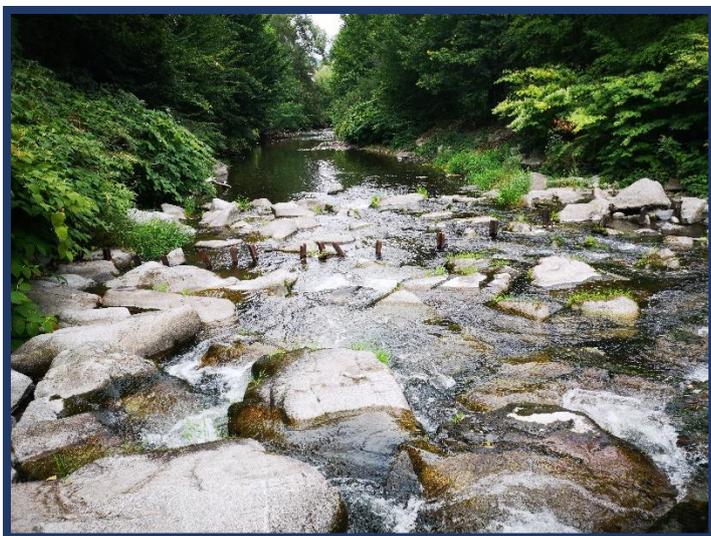




SUIVI THERMIQUE DES EAUX DU DEPARTEMENT DU HAUT-RHIN : BILAN 2019



Fédération du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

29, avenue de Colmar - 68200 MULHOUSE
03.89.60.64.74 - www.peche68.fr - contact@peche68.fr

Rédaction : Ywen NAMOKEL

Relecture : Marjorie SCHMERBER

Version finale du 28/12/2020

*Dossier suivi par : Y. NAMOKEL, Responsable technique
Responsable.technique@peche68.fr*

Financeurs :



Référence à citer :

NAMOKEL Y., 2020. Suivi thermique des eaux du département du Haut-Rhin : Bilan 2019. Fédération du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. 203p.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	3
1. Contexte.....	3
2. Objectifs.....	4
2. MATERIEL ET METHODE.....	6
1. Généralités.....	6
2. Matériel utilisé.....	6
3. Protocole.....	6
4. Placement des stations.....	7
5. Analyse des données et variables calculées.....	9
6. Optimum et préférendum thermique des espèces.....	10
3. RESULTATS.....	13
1. Bassin de la Fecht.....	13
a) Présentation des températures moyennes journalières.....	14
b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds.....	15
c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces.....	17
d) Bilan thermique pour la Fecht.....	19
2. Bassin de la Weiss.....	20
e) Présentation des températures moyennes journalières.....	21
f) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds.....	22
c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces.....	24
d) Bilan thermique pour la Weiss.....	25
3. Bassin de la Liepvrette.....	26
a) Présentation des températures moyennes journalières.....	27
b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds.....	28
c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces.....	30
d) Bilan thermique pour la Liepvrette.....	31
4. Bassin de la Doller.....	32
a) Présentation des températures moyennes journalières.....	33
b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds.....	34
c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces.....	36
d) Bilan thermique pour la Doller.....	38
5. Bassin de la Thur.....	39
a) Présentation des températures moyennes journalières.....	
b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds.....	41

c)	Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	44
d)	Bilan thermique pour la Thur	46
6.	Bassin de la Lauch	47
a)	Présentation des températures moyennes journalières	48
b)	Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds	49
c)	Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	50
d)	Bilan thermique pour la Lauch	52
7.	Bassin de la Largue	53
a)	Présentation des températures moyennes journalières	54
b)	Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds	55
c)	Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	57
d)	Bilan thermique pour la Largue	59
8.	Bassin de l'III	60
a)	Présentation des températures moyennes journalières	61
b)	Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds	62
c)	Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	66
d)	Bilan thermique pour l'III	68
9.	Bassin du Rhin	69
a)	Présentation des températures moyennes journalières	70
b)	Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds	71
c)	Répartition des températures en fonction des optimums des espèces	72
d)	Bilan thermique pour le Vieux Rhin	72
10.	Comparaison inter-bassin	74
a)	Maladie rénale proliférative (MRP ou PKD)	74
b)	Comparatif des moyennes et des extremums thermiques	76
c)	Comparaison inter-bassin des proportions des diverses classes de températures correspondants aux préférendum thermique de la truite fario	77
d)	Comparaison globale des moyennes des 30 jours les plus chauds et des modélisations thermiques projetées (projet TIGRE – INRAE)	79
4.	Conclusion et perspectives	82
5.	BIBLIOGRAPHIE	85
6.	ANNEXES	90

Listes des figures et tableaux

Figure 1 : Sonde thermique Hobo Pendant.....	6
Figure 2 : Sonde thermique installée.....	6
Figure 3 : Répartition du réseau de sonde thermique dans le département du Haut-Rhin	8
Figure 4 : Synthèse bibliographique des seuils thermiques de la Truite fario.....	11
Tableau 1 : Synthèse des différentes gammes de tolérance thermique (°C) établies pour la Truite en fonction des principales phases du cycle de vie.	11
Figure 5 : Synthèse bibliographique des seuils thermiques du Brochet.	12
Tableau 2 : Synthèse des différentes gammes de tolérance thermique (°C) établies pour le Brochet en fonction des principales phases du cycle de vie..	12
Figure 4 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Fecht.....	13
Figure 5 : Températures moyennes journalières sur la Fecht pour 3 stations durant l'année de suivi 2019.....	14
Figure 6 : Boxplots des régimes thermiques mensuels via les températures moyennes journalières..	16
Figure 7 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Fecht.	17
Figure 8 : Fiche synthèse thermique sur la Fecht et répartition des optimums thermiques.	18
Figure 9 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Weiss.....	20
Figure 10 : Températures moyennes journalières sur la Weiss pour 4 stations durant l'année de suivi 2019.....	21
Figure 11 : Boxplots des régimes thermiques mensuels via les températures moyennes journalières	22
Figure 12 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Weiss	23
Figure 13 : Fiche synthèse thermique sur la Weiss et répartition des optimums thermiques.....	24
Figure 14 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Liepvrette.....	26
Figure 15 : Températures moyennes journalières sur la Liepvrette pour 4 stations durant l'année de suivi.....	27
Figure 16 : Boxplots des régimes thermiques mensuels via les températures moyennes journalières	28
Figure 17 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Liepvrette.	29
Figure 18 : Fiche synthèse thermique sur la Liepvrette et répartition des optimums thermiques.....	30
Figure 19 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Doller	32
Figure 20 : Températures moyennes journalières sur la Doller pour 5 stations durant l'année de suivi 2019.....	33
Figure 21 : Boxplots des régimes thermiques mensuels via les températures moyennes sur la Doller.	35
Figure 22 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Doller.....	36
Figure 23 : Fiche de synthèse thermique sur la Doller et répartition des optimums thermiques.	37
Figure 24 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Thur.	39
Figure 25 : Températures moyennes journalières sur la Thur pour 5 stations durant l'année de suivi 2019.....	40
Figure 26 : Boxplots des régimes thermiques mensuels via les températures moyennes sur la Thur .	43
Figure 26 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Thur.....	44
Figure 27 : Fiche de synthèse thermique sur la Thur et répartition des optimums thermiques.	45
Figure 28 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Lauch.....	47
Figure 29 : Températures moyennes journalières sur la Lauch pour 3 stations durant l'année de suivi 2019.....	48
Figure 30 : Boxplots des températures moyennes journalières mensuelles sur la Lauch.	49
Figure 31 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Lauch.	50
Figure 31 : Fiche de synthèse thermique sur la Lauch et répartition des optimums thermiques.....	51
Figure 32 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Largue.	53
Figure 33 : Températures moyennes journalières sur la Largue pour 3 stations durant l'année 2019.	54
Figure 34 : Boxplots des températures moyennes journalières mensuelles sur la Largue.	56
Figure 35 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Largue.	57
Figure 36 : Fiche de synthèse thermique sur la Largue et répartition des optimums thermiques.	58
Figure 37 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de l'III	60
Figure 38 : Températures moyennes journalières sur l'III pour 5 stations durant l'année 2019.	61
Figure 39 : Boxplots des températures moyennes journalières mensuelles sur la L'III.	64
Figure 40 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur l'III.....	65
Figure 41 : Fiche de synthèse thermique sur l'III et répartition des optimums thermiques.	67
Figure 42 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le Rhin.....	69
Figure 43 : Températures moyennes journalières sur le Rhin pour 4 stations durant l'année 2019. ...	70
Figure 44 : Boxplots des températures moyennes journalières mensuelles sur le Rhin.	71

Tableau 1 : moyennes des 30 jours les plus chaud sur les stations du Rhin :	71
Figure 45 : Fiche de synthèse thermique sur le Rhin et répartition des optimums pour l'année 2019.	73
Figure 46 : Nombre de jours consécutifs où la température est supérieure à 15°C sur les différents cours d'eau du Haut-Rhin.....	74
Figure 47 : Carte des risques potentiels d'infection par la MRP (PKD) établis sur le département du Haut-Rhin à partir du nombre de jours consécutifs où la température de l'eau excède 15°C.	75
Figure 48 : Température moyenne minimale, température moyenne maximale, température maximale instantanée et température moyenne journalières sur l'ensemble de l'année 2019.....	76
Figure 49 : Répartition des classes de températures moyennes journalières en fonction des limites thermiques de la Truite fario.....	77
Figure 50 : Températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds en 2019 sur les cours d'eau du Haut-Rhin.....	78
Figure 51 : Représentation des moyennes des 30 jours les plus chauds (Tm30J) à l'aide de 7 classes de températures pour l'ensemble des stations de suivi en 2019 et moyenne interannuelle des températures moyennes des 30 jours les plus chauds entre 2009 et 2017 (en a.) ; Projection des moyennes interannuelles des 7 jours les plus chauds issue d'une combinaison multimodèle (MTw7J MUL) (en b.) ; Projection des moyennes interannuelles des 30 jours les plus chauds issue d'une combinaison multimodèle (MTw7J MUL) (en c.).	80

1. INTRODUCTION

1. Contexte

En impactant directement la répartition, la croissance et le métabolisme des espèces aquatiques, la température est un paramètre clé pour le suivi de la qualité des écosystèmes aquatiques.

En effet, les organismes aquatiques et plus particulièrement l'ichtyofaune, sont directement (ou indirectement) impactés par le facteur thermique et ceci à tous les stades de vie des individus. Du développement embryonnaire à l'éclosion, de la phase larvaire à la phase adulte, la température conditionne chaque étape du cycle de vie des poissons (Tissot et Souchon 2011). L'exemple de 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 exemples peuvent être cités avec des effets documentés de la température 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).

Si de nombreux questionnements ont été émis depuis les années 1970, c'est plutôt depuis les épisodes caniculaires de 2003 (De Bono et al. 2004) et la prise de conscience croissante des effets du changement climatique global, que les productions bibliographiques et scientifiques n'ont eu de cesse de se densifier.

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 +0,3°C et 4,8°C d'ici 2100 selon les prévisions de 2014 (GIEC, 2014a). Ces observations et celles réalisées sur le terrain par de nombreuses autres structures témoignent jour après jour des impacts croissant 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 global n'est néanmoins pas le seul facteur pouvant induire des déséquilibres dans la vie, la répartition des espèces et dans leurs interrelations écosystémiques. En effet, les hydrosystèmes souffrent également depuis plusieurs décennies d'une anthropisation croissante (urbanisation, imperméabilisation des sols, agricultures intensives, pollutions, recalibrage, barrages, etc.). Leurs effets 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.). Le facteur thermique peut aussi être modifié par ces pratiques comme avec les rejets d'eaux plus chaudes d'installations industrielles (Talmage, 1977), les barrages et retenues d'eau même de moindre taille (Lessard et Hayes, 2003), la suppression de la ripisylve (et donc de l'ombrage), la rectification (et donc les vitesses d'écoulements), l'urbanisation, etc.

Il devient donc évident que la surveillance de l'évolution de la qualité des milieux aquatiques passe aussi 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.

2. Objectifs

En France, de nombreux gestionnaires, structures publiques, utilisateurs, associations, professionnels ou structures diverses, utilisent couramment ce type de données 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 applications 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 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.

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.

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 sur l'année antérieure uniquement (depuis 2019).

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 2019 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 plusieurs espèces de poisson dont la truite fario.

2. MATERIEL ET METHODE

1. Généralités

Le suivi thermique des cours d'eau a été réalisé à l'aide de sondes thermiques ou thermographes enregistreurs. C'est 123 sondes qui ont été utilisées dans le cadre du suivi de la période 2019-2020 réparties sur 8 bassins versants principaux sur le département du Haut-Rhin. Les résultats traités lors du présent rapport couvrent la période du 01/01/19 au 31/12/19.

2. Matériel utilisé



Figure 1 : Sonde thermique Hobo Pendant.

Les sondes thermiques utilisées sont des enregistreurs de température avec un interface USB optique « HOBO » (Cf. Figure 1 ci-contre). Le modèle utilisé est l'enregistreur « Onset Hobo Pendant 8K ».

Ils fonctionnent 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. Celles-ci sont faciles à lire et à exporter grâce à l'utilisation du logiciel associé « HOBOware » qui en quelques minutes permet de récupérer les données accumulées pendant 1 an.

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 et les sondes fonctionnent dans un intervalle de température compris entre -20°C et $+70^{\circ}\text{C}$.

3. Protocole

Fixation

Dans notre cas et également pour le suivi de la période 2019-2020, les sondes thermiques ont été posées pour une durée d'un an. Les sondes 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. 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 afin d'avoir une fixation robuste pour limiter les pertes ou les dommages tout en étant discrète pour éviter le vandalisme.



Figure 2 : Sonde thermique installée.

Lors de leur pose, les sondes sont fixées à un support robuste tel qu'une solide racine à l'aide d'un collier de serrage autobloquant en plastique de type Rilsan. Lorsque la fixation aux racines est impossible, l'installation d'une tige filetée inoxydable avec écrou est nécessaire en guise de support où l'on installe le Rilsan accompagné de la sonde. La sonde est en parallèle attaché à un fil de fer qui va ressortir de l'eau afin de mieux la localiser par la suite.

Un marquage visuel réalisé à la peinture complète l'installation afin de permettre une recherche plus aisée du dispositif l'année suivante. L'objectif est de garantir au maximum la tenue de la sonde et son immersion dans l'eau pendant toute la durée d'enregistrement (figure2).

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.

