III
I16/Altkirch	1019791,71	6733878,67	III
I17/Tagolsheim	1020095,14	6736945,65	III
I18/Froeningen	1020651,83	6740872,36	III
I20/Didenheim	1022890,07	6742879,28	III
I19/Mulhouse	1024298,94	6749060,16	III
I21/Amont Ensisheim	1025934,25	6757339,9	III
I22/Meyenheim	1025559,65	6765999,04	III
I23/Oberhergheim	1028091,92	6772497,48	III
I24/Ladhof	1026356,31	6787572,43	III
I25/Guemar	1029637,36	6799001,37	III
LG01/Levoncourt	1017032,77	6713804,86	Largue
LG02/Courtavon	1016035,45	6715159,77	Largue
LG03/Plan Eau Courtavon	1016485,39	6716682,61	Largue
LG04/Pfetterhouse	1016344,29	6718403,75	Largue
LG05/Mooslargue	1015791,65	6720328,98	Largue
LG06/Amont Seppoisle Haut	1015459,68	6721974,67	Largue
LG07/Aval Seppoisle Haut	1014514,33	6723369,85	Largue
LG08/Seppoisle Bas	1013128,38	6724517,75	Largue
LG10/Friesen	1012556,18	6726168,16	Largue
LG11/Hindlingen	1010791,54	6727939,57	Largue
LG12/Amont Altenach	1009325,49	6730805,71	Largue
LG13/Manspach	1008444,14	6731995,07	Largue
LG14/Dannemarie	1008285,73	6733361,93	Largue
LG15/Wolfersdorf	1009355,83	6735932,76	Largue
LG16/Ueberkummen	1013249,14	6737713,6	Largue
L01/Mais.Forest.Dauvillers	1003888,25	6767112,29	Lauch
L03/Linthal	1006848,85	6768113,07	Lauch
L05/Lautenbach	1010693,74	6768043,96	Lauch
L06/Buhl	1012331,73	6767107,11	Lauch
L07/Guebwiller	1013505,73	6766025,65	Lauch
L08/Guebwiller Aval	1016296,34	6764377,1	Lauch
L10/Merxheim	1019621,38	6765390,98	Lauch
L12/Rouffach Amont	1021435,83	6769347,55	Lauch
L14/Pfaffenheim Amont	1021386,12	6772782	Lauch
L16/Hattstatt	1020749,74	6775488,59	Lauch
L17/Herrlisheim	1021737,25	6776952,23	Lauch
Li1/Aval Wuestenloch	1006625,13	6797639,03	Liepvrette
Li2/Amont Echery	1007989,21	6799638,15	Liepvrette
Li3/Echery	1009102,85	6800842,46	Liepvrette
Li4/Sainte Marie aux Mines	1011242,2	6803097,25	Liepvrette
Li5/Sainte Croix aux Mines	1013053,99	6803983,62	Liepvrette
Li6/Aval Sainte Croix aux Mines	1015101,94	6804689	Liepvrette
Li7/Liepvre	1018378,07	6805286,83	Liepvrette

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020

Li8/Bois l'Abesse	1020290,44	6805531,5	Liepvrette
T1/Wildenstein	995630,938	6772653,85	Thur
T2/Amont LKW	995226,203	6770291,9	Thur
T3/Aval/LKW	995283,824	6767702,35	Thur
T4/Kruth	995980,418	6765289,58	Thur
T5/Oderen	996675,161	6763796,45	Thur
T6/Fellering	997226,872	6762832,6	Thur
T7/H-Wesserling	998890,553	6760998,25	Thur
T8/St-Amarin	1000782,66	6760075,65	Thur
T9/Moosch	1002956,69	6758323,61	Thur
T10/Willer-sur-Thur	1003812,7	6757702,7	Thur
T11/Bitschwiller	1005203,21	6755866,26	Thur
T12/Thann	1006447,39	6754019,44	Thur
T13/Thann Athanor	1007914,36	6753436,52	Thur
T14/Vieux-Thann	1009970	6752934,92	Thur
T15/Cernay	1012086,51	6753266,97	Thur
T16/Cernay Am.STEP	1014021,82	6753531,42	Thur
T17/Wittelsheim	1017076,76	6754760,38	Thur
T18/Staff D19	1017957,49	6755544,09	Thur
T19/Staffelfelden D430	1019640,82	6756679,82	Thur
T20/Ensisheim	1022852,64	6759667,44	Thur
VR1/Village Neuf	1043575,64	6733561,77	Vieux-Rhin
VR4/Petit Landau	1040694,85	6746648,25	Vieux-Rhin
VR3/Geiswasser	1043710,55	6776227,23	Vieux-Rhin
W01/Aval Lac Noir	1005148,53	6787059,8	Weiss
W02/Pairis	1006712,23	6787500,14	Weiss
W03/Amont Orbey	1008538,97	6788117,66	Weiss
W04/Aval Lac Blanc	1005668,91	6788762,4	Weiss
W05/Orbey les Grands Prés	1010898,03	6790659,28	Weiss
W06/Basses Huttes	1007841,24	6785576,86	Weiss
W07/Amont Kayzersberg	1013852,39	6792422,62	Weiss
W09/Kaysersberg	1016847,65	6790488,79	Weiss
W10/Ammerschwahr	1018245,22	6790042,15	Weiss
W12/Amont confluence Fecht Weiss	1022132,02	6789361,4	Weiss

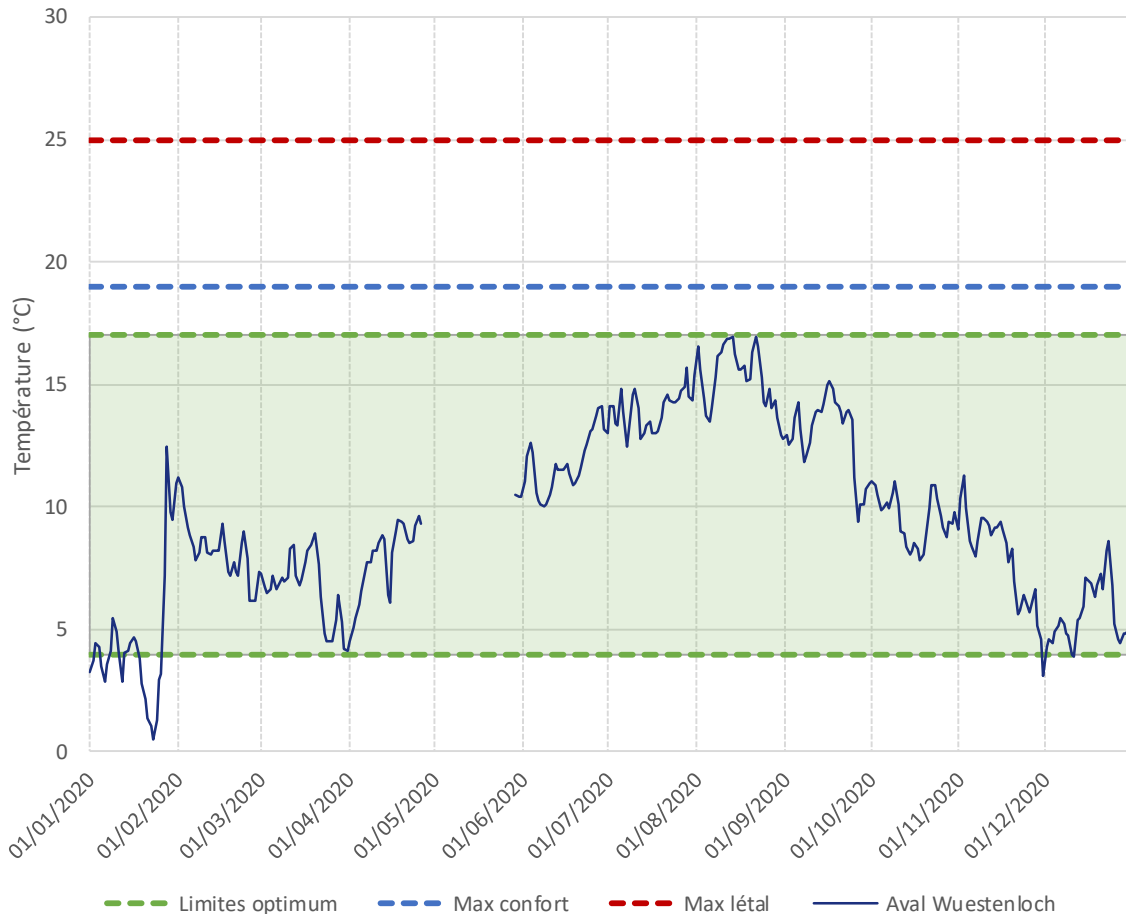
Annexe 2 : Fiches de synthèse par station et par bassin versant

Les fiches station produites sont listées de l'amont vers l'aval dans l'ordre des bassins versant suivant (les stations lacunaires en données ont été écartées) :

- Liepvrette
- Weiss
- Fecht
- Lauch
- Thur
- Doller
- Largue
- Ill
- Vieux-Rhin



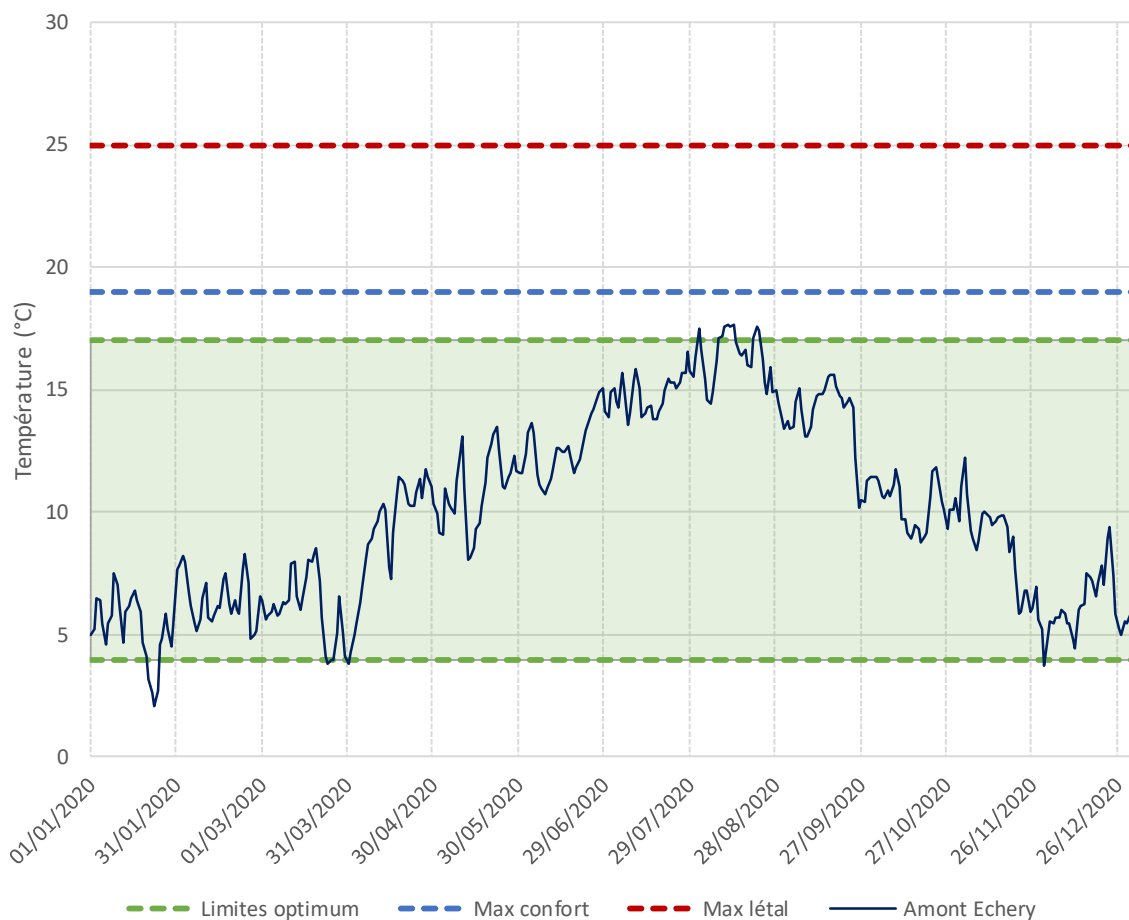
Liepvrette - Aval Wuestenloch - Li01



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
333	18	315	0	0	0	0,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,3	24/01/20	21/08/20	0,5	17,0	3,5	15,5



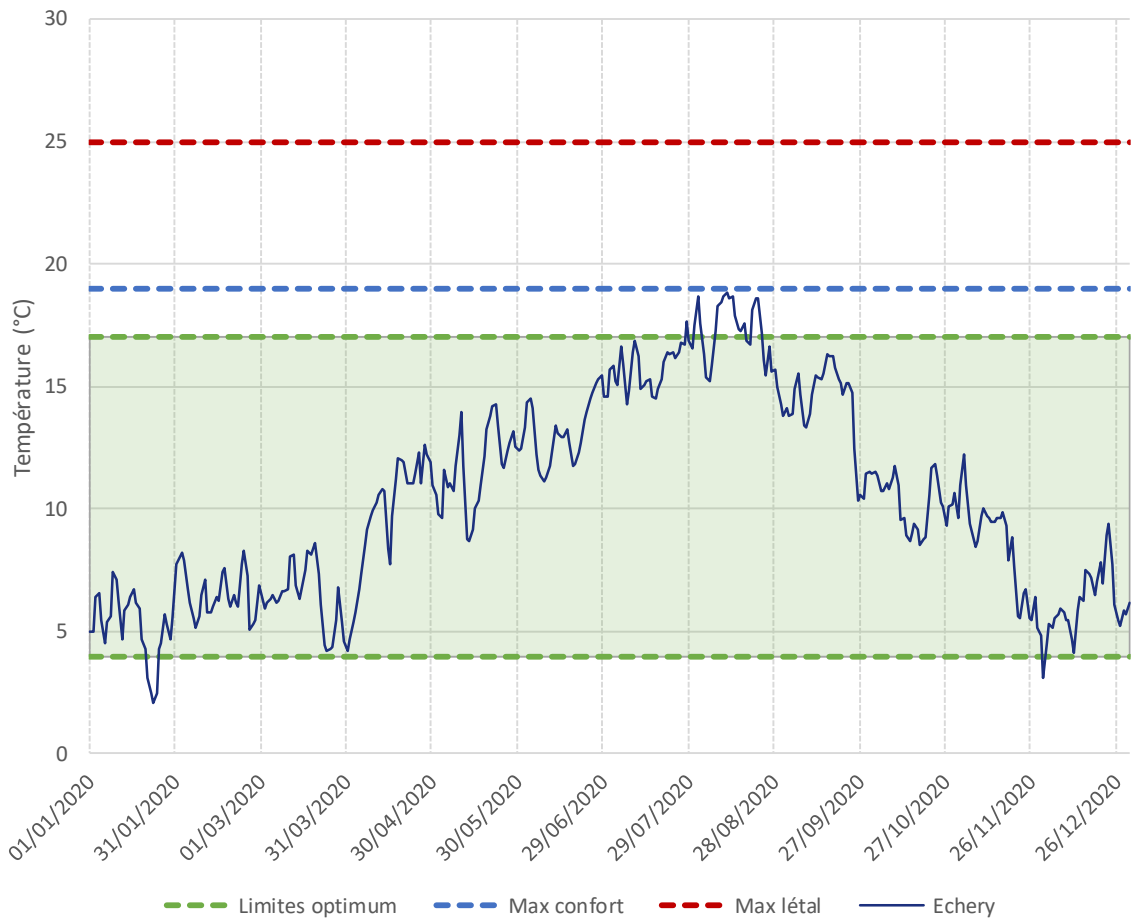
Liepvrette - Amont Echery - Li02



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	9	346	10	0	0	1,4
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,0	24/01/20	01/08/20	2,1	17,7	3,2	16,4



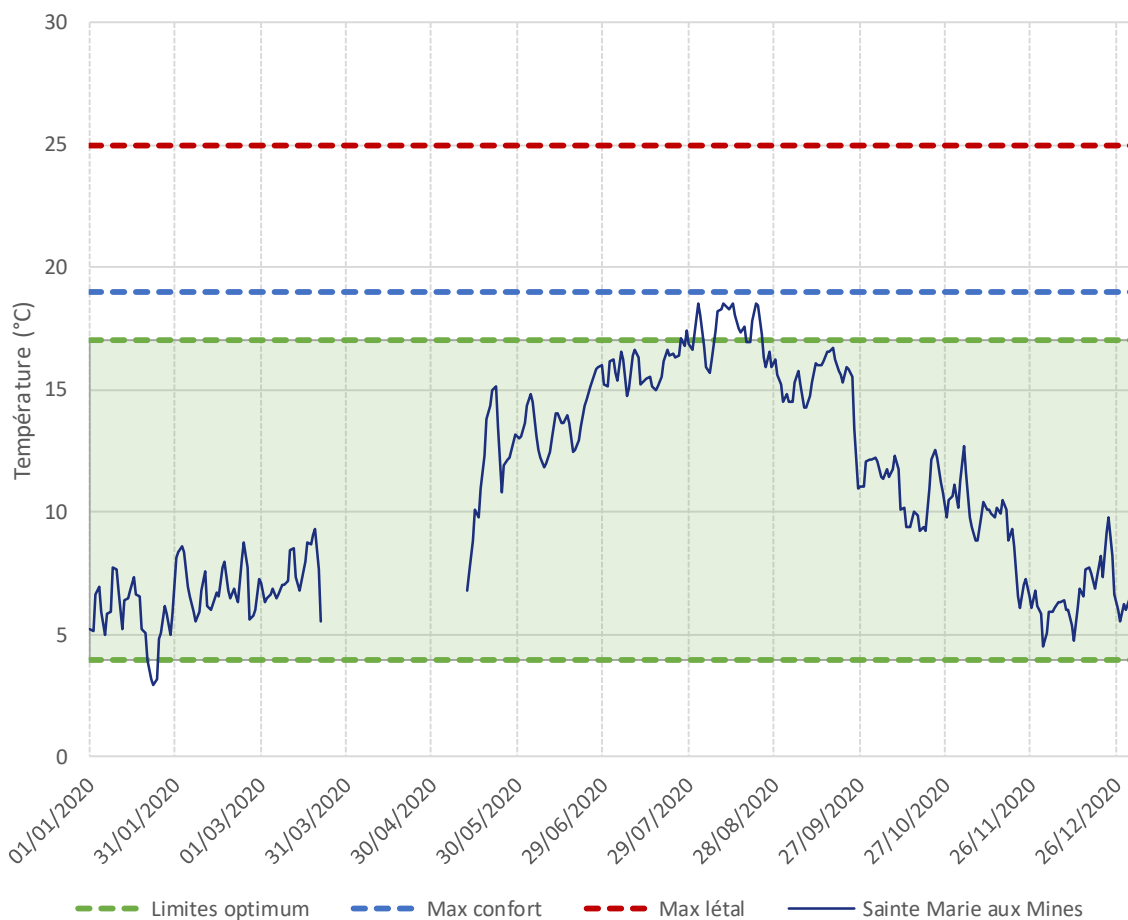
Liepvrette - Echery - Li03



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	5	341	19	0	0	1,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,0	24/01/20	01/08/20	2,1	18,8	3,6	17,4



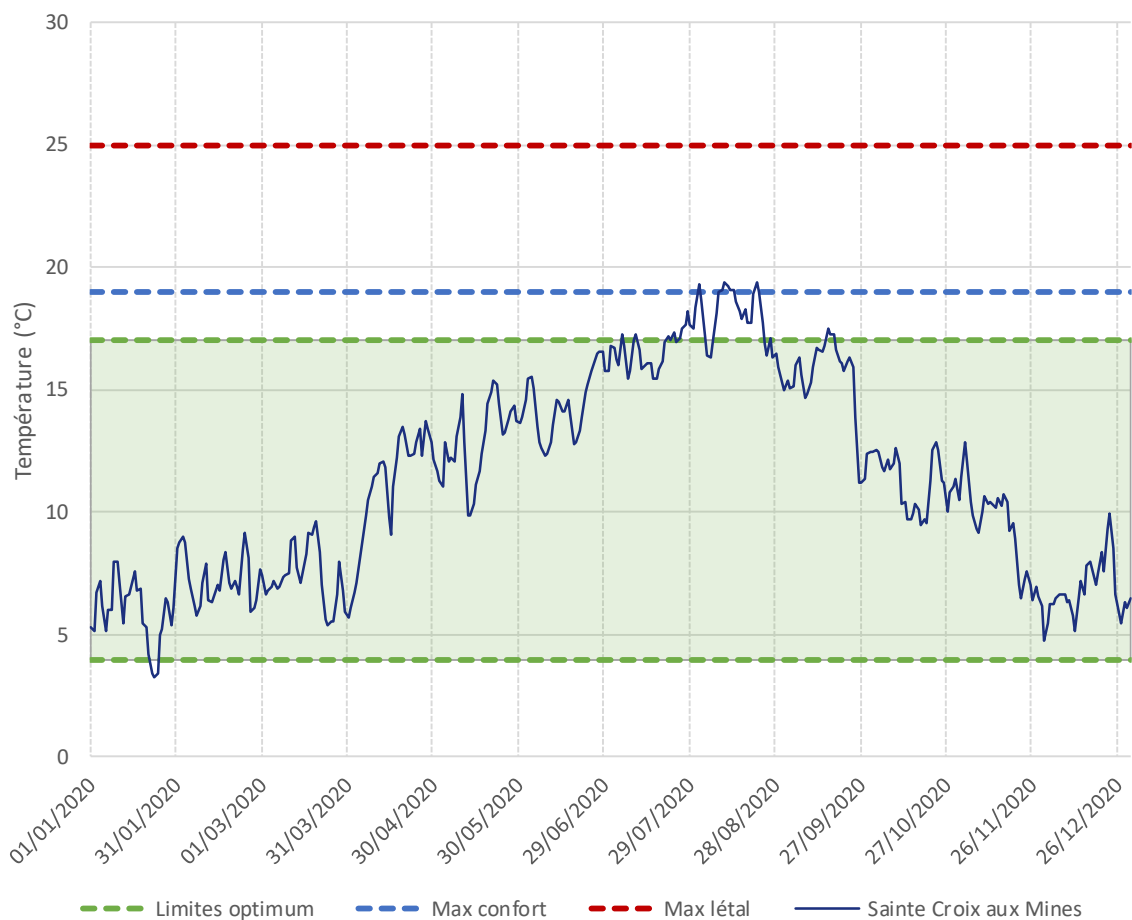
Liepvrette - Sainte Marie aux Mines - Li04



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
315	4	291	20	0	0	2,3
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
20,4	24/01/20	01/08/20	3,0	18,5	2,8	17,5



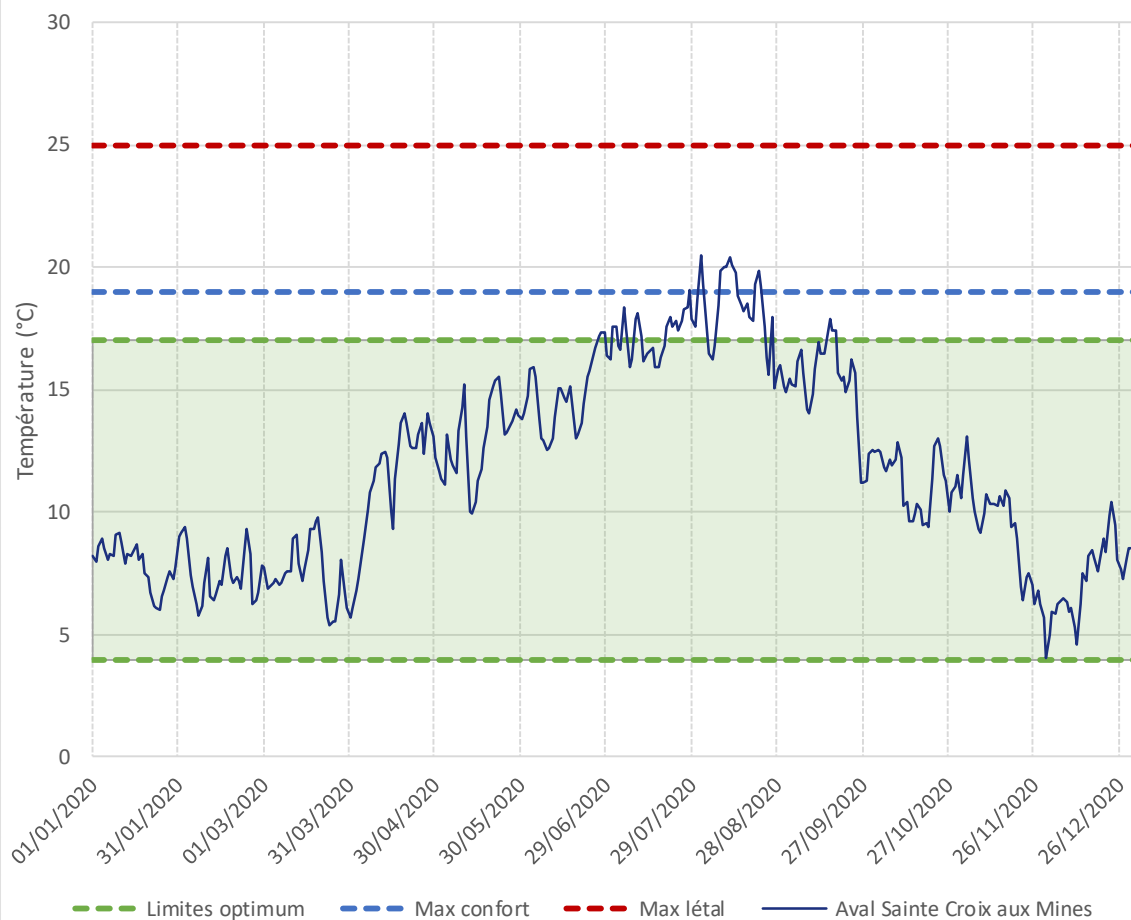
Liepvrette - Sainte Croix aux Mines - Li05



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	3	325	28	9	0	2,4
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,8	24/01/20	01/08/20	3,3	19,4	3,1	18,2



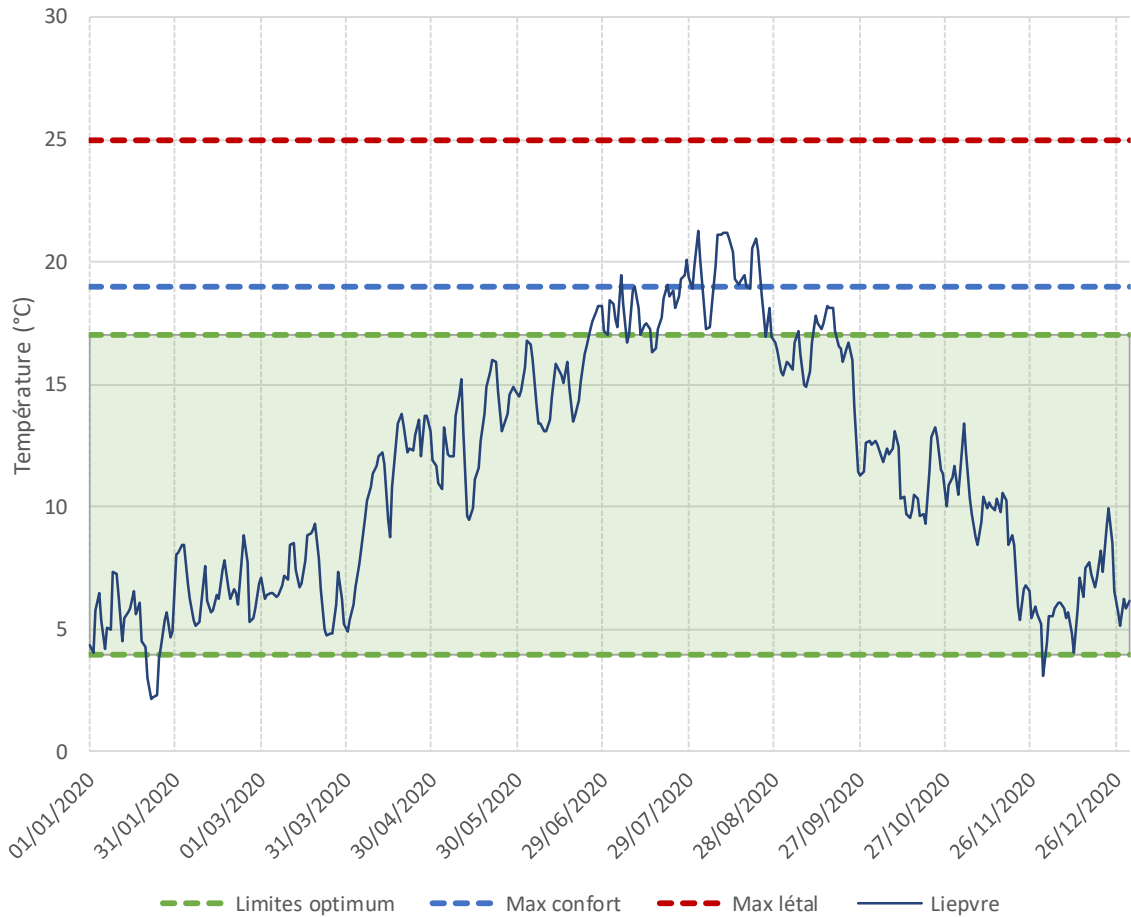
Liepvrette - Aval Sainte Croix aux Mines - Li06



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	0	319	34	12	0	3,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,8	31/03/20	12/08/20	4,0	20,5	4,3	18,6



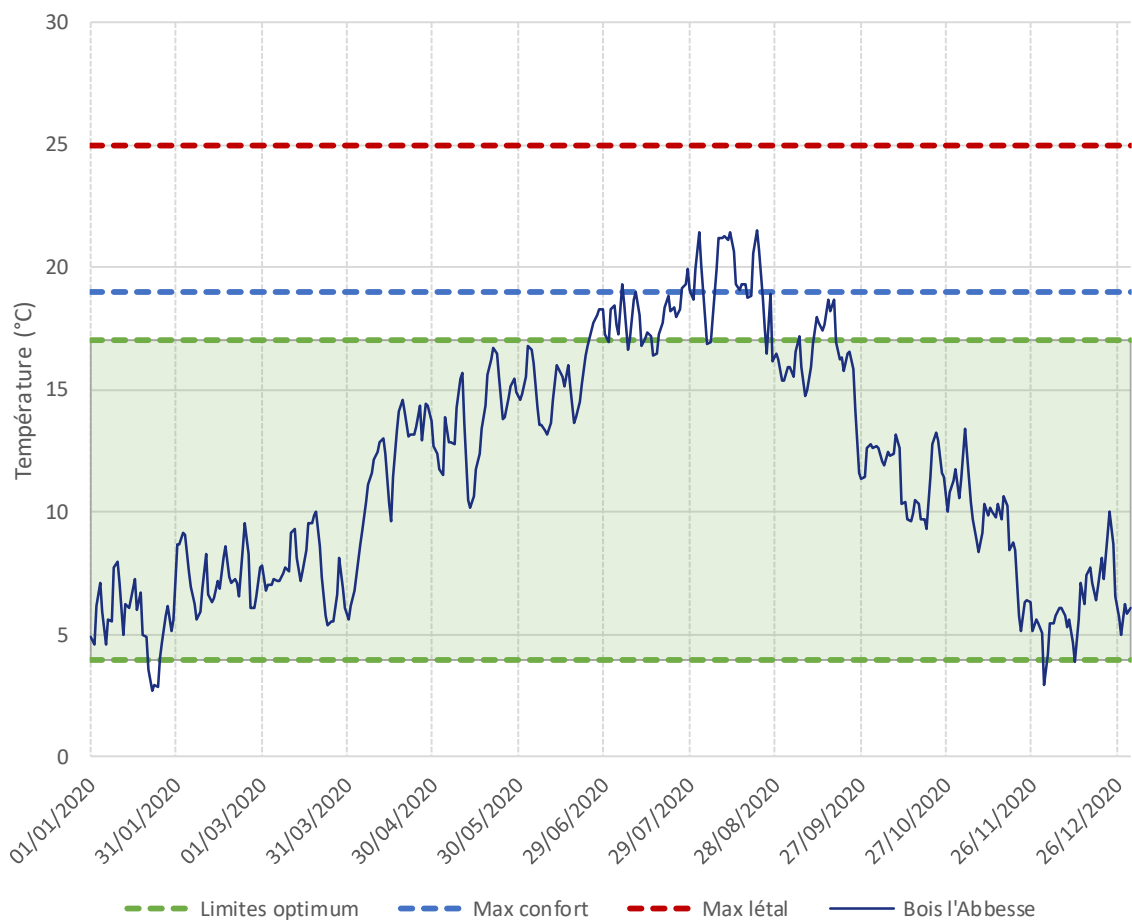
Liepvrette - Liepvre - Li07



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	6	291	43	25	0	1,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,7	24/01/20	08/08/20	2,2	21,3	4,0	19,6



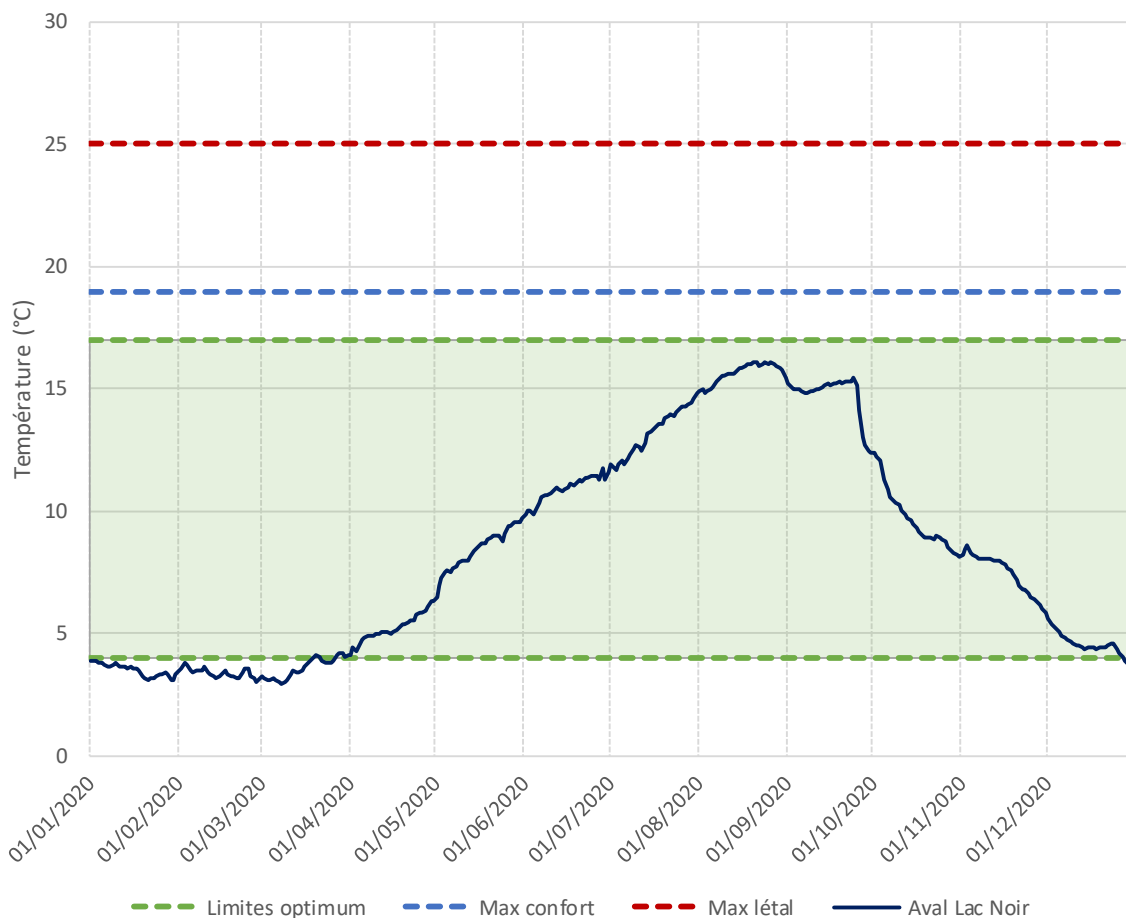
Liepvrette - Bois l'Abesse - Li08



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	6	395	41	23	0	2,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
28,3	24/01/20	12/08/20	2,2	21,5	4,6	19,6