Enfin, les stations sont géolocalisées à l'aide d'un GPS de terrain de type Trimble et des mesures physico-chimiques basiques (concentration en O², taux de saturation, température, conductivité et pH) sont réalisées afin de permettre un comparatif et une éventuelle aide à la calibration des sondes.

Paramétrage

Pour l'enregistrement des données, c'est le pas de temps d'un enregistrement toutes les deux heures qui a été retenu à l'époque pour permettre un compromis entre exhaustivité et saturation de la mémoire (pour un an). Cette fréquence d'enregistrement a par la suite été gardée.

Toutes les 2h le capteur enregistre donc une donnée de température dans sa mémoire interne. Ce choix permet d'obtenir pour chaque sonde, un relevé de température journalière issue de 12 données de températures instantanées.

Déchargement 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. Placement 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,
- 25 sur la Weiss et 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 Rhin.

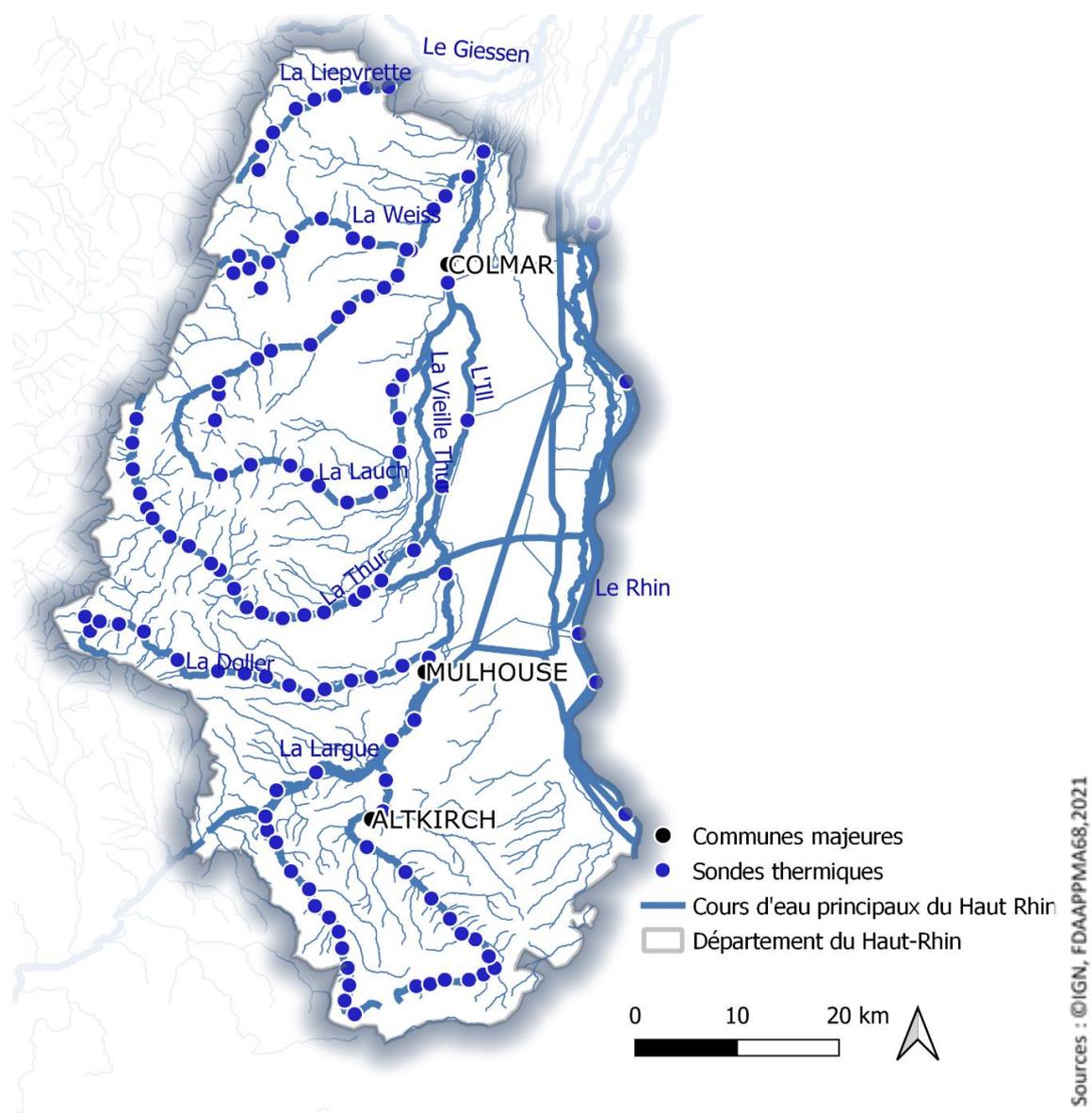


Figure 3 : Répartition du réseau de sonde thermique dans le département du Haut-Rhin

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 relativement dense, s'est étoffé au fil des années de suivi pour optimiser la couverture du territoire Haut-rhinois depuis 2012. Certaines sondes ont pu être déplacées, supprimées ou ajoutées selon les besoins et les opportunités. Le réseau global actualisé est présenté via la figure 3 (et le tableau 1 disponible en annexe).

5. Analyse des données et variables calculées

Une fois les sondes relevées, les données thermiques sont déchargées et traitées par le logiciel de la marque associé (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 issu 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 plusieurs taxons (principalement la truite fario).

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

- **Variables thermiques générales du milieu :**
 - o Température instantanée minimale ($T_i \text{ min}$) = valeur de la température instantanée minimale relevée sur la plage de données étudiées
 - o Température instantanée maximale ($T_i \text{ max}$) = valeur de la température instantanée maximale relevée sur la plage de données étudiées
 - o Température moyenne journalière minimale ($T_{mj \text{ min}}$)
 - o Température moyenne journalière maximale ($T_{mj \text{ max}}$)
 - o Amplitude thermique sur la période
 - o Amplitude thermique journalière maximale = la valeur d'amplitude thermique journalière la plus élevée obtenue sur la plage de données étudiées
 - o Amplitude thermique des moyennes journalières = différence entre les moyennes journalières maximales et minimales
 - o Température moyenne de la période = calcule la moyenne des températures instantanées relevées pendant le suivi
 - o 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
 - o 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 :**
 - o 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

Si la majeure partie des variables sont calculées à l'aide de macro sur Excel, le reste des analyses statistiques comparatives ou des analyses multivariées et la production de certaines figures sont réalisées à l'aide du logiciel R et de R-studio et des packages ade4, FactoMineR, ggplot2 et colorspace.

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 comportement anormaux et des réactions métaboliques néfastes apparaîtront. 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.

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 (figure 4).

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 ; Baglingère 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 a un rendement énergétique défavorable et une température chronique (Tmoy30j) 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, in Faure et Grès, 2008). Le seuil bas de 17°C a donc également été retenu pour les comparatifs.

La figure 4 ci-dessous permet de résumer ces informations :

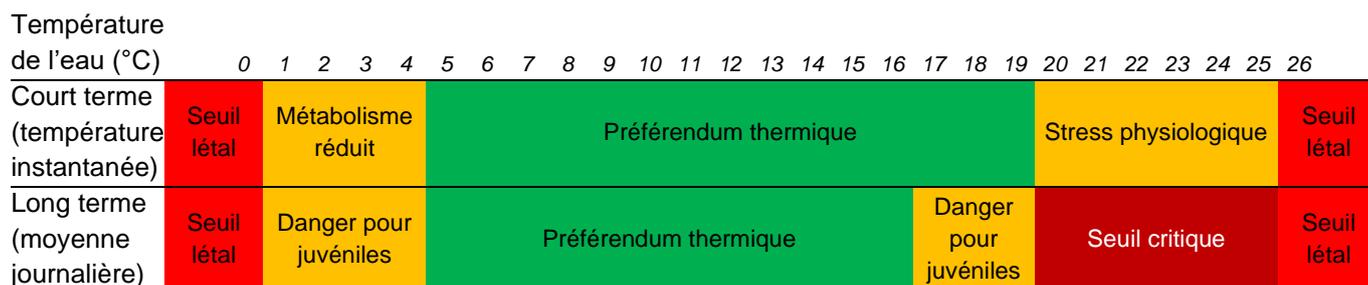


Figure 4 : Synthèse bibliographique des seuils thermiques de la truite fario.

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)

Tableau 1 : 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).

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 de 31 °C (Tissot et Souchon, 2011).

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 (Réalès-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).

La figure 5 ci-dessous permet de résumer ces informations :

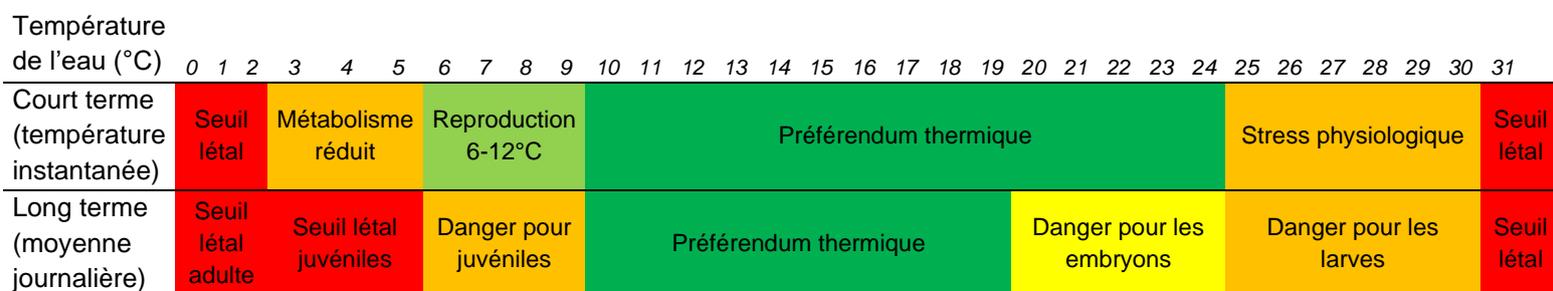


Figure 5 : Synthèse bibliographique des seuils thermiques du brochet.

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)

Tableau 2 : 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 : Réalès-Doyelle, 2016 ; Téletchea et al, 2017).

3. RESULTATS

L'ensemble des résultats est présenté bassin par bassin à l'aide de plusieurs approches (cf. 5. Analyse des données et variables calculées) 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. Enfin, une approche globale départementale interbassin est 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. Bassin de la Fecht

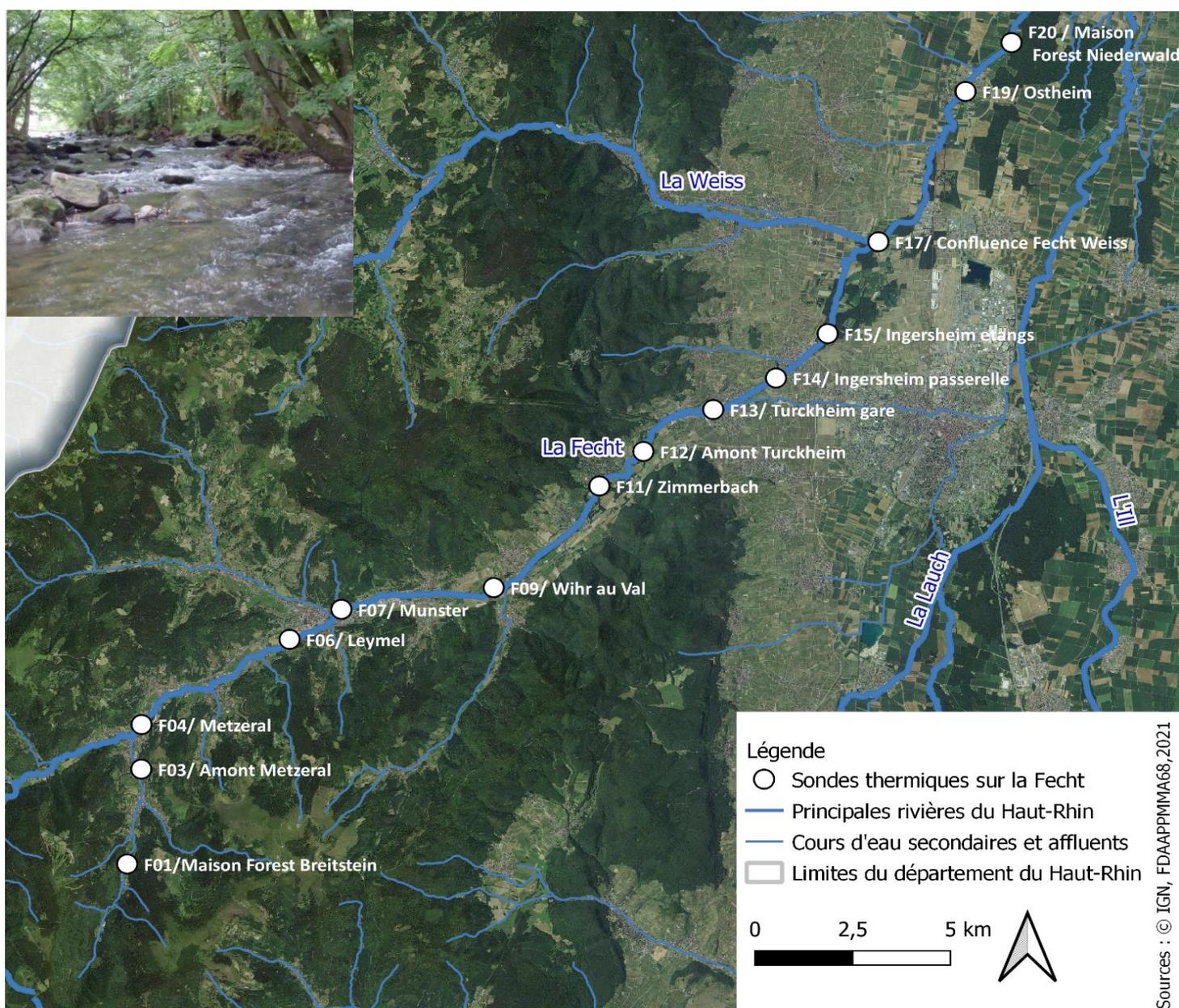


Figure 4 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Fecht (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est).

La longueur du cours d'eau de la Fecht est de 49 km et la superficie de son bassin versant de 545km². Celle-ci prend sa source sur le versant oriental des Vosges au lieu-dit du Schnepfenriedkopf (commune de Metzeral), à 1 030m d'altitude. Le cours d'eau traverse la vallée de Munster avant de se jeter dans l'Ill au niveau de la commune de Illhaeusern.

La Fecht naît de la confluence entre la Grande Fecht et la Fecht de Sondernach. Celle-ci est rejointe également par d'autres affluents importants tel que la Petite Fecht (torrent de montagne). La Fecht possède un régime pluvial et un module de 6,640m³/s au niveau de la commune d'Ostheim.

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) Présentation des températures moyennes journalières

Afin de permettre une lecture facilitée, ce sont uniquement les résultats de 3 sondes thermiques qui sont présentés ici (figure 5) avec :

- La station située la plus à l'aval (« amont Illhaeusern » en orange)
- Au centre (« Thurckheim » en vert)
- Et la station plus à l'amont (« maison forestière de Breistein » en bleu).

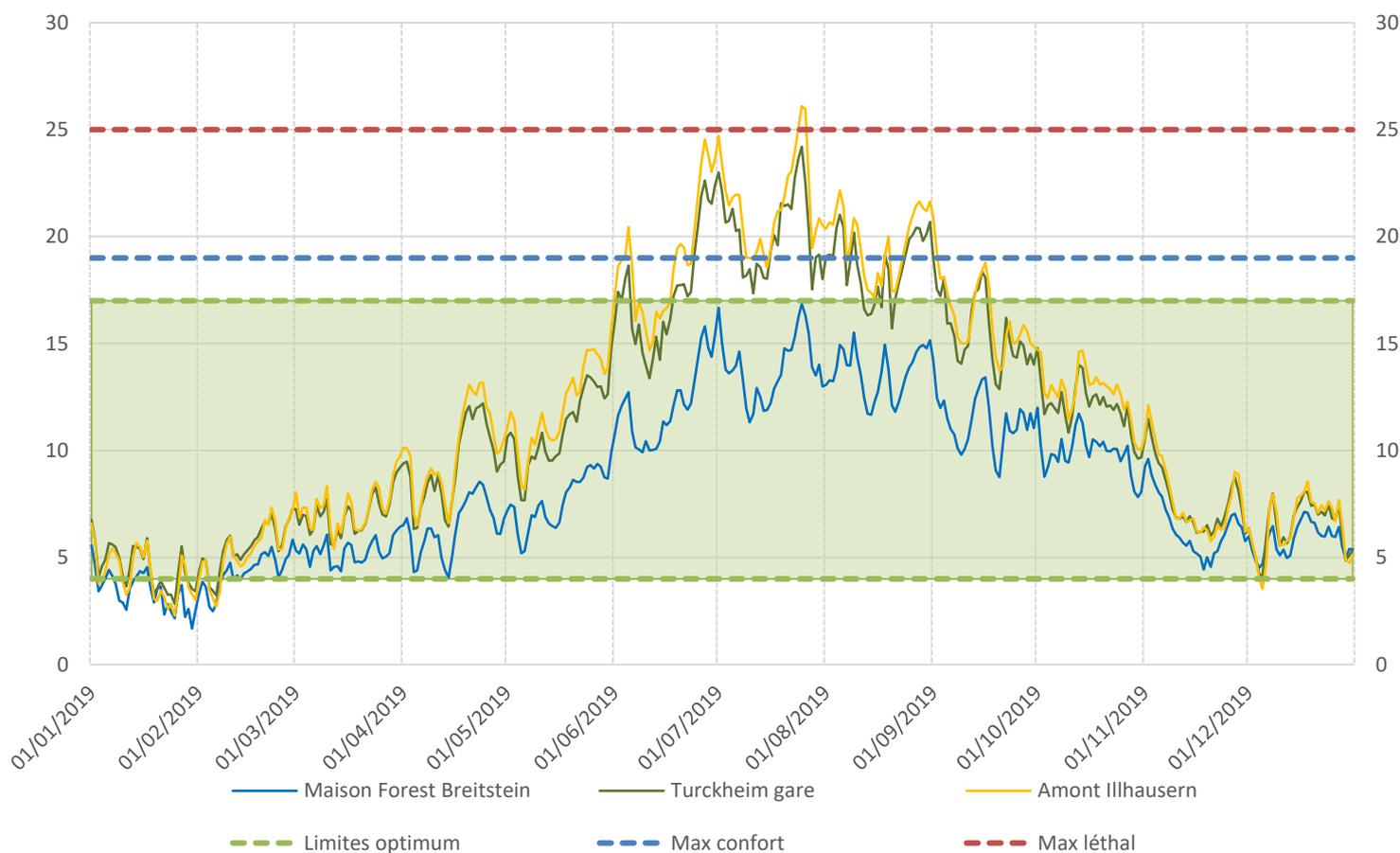


Figure 5 : Températures moyennes journalières sur la Fecht pour 3 stations durant l'année de suivi 2019.

Un gradient thermique longitudinal des températures moyennes journalières s'observe aisément sur ces 3 profils. Les températures, fraîches en hiver (parfois négatives), présentent une augmentation graduelle au printemps pour décroître ensuite à partir de la fin août. Un redoux est toutefois observable début septembre. Si la station amont présente des valeurs totalement comprises dans l'optimum thermique de la truite fario, ce n'est pas le cas des stations situées à l'aval. Celles-ci dépassent le seuil de l'optimum de 19°C entre juillet et septembre mais également le seuil de 25°C pour la station « amont Illhaeusern » à la fin juillet. Globalement les profils sont classiques et mettent en évidence des valeurs proches de l'amont vers l'aval en hiver (entre 1 et 6°C de fin décembre à fin février) et plus divergentes en saison estivale (entre 17 et 28°C sur juillet-août).

b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds

L'étude globale des régimes thermiques mensuels permet une approche générale (figure 6). Ainsi, le régime thermique de la Fecht est relativement frais et caractéristique d'une tête de bassin de moyenne montagne entre F01 (« Maison forestière Breitsein ») et F11 (« Zimmerbach »). Les températures sont ainsi froides en hiver et fraîches en été, n'excédant pas 20°C. Les valeurs présentent une amplitude thermique restreinte sur l'année 2019 (14,62±16,73). La station F01 présente les valeurs les plus basses du bassin (T_{mJ} min=1,68°C lors de la journée du 30/01/19).

En revanche la Fecht se réchauffe à partir de la commune de Turckheim avec une différenciation du régime thermique plus visible entre l'amont et l'aval de la commune (station « Zimmerbach » et « aval Turckheim »). Ce secteur est caractérisé par un lit mouillé plus large et une ripisylve moins dense, notamment lors des traversées urbaines. Les stations F11 à F19 sont caractérisées par des températures hivernales semblables aux stations en amont mais avec des amplitudes thermiques bien plus importantes en été (18,56±21,93) et des températures moyennes excédant 19°C entre juillet et août.

Si la température moyenne maximum est relevée à l'aval du bassin sur F22 (« Amont Illhaeusern » avec 26,10°C le 26/07/2019), les régimes thermiques sont, depuis la traversée d'Ostheim (F19, limite de seconde catégorie), peu compatibles avec des groupements salmonicoles.

Par rapport à l'étude des températures moyennes des 30 jours les plus chauds de l'année, la représentation schématique (figure 7) permet bien de rendre compte des constats précédents. Les T_{moy30J} restent faibles, inférieures à 19°C de l'amont à la station F13 « Turckheim gare ».

Les T_{moy30J} sont respectivement de 15, 17 puis 19°C sur Metzeral, Munster et Zimmerbach avec des valeurs instantanées plus importantes sur Zimmerbach (T_{mJ} max = 21,24°C). Les températures sont légèrement plus clémentes au niveau de la confluence avec la Weiss (F17 avec T_{moy30J} = 20°C et un régime thermique adouci) grâce aux eaux plus fraîche de la Weiss.

Les T_{moy30J} excèdent ensuite 22°C (F19 à F22) avec des moyennes journalières et instantanées supérieures au seuil légal des Salmonidés à partir de la commune de Turckheim.

Les périodes les plus chaudes de l'année 2019 sont généralement observées sur le bassin du 27/06/19 au 26/07/19.

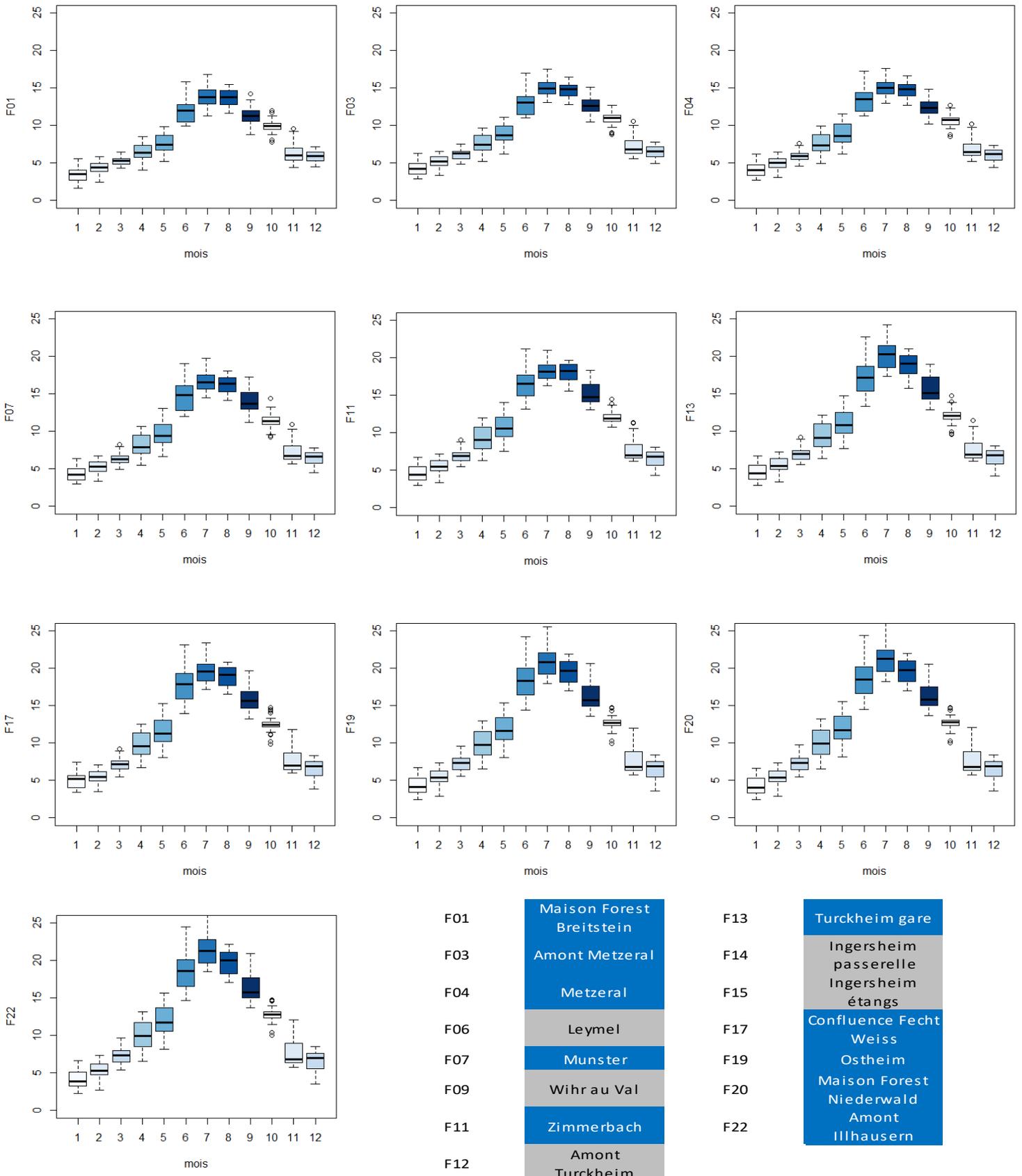
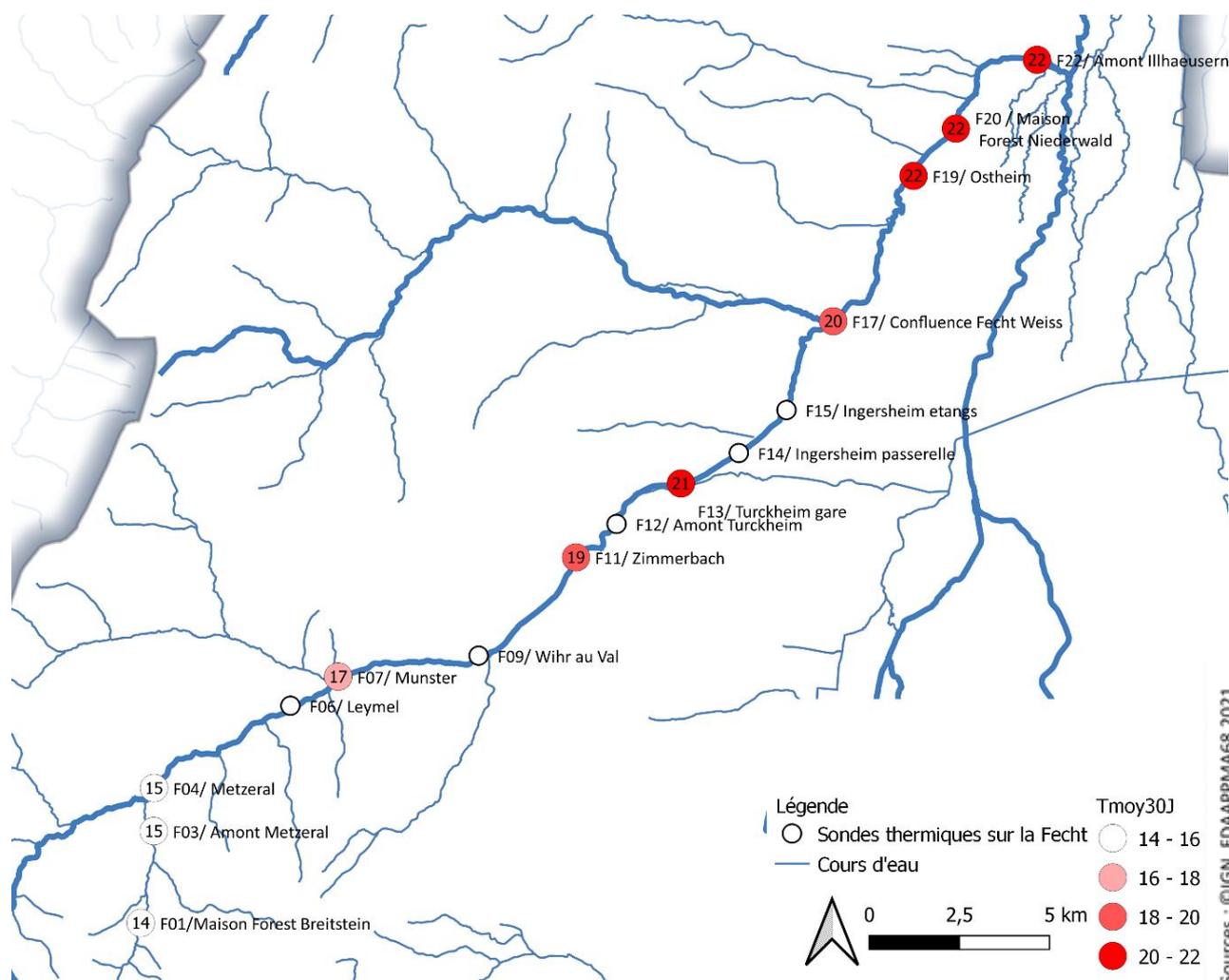


Figure 6 : Boxplots des régimes thermiques mensuels via les températures moyennes journalières. La liste des stations présente en bleu les stations dont les données furent complètes en 2019 et en gris, les données lacunaires.