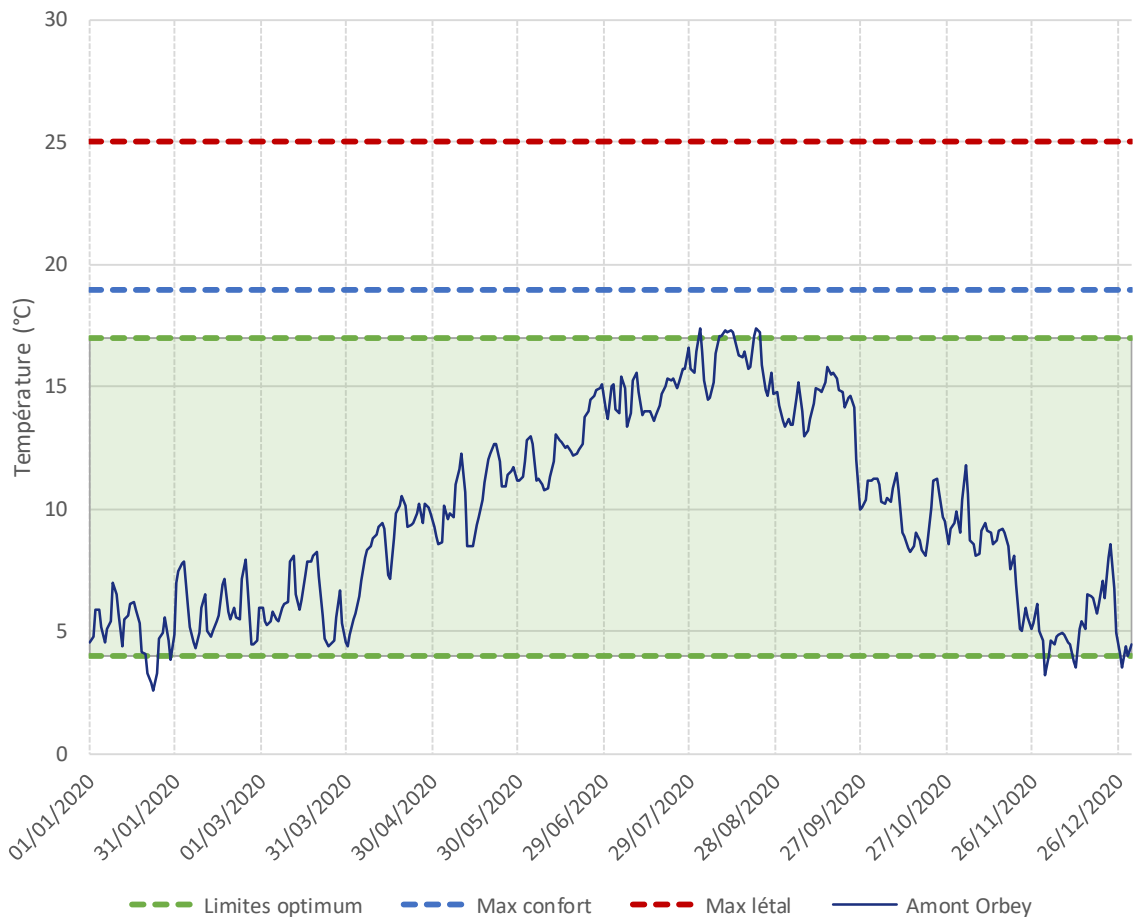
Weiss - Aval Lac Noir - W01



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	87	278	0	0	0	2,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
16,8	07/03/20	22/08/20	3,0	16,1	0,7	15,6



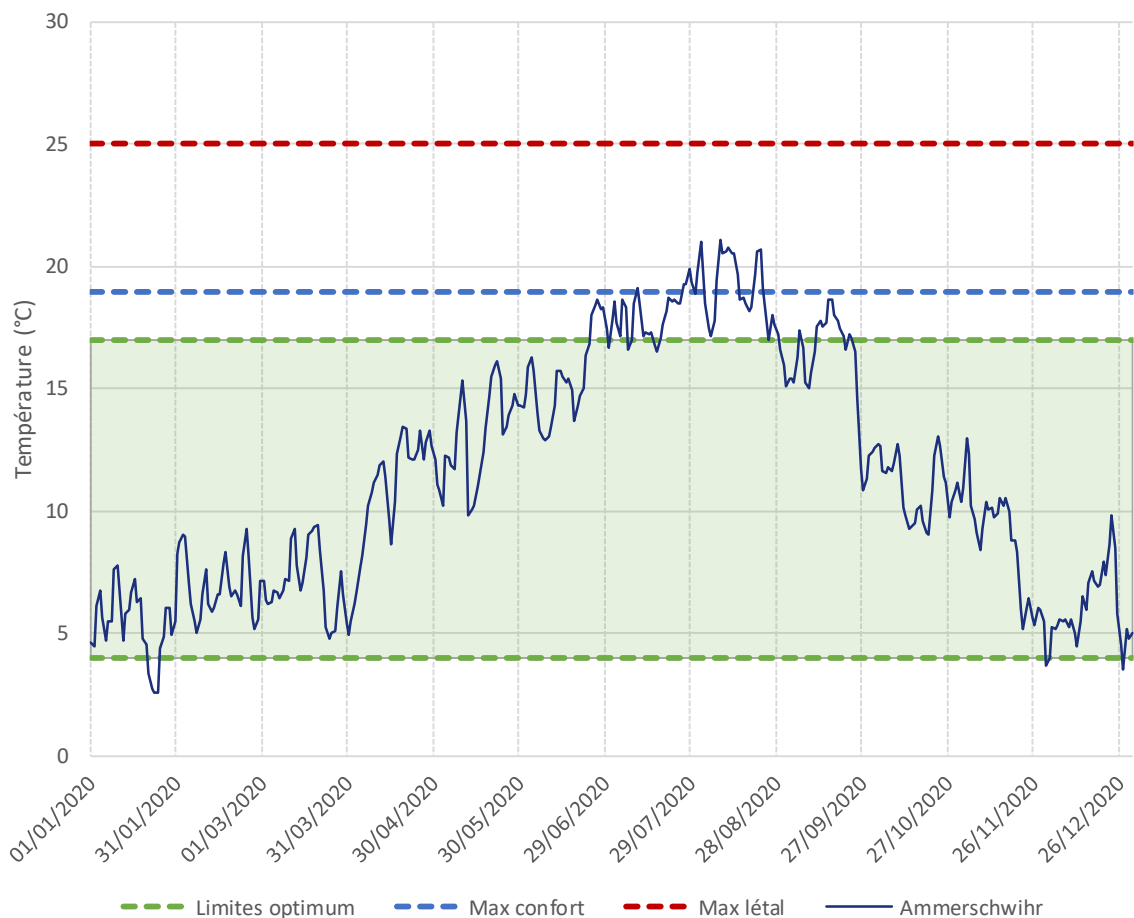
Weiss - Amont Orbey - W03



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	10	345	10	0	0	1,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,9	24/01/20	08/08/20	2,6	17,4	3,8	15,6



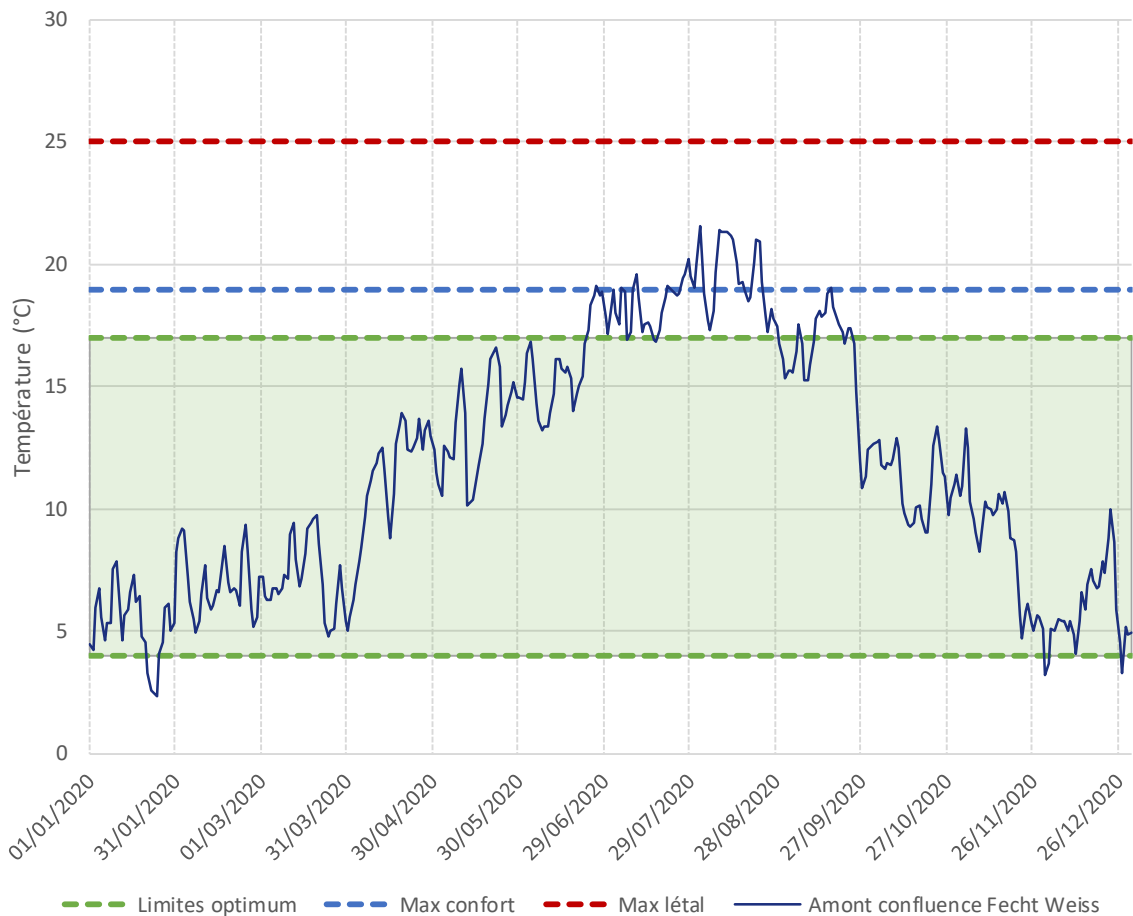
Weiss - Ammerschwihr - W10



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	7	284	54	20	0	1,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,8	24/01/20	08/08/20	2,6	21,1	6,1	19,4



Weiss - Amont confluence Fecht-Weiss- W12

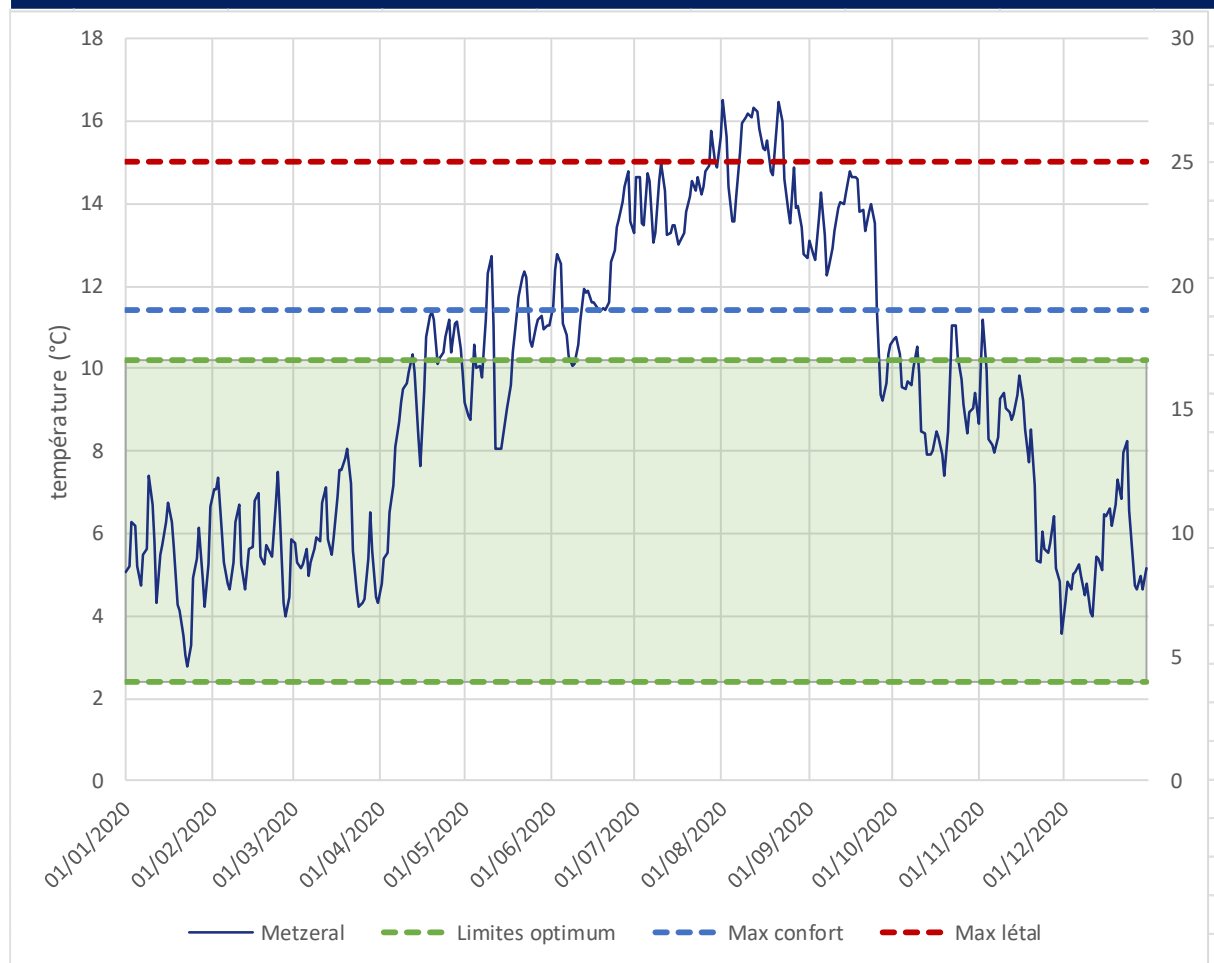


Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	7	281	50	27	0	1,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,2	24/01/20	08/08/20	2,3	21,6	4,2	19,8

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020



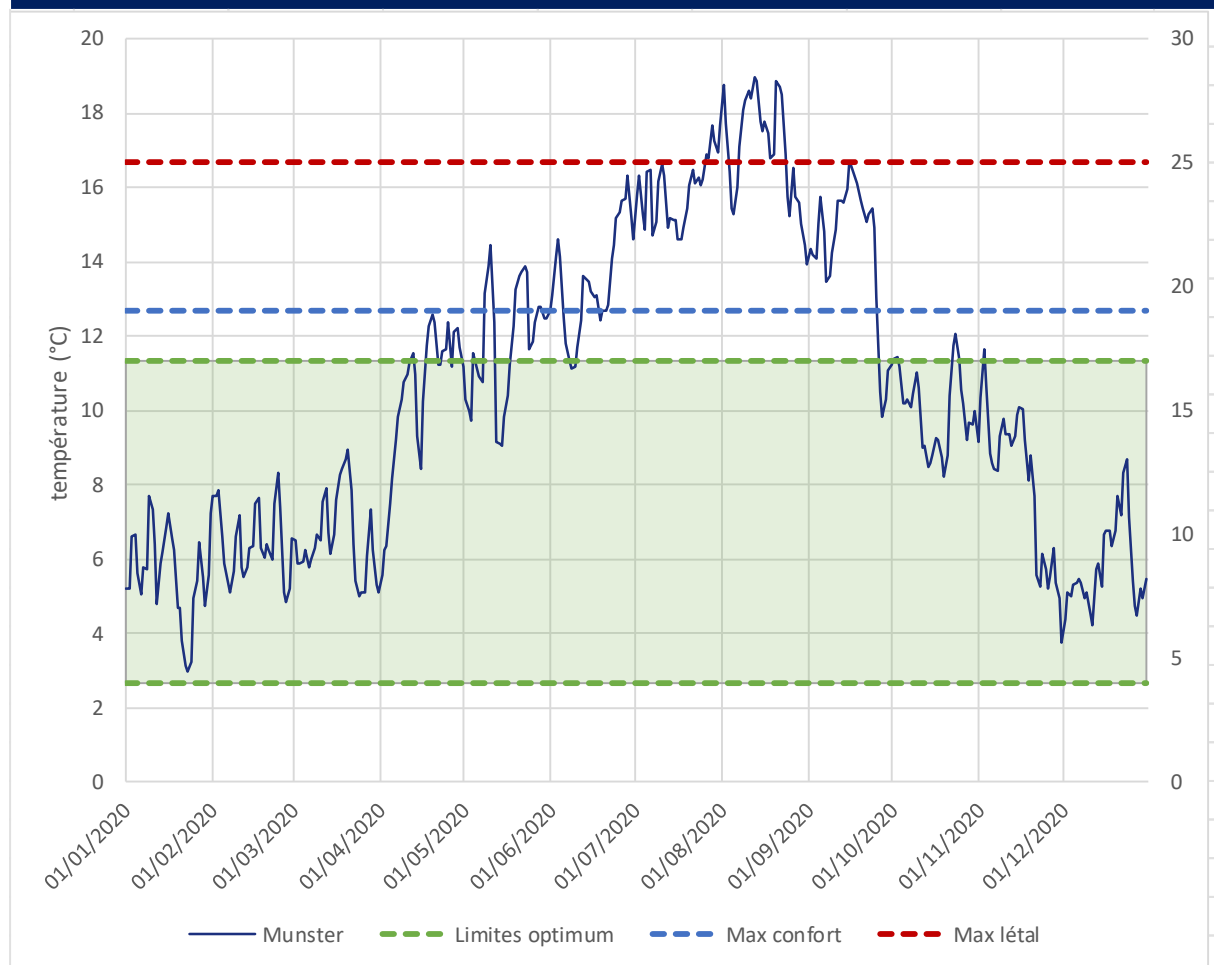
Fecht - Metzeral -F04



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	6	359	0	0	0	1,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,5	21/01/20	31/07/20	2,8	16,5	3,0	15,3

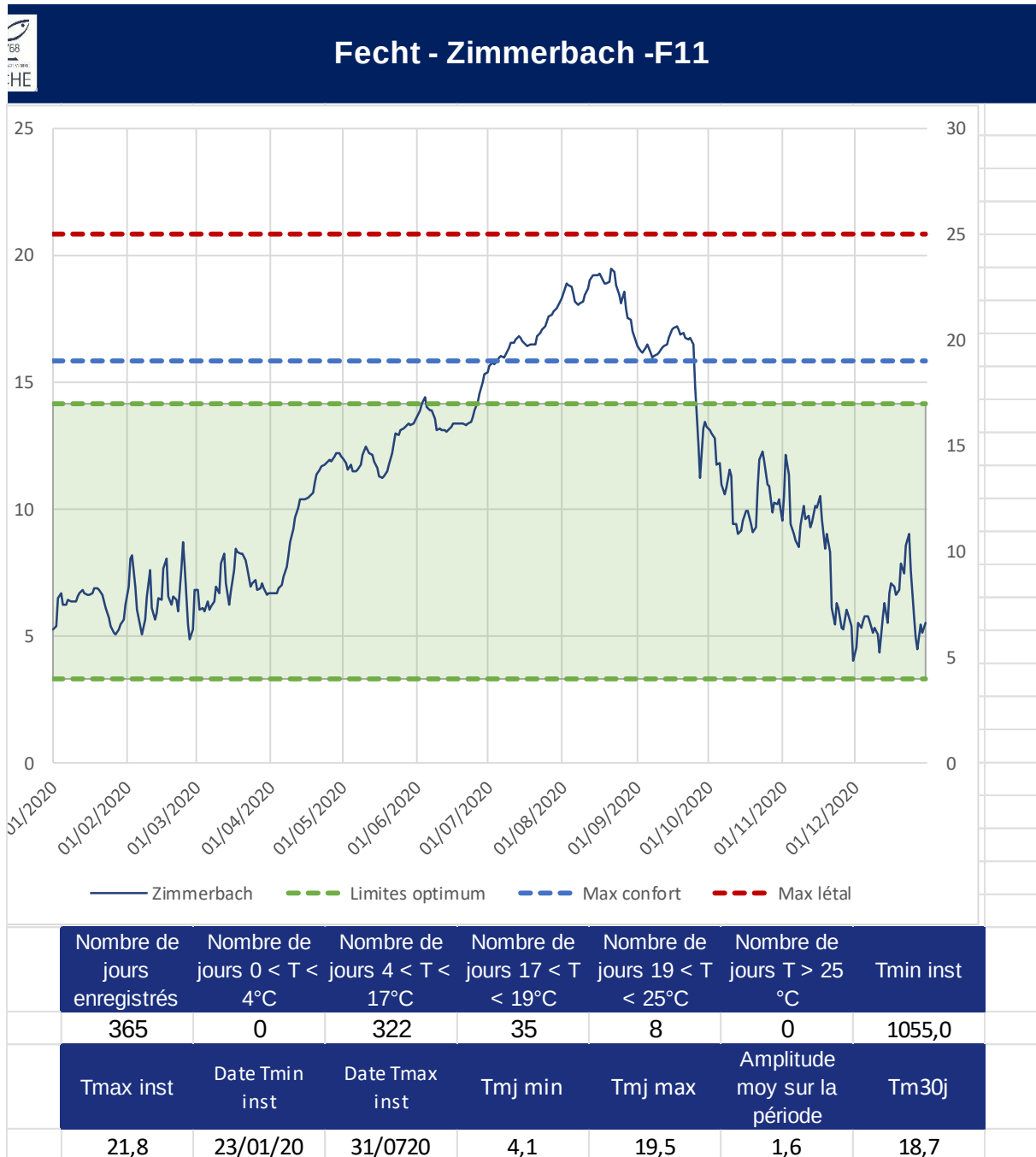


Fecht - Munster -F07



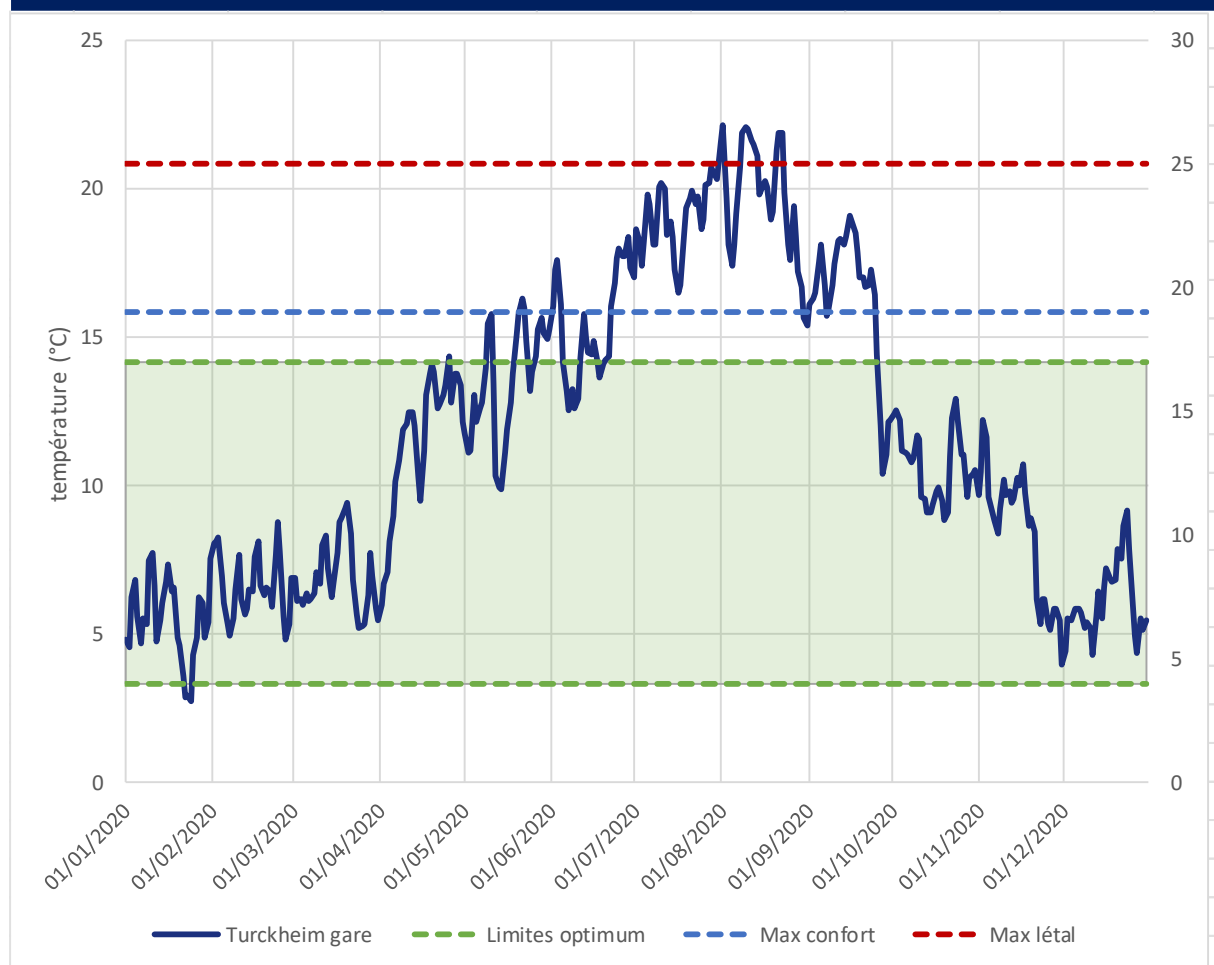
Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	5	341	19	0	0	1,3
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,9	29/12/20	01/08/20	3,0	19,0	3,7	17,3

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020





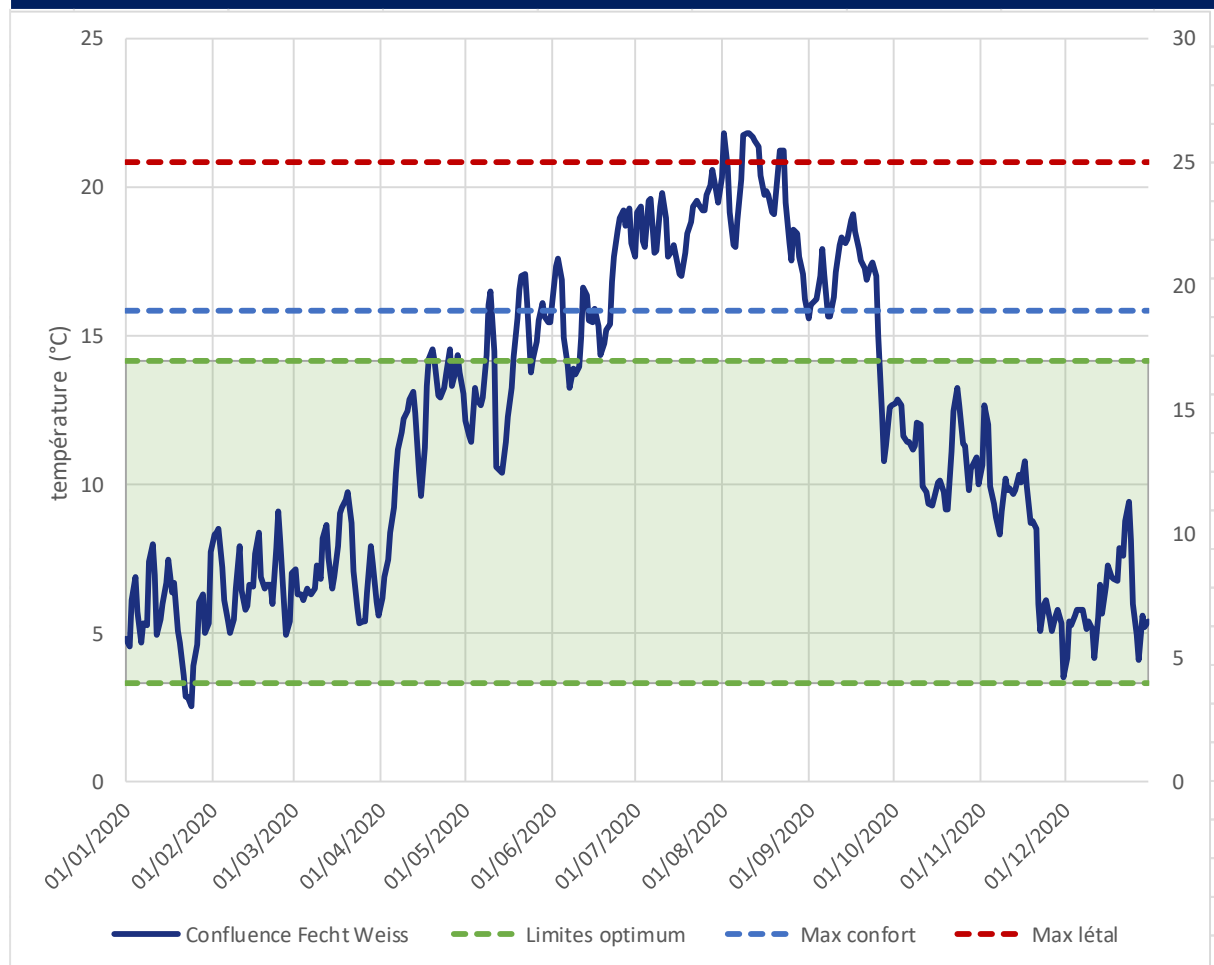
Fecht - Turckheim gare -F13



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	5	281	42	37	0	2,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26,0	29/12/20	01/08/20	2,9	20,4	4,7	20,4



Fecht - Confluence Fecht Weiss -F17

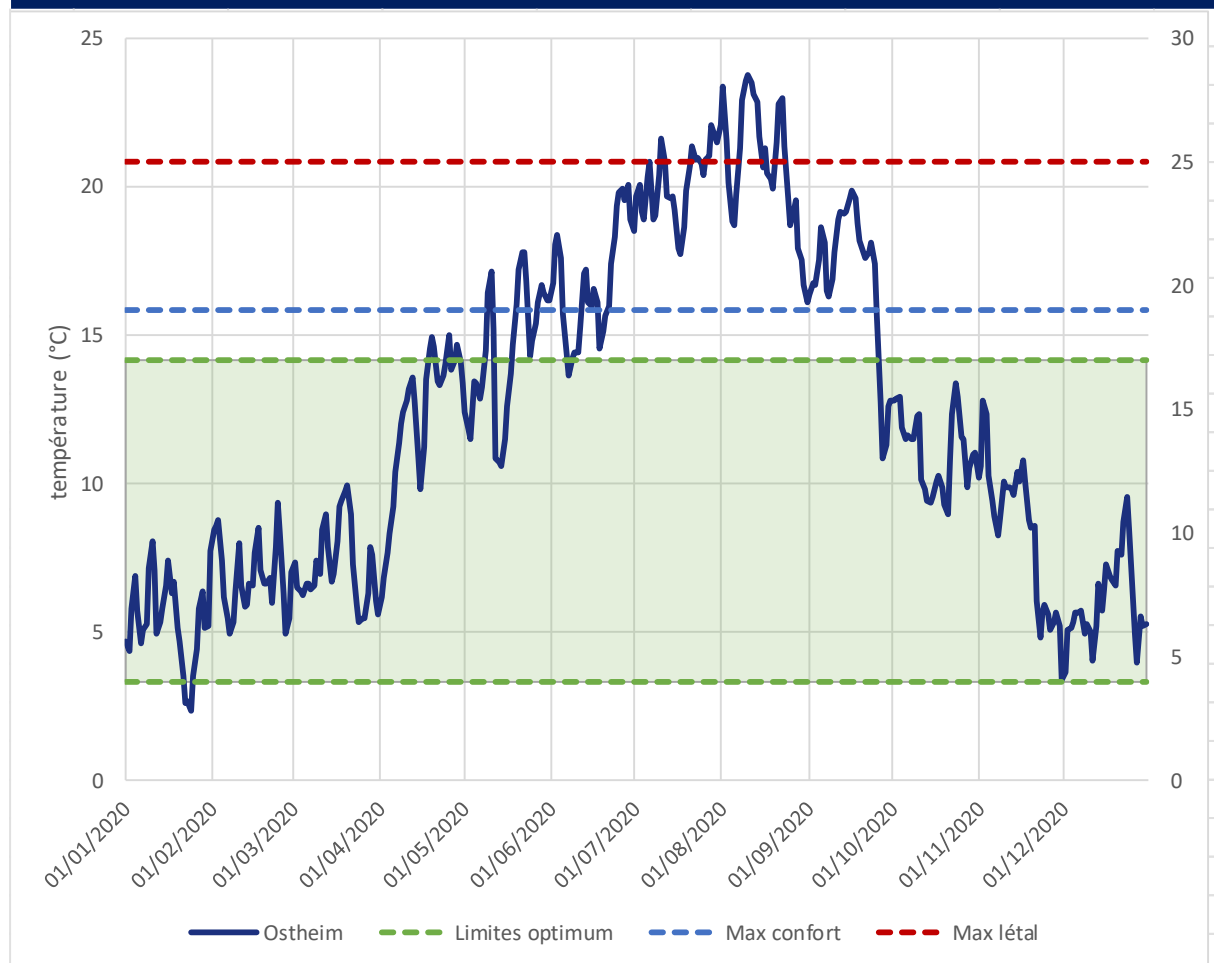


Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	6	270	49	40	0	1,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,7	23/01/20	31/07/20	2,6	21,9	3,9	20,2

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020



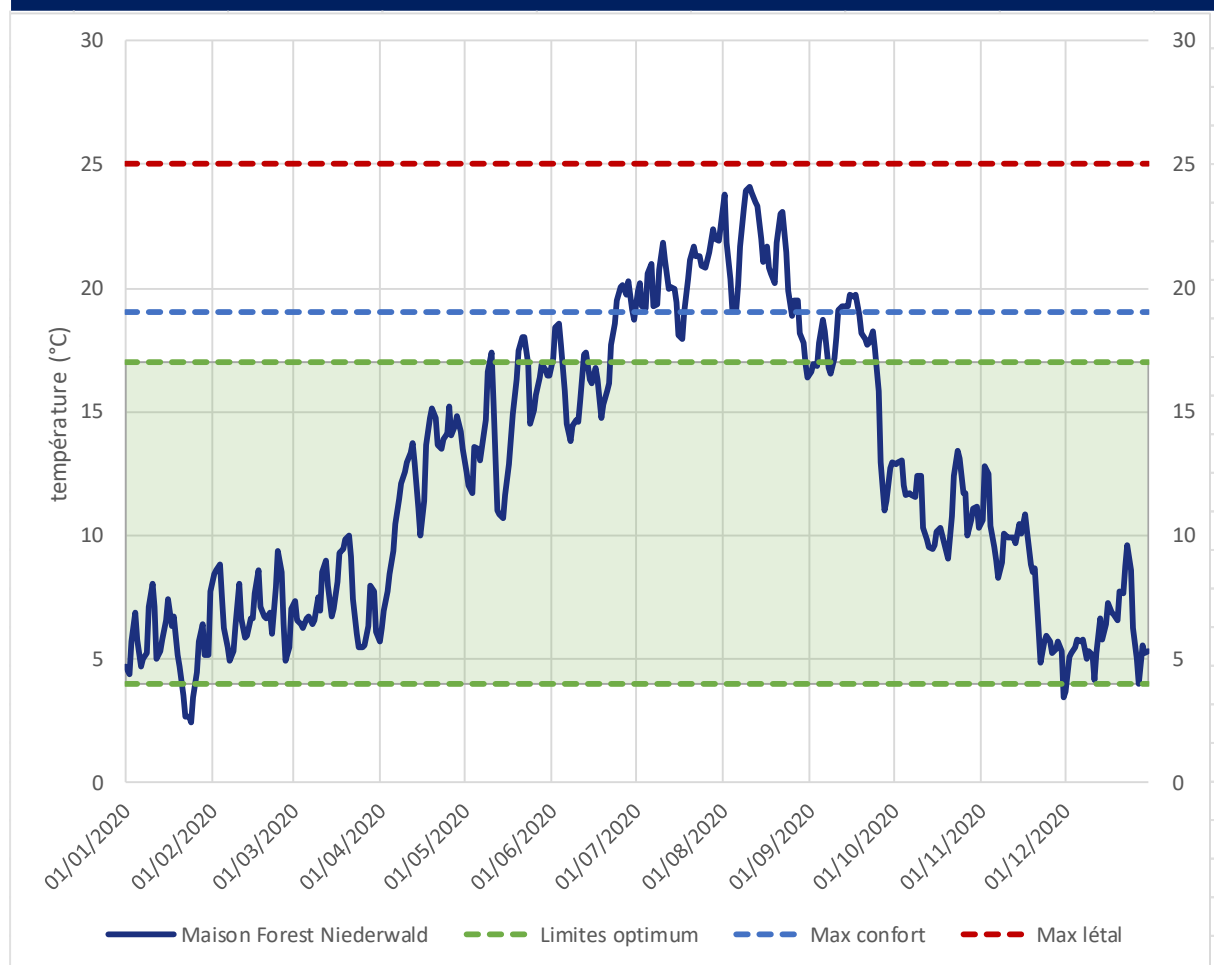
Fecht - Ostheim -F19



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	8	261	35	61	0	1,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,9	24/01/20	11/08/20	2,4	23,8	5,0	21,6



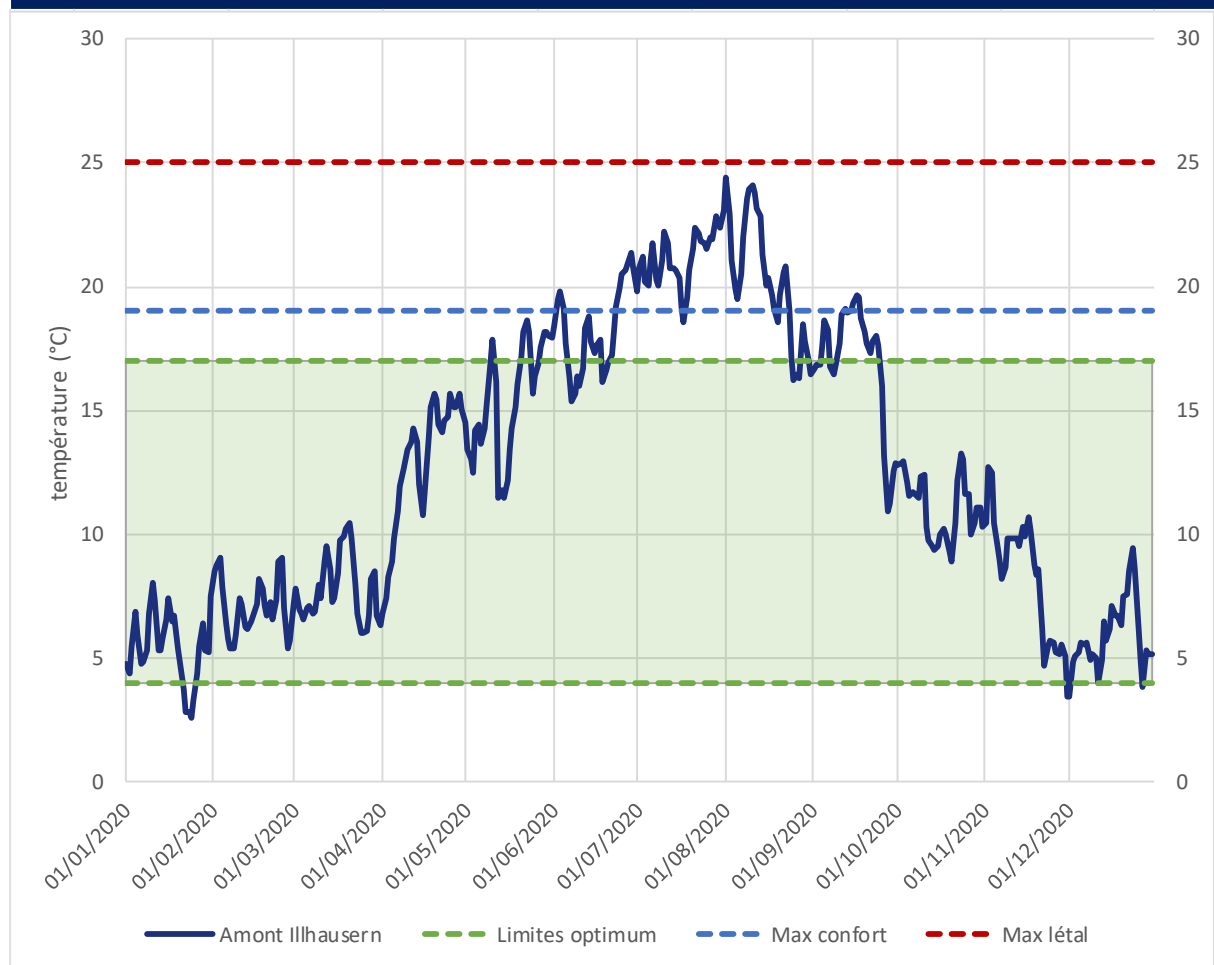
Fecht - Mais.For; Niederwald -F20



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	8	259	30	68	0	1,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26,8	24/01/20	01/08/20	2,4	24,1	5,0	21,9



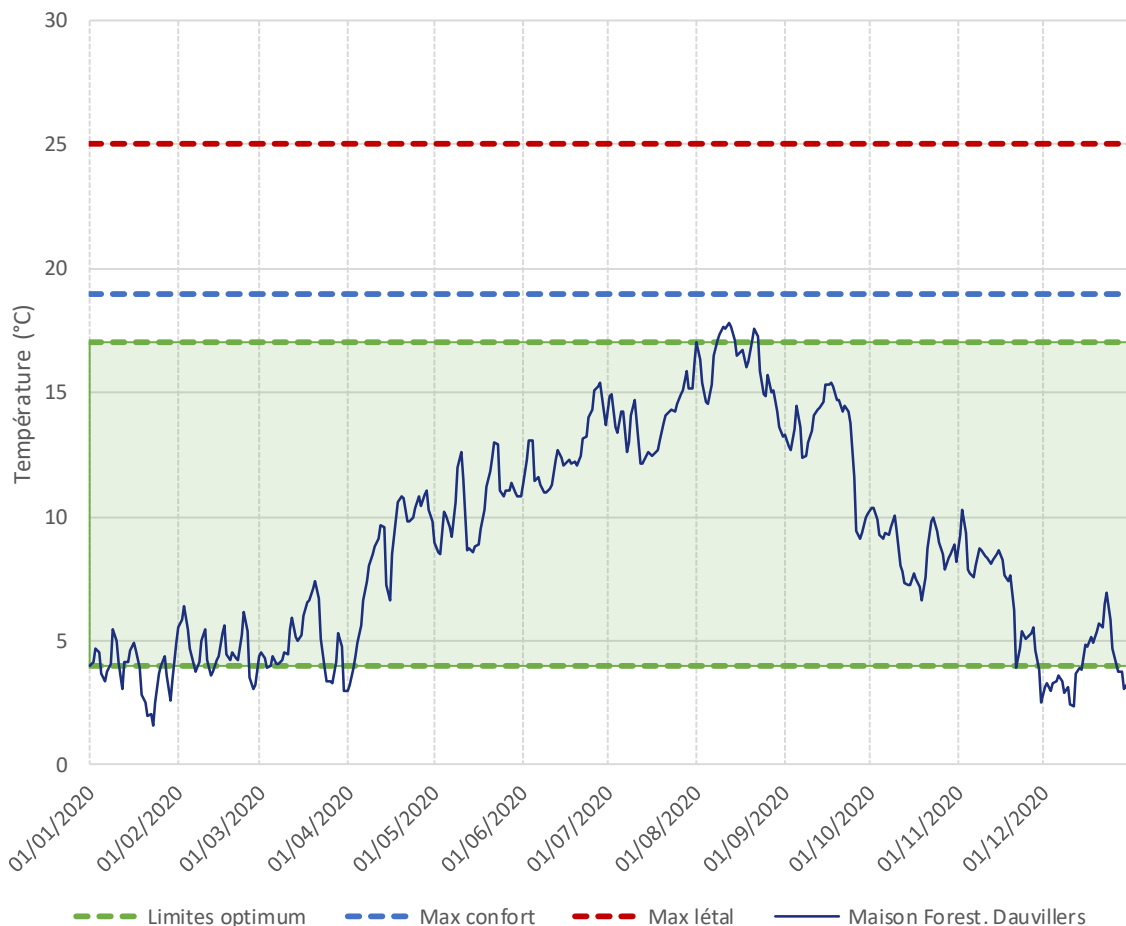
Fecht - Amont Illhausern -F22



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	8	250	39	68	0	2,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,6	24/01/20	01/08/20	2,6	24,4	4,9	22,0



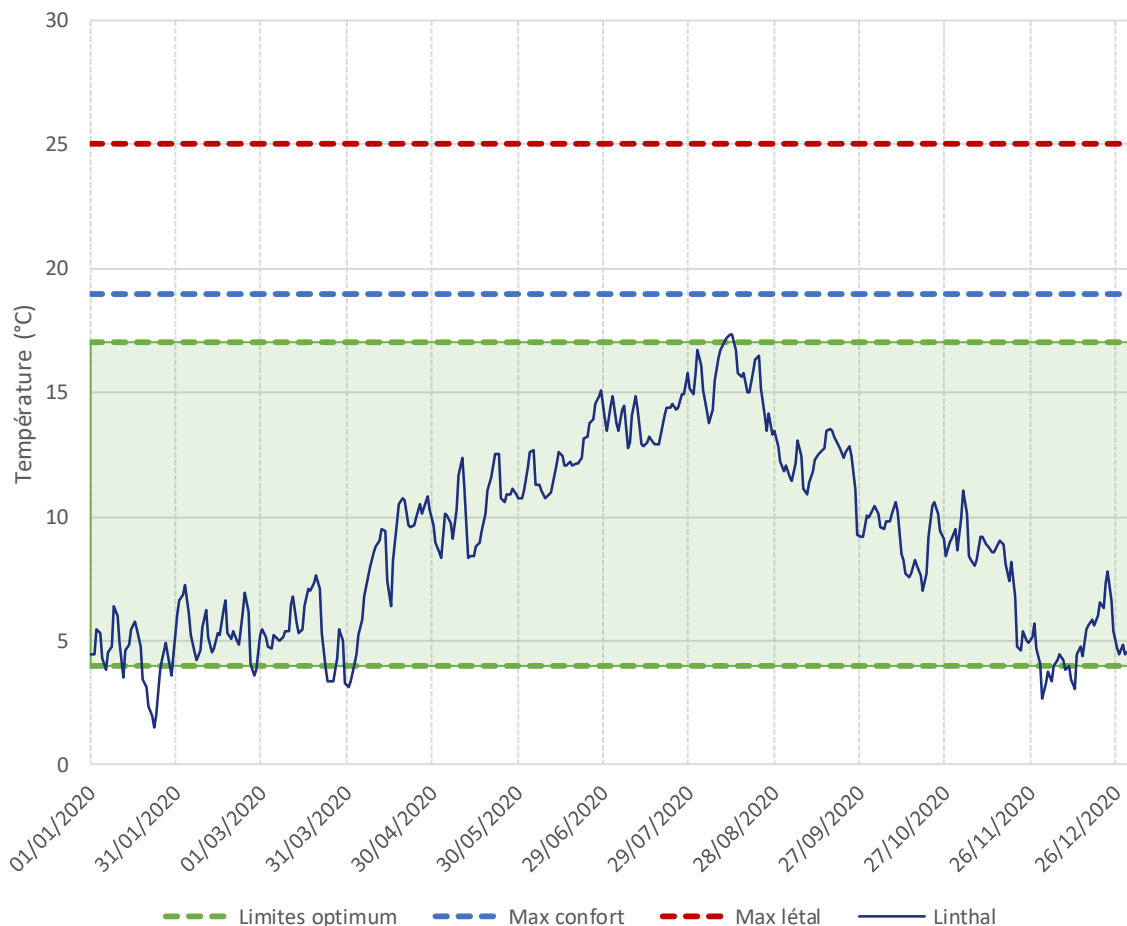
Lauch - Mais. Fores.Dauviller - L01



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	53	301	11	0	0	1,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,7	24/01/20	12/08/20	1,6	17,8	3,2	16,3

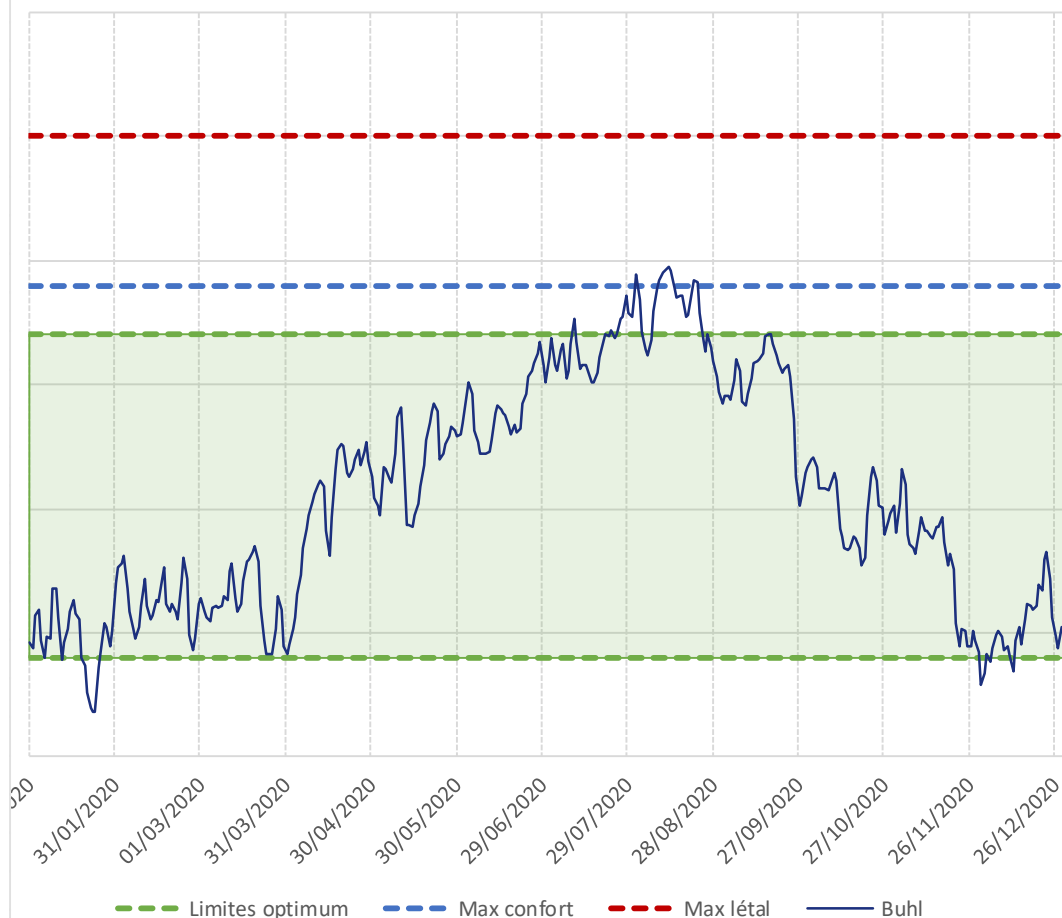


Lauch - Linthal - L03



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	27	334	4	0	0	1,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,1	24/01/20	12/08/20	1,3	17,3	3,5	15,7

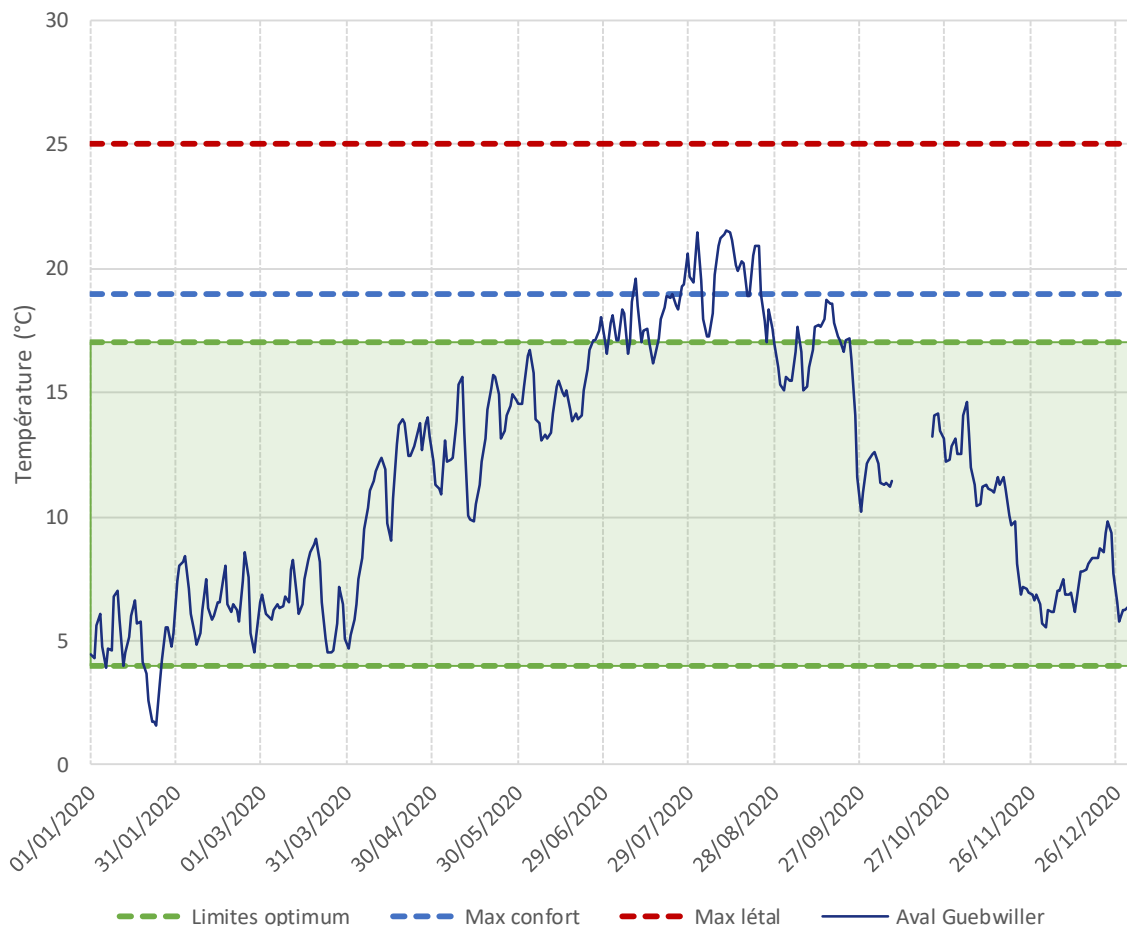
Lauch - Buhl - L06



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	12	321	24	8	0	1,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,4	24/01/20	12/08/20	1,8	19,7	3,5	18,3



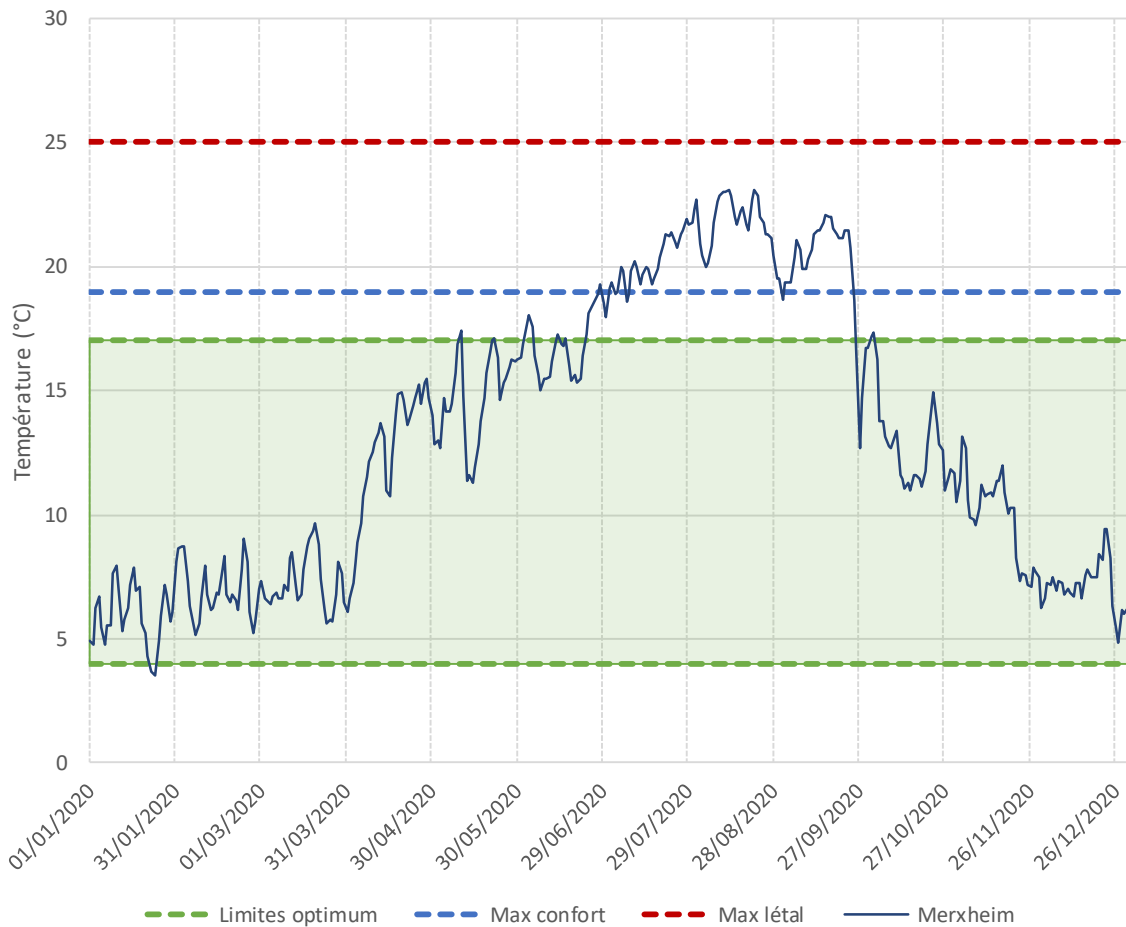
Lauch - Aval Guebwiller - L08



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
252	7	273	49	23	0	0,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,8	24/01/20	09/08/20	1,6	21,6	4,3	19,9



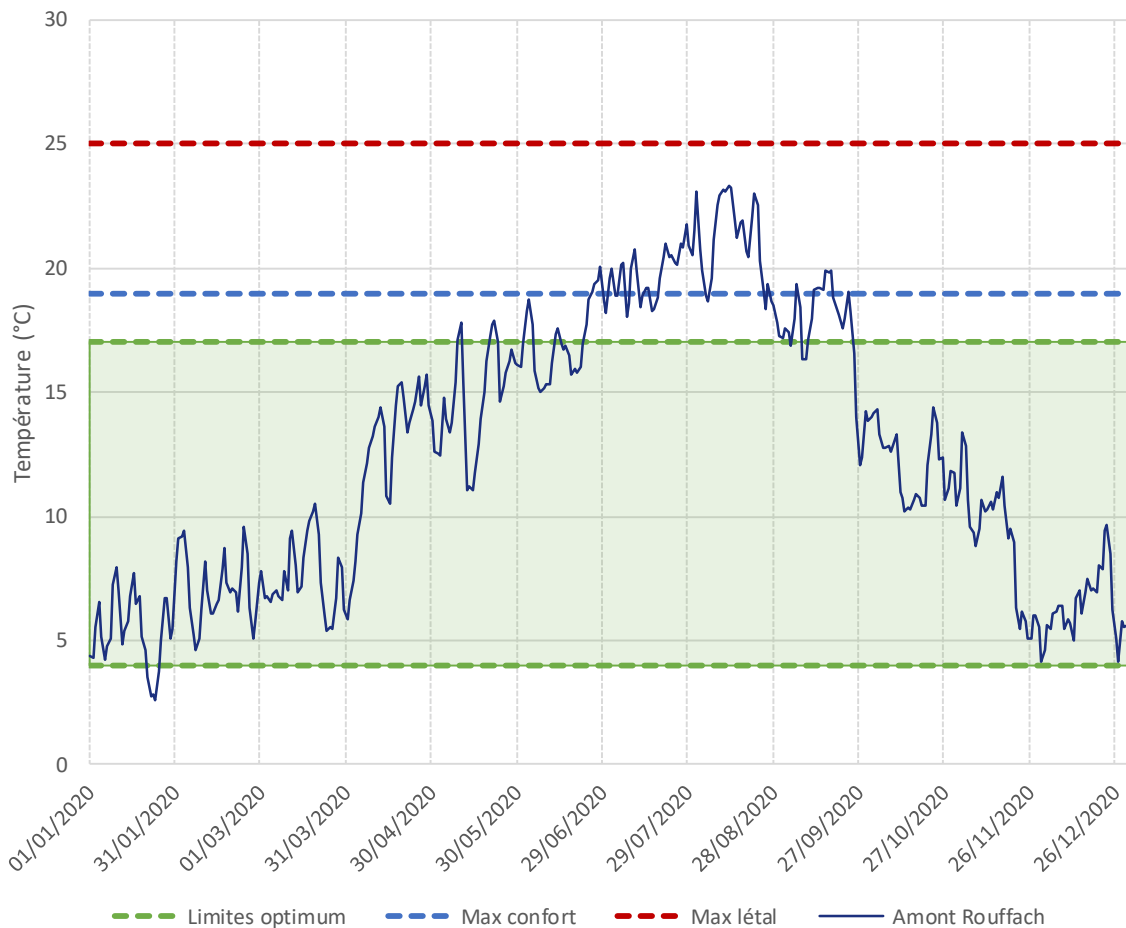
Lauch - Merxheim - L10



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	3	257	23	82	0	2,3
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,3	24/01/20	10/08/20	3,5	23,1	3,2	22,0



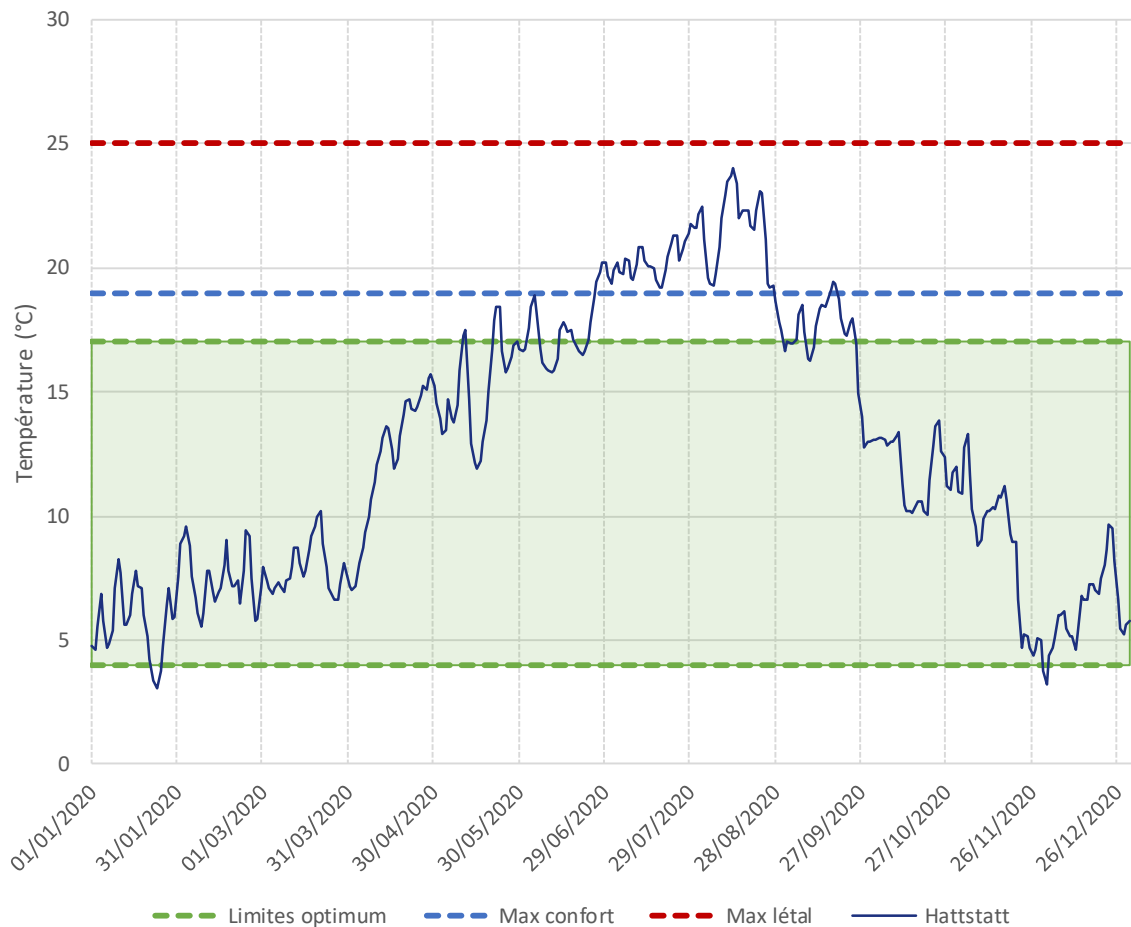
Lauch - Amont Rouffach - L12



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	5	258	44	58	0	1,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,4	24/01/20	09/08/20	2,6	23,4	4,7	21,6



Lauch - Hattstatt - L16

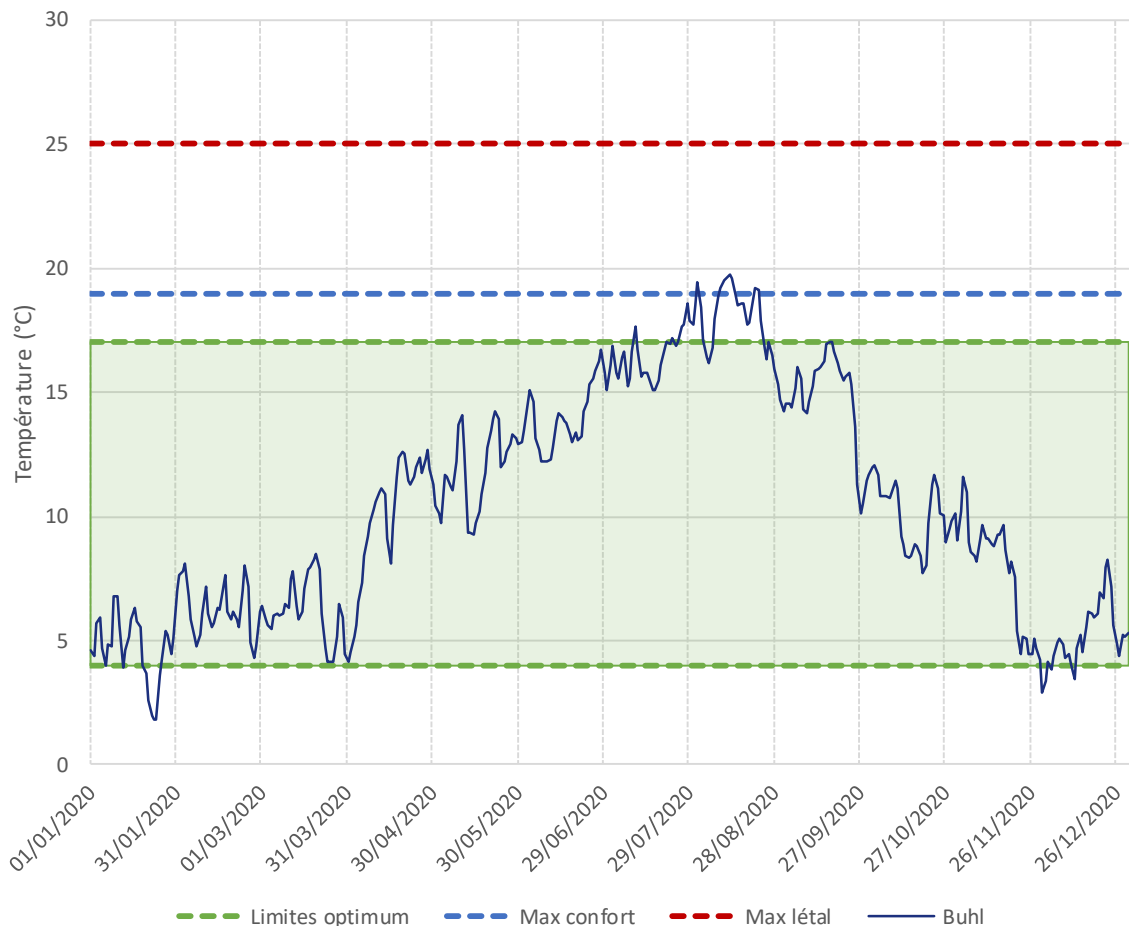


Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	6	255	38	66	0	2,6
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,3	24/01/20	13/08/20	3,0	24,5	4,8	21,8