Sources : ©IGN, FDAAPPMA68,2021

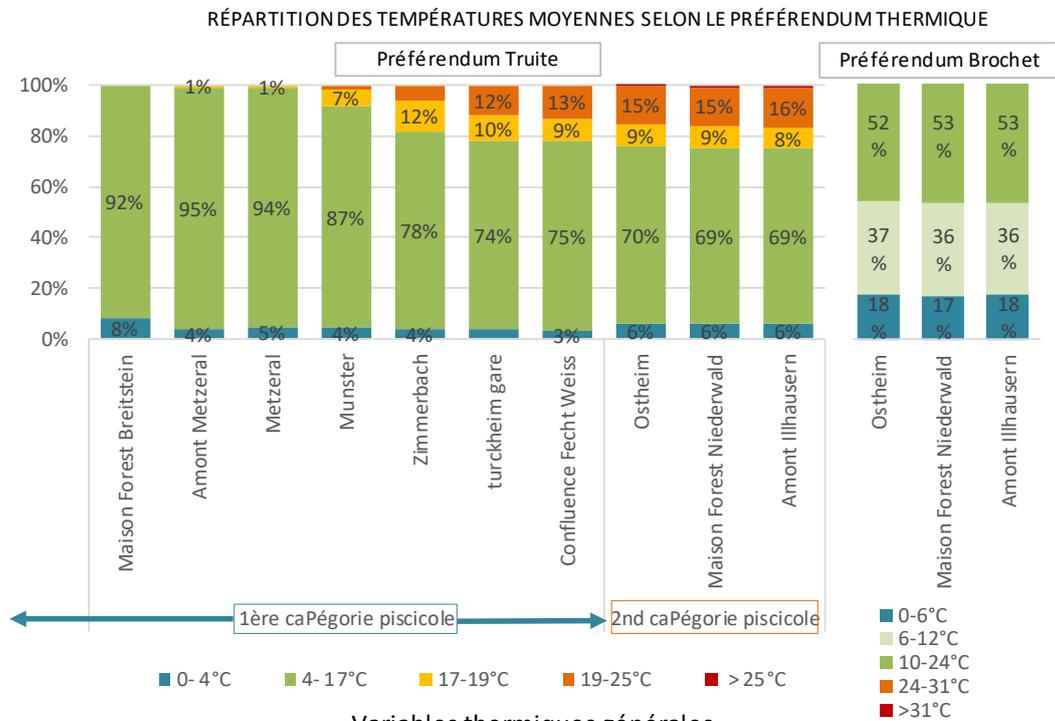
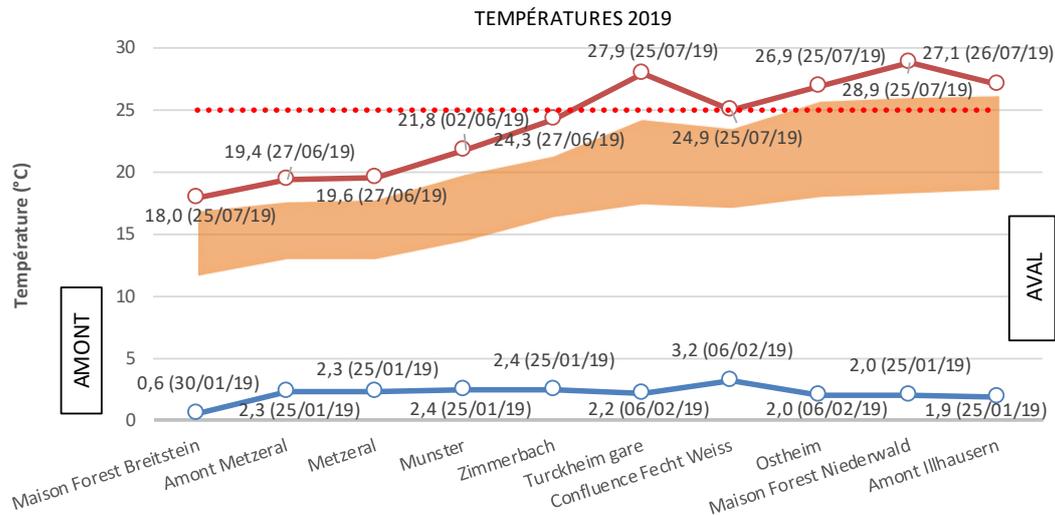
Figure 7 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Fecht (les stations sans valeurs sont lacunaires en données, ne permettant ainsi pas le calcul des Tmoy30J).

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

La répartition des proportions des températures moyennes selon les préférendums thermiques (figure 8) représente encore une fois aisément cette rupture, observée entre Zimmerbach et Turckheim. En effet les 4 stations situées les plus à l'amont concilient parfaitement les optimums thermiques de la truite fario avec 95 à 87% de températures favorables (entre 4 et 17°C). Mais ces proportions chutent rapidement à partir des station Zimmerbach (78%) et Turckheim gare (75%) alors que la limite des eaux de 2eme catégorie piscicole n'est que bien plus à l'aval. Si des importantes populations de Salmonidés sont encore présente dans cette zone, celles-ci font tout de même face à un stress thermique important (22% des températures supérieures à 17°C dont 12% à 19°C pour F13).

Si le seuil léthal n'était pas atteint en 2018, en 2019 celui-ci est bien dépassé en termes de températures instantanées et moyennes sur F13, F19, F20 et F22. Des chroniques et des comparaisons statistiques sur le long terme seront nécessaires mais le constat actuel démontre néanmoins que ces zones sont moins favorables thermiquement aux populations salmonicoles. Ces remarques sont corroborées par les observations des communautés piscicoles présentes en aval de F11 avec des proportions croissantes de cyprinidés rhéophiles.

Fecht - Synthèse thermique 2019



Variables thermiques générales						
T instannée min	T instannée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
0,56	28,85	1,68	26,1	T min : 18,54	T moy : 21,93	T max : 26,10
30/01/2019	25/07/2019	30/01/2019	25/07/2019	27/06/2019	au	26/07/2019
Maison Forest	Maison Forest	Maison Forest	Amont Illhausern	Amont Illhausern		

Préferendum thermique de la Truite fario (en moyenne sur la Fecht)

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	293	24	29	1
5,0%	80,3%	6,6%	7,9%	0,2%

Figure 8 : Fiche synthèse thermique sur la Fecht et répartition des optimums thermiques.

d) Bilan thermique pour la Fecht

En conclusion, le bassin versant de la Fecht semble en amont particulièrement propice au développement de l'espèce repère du contexte : la truite fario. En effet, de « Maison forestière Breistein » à Munster en passant par Metzeral, 87 à 95% des températures observées sont comprises dans l'optimum thermique de la truite. L'amont du bassin présente donc un profil thermique caractéristique de cours d'eau frais de moyenne montagne.

En revanche, on note un réchauffement des eaux préoccupant à l'aide des métriques TmJ et Tmoy30J dès l'aval de Zimmerbach et particulièrement après la commune de Turckheim. Le réchauffement visible à partir de Zimmerbach (F11) peut être dû à la présence du bras de la Fecht puisant sa source en amont de Wihr-au-Val et par l'apport d'eau des étangs d'Ingersheim. Mais c'est à partir de la station F11 que la différenciation est plus marquée avec 74% des températures comprises dans l'optimum thermique de l'espèce. Il est possible que cette observation soit liée à la traversée urbaine de la commune, à la ripisylve très éparse, à l'ensoleillement fort, aux rejets d'origine anthropique et à l'élargissement du cours d'eau.

Les stations situées en aval sont ensuite peu favorables à l'espèce truite et brochet en termes d'optimums mais plutôt aux cyprinidés rhéophiles (et semble-t-il selon les observations de recensement de la faune piscicole : à l'ombre commun au niveau de la station F17 poche de la confluence avec la Weiss). En effet, le régime thermique étant alors moins favorable aux Salmonidés, celui-ci profite à divers taxons tels que le Chevesne ou le Barbeau fluviatile.

L'année 2019 a également été marquée par une période particulièrement chaude du 26/06/19 au 27/07/19 avec des températures dépassant parfois le seuil léthal de la truite à partir de la commune de Turckheim.

2. Bassin de la Weiss

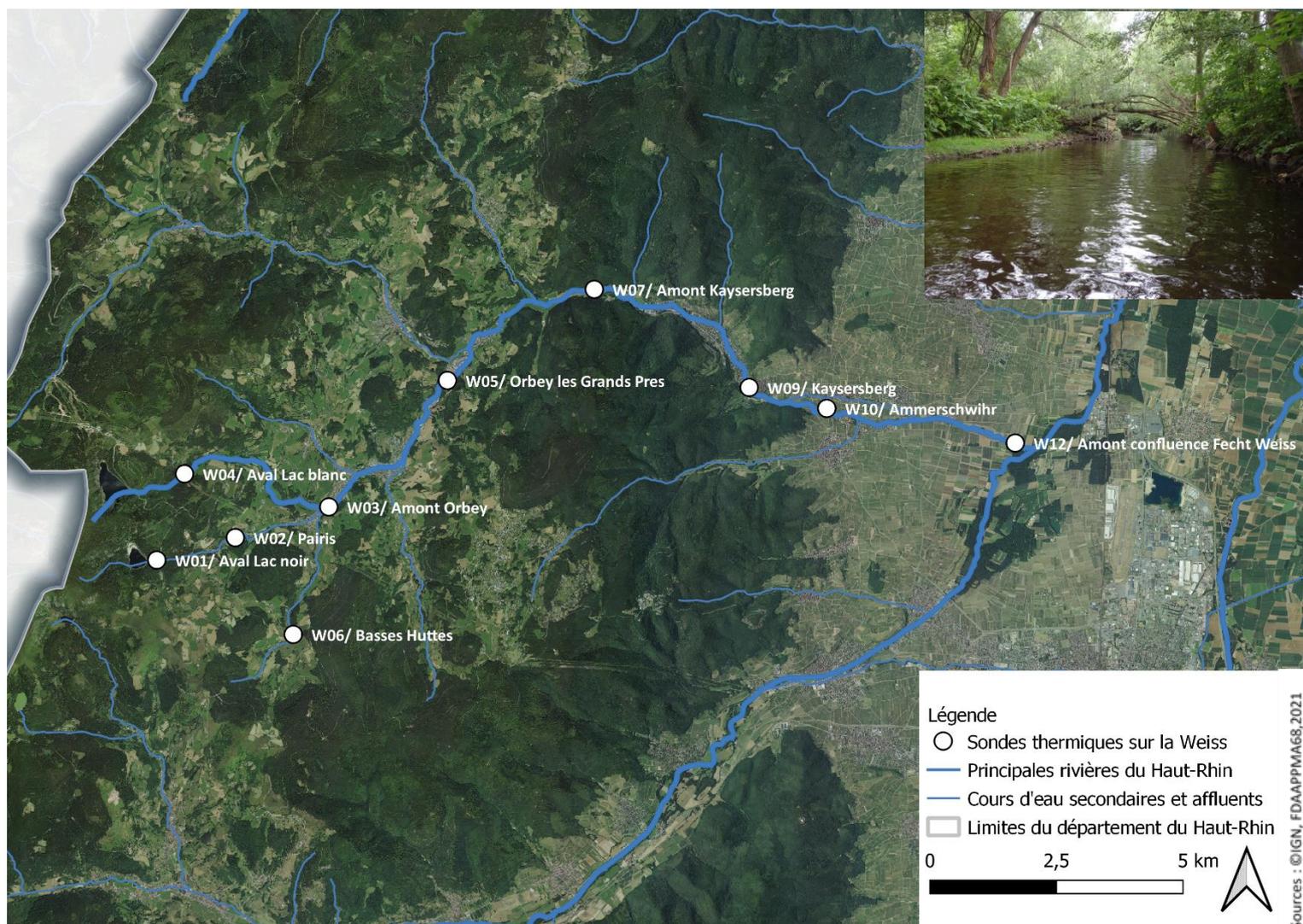


Figure 9 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Weiss (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est).

Le cours d'eau de la Weiss comprend un linéaire de 24,3 km et traverse toute la vallée de Kaysersberg en prenant sa source à proximité du col du Linge et du col du Wettstein (altitude 845 m). La Weiss est appelée « ruisseau des basses huttes » sur la partie amont, avant de rejoindre le ruisseau du Lac Noir et du Lac Blanc en aval. La rivière est caractérisée par une forte pente, un régime torrentiel et une occupation forestière du bassin.

Le bassin comprend également le Lac Noir (lac glacière de 45m de profondeur et de 14ha) ainsi que le Lac Blanc (lac d'altitude de 75m de profondeur et de 29ha). Ces deux lacs de montagne, appréciés des randonneurs pour leurs cadres idylliques, sont particulièrement structurants du régime hydrologique de la Weiss. Le Lac Blanc est également relié par une conduite au Lac Noir (100m en aval). Un ancien aménagement hydroélectrique y est en réfection.

La Weiss de jette ensuite dans la Fecht en rive gauche entre Sigolsheim et le nord de Colmar.

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

a) Présentation des températures moyennes journalières

Afin de permettre une lecture facilitée, les résultats de 4 sondes thermiques sont présentés ici (figure 10) avec :

- La station située la plus à l'aval (« amont confluence » en orange)
- Au centre (« amont Orbey » en vert)
- Les deux stations situées à l'aval des Lacs Noir (en noir) et Blanc (en bleu).