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020



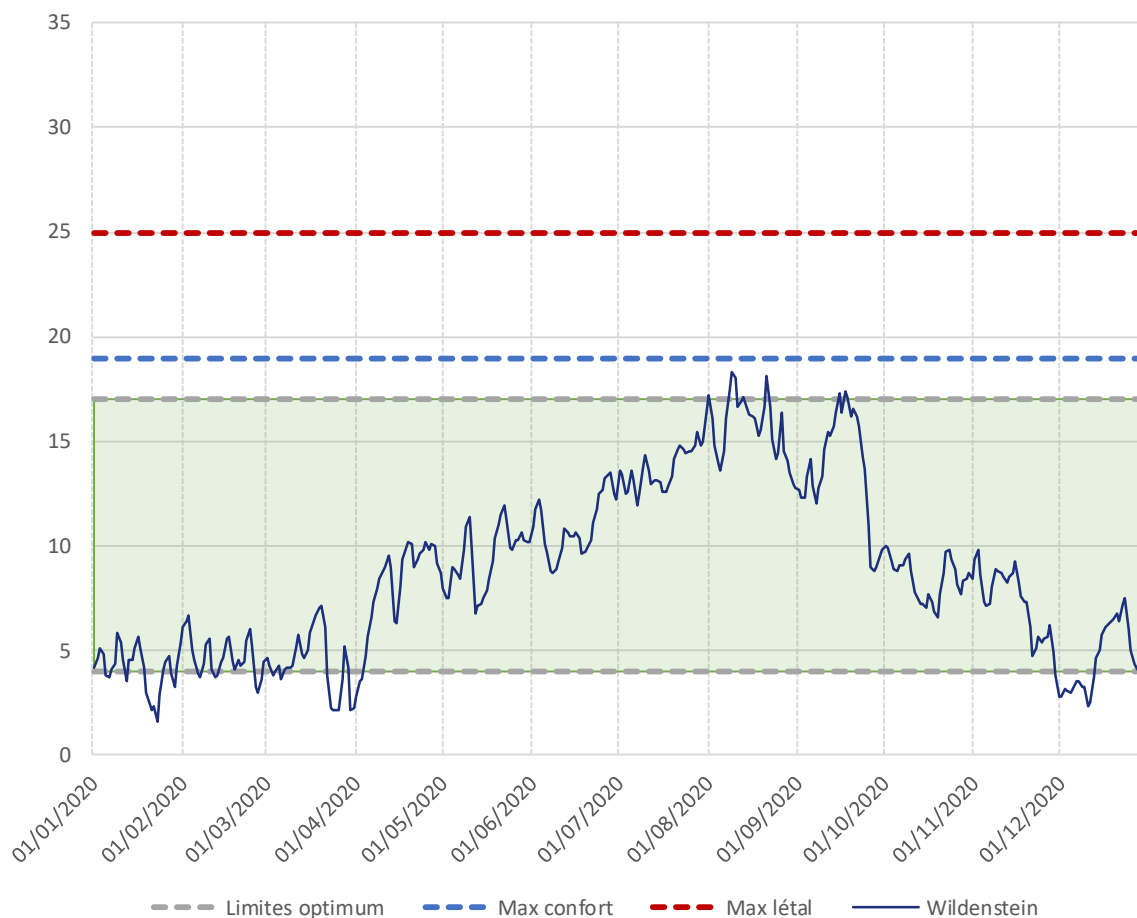
Lauch - Herrlisheim - L17



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
360	5	253	40	62	0	2,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,3	24/01/20	13/08/20	2,7	23,7	5,1	21,6



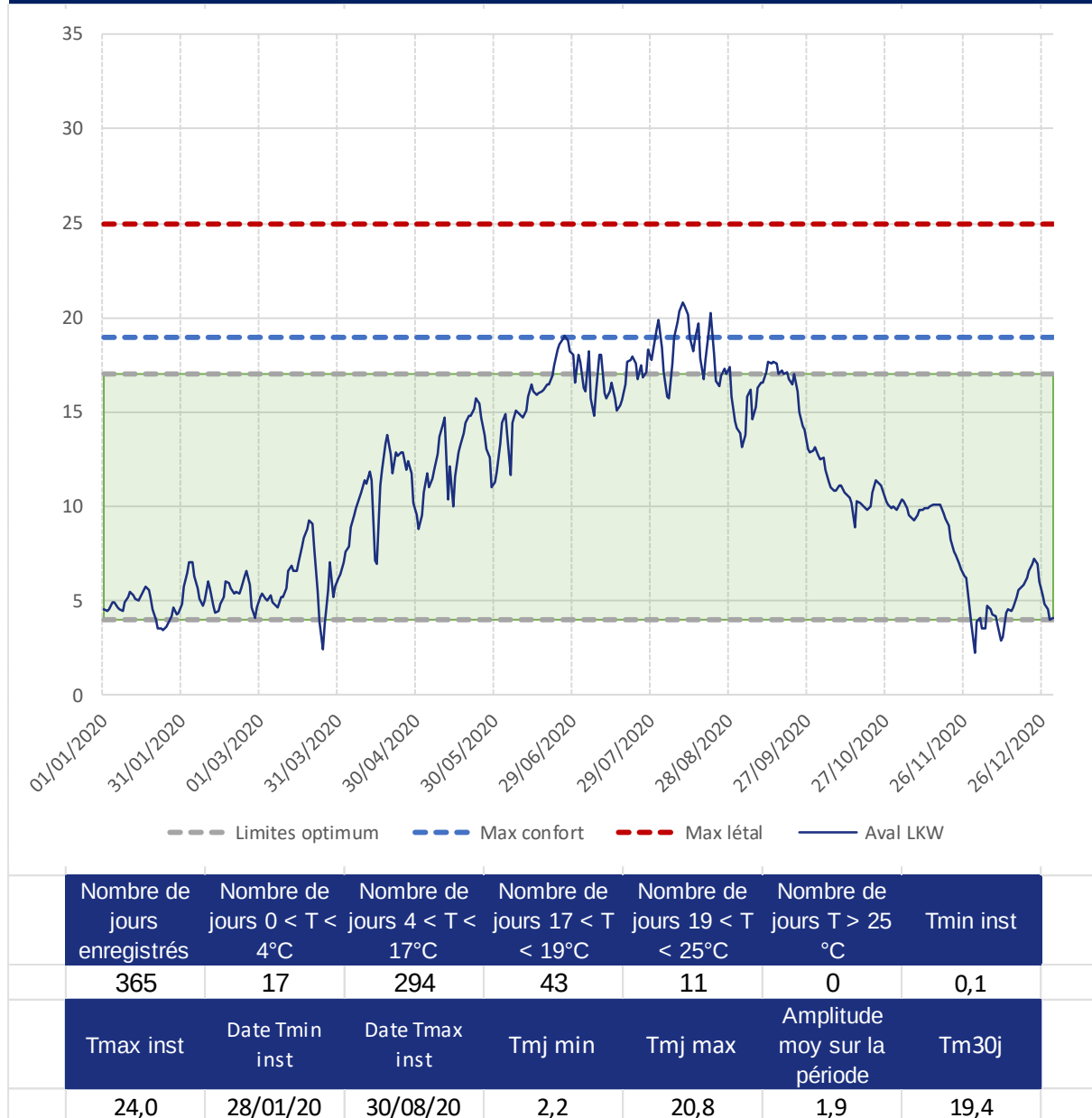
Thur - Wildenstein - T01



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	48	308	9	0	0	0,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,9	23/03/20	20/09/20	1,6	18,3	4,7	16,0



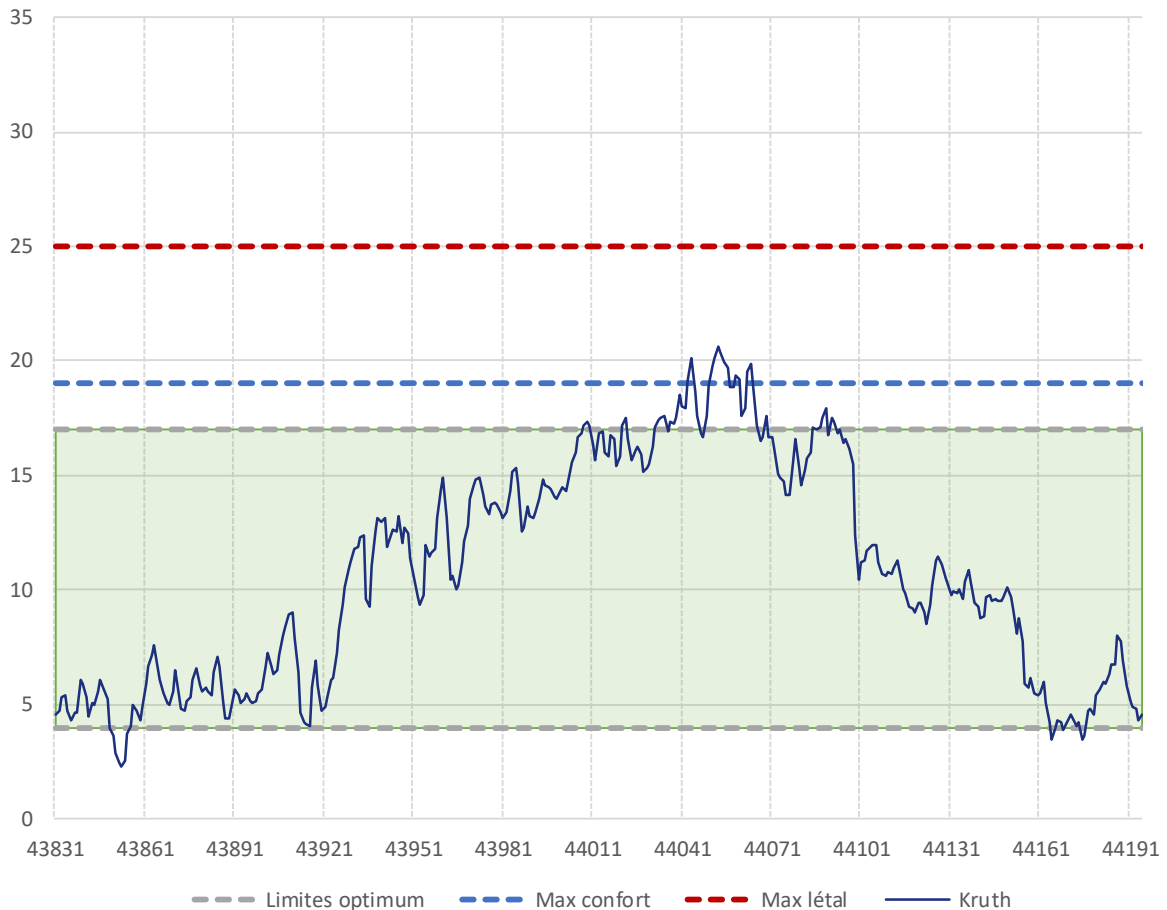
Thur - Aval LKW - T03



Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020

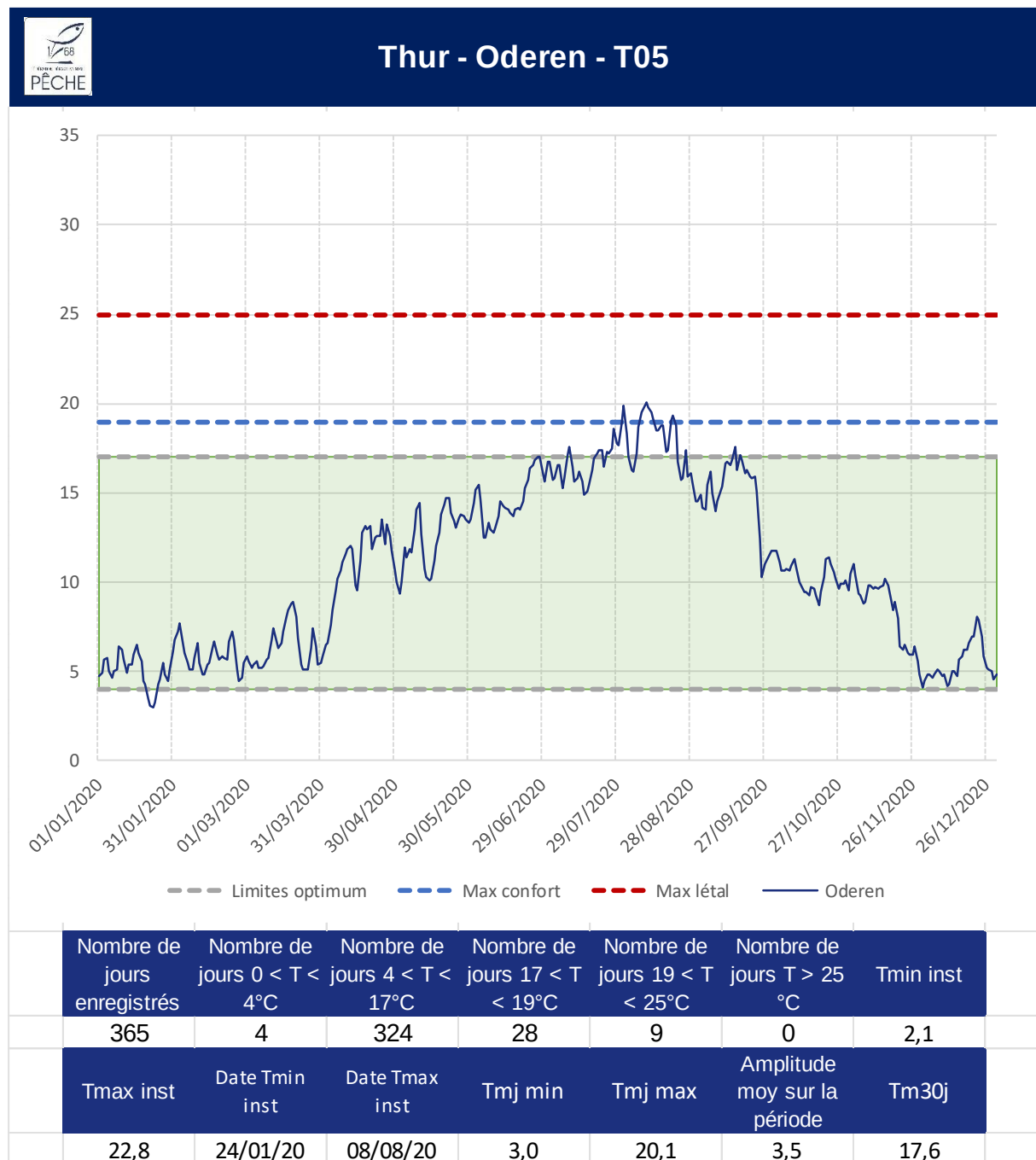


Thur - Kruth - T04



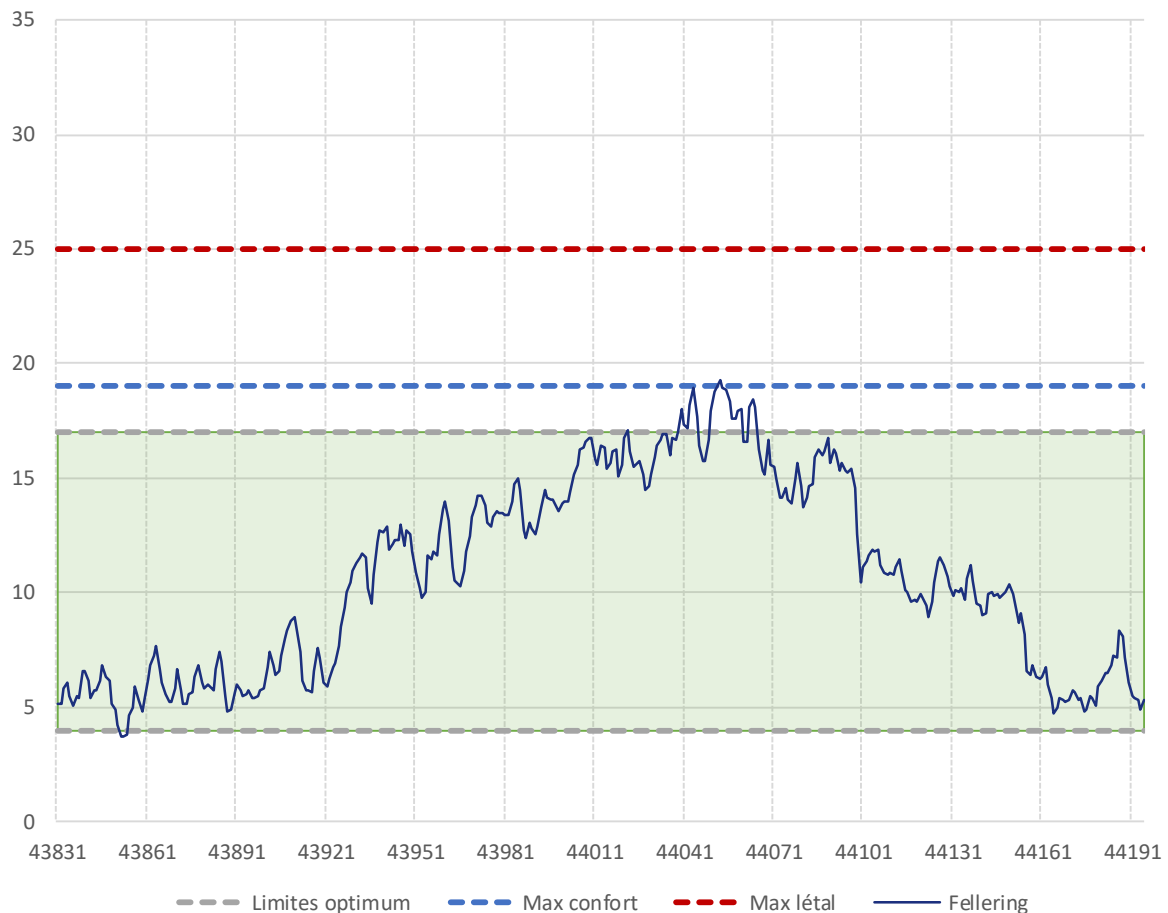
Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	12	308	33	12	0	1,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,8	24,01/20	10/08/20	2,3	20,6	4,0	18,5

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020





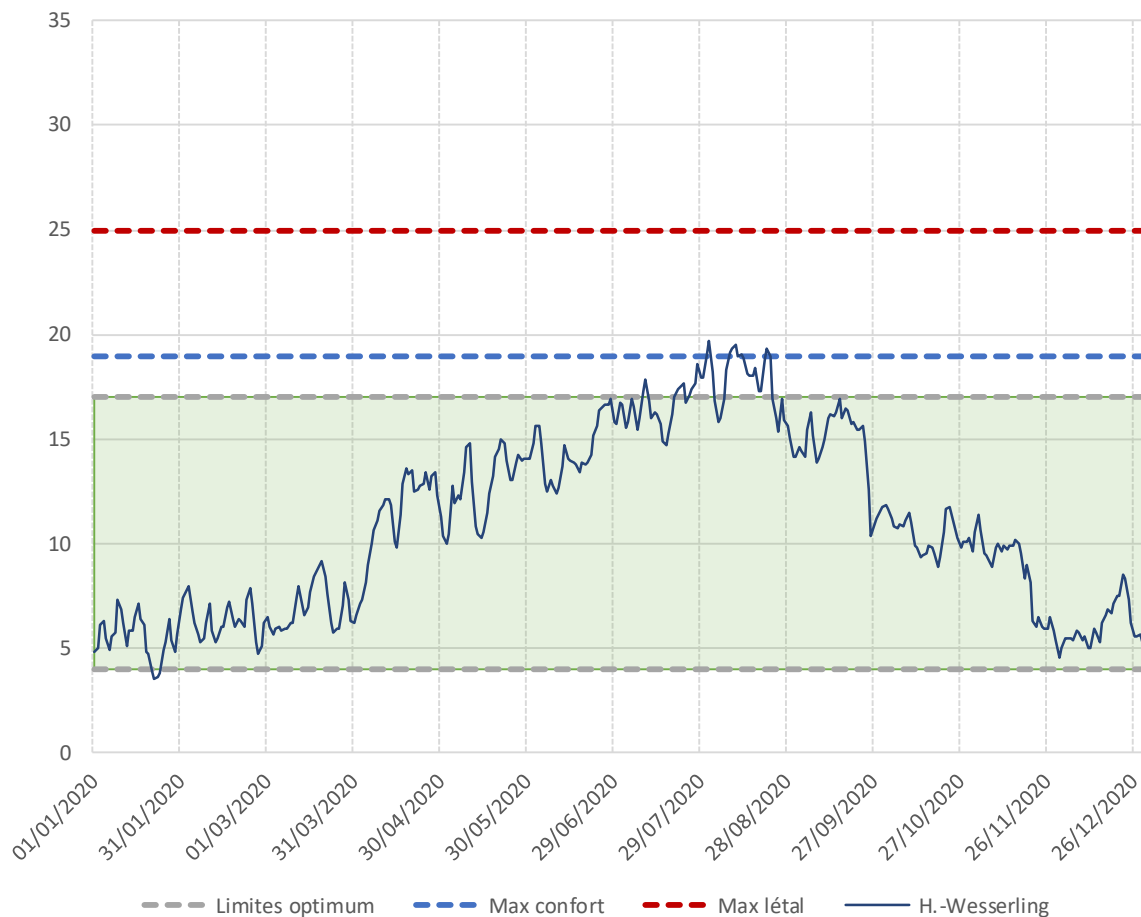
Thur - Fellingering - T06



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	3	340	21	1	0	3,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,8	24/01/20	08/08/20	3,7	19,3	3,9	18,1



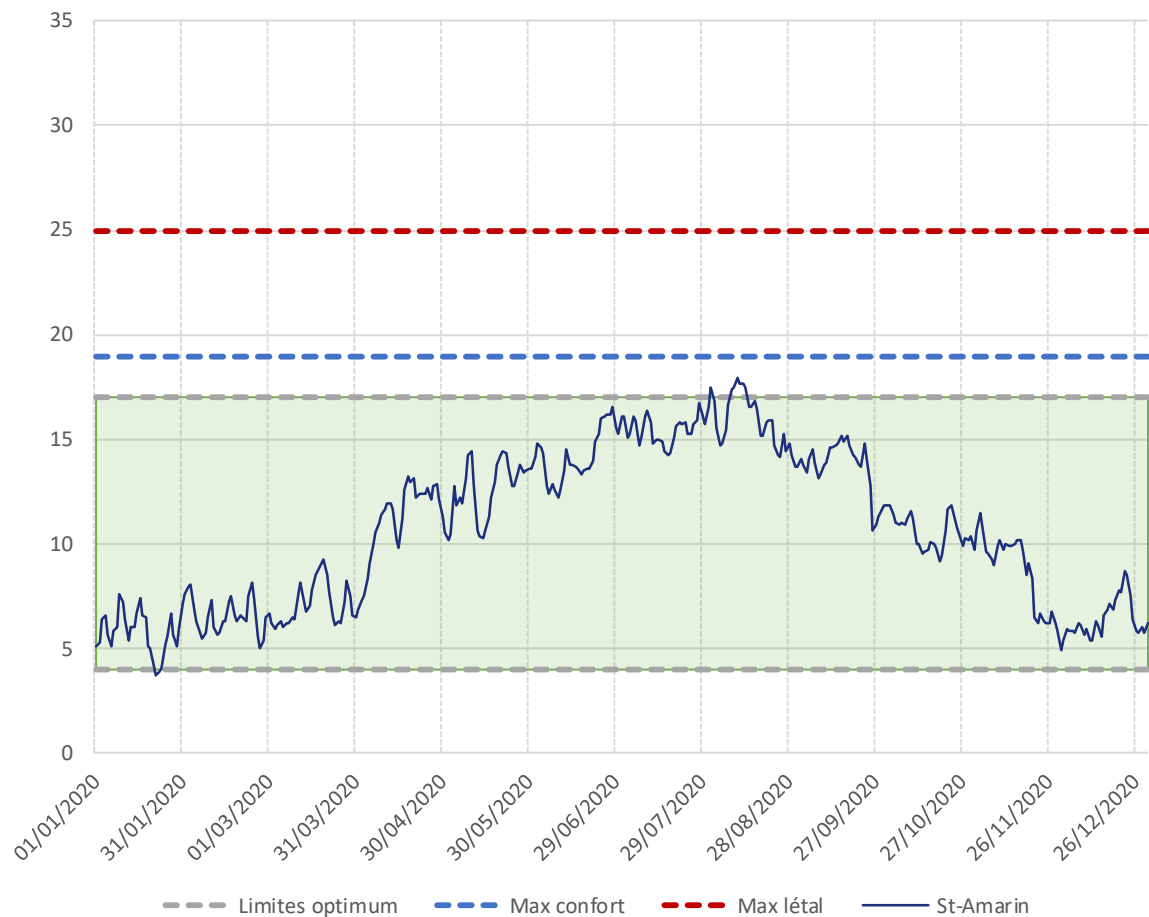
Thur - H-Husseren - T07



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	4	330	24	7	0	2,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,6	24/01/20	30/07/20	3,5	19,7	3,2	16,3

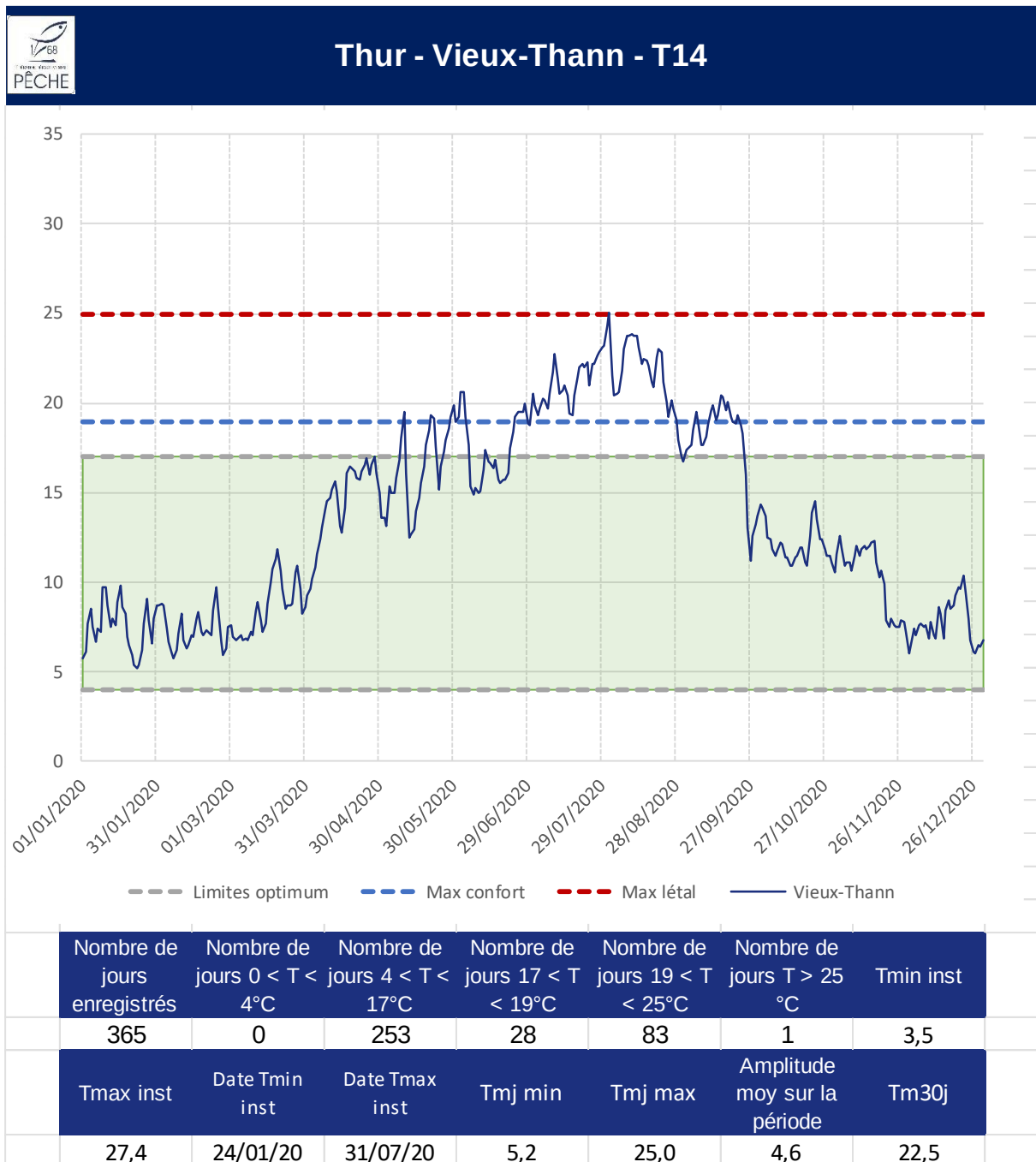


Thur - St-Amarin - T08



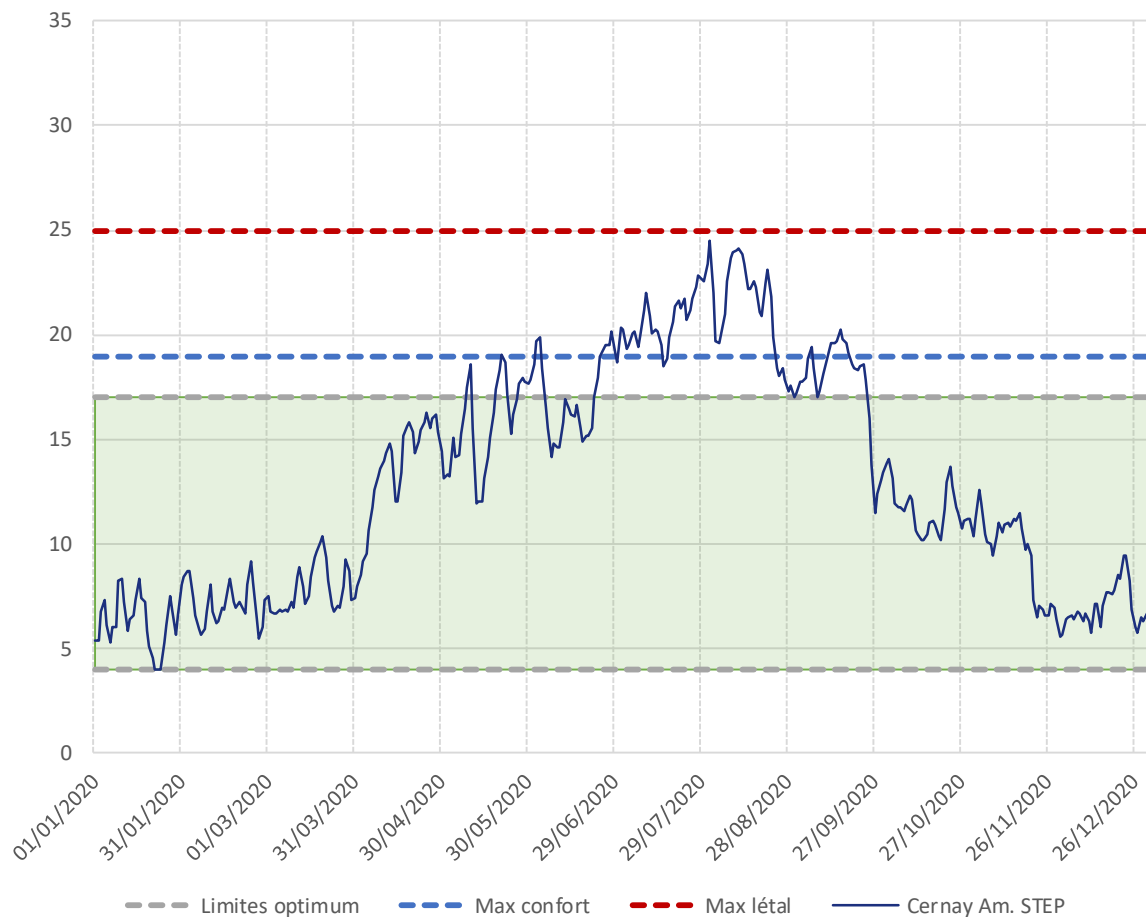
Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	2	356	7	0	0	3,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,5	24/01/20	10/08/20	3,8	14,2	4,5	18,8