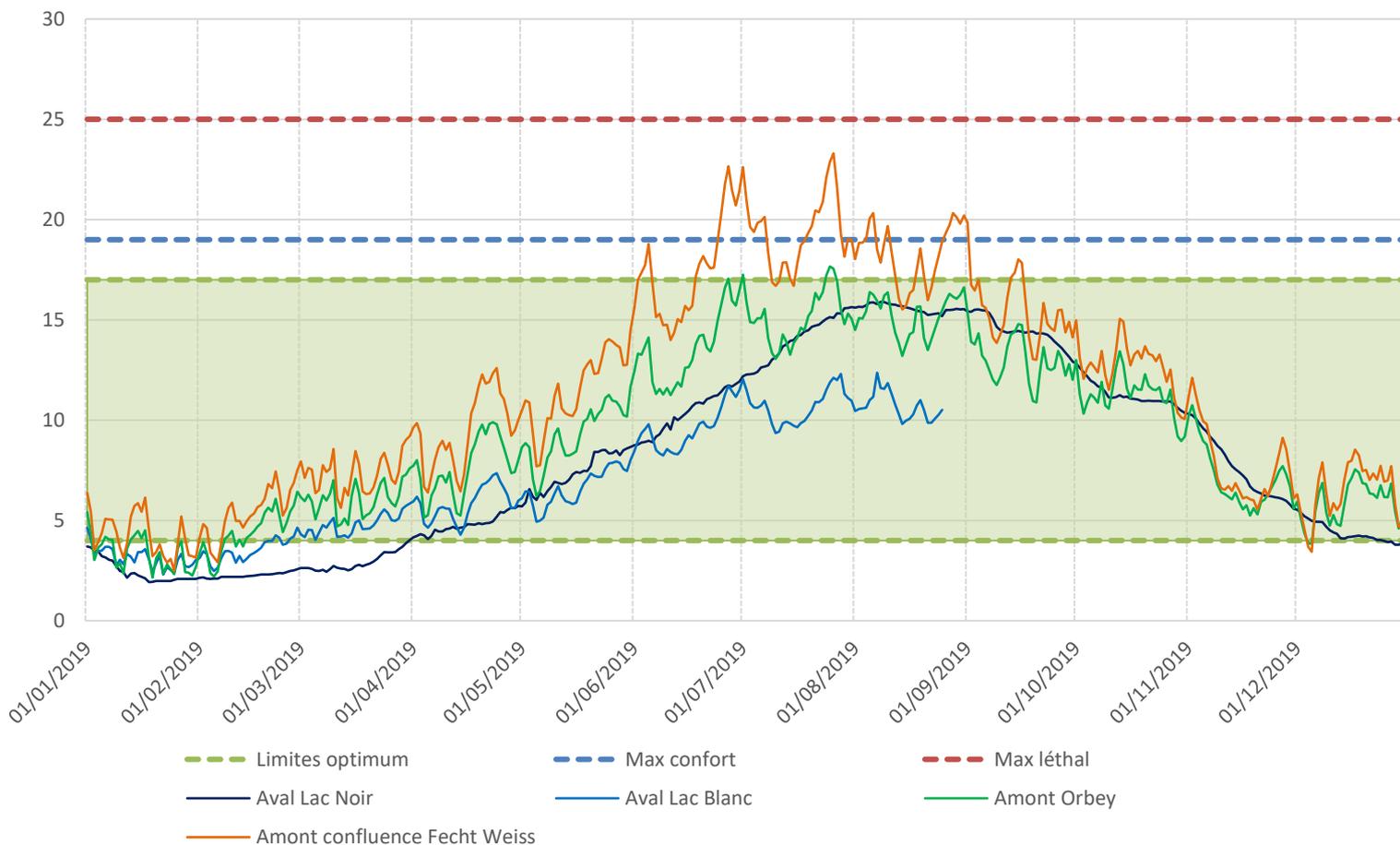


Figure 10 : Températures moyennes journalières sur la Weiss pour 4 stations durant l'année de suivi 2019.

Malgré les données lacunaires au niveau de la sonde « aval Lac Blanc », il est possible d'observer un régime thermique froid à très faible amplitude durant la période de janvier à fin août 2019. Le profil thermique de la station W01 « aval Lac Noir » se démarque fortement des autres avec des amplitudes journalières minimales conduisant à cette courbe caractéristique d'apparence lissée. Ces observations sont résultantes des particularités des rejets des deux lacs. En effet, les eaux du Lac Noir sont exportées par vanne de fond, ce qui conduit à des températures globalement froides aux alentours des 4°C sans contact avec l'air. La température des sorties d'eau est donc directement liée à la stratification thermique saisonnière du lac Noir (4°C en hiver et 10 ± 15°C en été). Ces deux ruisseaux aux eaux froides et à l'amplitude thermique saisonnière réduite, tendent donc à structurer thermiquement la Weiss à l'aval avec un cours d'eau froide en hiver (<5°C) et frais durant l'été (10 ± 17°C).

b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds

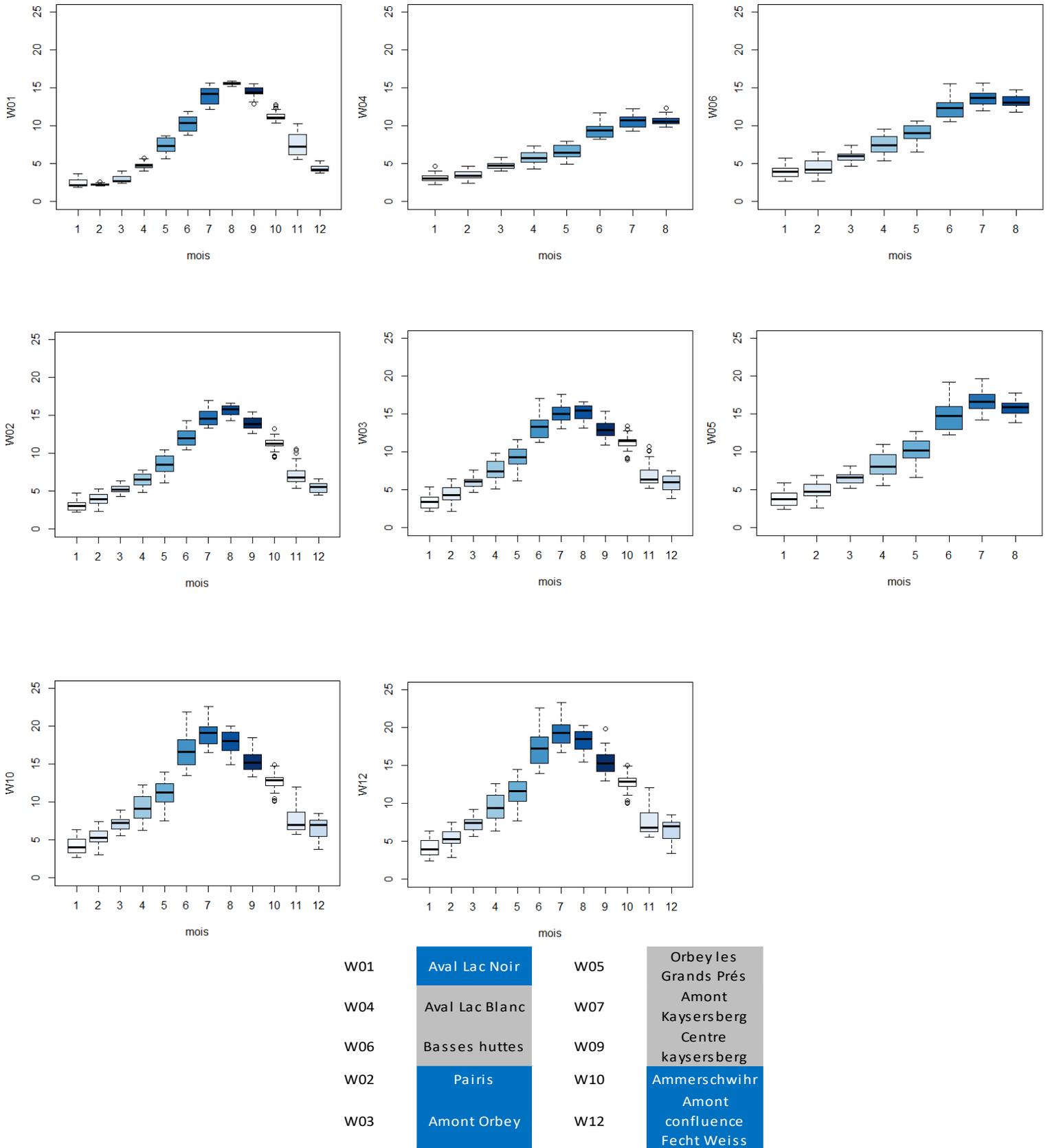


Figure 11 : Boxplots des régimes thermiques mensuels via les températures moyennes journalières.

L'étude globale des régimes thermiques mensuels rejoint ces observations locales. En effet, le ruisseau du lac Blanc, le ruisseau du lac Noir et le ruisseau des basses huttes présentes tous les trois des températures fraîches, stables et des amplitudes thermiques réduites. Le minimum instantané observé en 2019 est de 1,3°C le 05/02/19 (W03 « amont Orbey ») et le maximum instantané est de 23,3°C le 27/07/19 (W12 « amont confluence »).

La Weiss se réchauffe donc uniquement à partir de Kaysersberg et d'Ammerschwihir avec des profils différenciés et des amplitudes thermiques plus importantes, notamment comprises entre 15 et 24°C entre juillet et août sur ces zones. Néanmoins le seuil légal des 25°C n'a jamais été atteint sur la Weiss (y compris en termes de valeurs instantanées).

Les valeurs obtenues pour les moyennes des 30 jours les plus chauds rendent compte encore une fois de ces descriptions. Les Tmoy30J n'excèdent pas le seuil du préférendum de 19°C sur l'ensemble du bassin, excepté à l'amont de la confluence (avec 19,7°C).

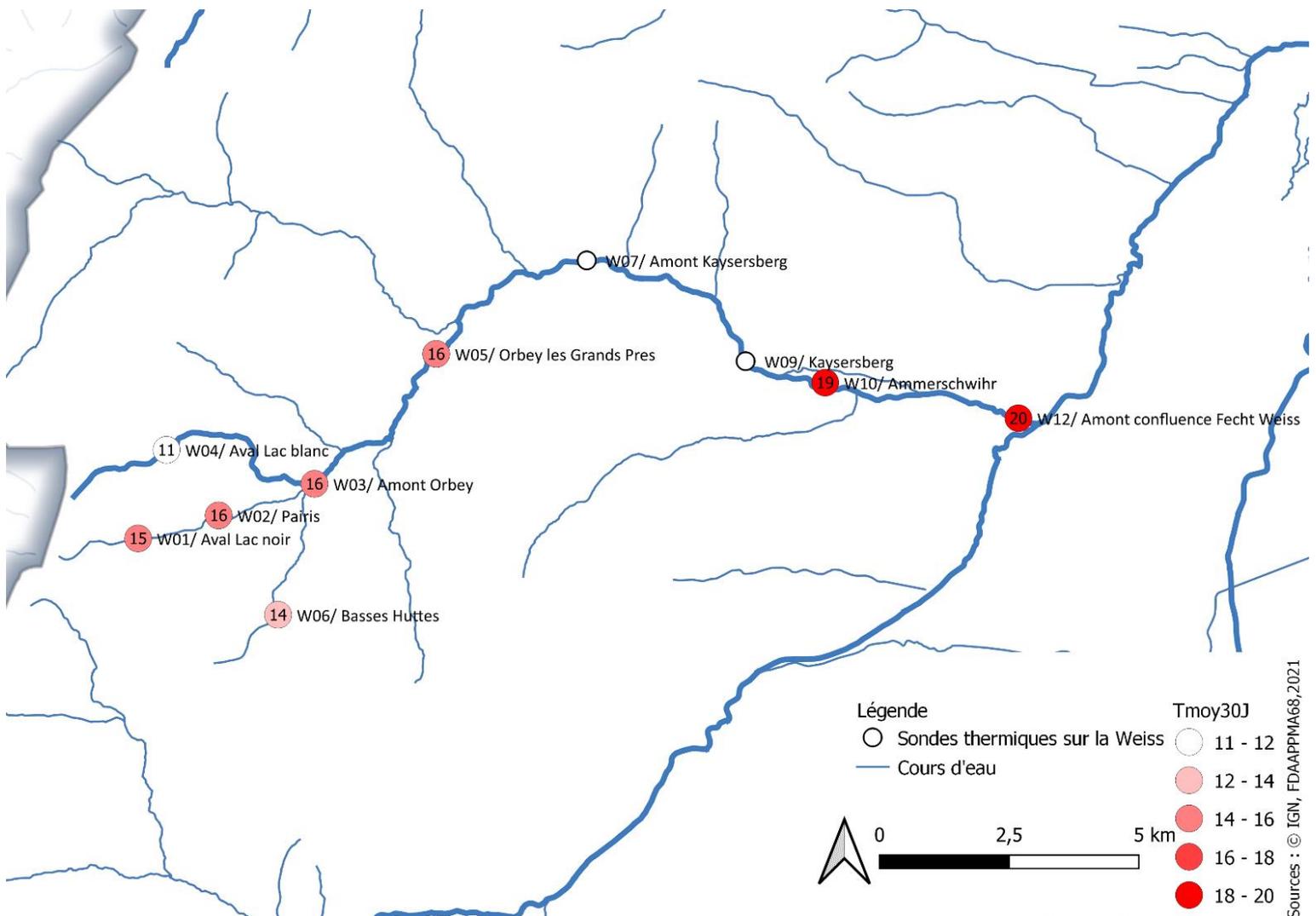


Figure 12 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Weiss (les stations sans valeurs sont lacunaires en données, ne permettant ainsi pas le calcul des Tmoy30J).

Sources : © IGN, FDAAPPM68,2021

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

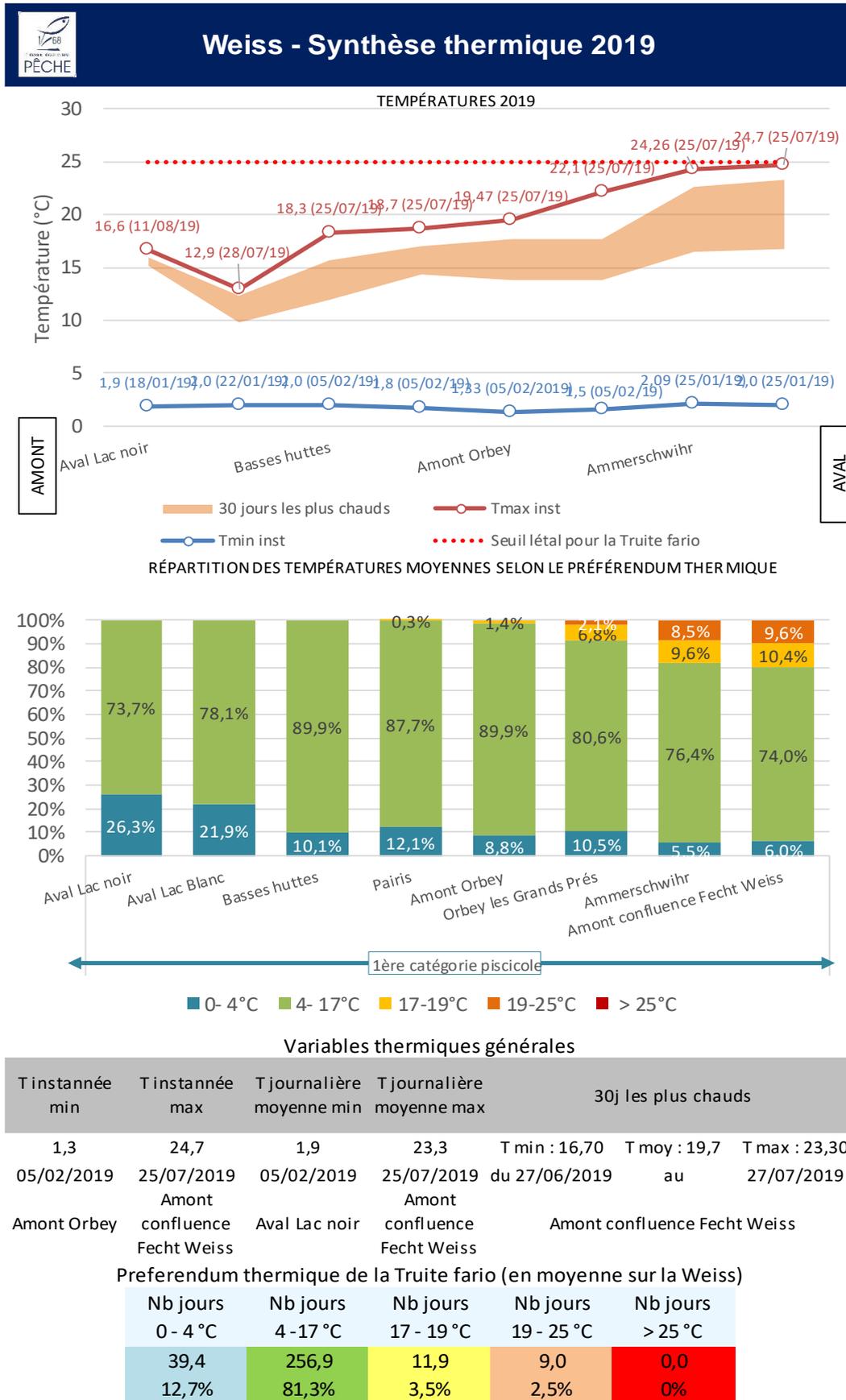


Figure 13 : Fiche synthèse thermique sur la Weiss et répartition des préférendums thermiques.

Globalement, la Weiss est un cours d'eau compatible avec les préférences thermiques de la truite. Entre 73,7% et 89,9% des valeurs restent comprises entre 4 et 17°C, assurant ainsi une thermie favorable à l'espèce.

Mais deux extrêmes ponctuels plus défavorables sont notables au niveau :

- Des 3 ruisseaux amonts ; pour 26,3 à 10,1% des valeurs inférieures à 4°C, limitant ainsi le développement embryonnaire et la croissance des larves.
- Le secteur aval de Kaysersberg à la confluence avec la Fecht avec 8,5 à 9,6% des valeurs supérieures à 19°C, pouvant ainsi engendrer un stress thermique ponctuel.

d) Bilan thermique pour la Weiss

La Weiss présente donc un profil thermique caractérisé par les apports des deux lacs de montagne (lac Blanc et Noir), avec des eaux froides et des amplitudes thermiques faibles. Les observations présentent globalement une thermie favorable pour la truite fario malgré deux secteurs limitants (l'amont avec des eaux parfois inférieures à 4°C et l'aval avec une $T_{moy30J}=20^{\circ}C$).

Ainsi, même si l'impact à l'échelle de la station est défavorable localement, l'impact des eaux froides relâchées à l'aval des lacs peut être considéré comme positif à l'échelle du bassin, notamment dans un contexte de changement climatique global. Ces zones pourraient même constituer un refuge pour la truite fario. Une attention devra également être portée sur la basse vallée de la Weiss, notamment aux abords de la confluence avec la Fecht. Ce secteur semble présenter des valeurs plus importantes avec une moyenne des 30 jours les plus chauds de 19,7°C mesurée en 2019.

3. Bassin de la Liepvrette

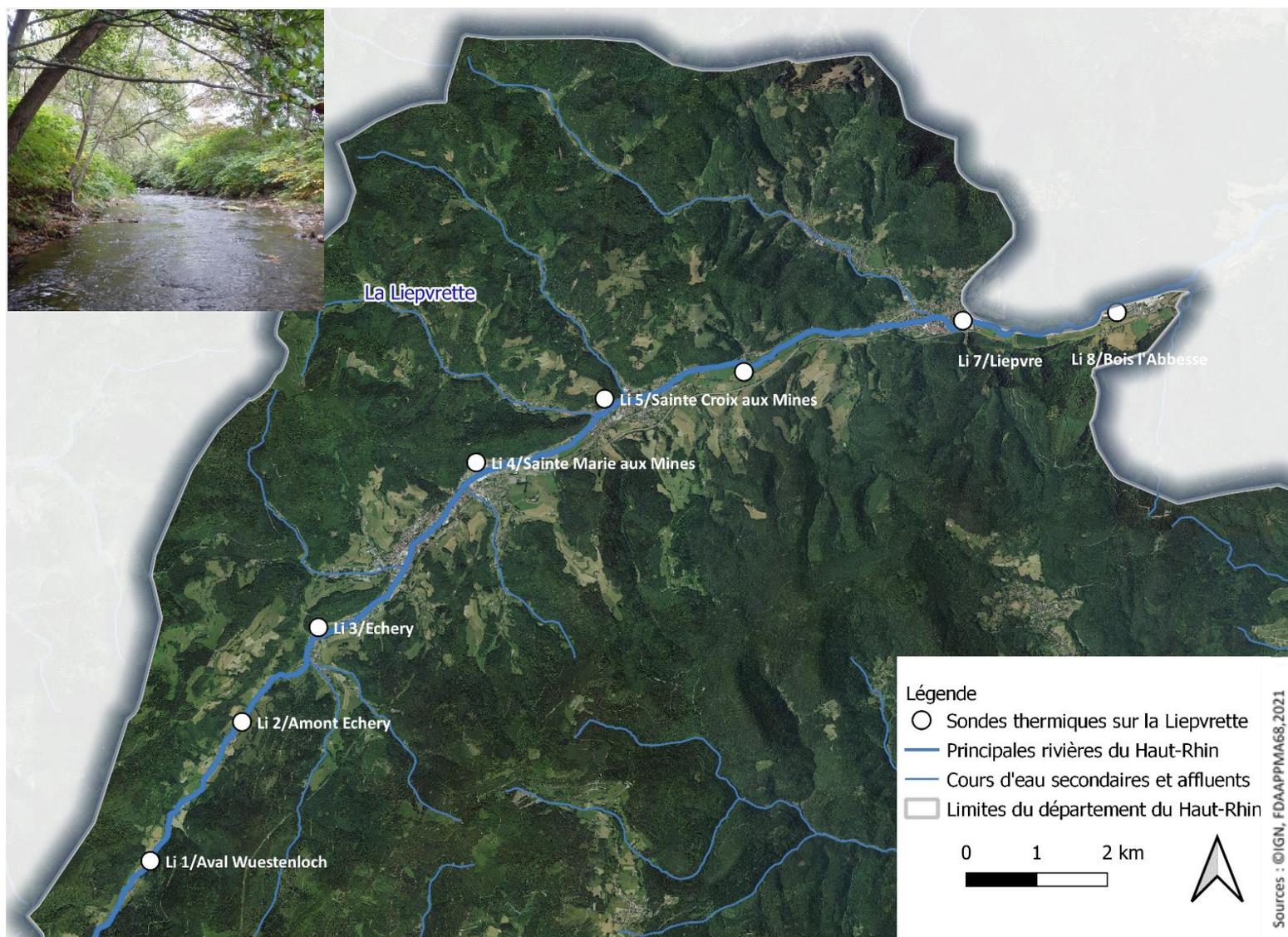


Figure 14 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Liepvrette (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est).

La Liepvrette est l'affluent principal du Giessen, lui-même affluent de l'III. C'est le cours d'eau Vosgien principal le plus au nord du département du Haut-Rhin. La Liepvrette prend sa source au niveau du col des Bagenelles entre 750 et 900 m d'altitude près de la commune de Sainte-Marie-aux-Mines et présente un linéaire de 25km pour un bassin versant de 130km². Ses affluents principaux pouvant être cités sont : le Robinot, le Rombach ou encore le Grand Rombach. Le bassin est caractérisé par un relief à forte pente en amont et vallonné en aval. Le bassin est globalement très anthropisé et 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.

Le module de la Liepvrette à Lièpvre est de 1,790m³ /s.

a) Présentation des températures moyennes journalières

Afin de permettre une lecture facilitée, les résultats de 4 sondes thermiques sont présentés (figure 15) avec :

- La station située la plus à l'aval (« Bois l'abbesse » en jaune) ;
- Au centre (« Sainte Marie aux Mines » et « aval Sainte Croix aux Mines » respectivement en vert et rouge) ;
- La station amont (« aval Wuestenloch » en bleu).

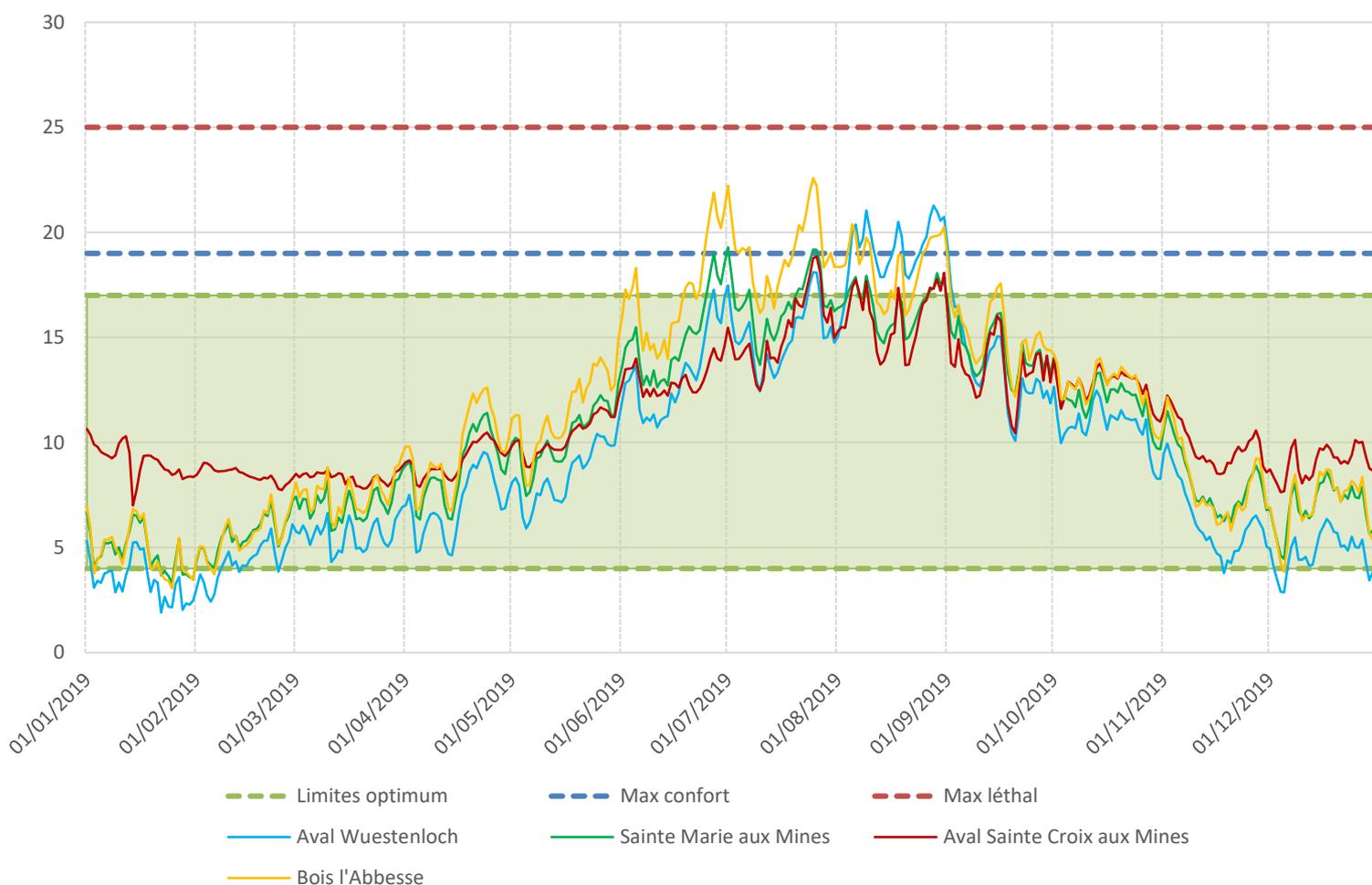


Figure 15 : Températures moyennes journalières sur la Liepvrette pour 4 stations durant l'année de suivi 2019.

S'il est possible d'observer une stratification thermique de l'amont vers l'aval, celle-ci est très légère. En effet le régime thermique de la Liepvrette est globalement très homogène et similaire entre les diverses stations. Les amplitudes thermiques mensuelles sont généralement minimales avec des températures froides en hiver ($2 \pm 10^\circ\text{C}$) et n'excédant pas 23°C en température moyenne journalière lors de la saison estivale (maximum relevé sur Li8 et minimum sur Li1).