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020





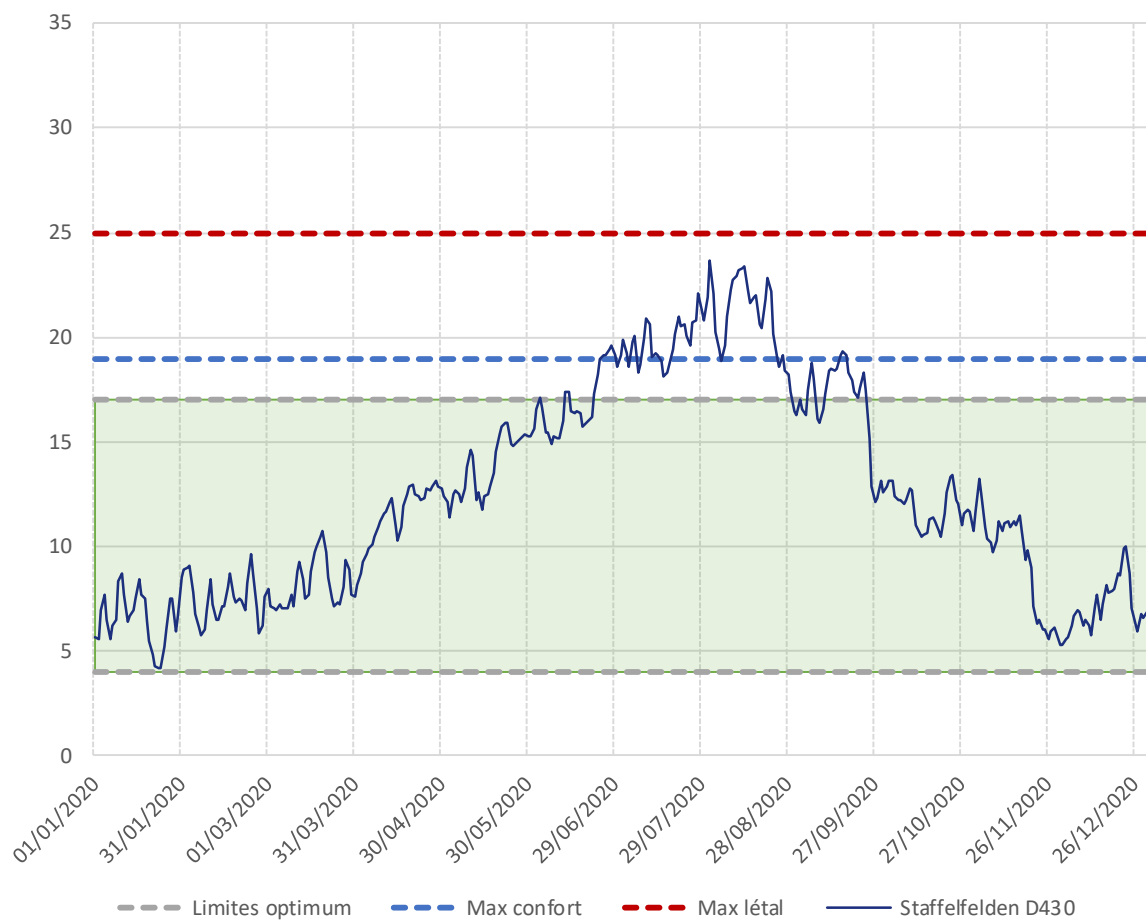
Thur - Am. Cernay STEP - T16



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	1	254	41	69	0	3,4
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
27,3	24/01/20	01/08/20	4,0	20,5	4,9	22,3



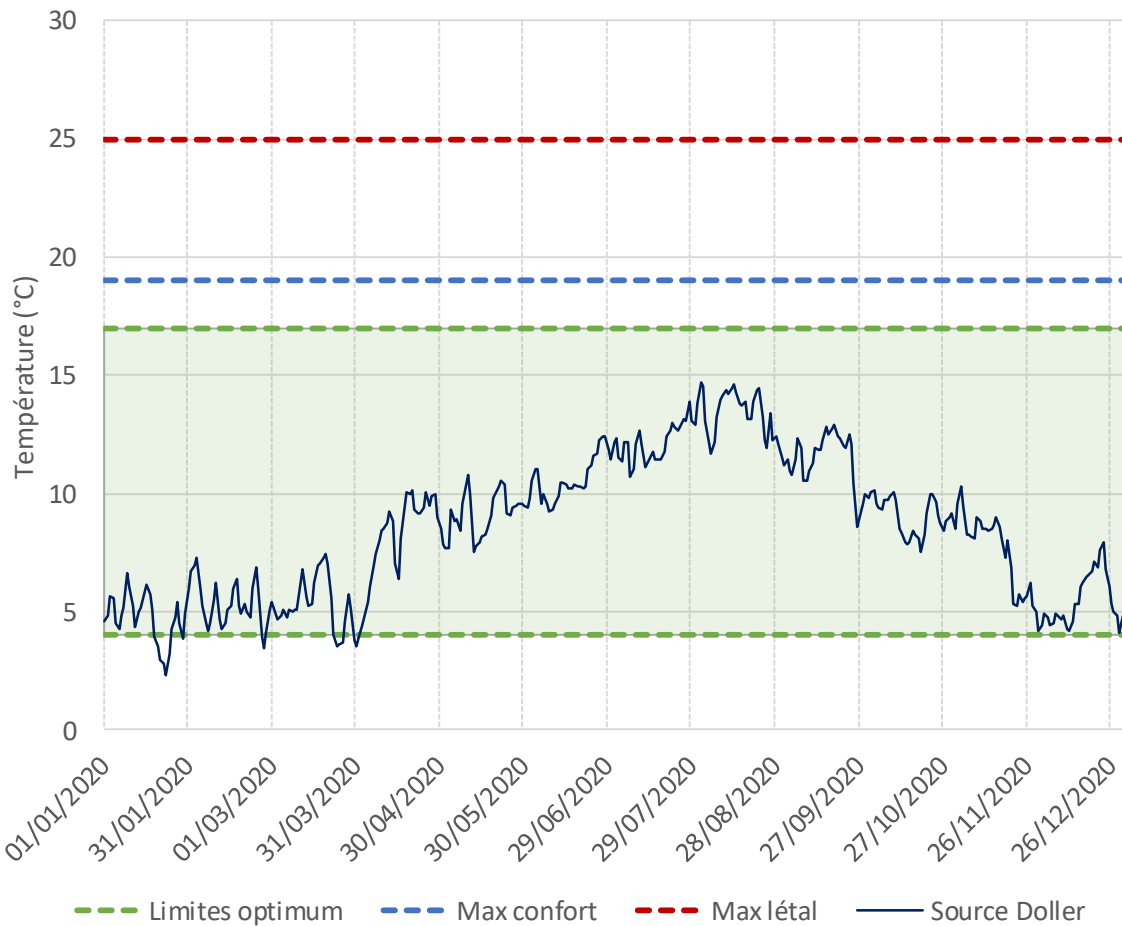
Thur - Staffelfelden - T20



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	0	275	34	56	0	3,6
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26,2	24/01/20	01/08/20	4,2	19,5	4,8	21,5



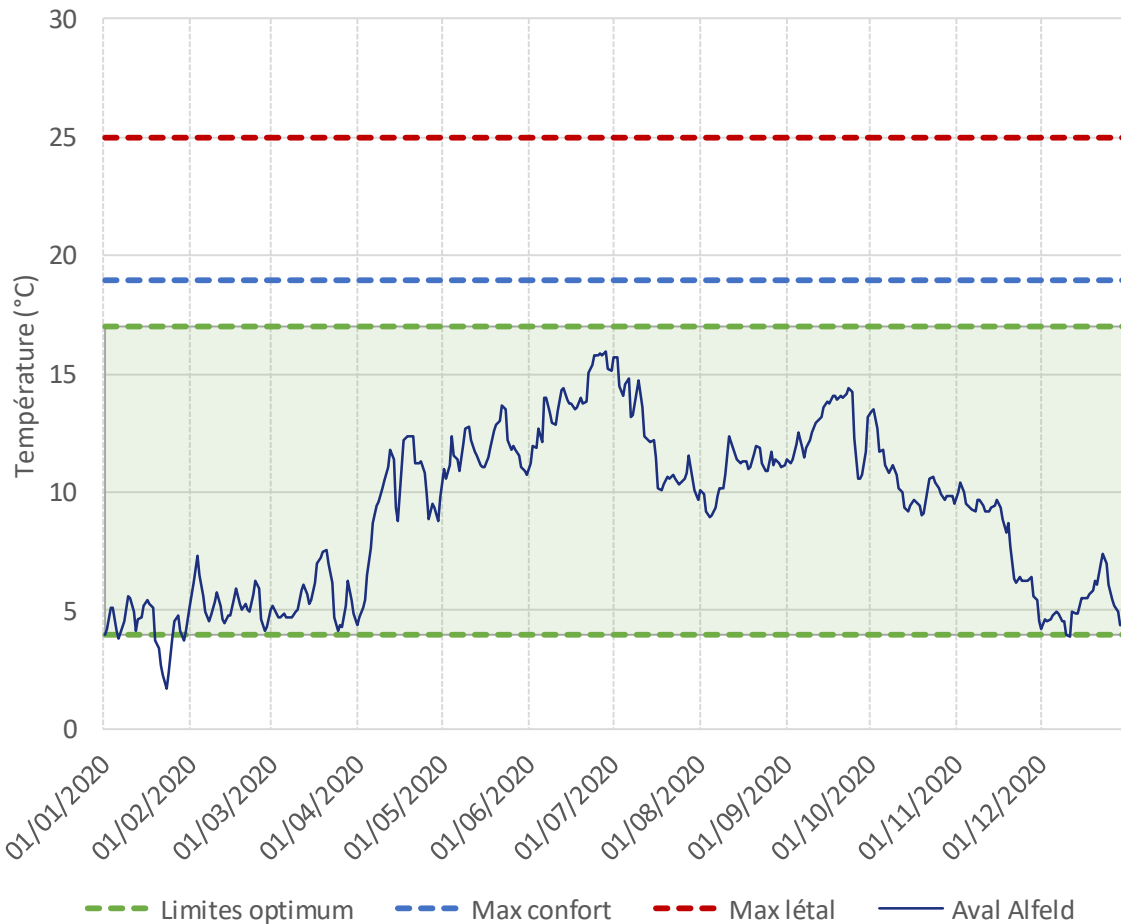
Doller - Source Doller - D16



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	16	349	0	0	0	2,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
15,8	23/01/20	01/08/20	2,3	14,7	3,1	13,6



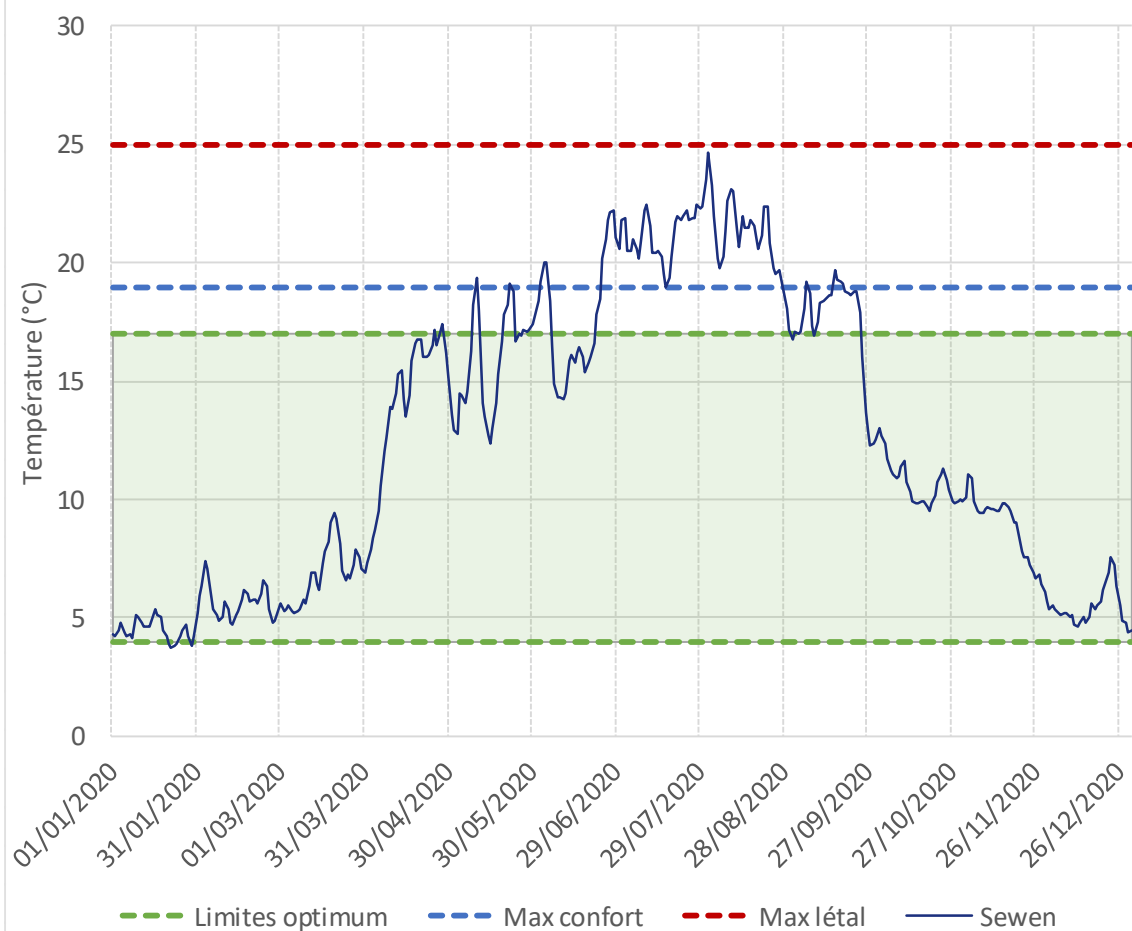
Doller - Aval Alfeld- D15



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	12	353	0	0	0	1,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,2	24/01/20	25/06/20	1,7	15,9	2,7	14,6



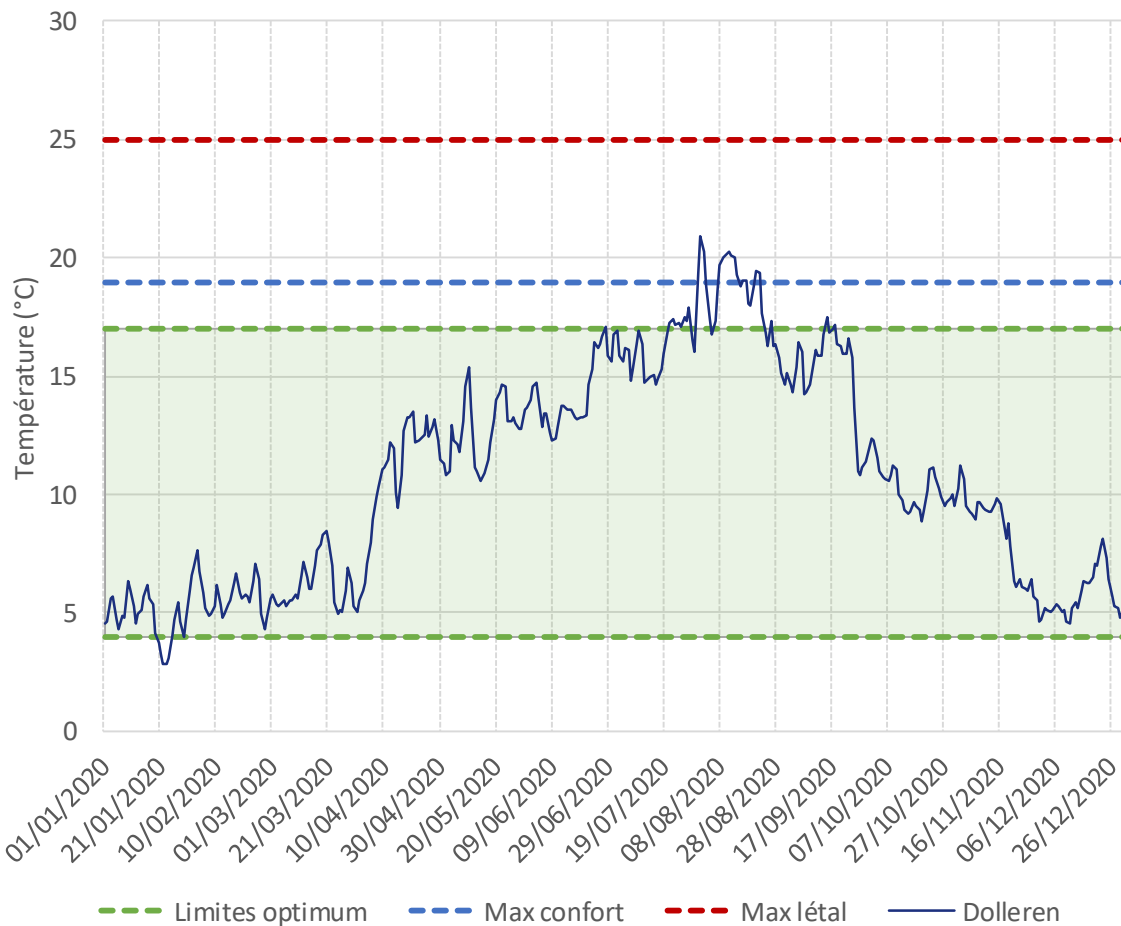
Doller -Sewen- D14



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	5	246	37	74	0	3,3
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,7	23/01/20	01/08/20	3,7	24,7	4,9	21,9



Doller - Dolleren - D13

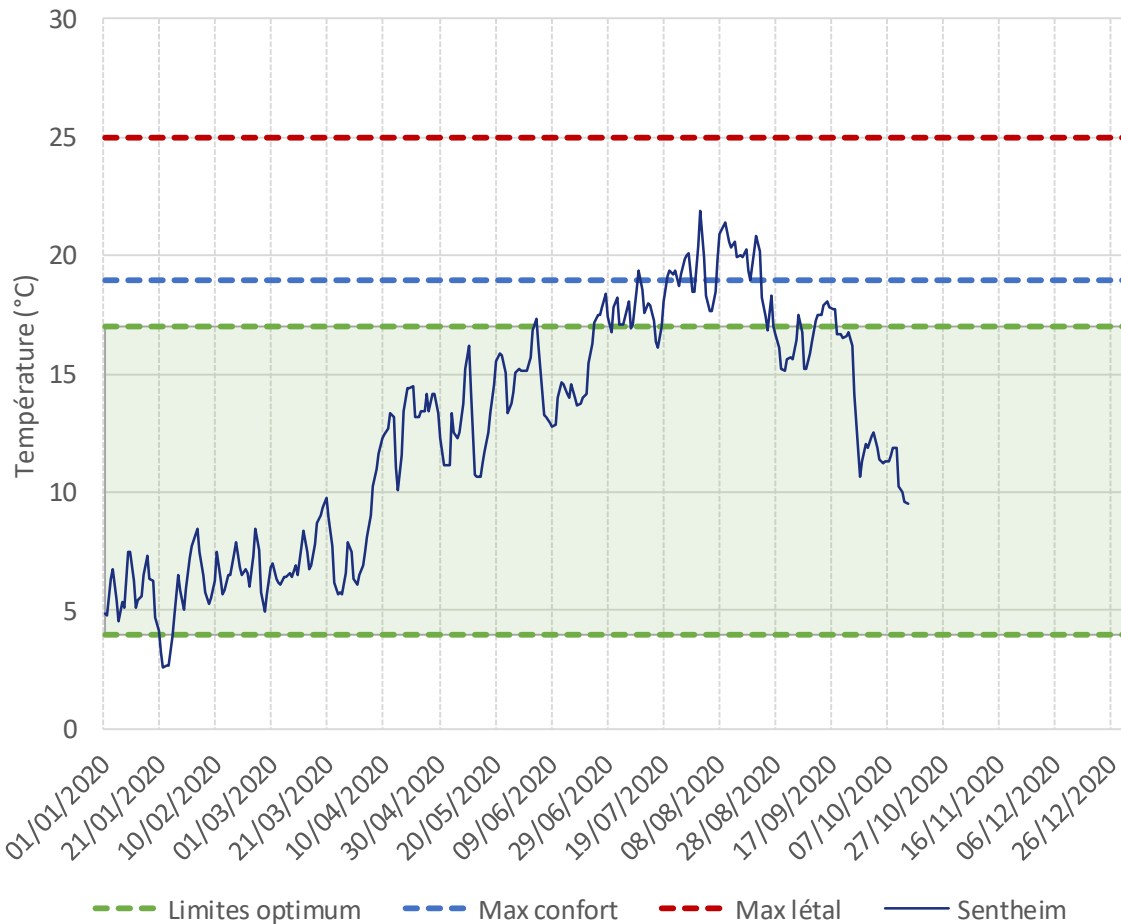


Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	1,98
365	6	323	22	14	0	1,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,8	24/01/20	01/08/20	2,8	21,0	4,9	18,7

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020



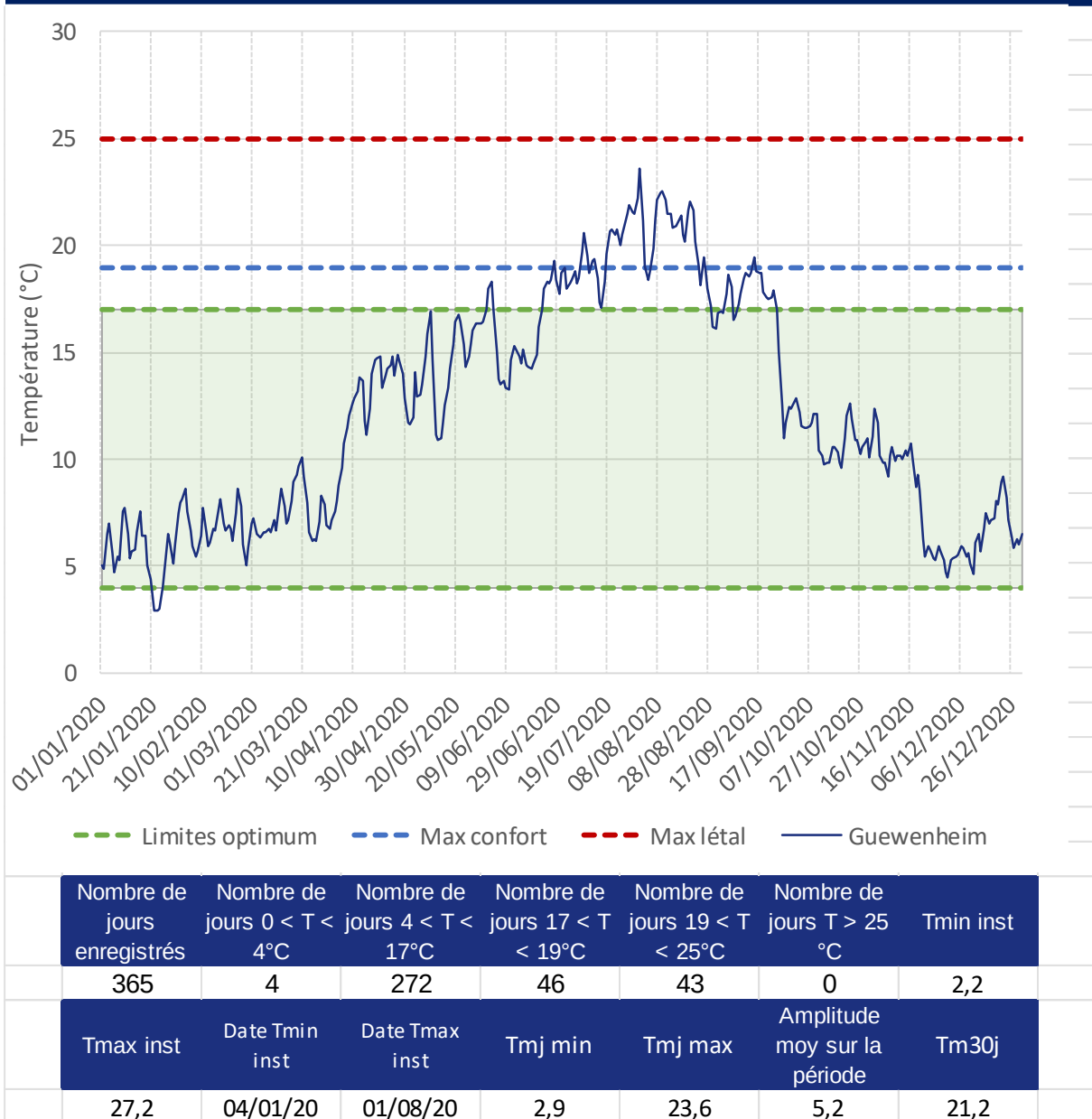
Doller - Sentheim - D03



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
288	5	213	43	27	0	1,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,7	24/01/20	01/08/20	2,6	21,9	4,2	19,8



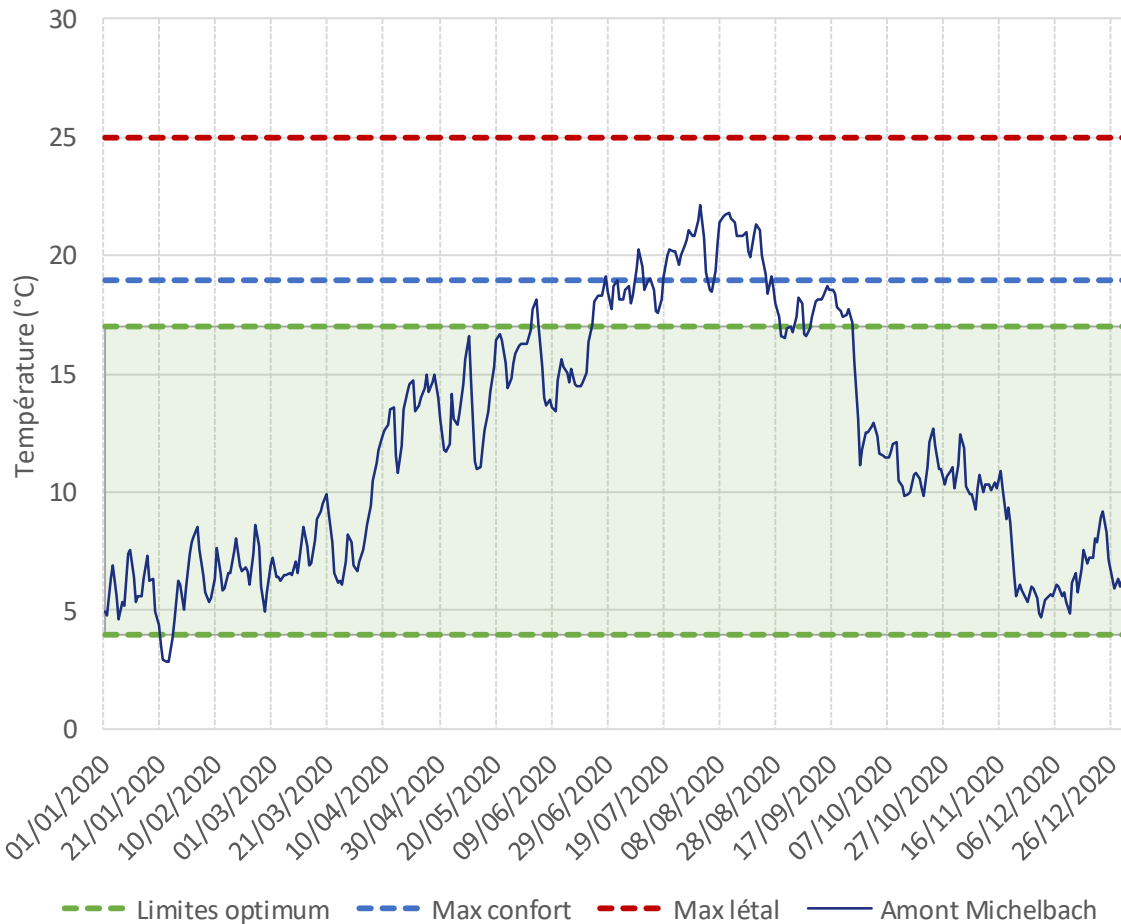
Doller - Guewenheim - D04



Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020



Doller - Amont Michelbach - D05

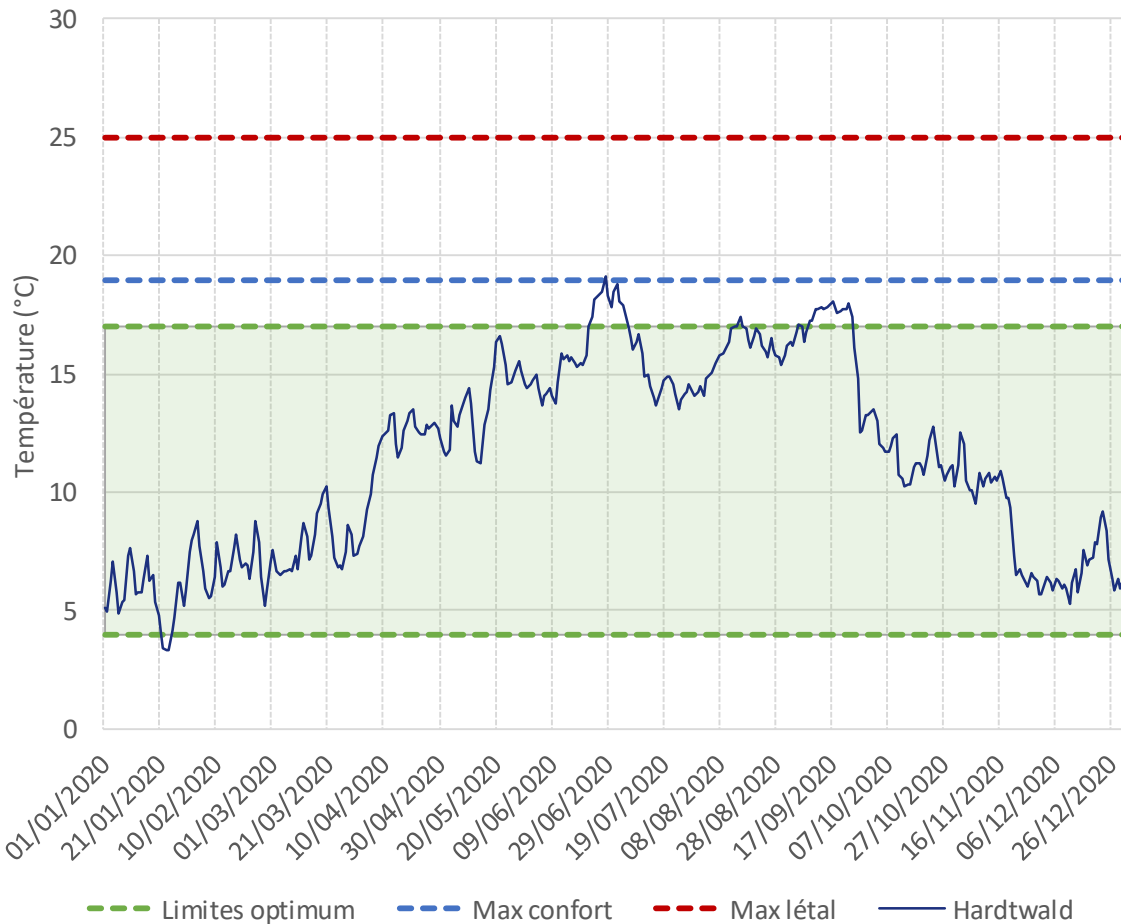


Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	5	270	49	41	0	2,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,0	24/01/20	01/08/20	2,9	22,1	3,6	20,7

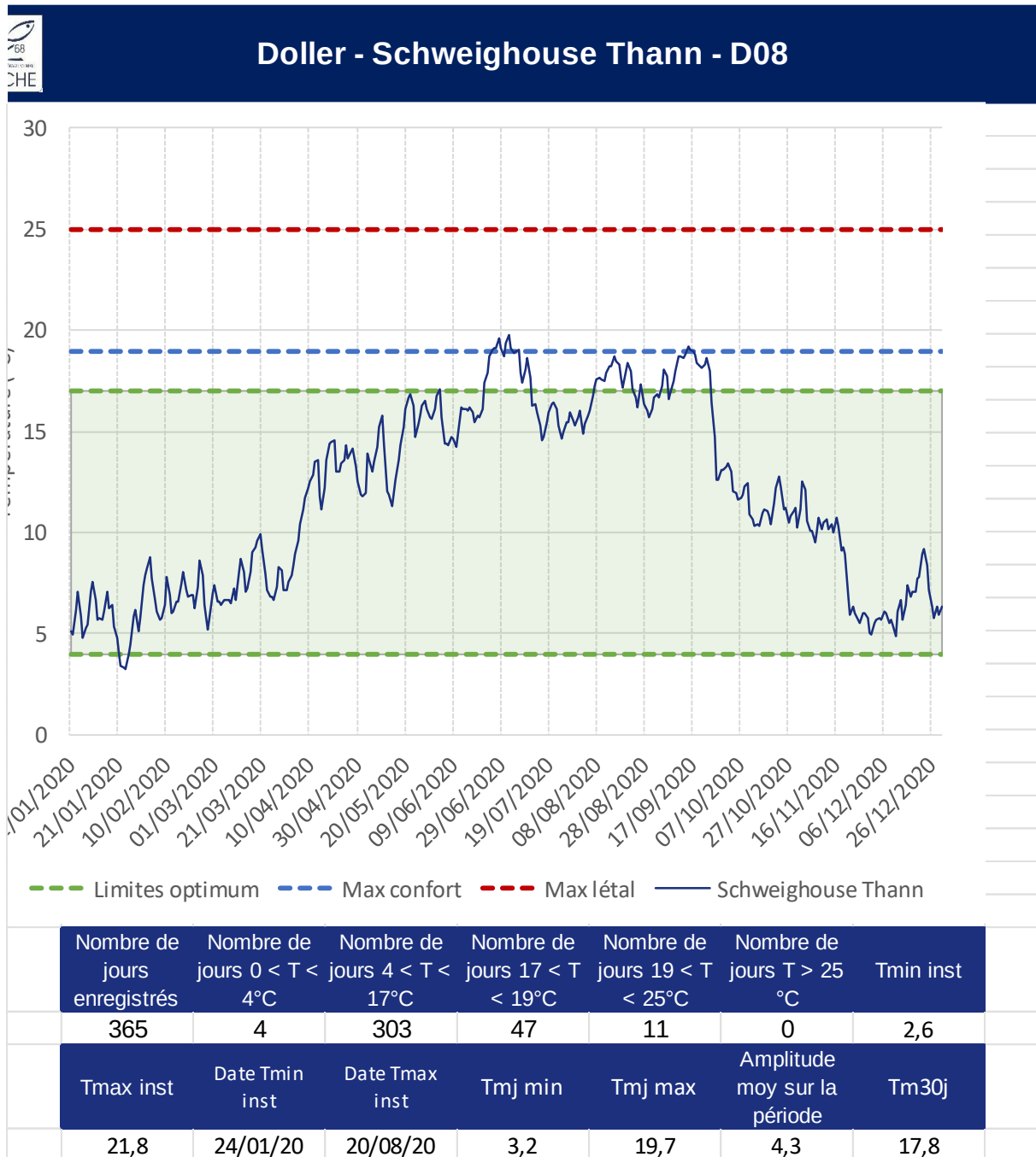
Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020