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

- Li6 « aval Sainte-Croix aux Mines » où des valeurs plus élevées en hiver (décembre à fin février) sont observées par rapport aux autres stations.
- La station située la plus à l'aval (« Bois l'abbesse ») qui présente des températures estivales bien plus importantes que sur les autres stations.

b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds

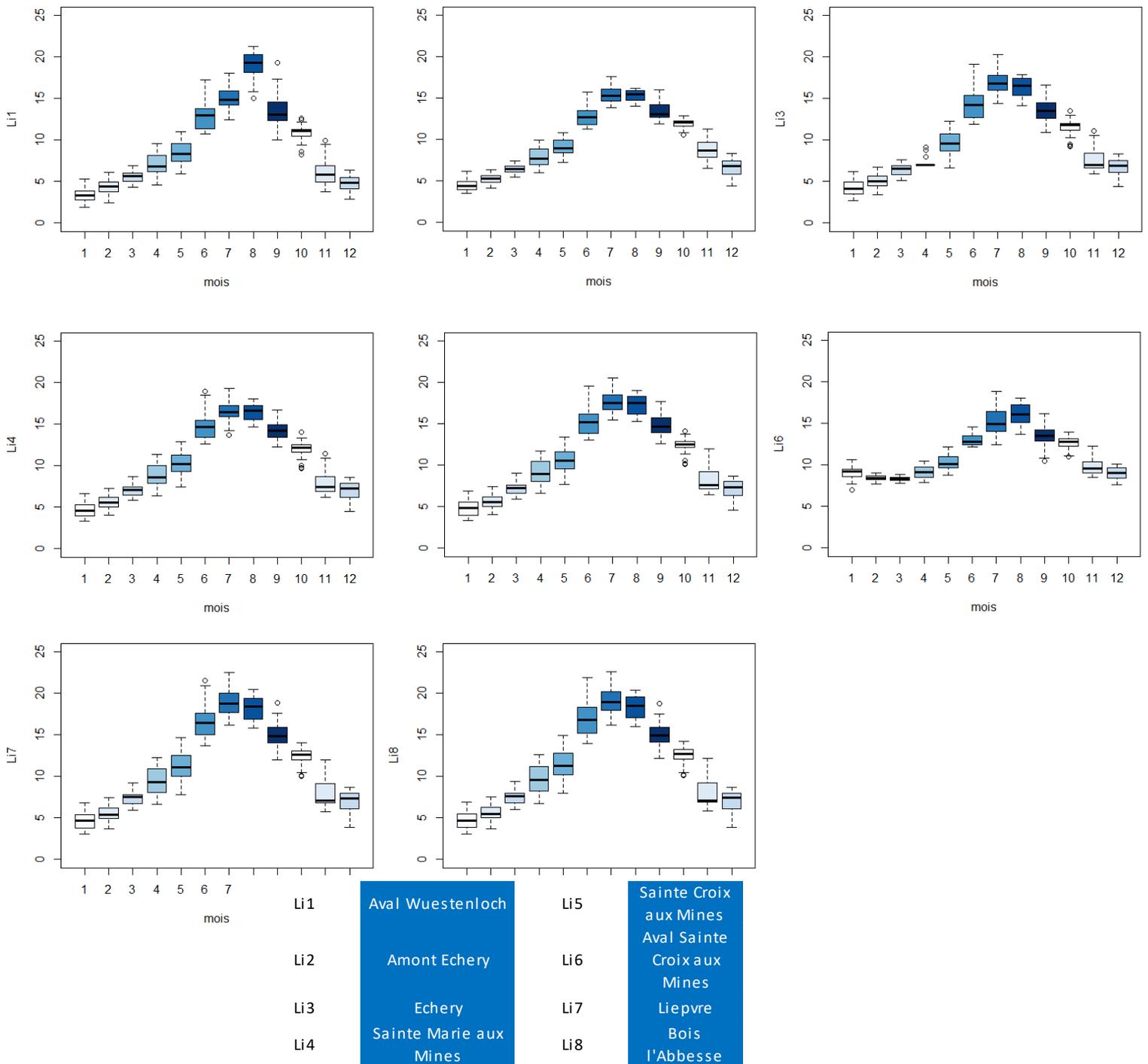


Figure 16 : Boxplots des régimes thermiques mensuels via les températures moyennes journalières.

Les profils mensuels des différentes stations présentées figure 16 permettent d'appuyer ces observations. Les amplitudes journalières y sont faibles sur l'ensemble des stations entre décembre et mai, puis sont plus importantes entre juin et août.

Les minimales instantanées de l'année sont proche de 0°C. Elles sont généralement comprises entre 0,6 et 2,7°C, excepté sur la station « Aval Sainte-Croix-aux-Mines » (avec 6,7°C en Ti min). Le régime thermique de cette station est particulier avec des températures clémentes en hiver (>6°C) et moins chaudes en été que sur les stations attenantes (Tmj max=18,8°C et Tmoy30J=16,3°C). Les hypothèses classiquement avancées peuvent mettre en cause un impact probable des rejets urbains locaux ou encore de l'urbanisation forte du secteur de la commune. Il conviendra lors des prochaines phases de terrain de chercher à répondre plus précisément à cette interrogation.

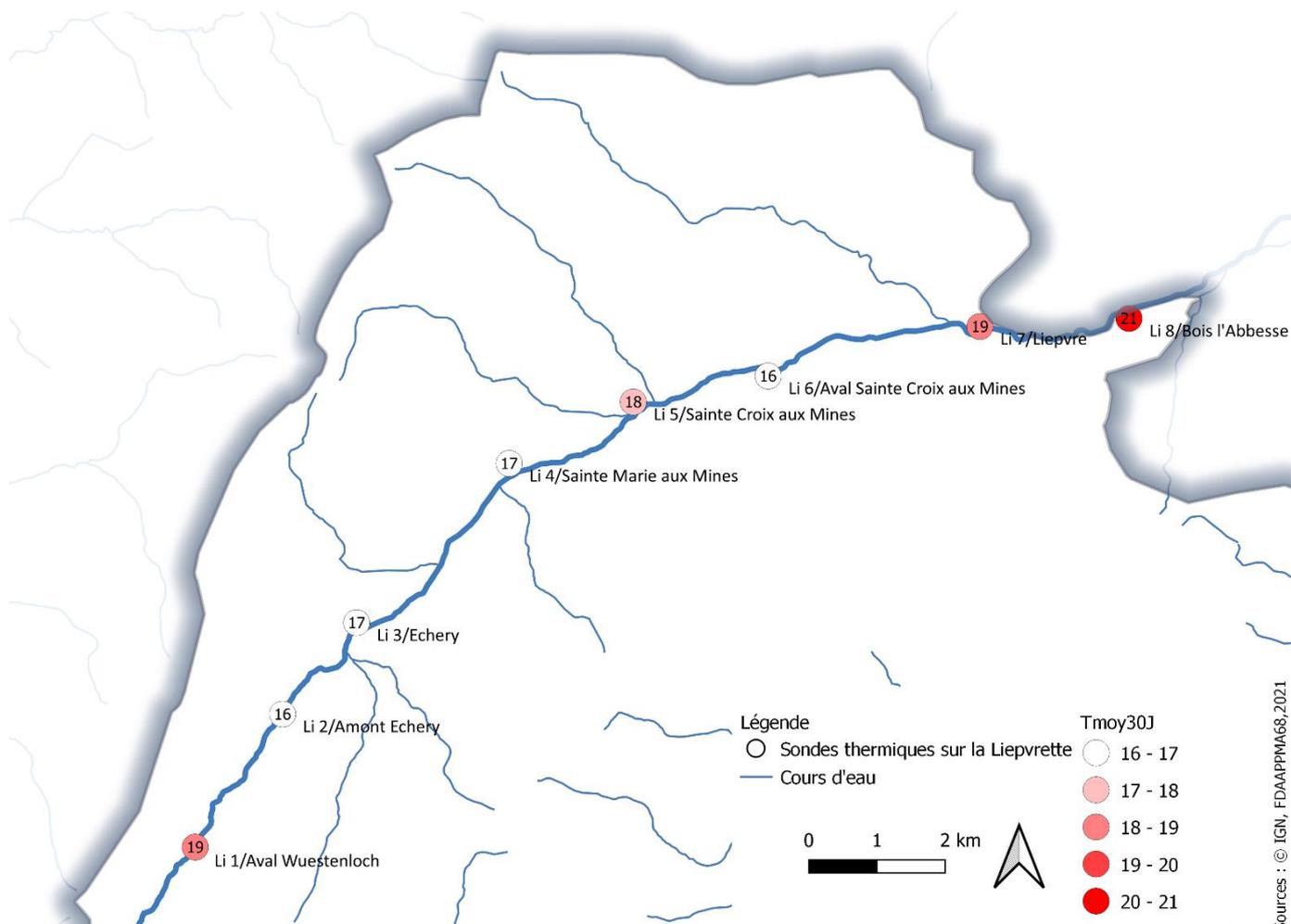
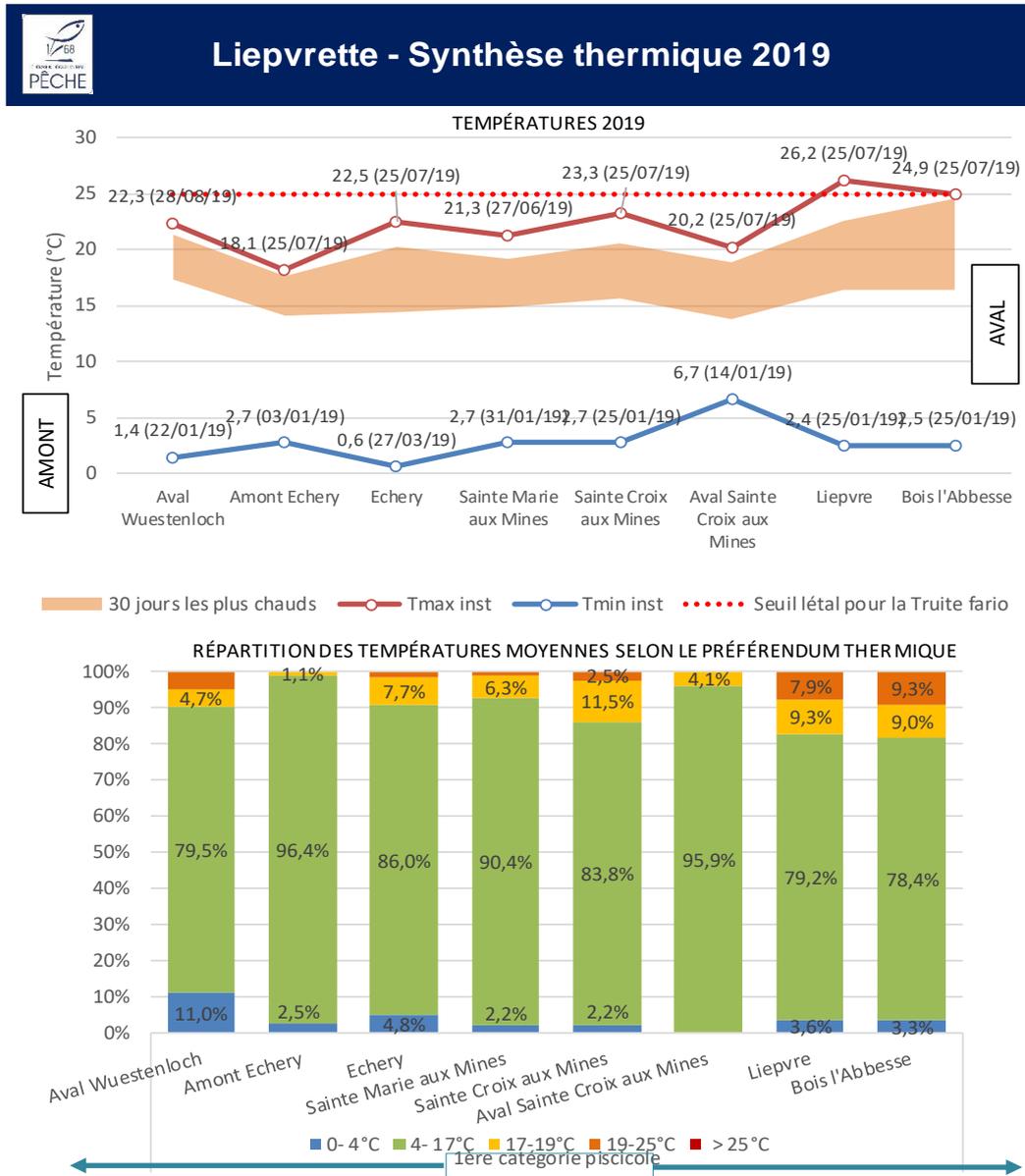


Figure 17 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Liepvette (les stations sans valeurs sont lacunaires en données, ne permettant ainsi pas le calcul des Tmoy30J).

Les Tmoy30J évoluent de la même manière avec aucune valeur supérieure à 21°C en 2019 sur l'ensemble du bassin. Les valeurs de ces indices sont comprises entre 19°C pour Li1 et 16°C pour Li6. Ensuite, à partir de la commune de Lièpvre (Li7), les maximales sont plus importantes (Tmj max = 19,1 ± 20,6). Ce changement notable peut être explicité par la traversée urbaine de Lièpvre où la rivière est élargie, peu profonde et possède une ripisylve épaisse.

La valeur de 19°C pour « l'aval de Wuestenloch » est surprenante. L'hypothèse qu'un problème technique ait affecté la donnée de cette sonde est à privilégier (sonde hors d'eau, dysfonctionnement interne).

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces



Variables thermiques générales

T instannée min	T instannée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
0,6	26,2	1,9	22,6	T min : 16,38	T moy : 20,06	T max : 24,55
27/03/2019	25/07/2019	22/01/2019	25/07/2019	du 13/07/19	au	11/08/2019
Echery	Liepvre	Aval Wuestenloch	Bois l'Abbesse	Bois l'Abbesse		

Préferendum thermique de la Truite fario (en moyenne sur la Liepvrette)

Nb jours 0 - 4 °C	Nb jours 4 - 17 °C	Nb jours 17 - 19 °C	Nb jours 19 - 25 °C	Nb jours > 25 °C
13,3	311,5	24,3	12,4	0,0
3,7%	86,2%	6,7%	3%	0%

Figure 18 : Fiche synthèse thermique sur la Liepvrette et répartition des optimums thermiques.

Malgré ces remarques diverses et comme en témoigne la figure 18, la proportion des températures comprises entre 4 et 19°C est fortement majoritaire (entre 97,5 et 87,4%). Ainsi la Liepvrette est particulièrement favorable au développement et à la survie des Salmonidés. Les stations les plus propices en termes de thermie pour la truite sont : Li6, Li2 et Li4.