Doller - Hardtwald - D07

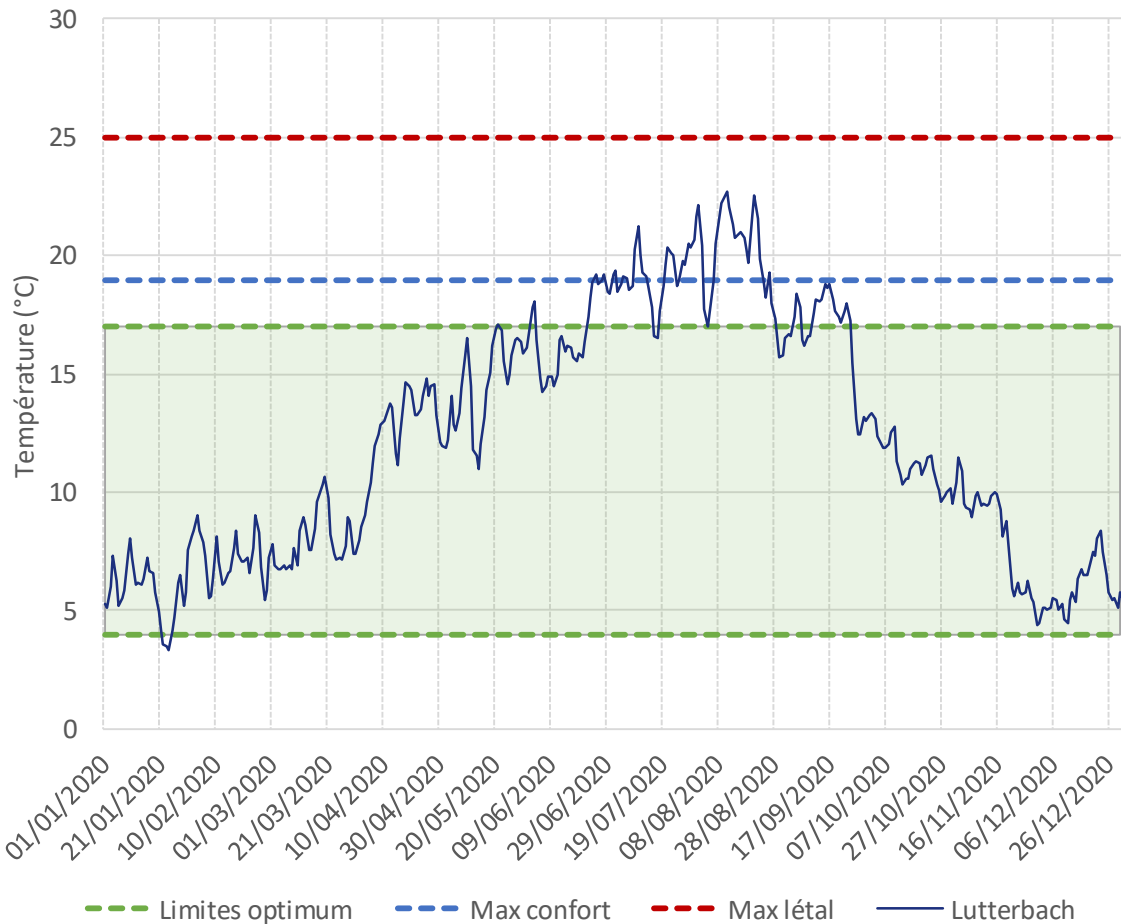


Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	3	328	33	1	0	2,6
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
20,9	24/01/20	28/06/20	3,3	19,1	2,6	17,0





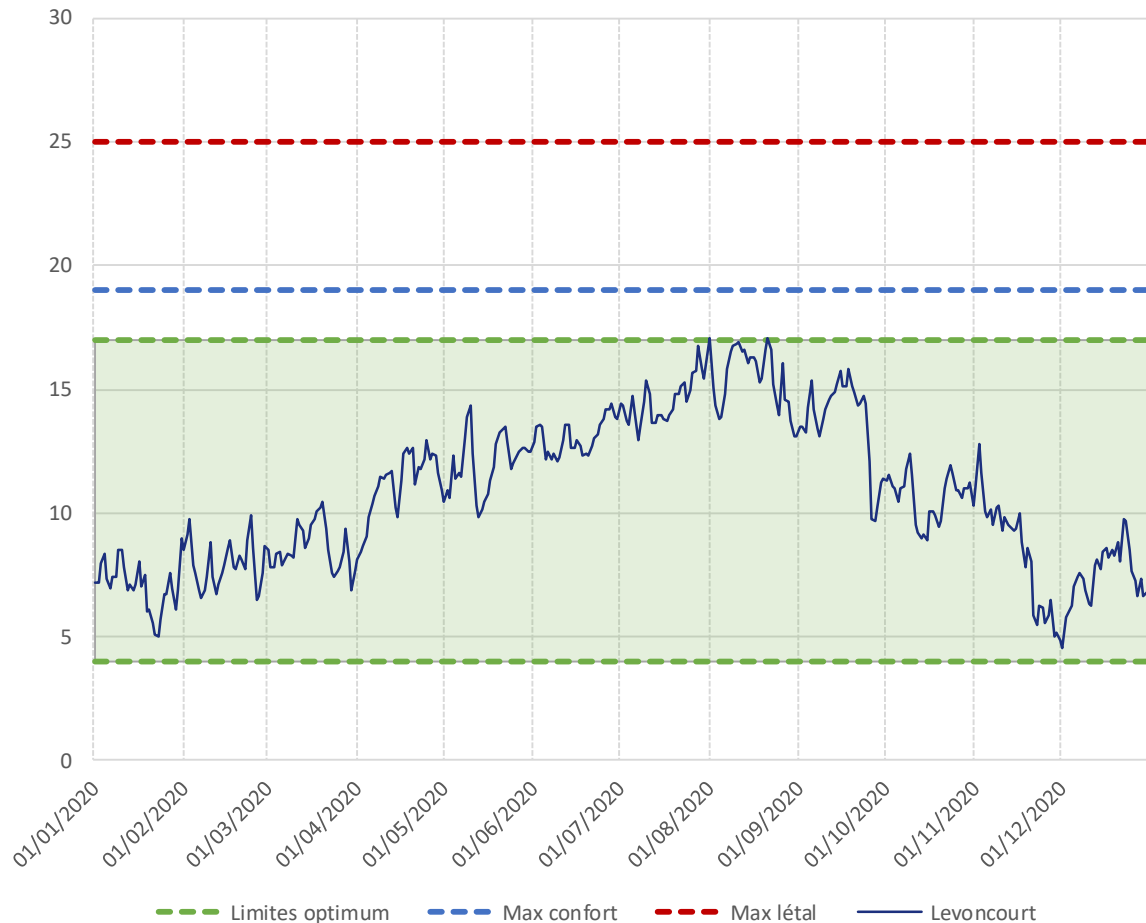
Doller - Lutterbach - D17



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	3	277	44	41	0	2,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
27,1	24/01/20	21/08/20	3,4	22,7	5,8	20,6



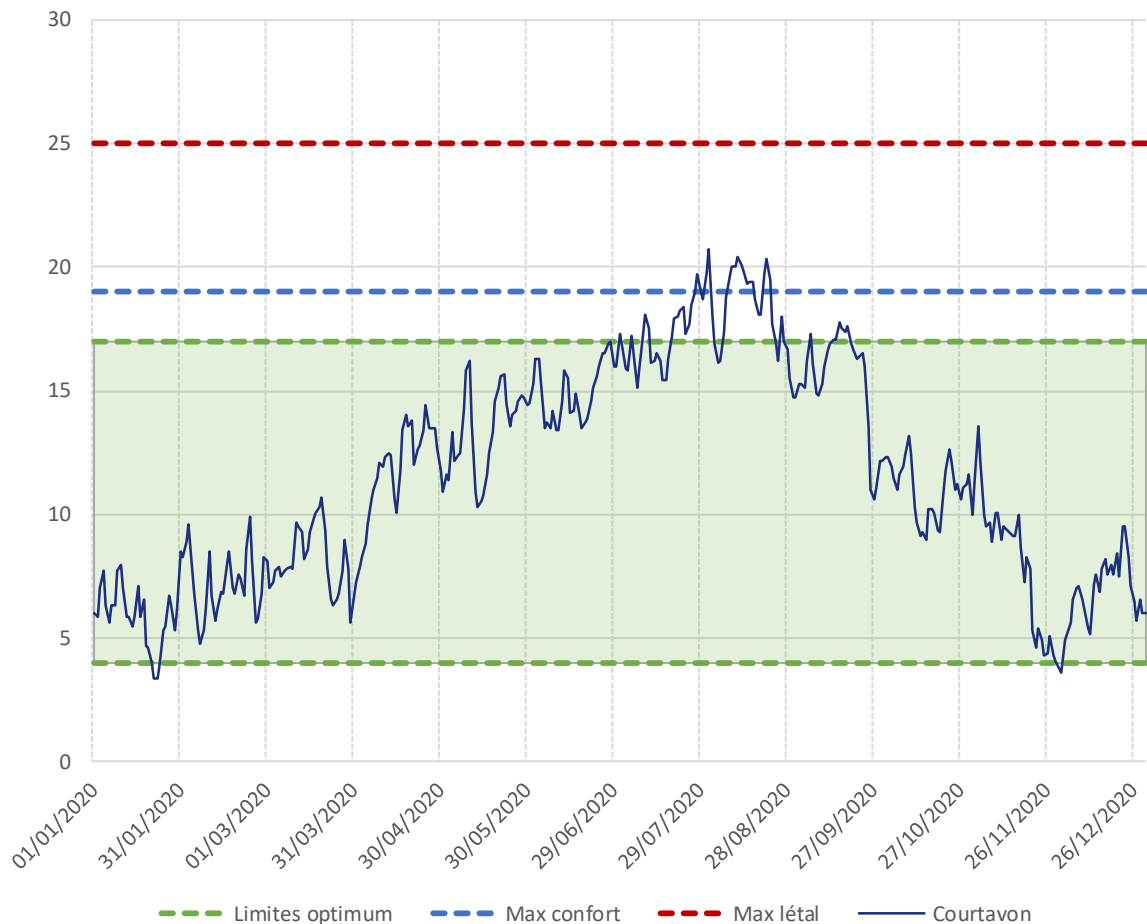
Largue - Levoncourt - LG01



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	0	363	2	0	0	3,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,0	01/12/20	11/08/20	4,5	17,1	3,3	15,7



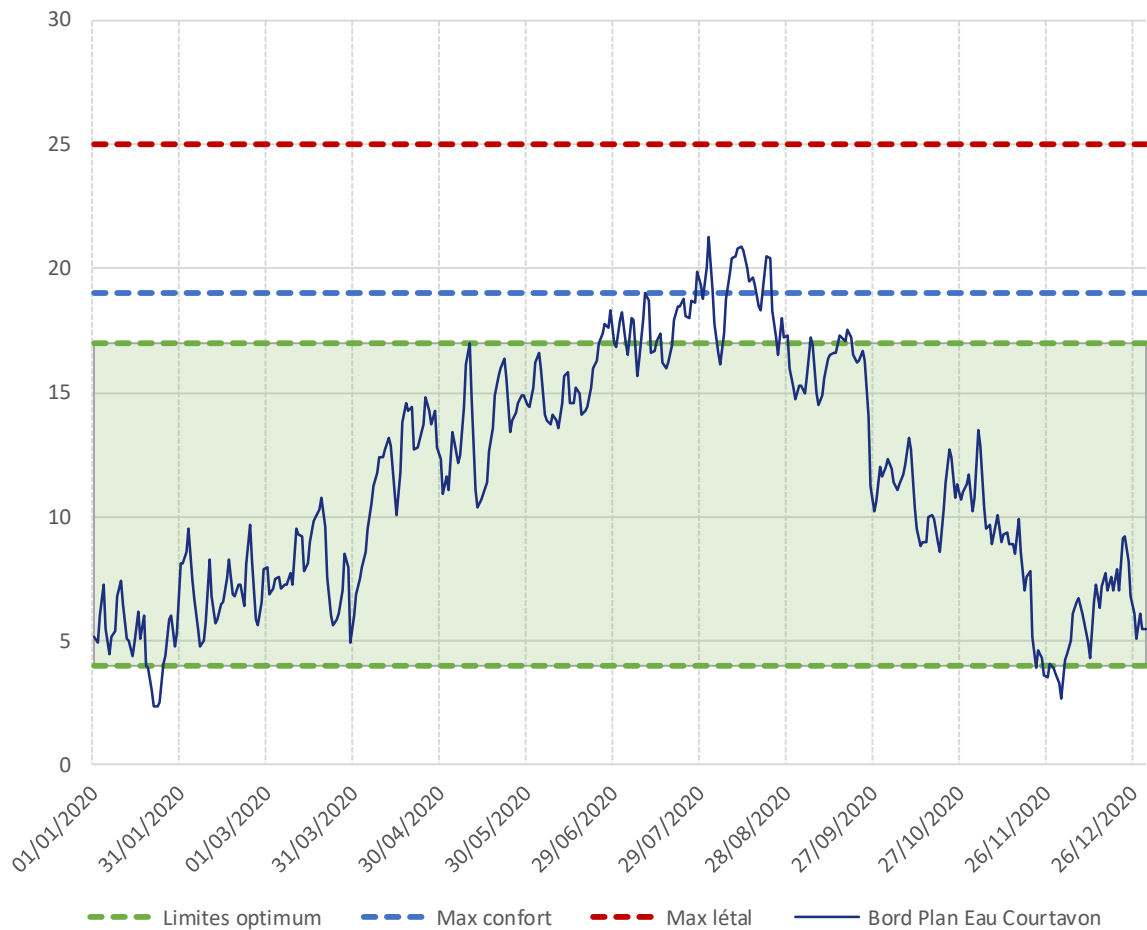
Largue - Courtavon - LG02



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	5	311	29	15	0	2,4
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,7	24/01/20	31/07/20	3,4	20,7	4,6	18,9



Largue - Bord Plan Eau Courtavon - LG03

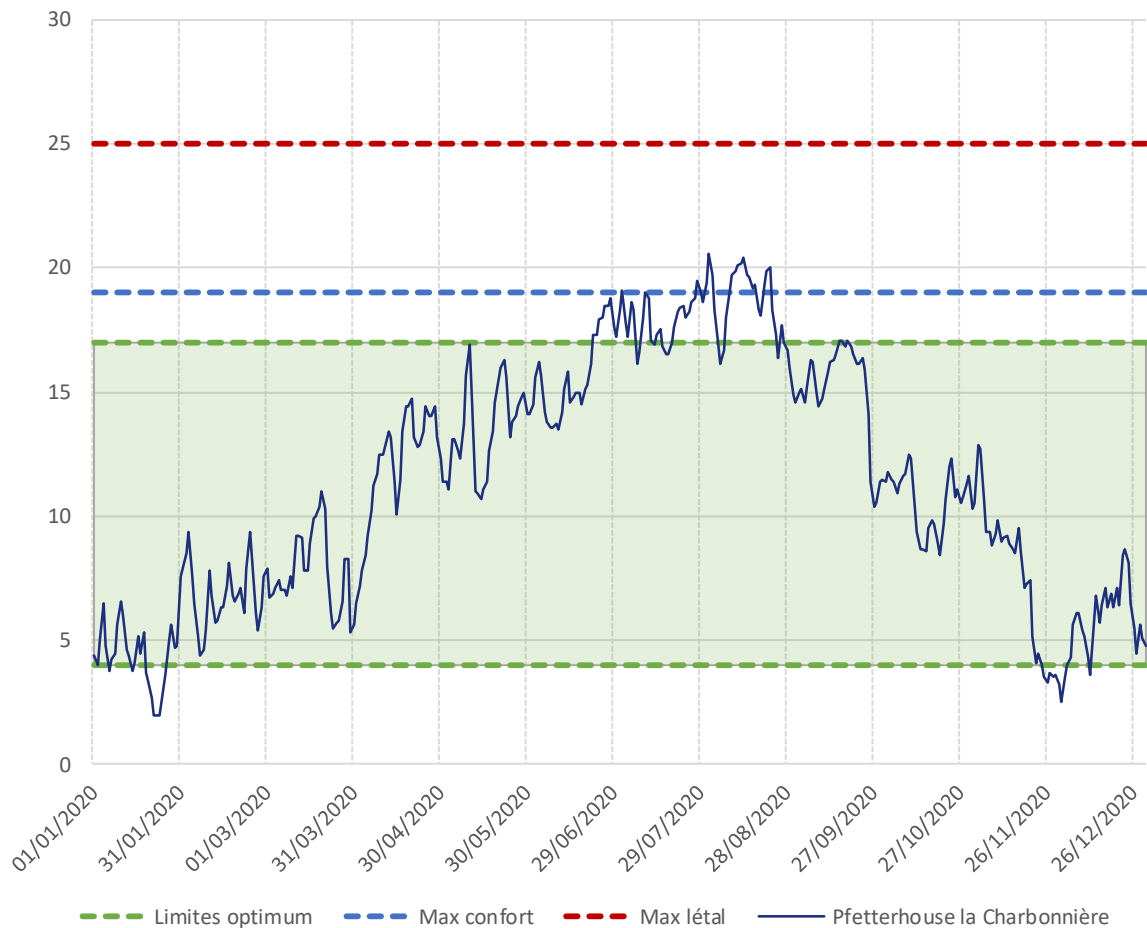


Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	12	292	37	18	0	1,4
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,1	24/01/20	01/08/20	2,4	21,3	5,2	19,3

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020



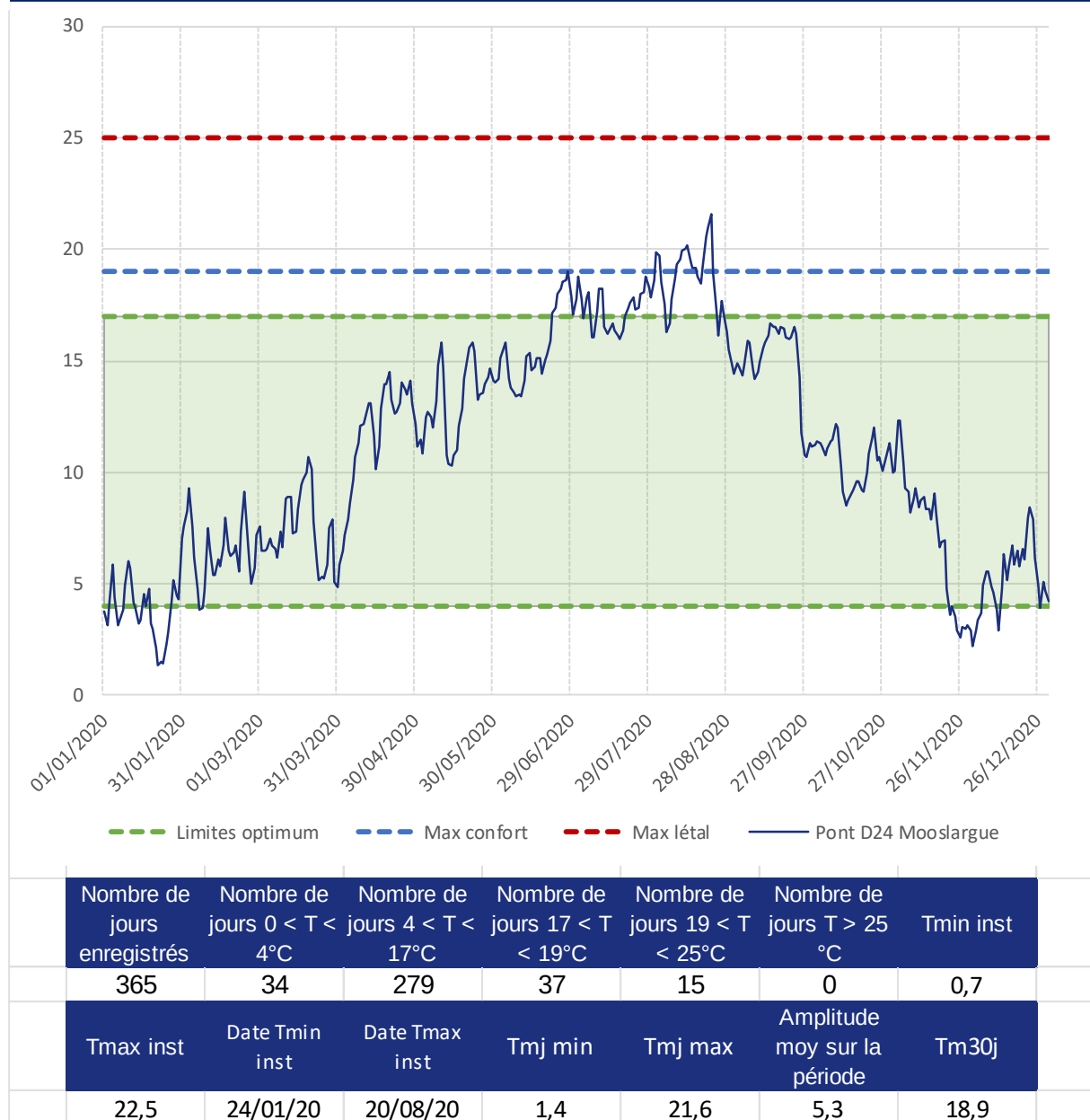
Largue - Pfetterhouse - LG04



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	19	283	38	18	0	1,3
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,3	24/01/20	01/08/20	2,0	20,6	4,5	19,0

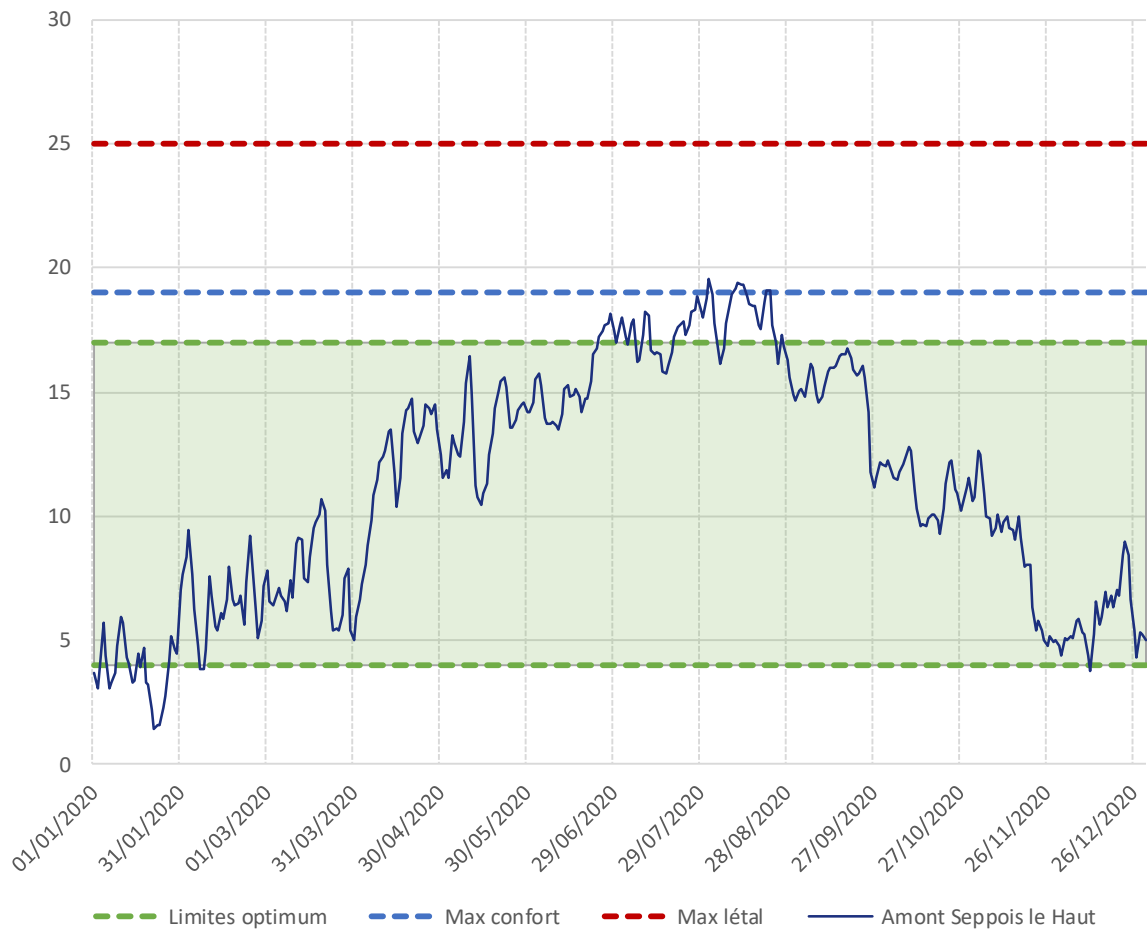


Largue - Mooslargue - LG05





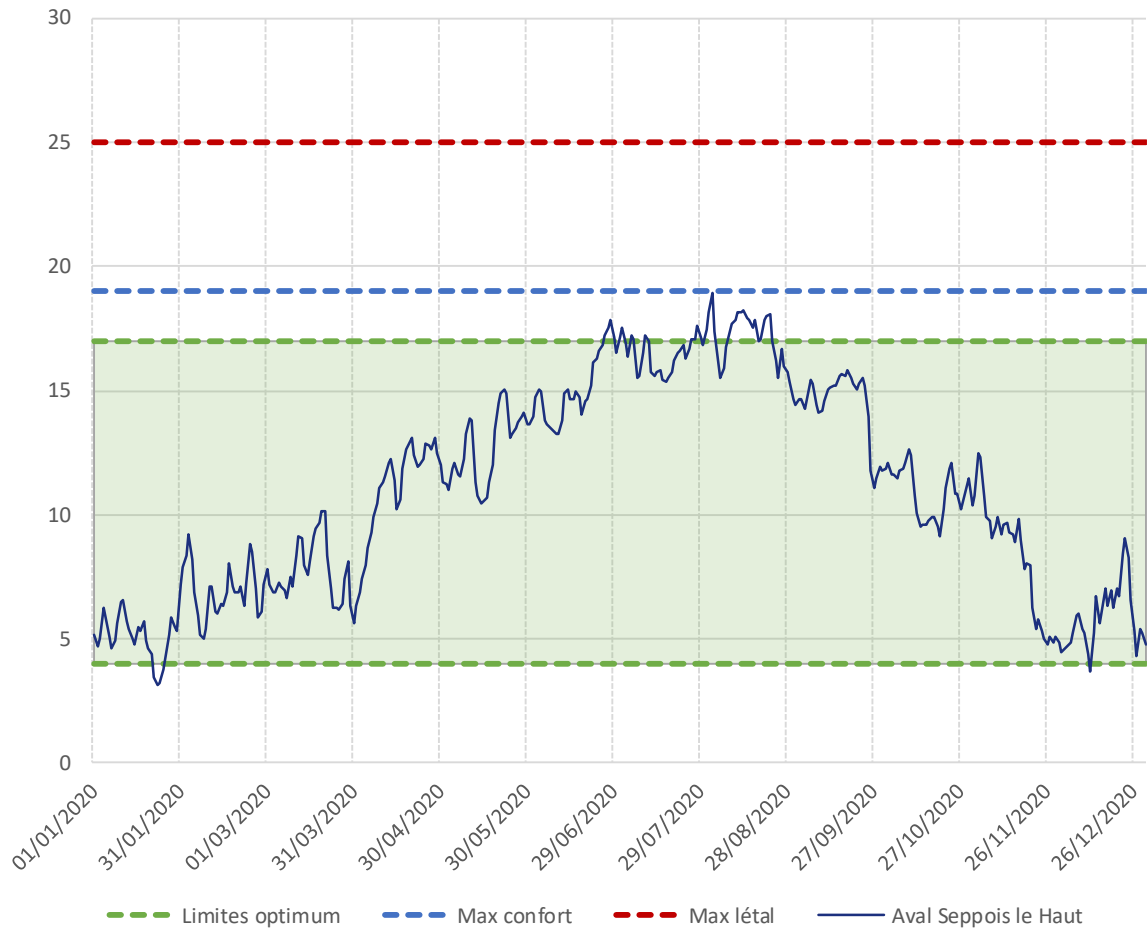
Largue - Amont Seppois le Haut - LG06



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	20	298	40	7	0	0,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,1	24/01/20	01/08/20	1,5	19,6	3,5	18,4



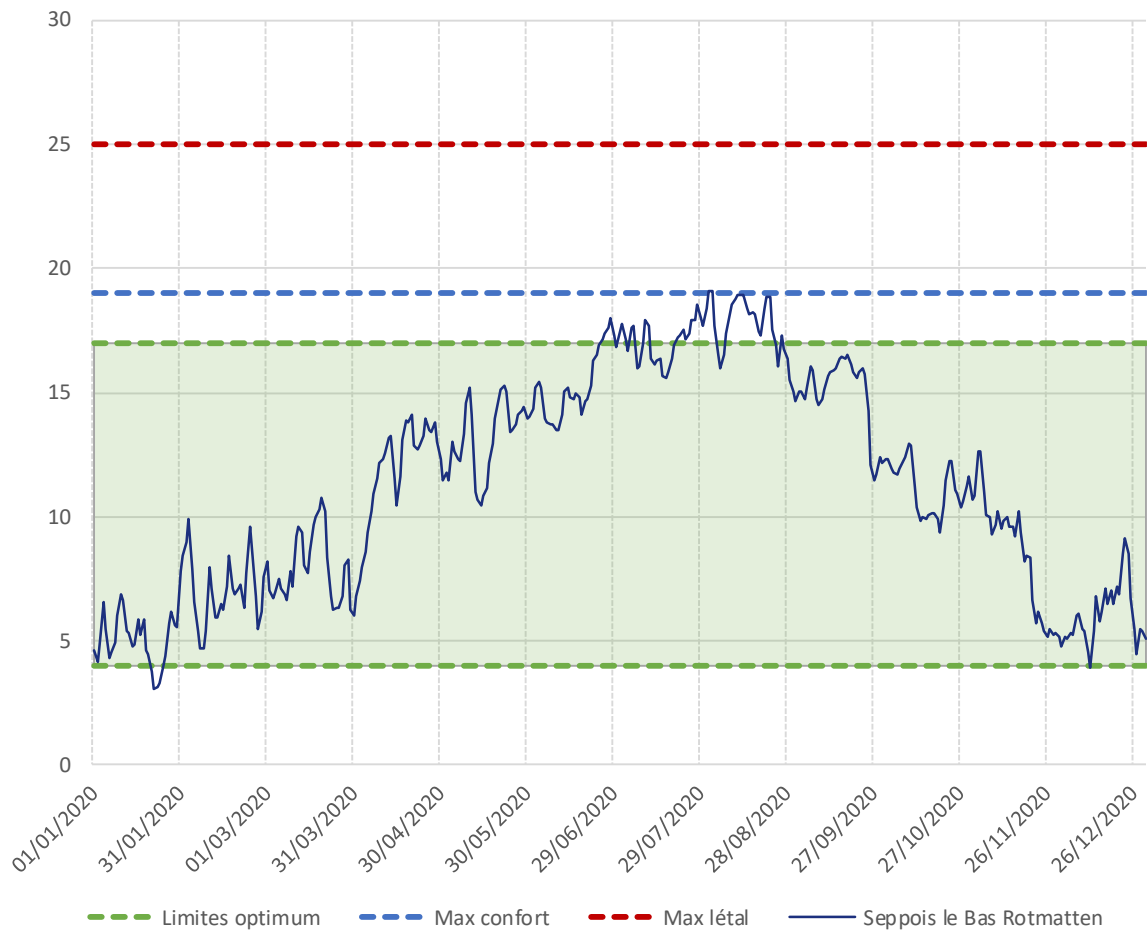
Largue - Aval Seppois le Haut - LG07



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	5	327	33	0	0	2,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,4	24/01/20	02/08/20	3,2	18,9	3,4	17,,4



Largue - Seppois le Bas - LG08

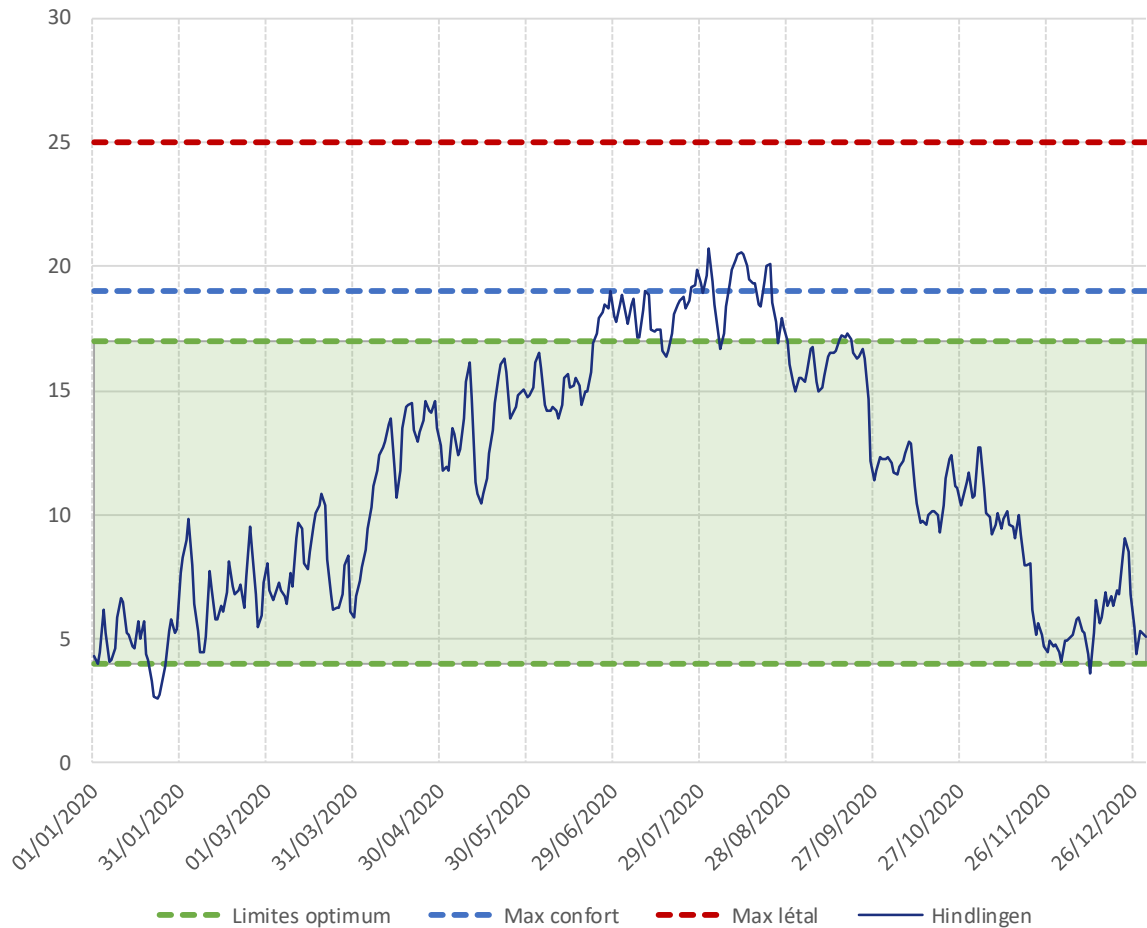


Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	5	315	43	2	0	2,5
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
20,3	24/01/20	02/08/20	3,1	19,1	3,2	18,1

Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020



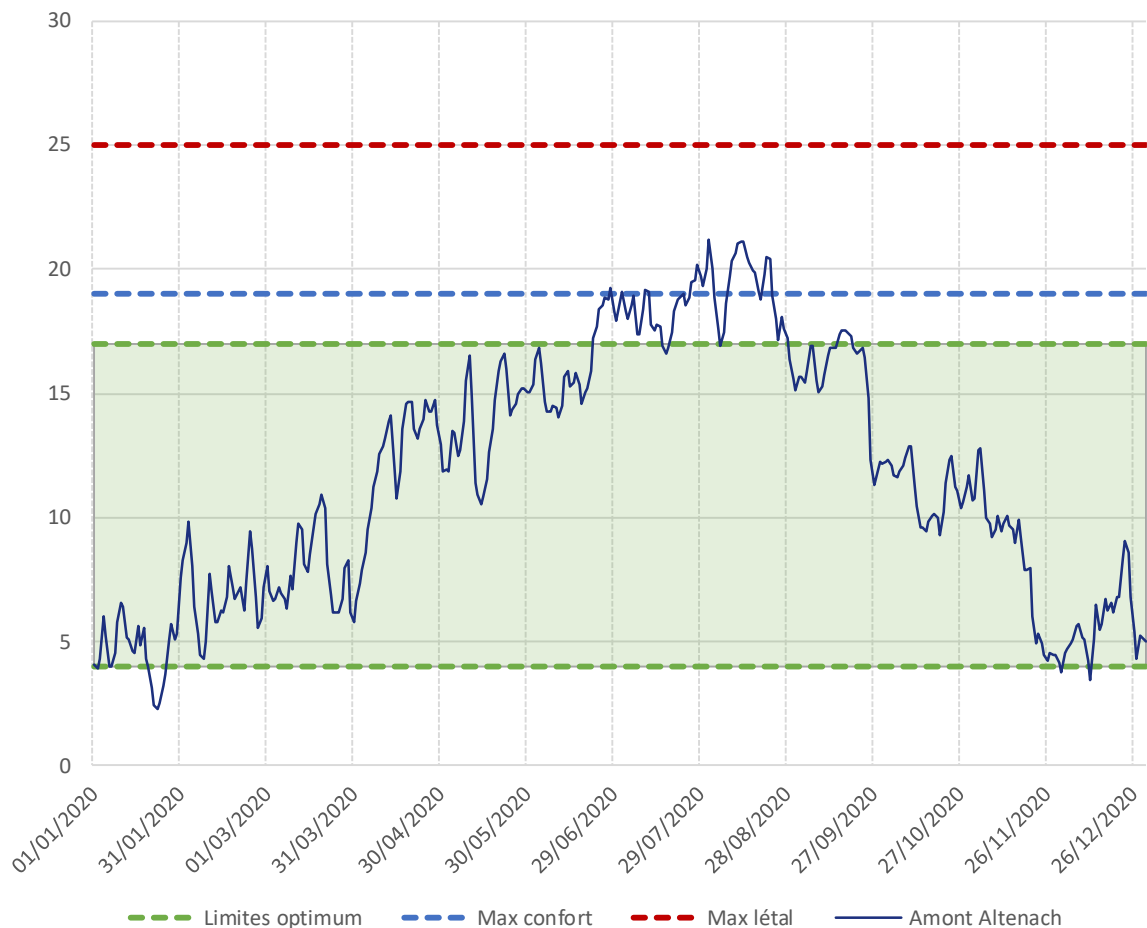
Largue - Hindlingen - LG11



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	8	291	44	22	0	2,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,1	24/01/20	01/08/20	2,6	20,7	4,1	19,2



Largue - Amont Altenach - LG12

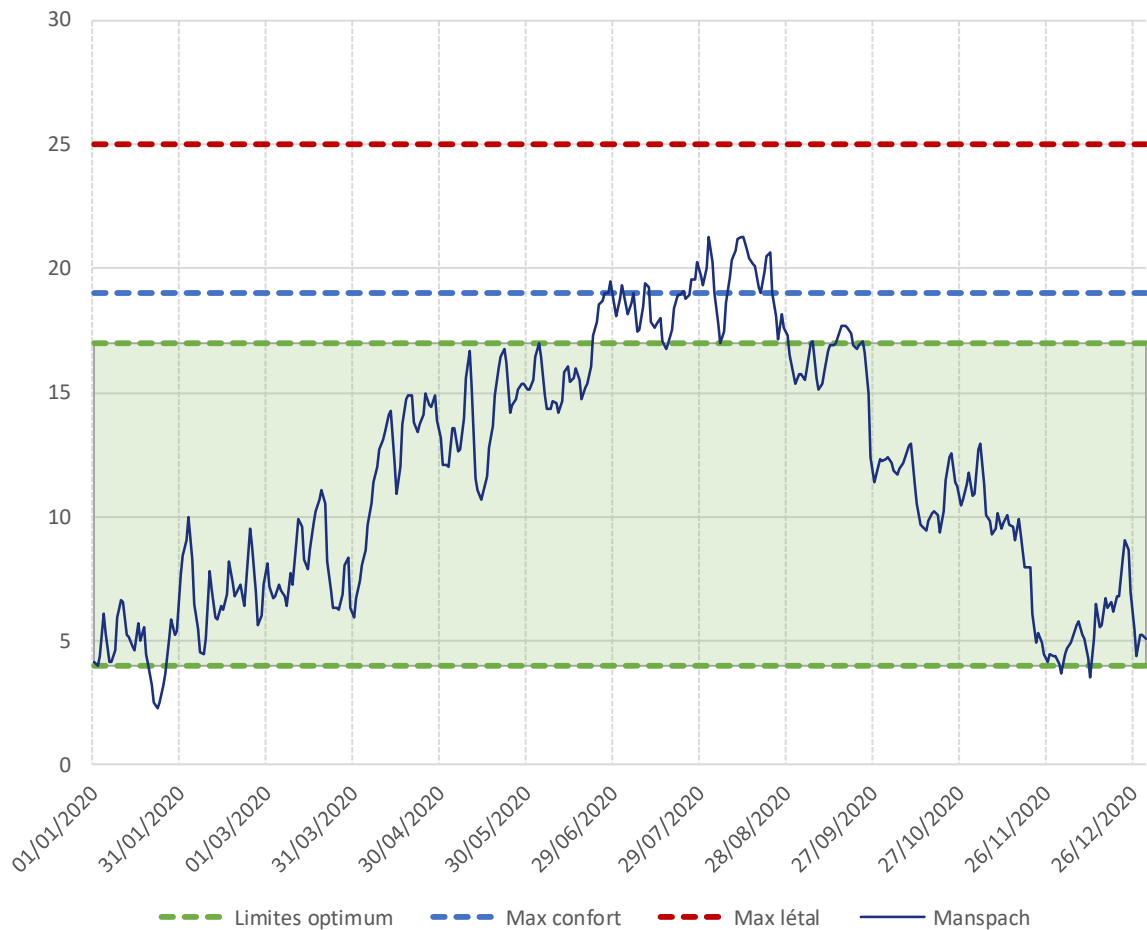


Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	9	287	42	20	0	2,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,6	24/01/20	01/08/20	2,3	21,2	4,3	19,7

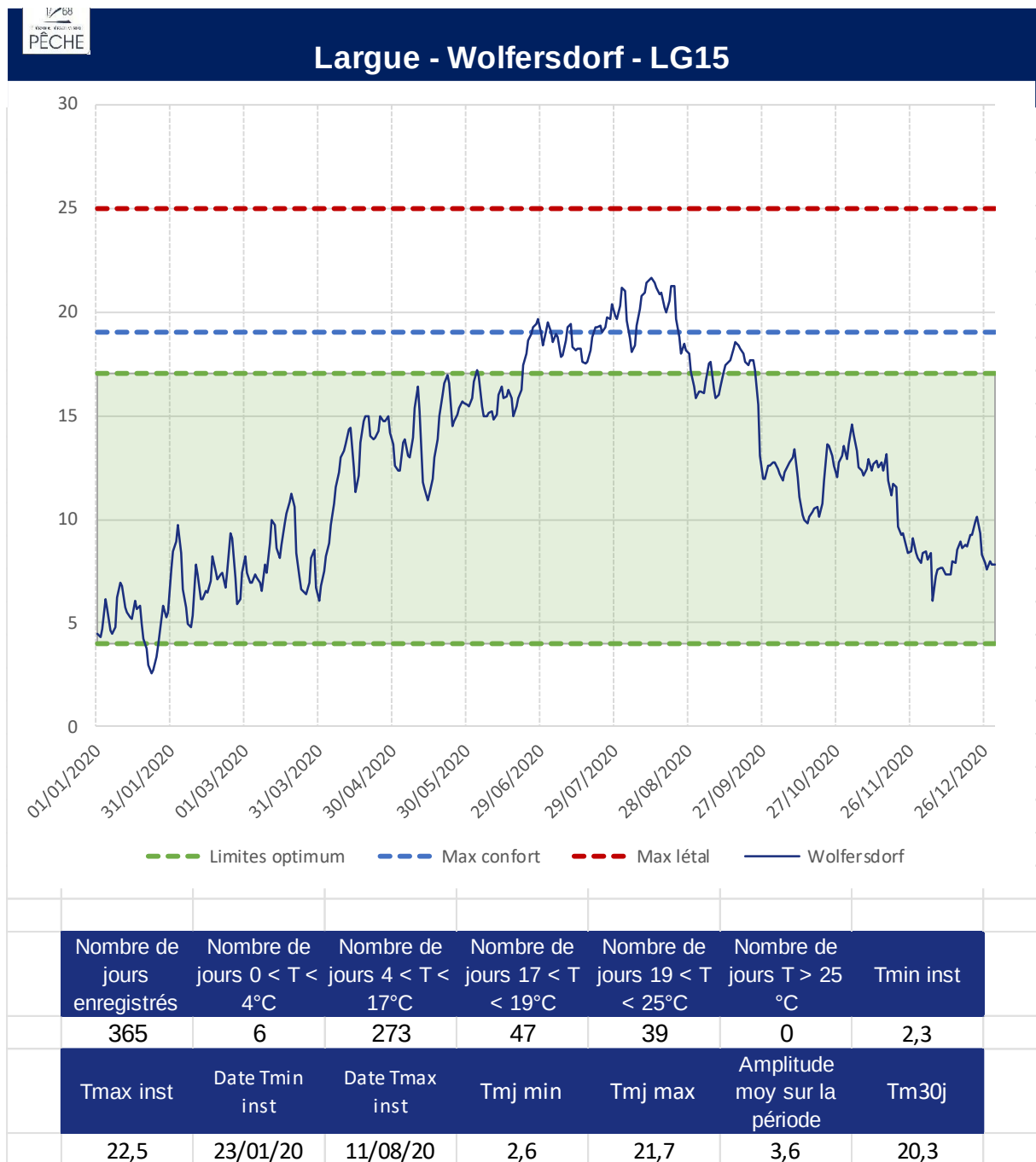
Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : 2020

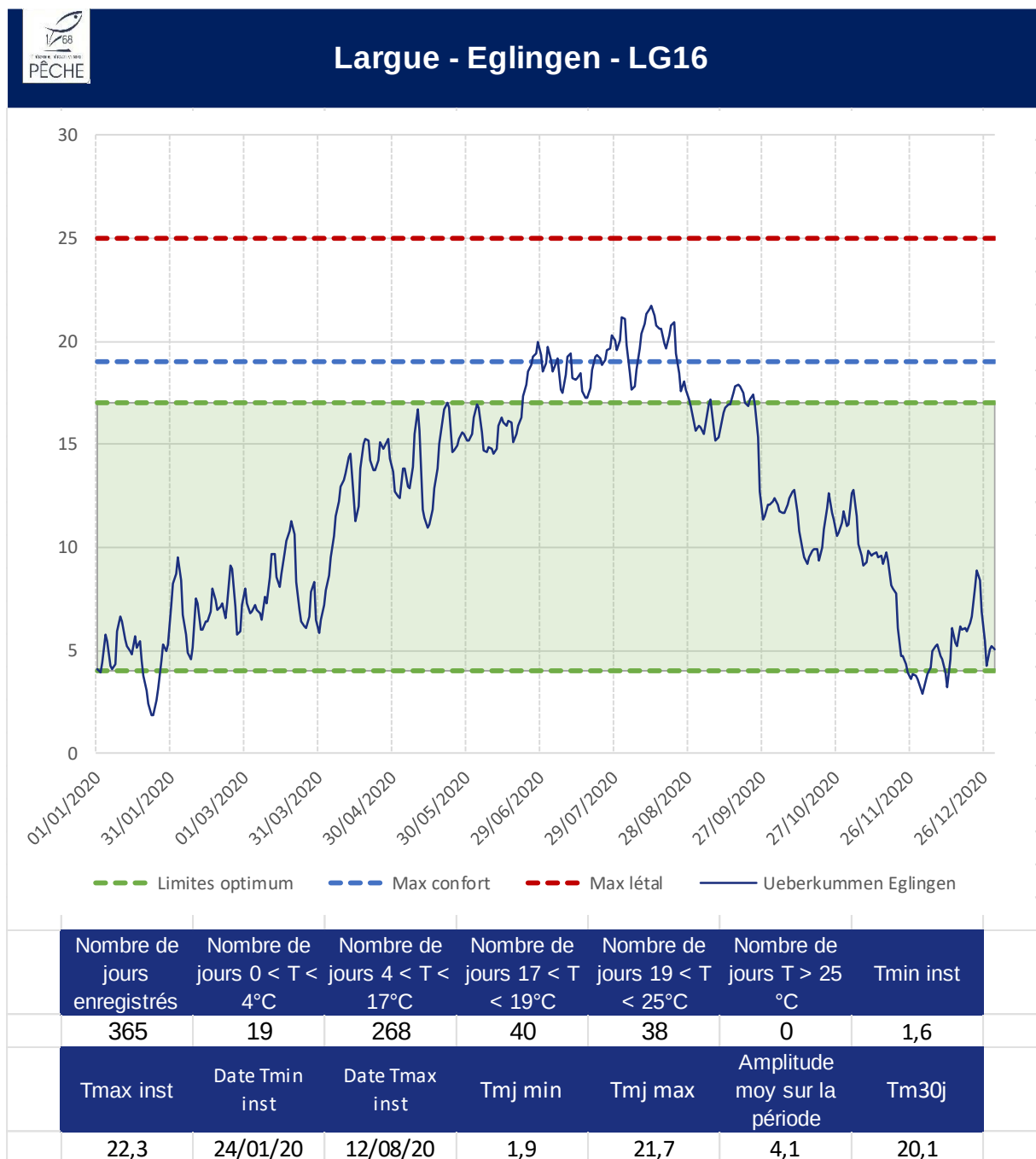


Largue - Manspach - LG13



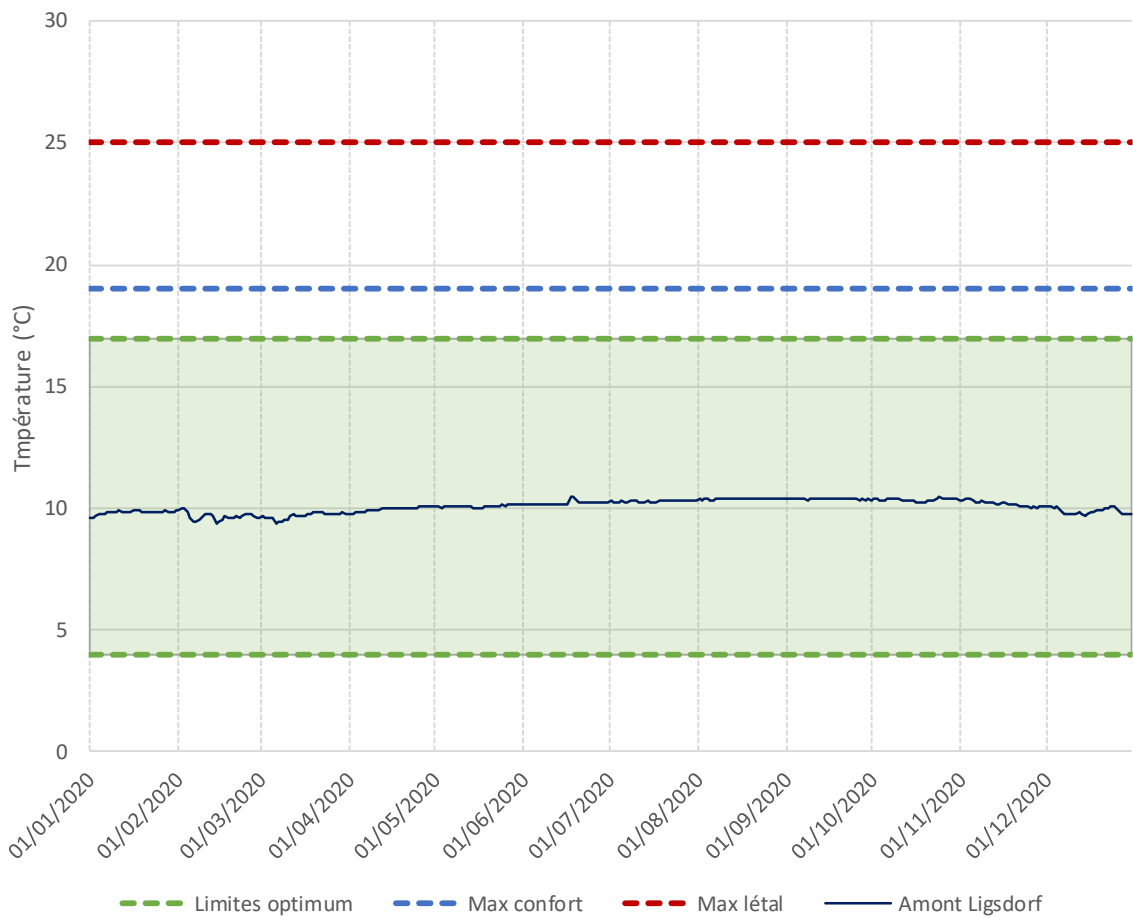
Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	9	282	41	33	0	2,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,2	24/01/20	01/08/20	2,3	21,3	4,3	19,8







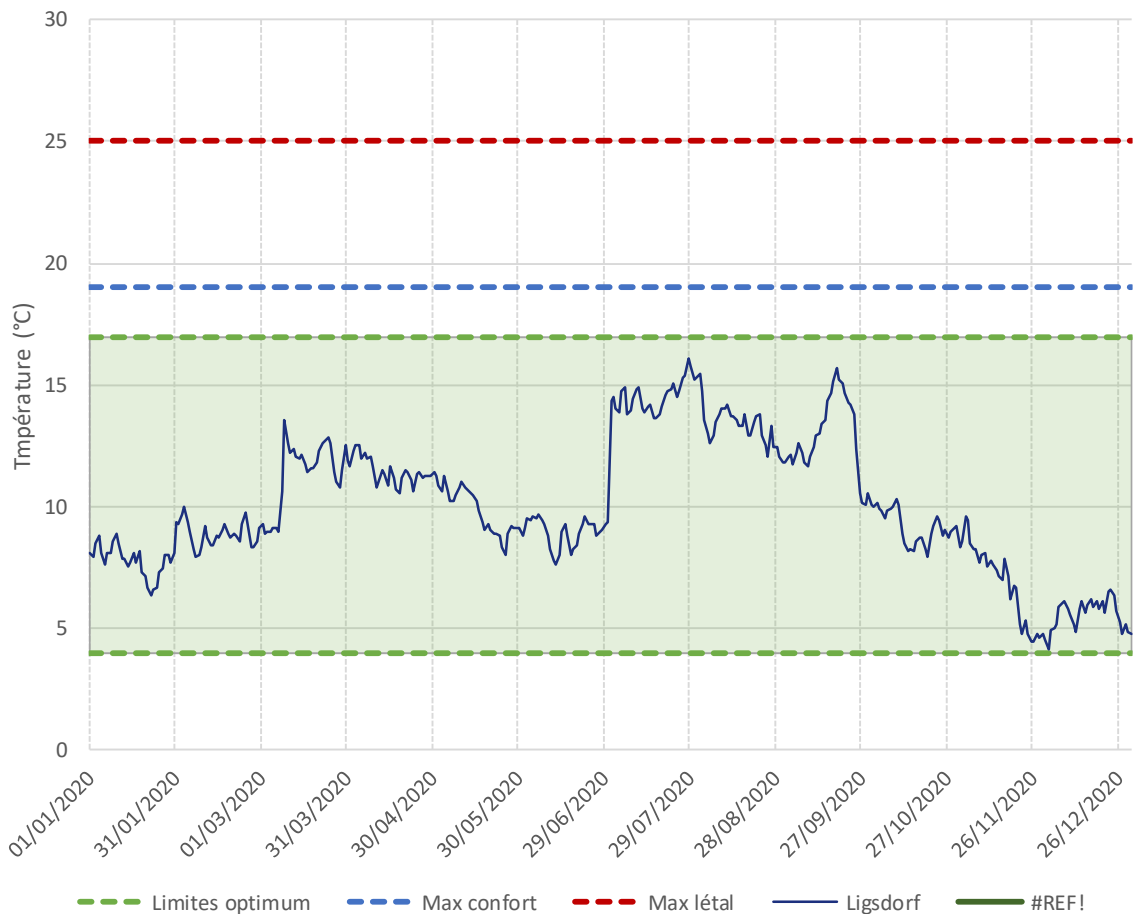
III - Amont Ligsdorf - I01



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	0	365	0	0	0	9,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
11,0	14/02/20	17/06/20	9,4	10,5	0,1	10,4



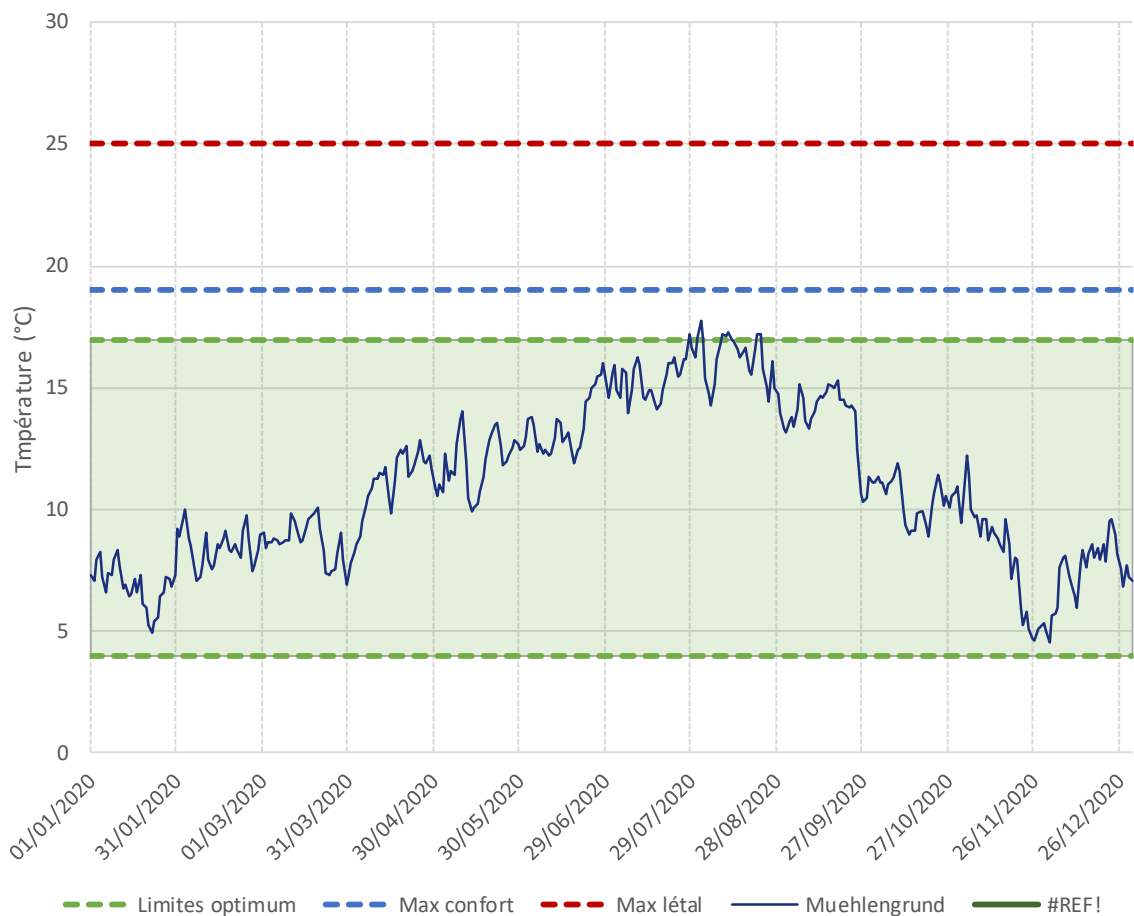
III - Ligsdorf - I02



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	0	365	0	0	0	3,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
17,9	01/12/20	27/07/20	4,2	16,1	2,5	14,6

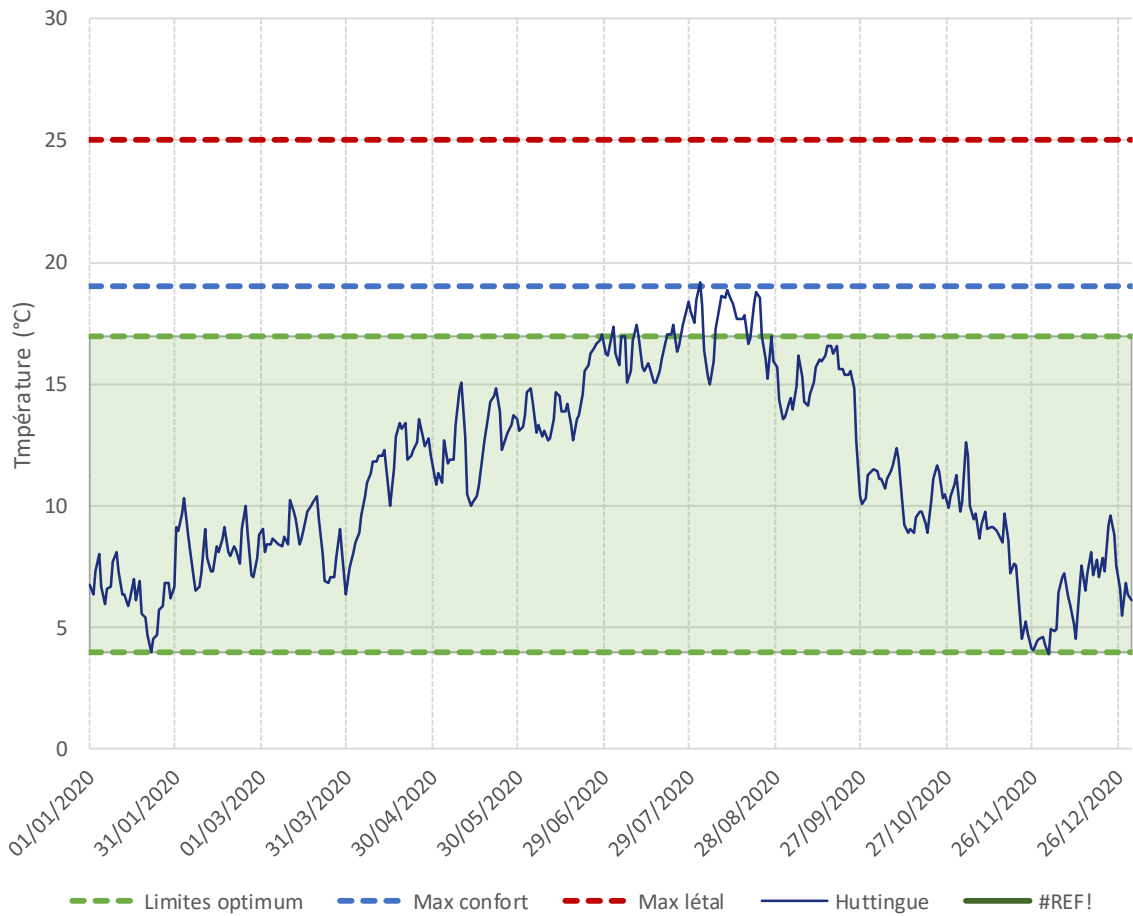


III - Meuhlegrund - I03



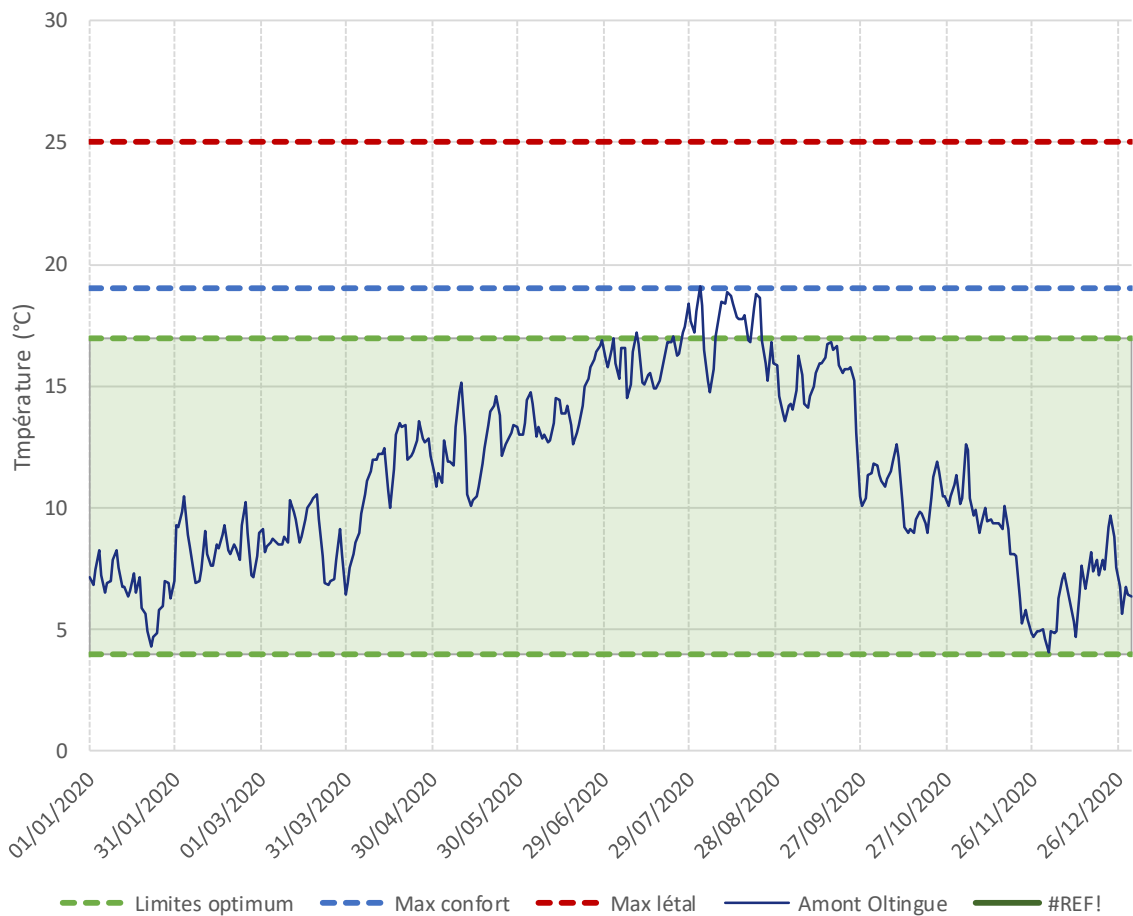
Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	0	358	7	0	0	4,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,1	01/12/20	31/07/20	4,6	17,7	3,4	16,4

III - Huttingue - I05



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	2	335	27	1	0	3,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,2	26/11/20	31/07/20	3,9	19,2	4,2	17,6

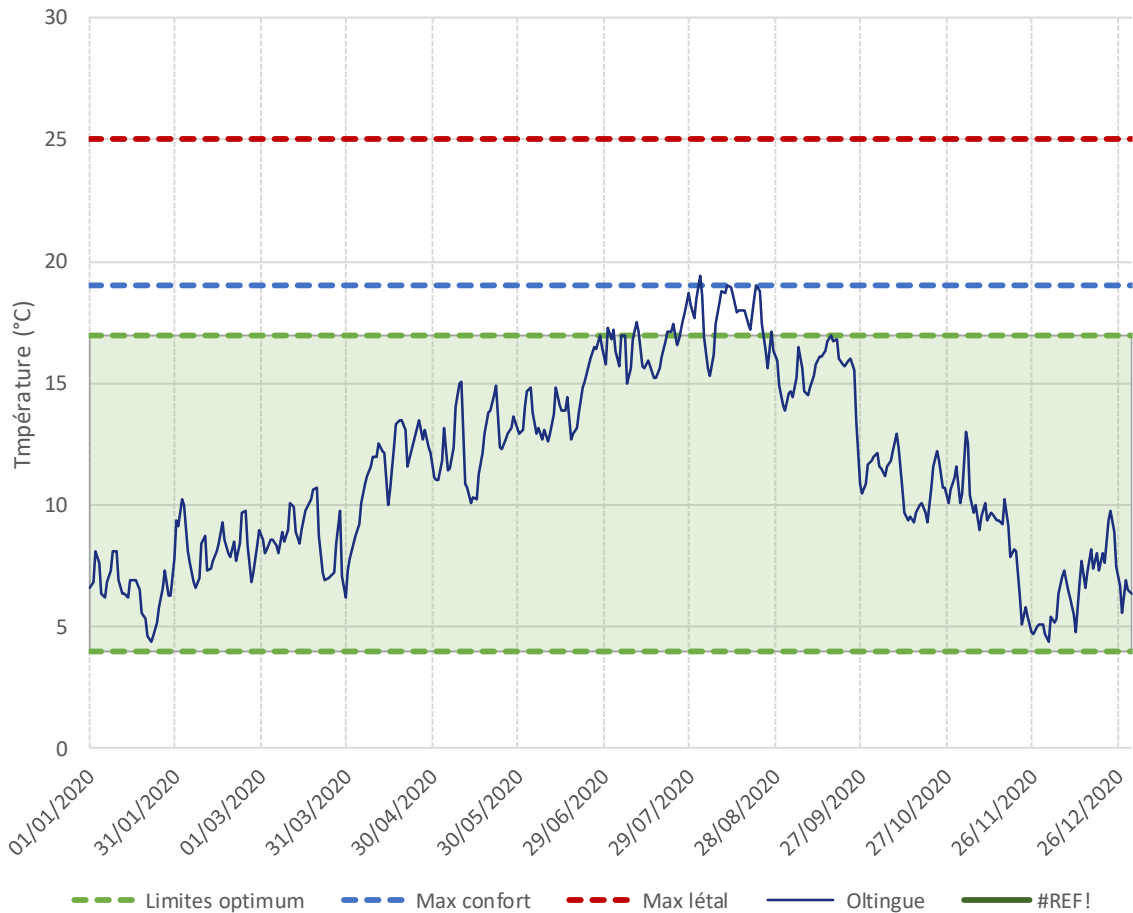
III - Amont Oltingue - I06



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	87	341	23	1	0	3,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
20,1	01/12/20	21/08/20	4,0	19,1	4,4	17,6



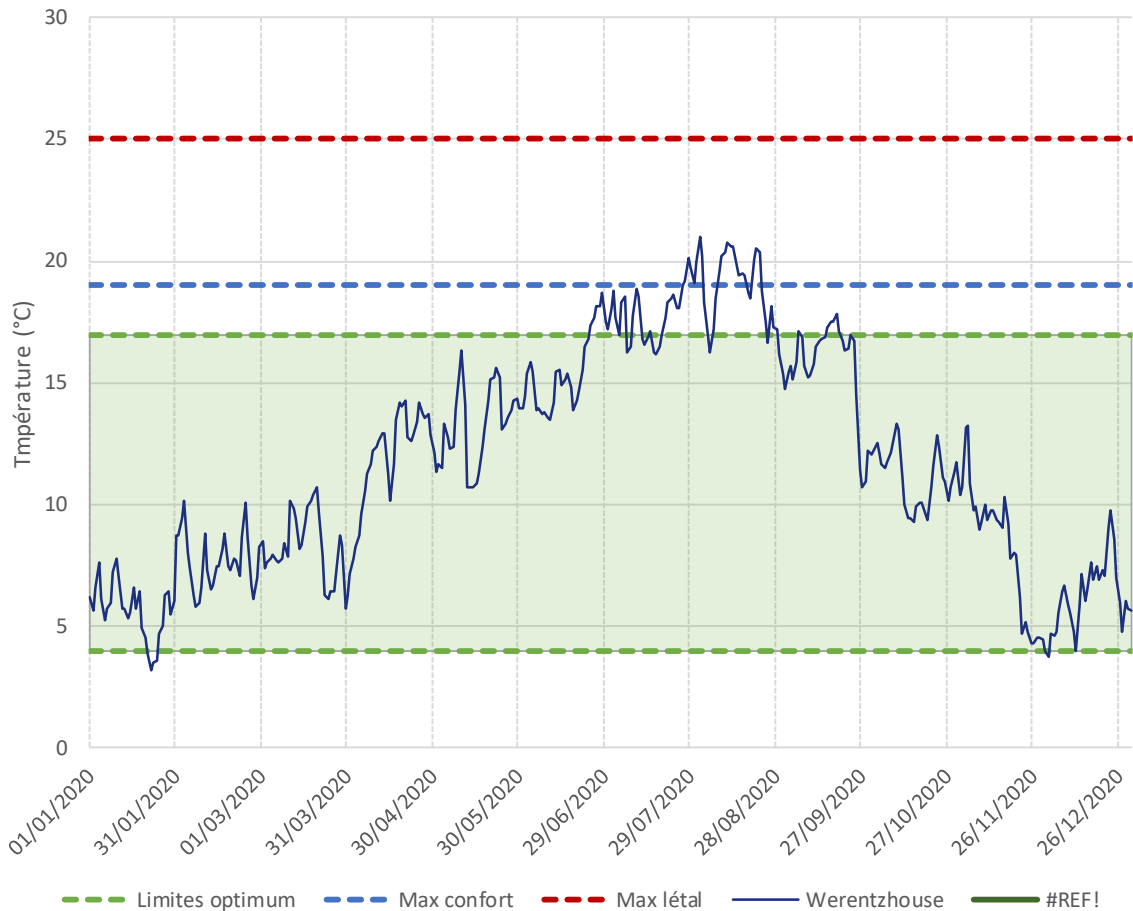
III - Oltingue - I07



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	0	328	30	1	0	3,6
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,2	22/01/20	31/07/20	4,4	19,4	4,1	17,9



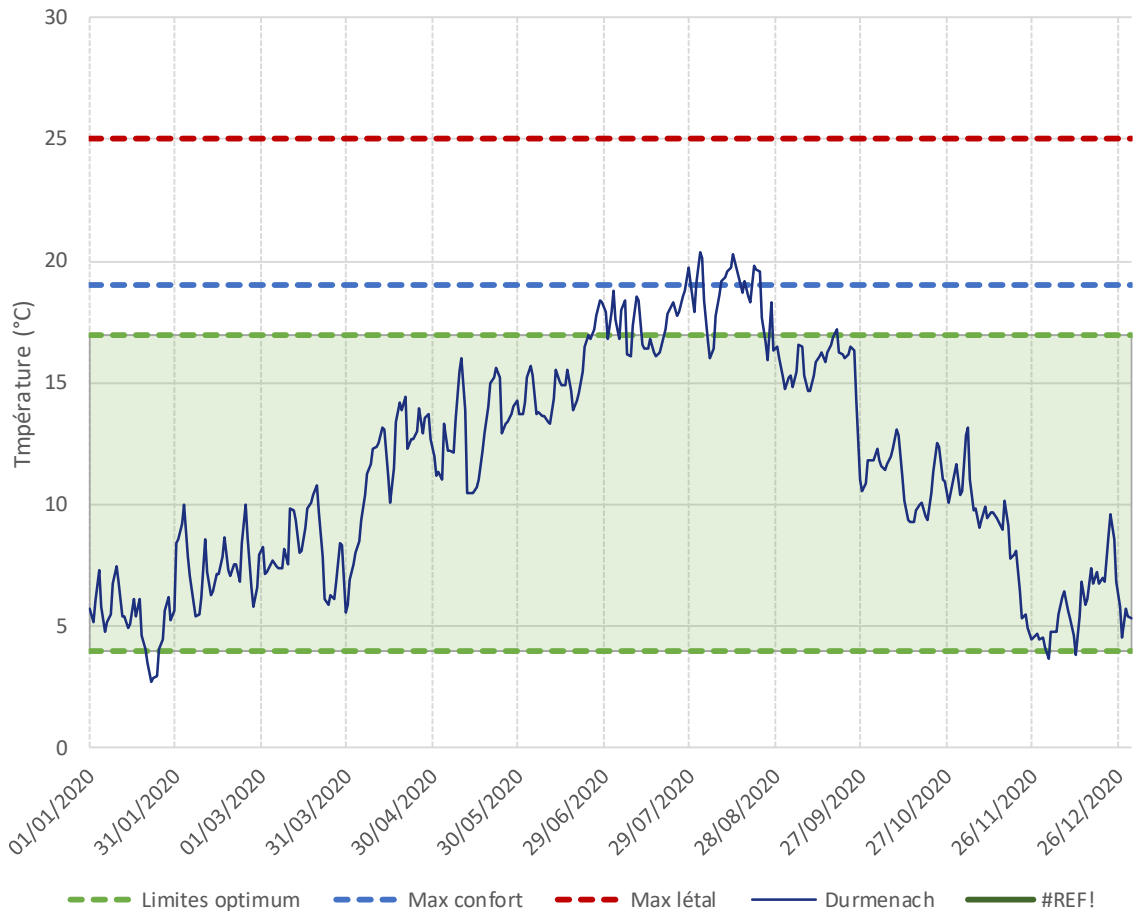
III - Werentzhouse - I09



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	7	299	39	20	0	2,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,4	22/01/20	01/08/20	3,2	21,0	4,8	19,4

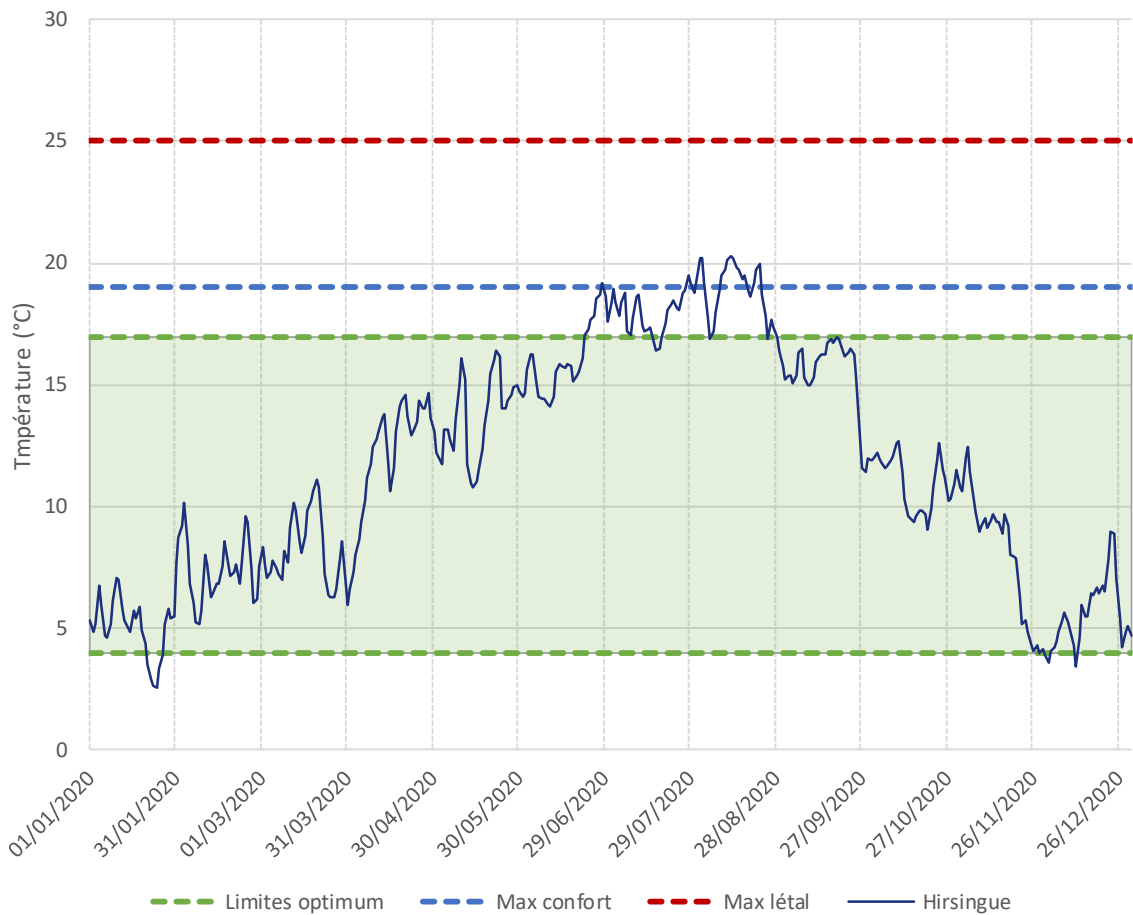


III - Durmenach - I10



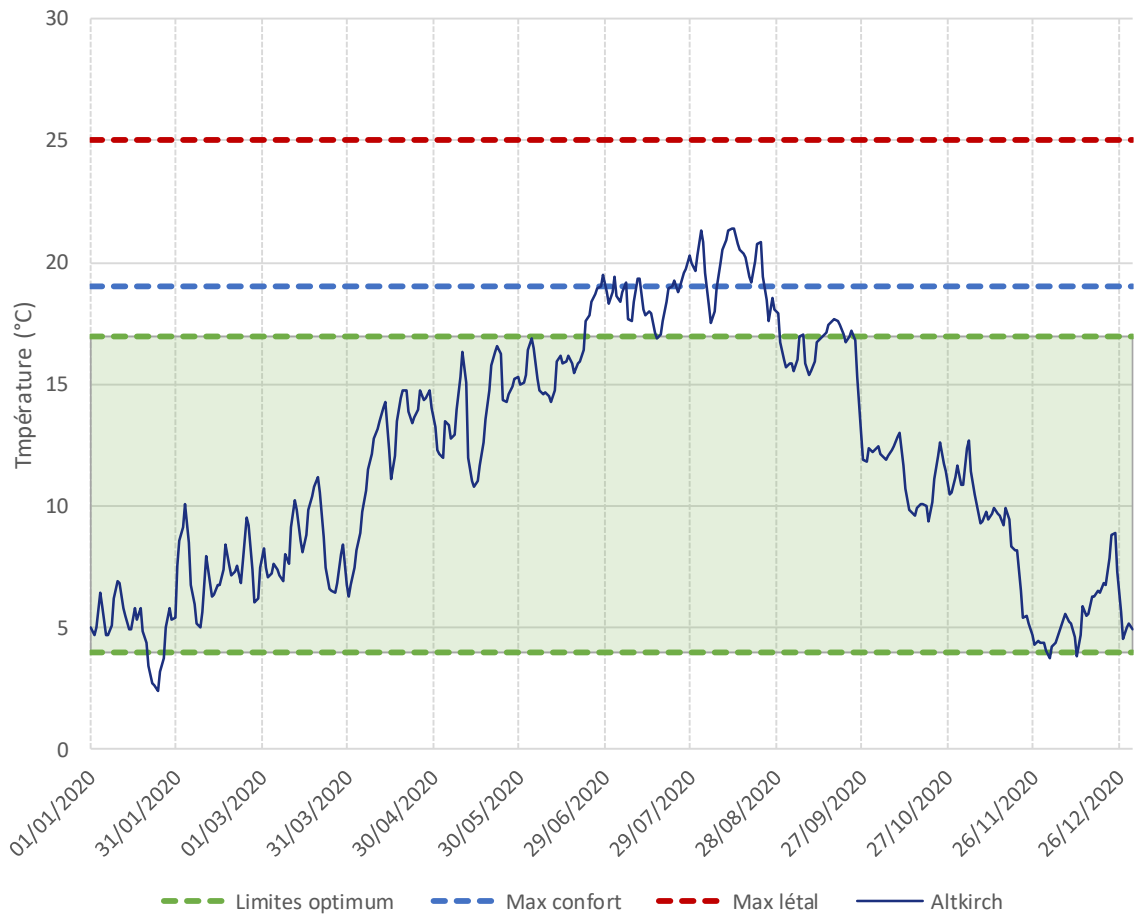
Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	6	312	31	16	0	2,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,3	24/01/20	21/08/20	2,7	20,4	4,3	18,8

III - Hirsingue- I15



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	9	295	42	19	0	2,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
20,8	24/01/20	01/08/20	2,6	20,3	3,4	19,1

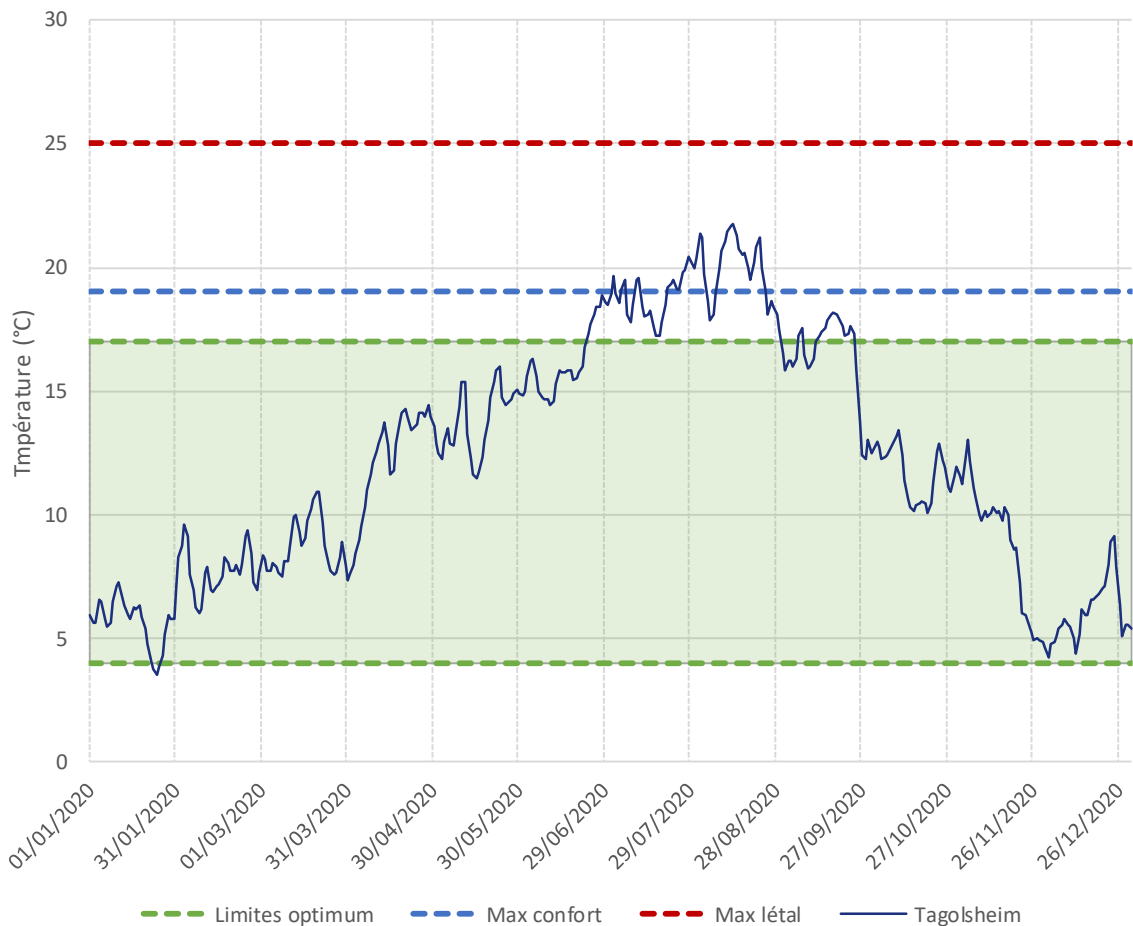
III - Altkirch - I16



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	8	281	44	32	0	1,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,5	24/01/20	01/08/20	2,4	21,4	3,9	20,0



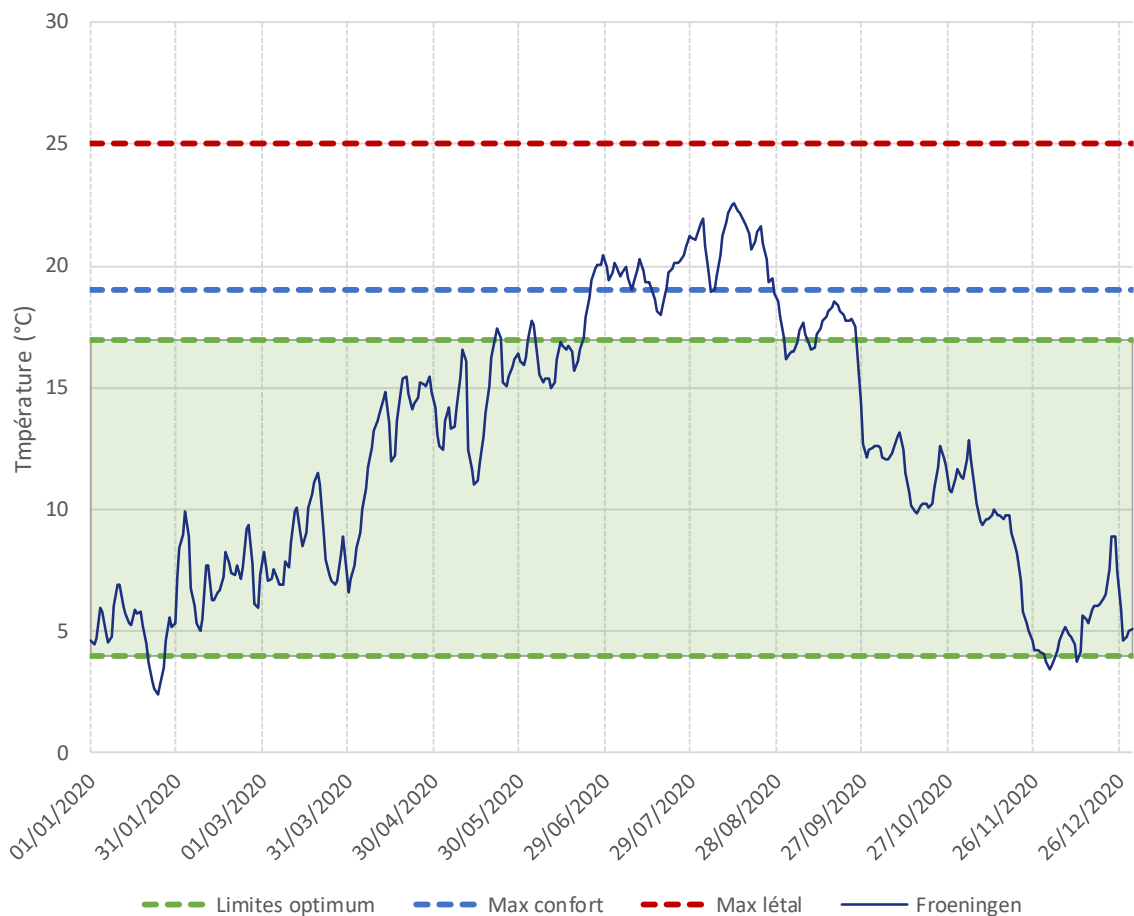
III - Tagolsheim - I17



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	3	278	48	36	0	3,4
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,5	24/01/20	01/08/20	3,6	21,7	3,9	20,2



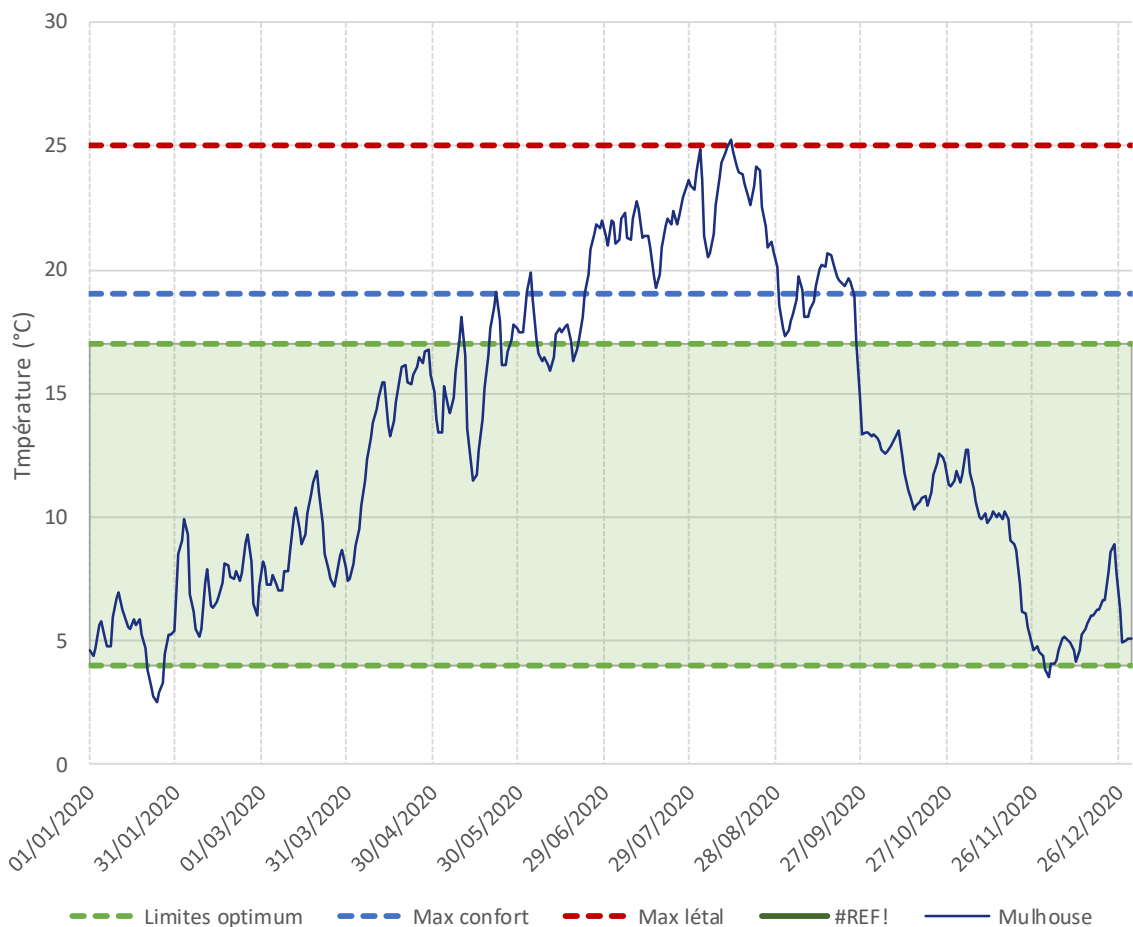
III - Froeningen - I18



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	11	261	35	58	0	2,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,2	21/01/20	12/08/20	2,4	22,6	3,7	21,1



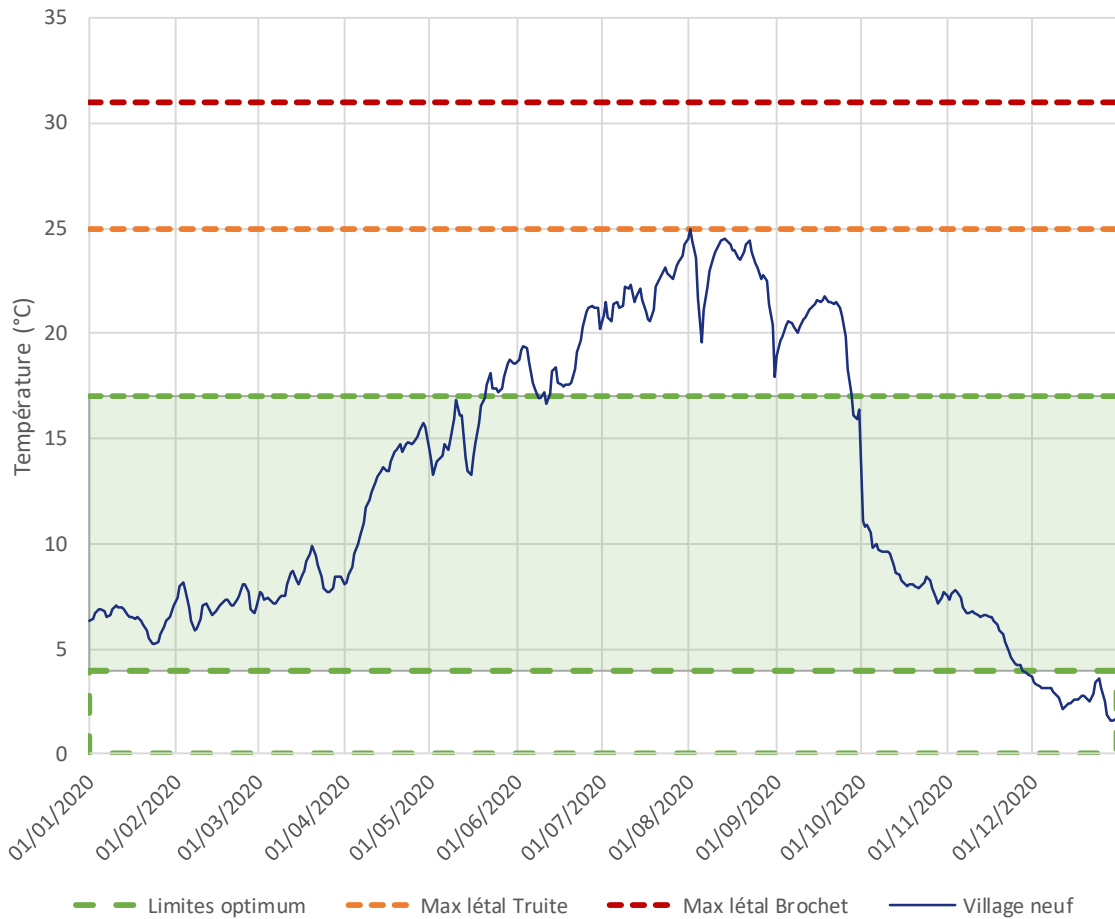
III - Mulhouse - I19



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	8	237	34	85	1	2,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26,5	24/01/20	11/08/20	2,5	25,2	4,7	23,3



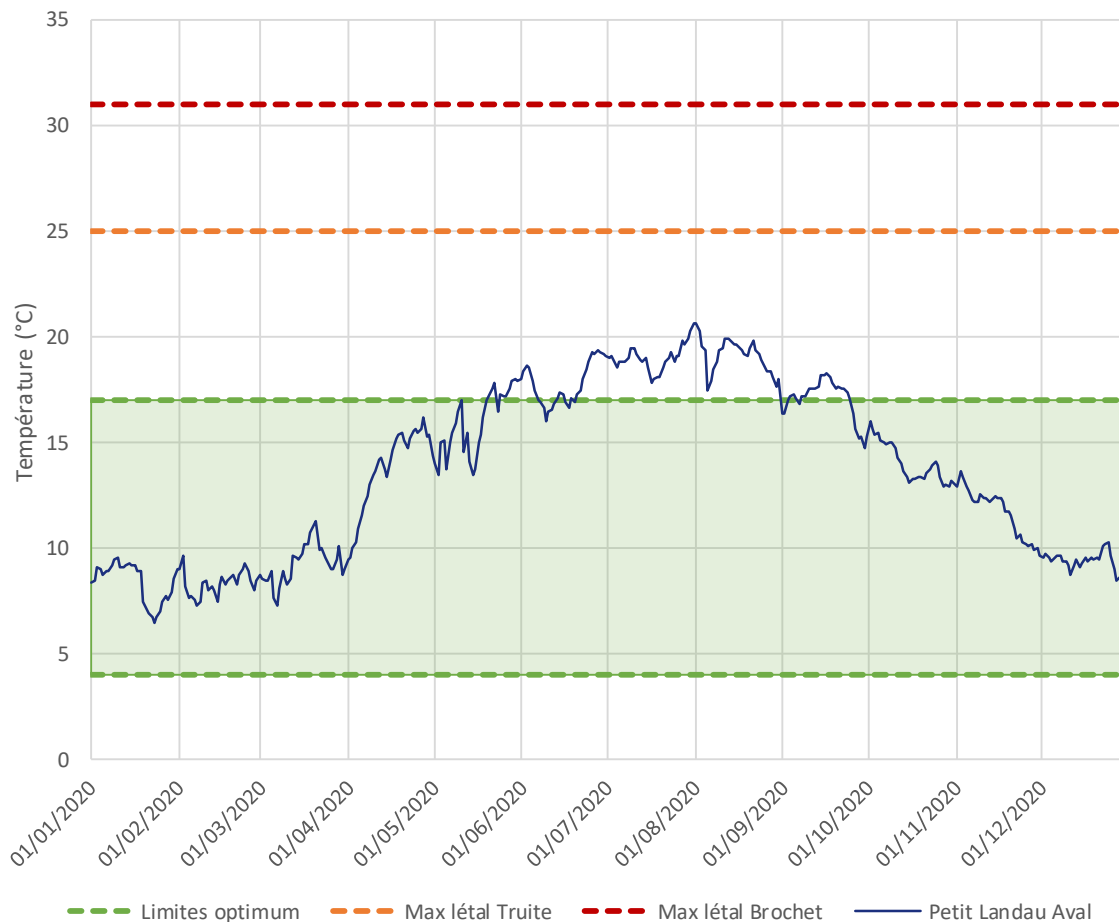
Vieux-Rhin - Village-Neuf -VR1



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	33	204	30	96	0	6,4
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,5	24/01/20	01/08/20	5,6	25,0	5,4	23,6



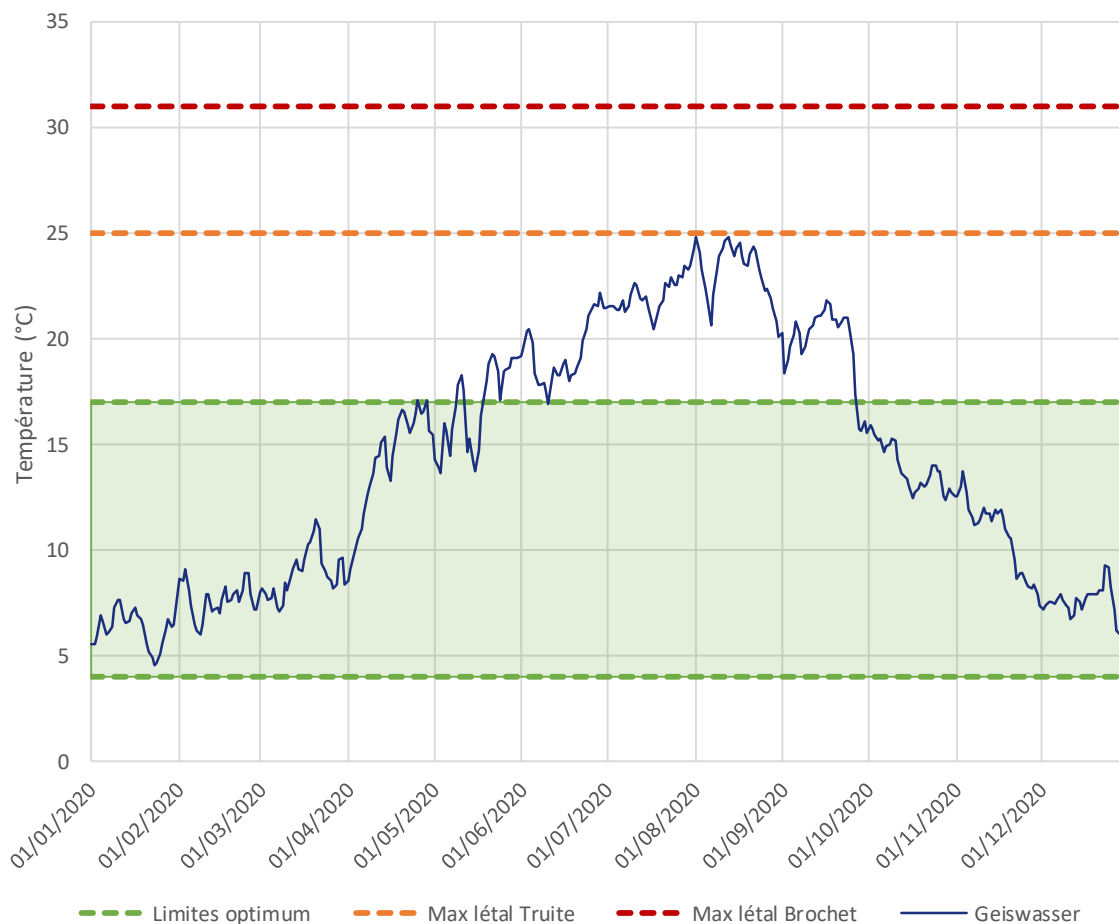
Vieux-Rhin - Petit Landau Aval-VR4



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	0	248	72	37	0	6,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,2	23/01/20	31/07/20	6,5	20,7	3,2	19,5



Vieux-Rhin - Geiswasser -VR3



Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $4 < T < 17^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $17 < T < 19^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $19 < T < 25^{\circ}\text{C}$	Nombre de jours $T > 25^{\circ}\text{C}$	Tmin inst
365	0	230	28	105	0	4,5
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,4	23/01/20	11/08/20	4,6	24,8	4,1	23,6