Néanmoins :

- Li1 et Li3 présentent des valeurs inférieures à 4°C à hauteur de 11 et 4,8%, pouvant être très défavorables au développement embryon-larvaires des truites.
- Li7 et Li8 situées à l'aval, présentent des pics de températures instantanées proches du seuil léthal (26,2 et 24,9°C le 25/07/19). Ces valeurs sont certes observées lors de courtes périodes mais peuvent néanmoins induire un stress pour les populations piscicoles locales.

d) Bilan thermique pour la Liepvrette

D'une manière générale le cours d'eau de la Liepvrette est très favorable au développement des Salmonidés vis-à-vis des régimes thermiques. En effet les températures y sont homogènes, le gradient thermique amont-aval peu marqué et les amplitudes mensuelles faibles. La moyenne des 30 jours les plus chauds (de mi-juin à mi-juillet 2019) n'excède jamais 19-20°C, excepté à l'aval du bassin où l'impact de la traversée urbaine de Lièpvre se fait sentir.

Les deux principales perturbations relevées sur ce bassin sont donc : un réchauffement estival important de l'eau à l'aval de Lièpvre et un réchauffement des eaux en hiver à l'aval de Sainte Croix aux Mines.

4. Bassin de la Doller

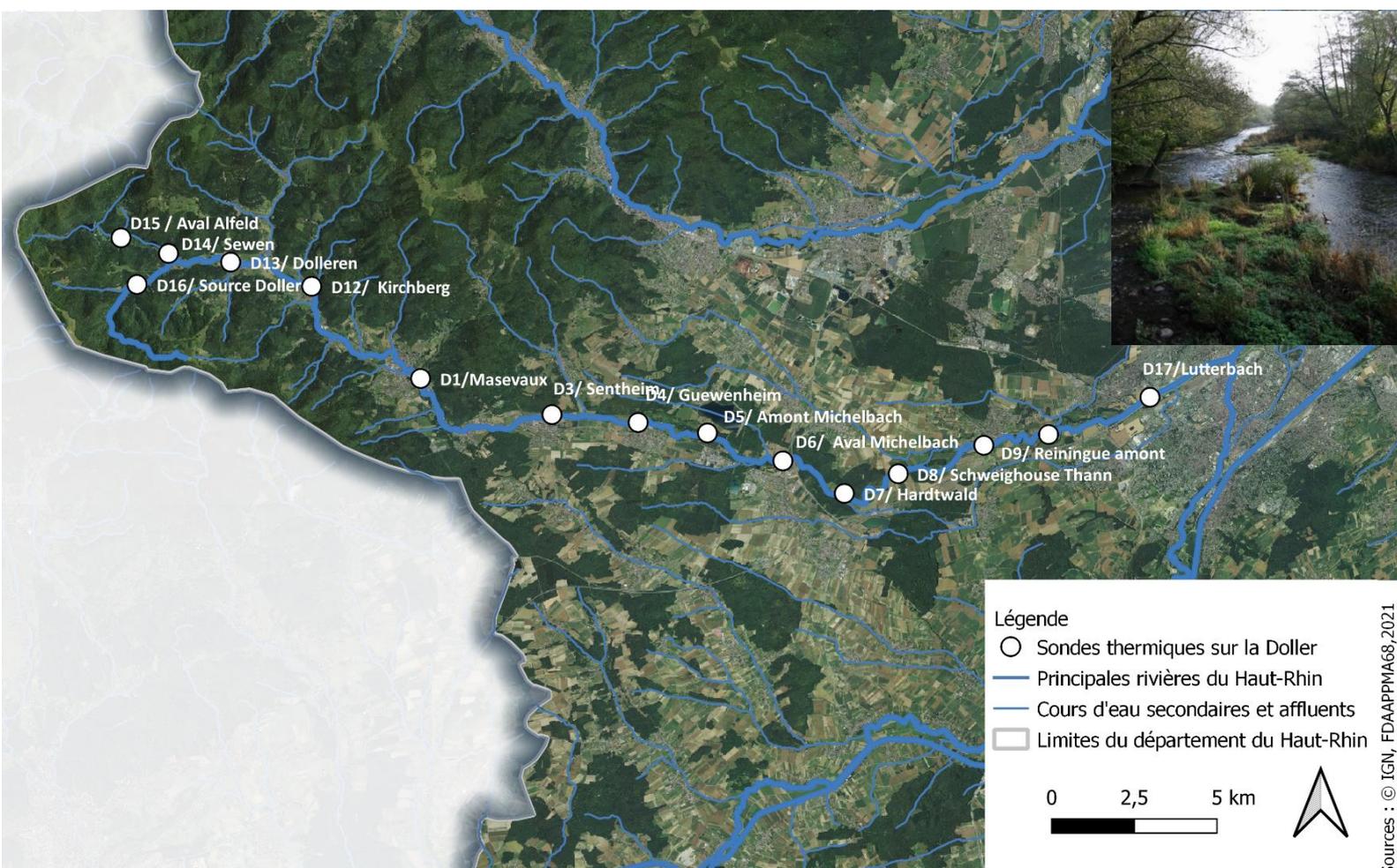


Figure 19 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Doller (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est).

Le bassin de la Doller couvre une superficie de 215km². L'occupation du sol y est variée, allant du massif forestier Vosgien à l'ouest aux plaines vallonnées très urbanisées à l'est. Le cours d'eau prend sa source au sein du massif Vosgien, proche du Grand Ballon d'Alsace à près de 930m d'altitude (au niveau du lieu-dit « Fennematt »). La Doller se jette dans l'Ill au niveau d'Illzach après un linaire de 46km.

Le 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.

Ses affluents majoritaires pouvant être cités sont notamment le Wagenstallbach, le Seebach, le Bourbach, le Leimbach ou encore le Dollerbaechlein. La Doller rencontre plusieurs plans d'eau d'importances sur son tracé tel que le lac d'Alfeld, le lac de Sewen et le réservoir de Michelbach. Ce dernier assure l'essentiel de l'alimentation en eau potable de l'agglomération de Mulhouse.

a) Présentation des températures moyennes journalières

Les résultats de 5 sondes thermiques sont présentés pour l'année 2019 (figure 20) avec :

- La station située la plus à l'aval aux données complètes (« Schweighouse Thann » en vert) ;
- La station intermédiaire « amont Michelbach » (en orange) ;
- Les stations situées en amont du bassin (« Source Doller » et « lac d'Alfeld », en noir et en bleu) ;
- La station située à l'aval du lac de Sewen (« Sewen » en rouge).

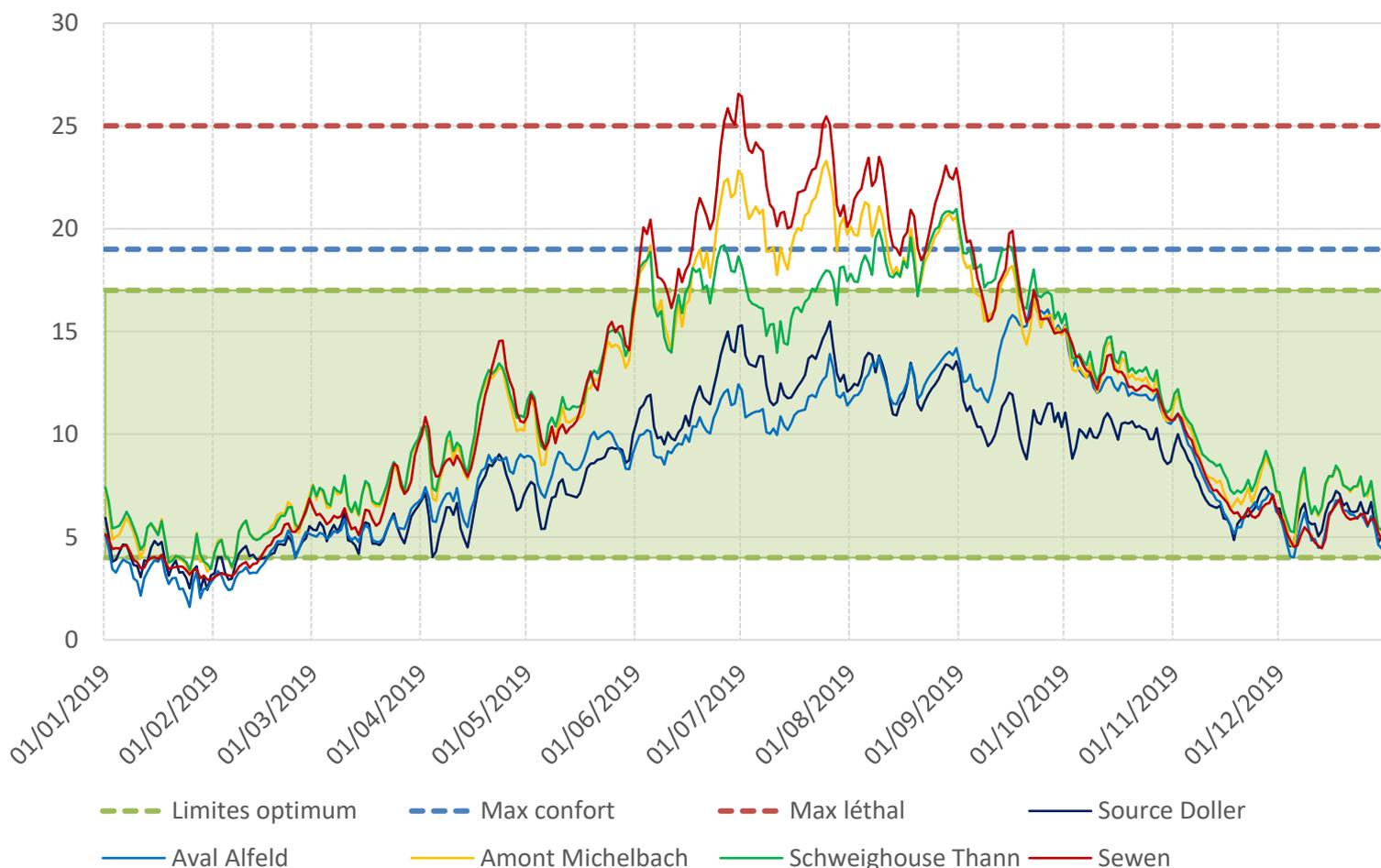


Figure 20 : Températures moyennes journalières sur la Doller pour 5 stations durant l'année de suivi 2019.

La Doller ne présente pas un profil thermique longitudinal classique et plusieurs particularités sont visibles à travers l'observation des régimes thermiques journaliers ainsi que mensuels. En effet, les moyennes journalières et à *fortiori* les régimes thermiques des stations mesurées sont parfois très hétérogènes. Les disparités principales sont observables du printemps à l'automne, en revanche les températures moyennes journalières hivernales sont très proches entre elles ($1,6 \pm 4,6^\circ\text{C}$).

Ainsi, des différences notables peuvent être mises en avant avec :

- La Source de la Doller et l'aval d'Alfeld qui présentent un profil plus typique de tête de bassin versant avec des amplitudes thermiques faibles et des eaux fraîches ;
- Une divergence, par rapport aux profils amont, de la station « Sewen » pouvant être expliquée par l'apport des eaux du Seebach qui transitent par le lac d'Alfeld et par le lac de Sewen avec des températures supérieures à 19°C dès début juin. Le seuil léthal est

même atteint début juillet alors qu'on se trouve encore très en amont sur le bassin versant de la Doller.

- Des températures journalières bien plus importantes dès avril pour les stations situées à l'aval du secteur de Guewenheim, pouvant être accentuées par la banalisation du secteur et à sa ripisylve peu développée. La température journalière dépasse 19°C dès début juin 2019 sur « amont Michelbach » jusqu'à dépasser le seuil léthal de 25°C le 25/07/19 et 28°C sur « Guewenheim » à la même date.
- Des températures inférieures entre juin et août 2019 pour les stations situées à l'aval du lac de Michelbach. Cette observation est la résultante de la restitution des eaux de la retenue à la Doller par une vanne de fond. Mais dès la mi-juillet, lorsque les soutiens d'étiages diminuent, cet impact est de moins en moins perceptible (cf « Schweighouse Thann » figure 20).

b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds

Les boxplots des températures moyennes journalières représentent bien les disparités de régime thermiques observées sur la Doller (figure 21).

Si un profil plus classique de tête de bassin similaire aux stations amont de la Fecht peut être observé sur la station D16 (« source Doller »), ce n'est déjà plus le cas dès D15 et D14. En effet, un réchauffement printanier précoce est observable sur D15, lié à la gestion du lac d'Alfeld. Malgré tout, les températures restent fraîches, n'excédant pas 17°C aux périodes les plus chaudes.

En revanche, le profil thermique de la station D14 (« Sewen ») diverge fortement des autres avec une rupture nette du profil dès le mois d'avril. Les amplitudes thermiques mensuelles sont importantes et les températures moyennes et instantanées sont particulièrement élevées pour un milieu situé encore très en amont sur le bassin (500m d'altitude). Ainsi, la température de l'eau y dépasse 15°C dès le mois de mai (contre 10°C à la même date sur les stations en amont), 19°C dès juin et enfin, 25°C en juillet. Les températures maximales instantanées et moyennes sont respectivement de 28,8°C et de 26,6°C le 30/06/19. Ces mesures sont également les plus importantes de tout le bassin de la Doller.

Les profils des stations D13 à D5 sont plus classiques mais sont encore marquées par l'impact des eaux chaudes en sortie du lac de Sewen. Les températures hivernales restent toutefois froides (entre 2 et 4°C), mais en période estivale, celles-ci sont élevées pour les peuplements salmonicoles entre juin et août ($T_{mj\ max}=18,8 \pm 21,2^{\circ}C$).

Les stations D7 et D8 ont la particularité de présenter des températures plus clémentes en été avec des médianes plus basses en juillet qu'en juin. Cette particularité est liée au soutien d'étiage du réservoir du Michelbach par vanne de fond. Il serait pertinent dans le futur de coupler l'analyse avec les données de débit de sortie du réservoir.

Par rapport aux moyennes des 30 jours les plus chauds, leur observation (figure 22) met encore une fois en exergue les remarques énoncées ci-dessus, avec :

- Des T_{moy30J} très basses (13-14°C) sur les stations amonts : D13 et D14 ;
- Une T_{moy30J} de 23°C sur D14 (« Sewen ») ;
- Des valeurs homogènes entre « Masevaux » et « Amont Michelbach » ($T_{moy30J} = 20 \pm 21^{\circ}C$) ;

- Des valeurs plus faibles de quelques degrés à l'aval de Michelbach.

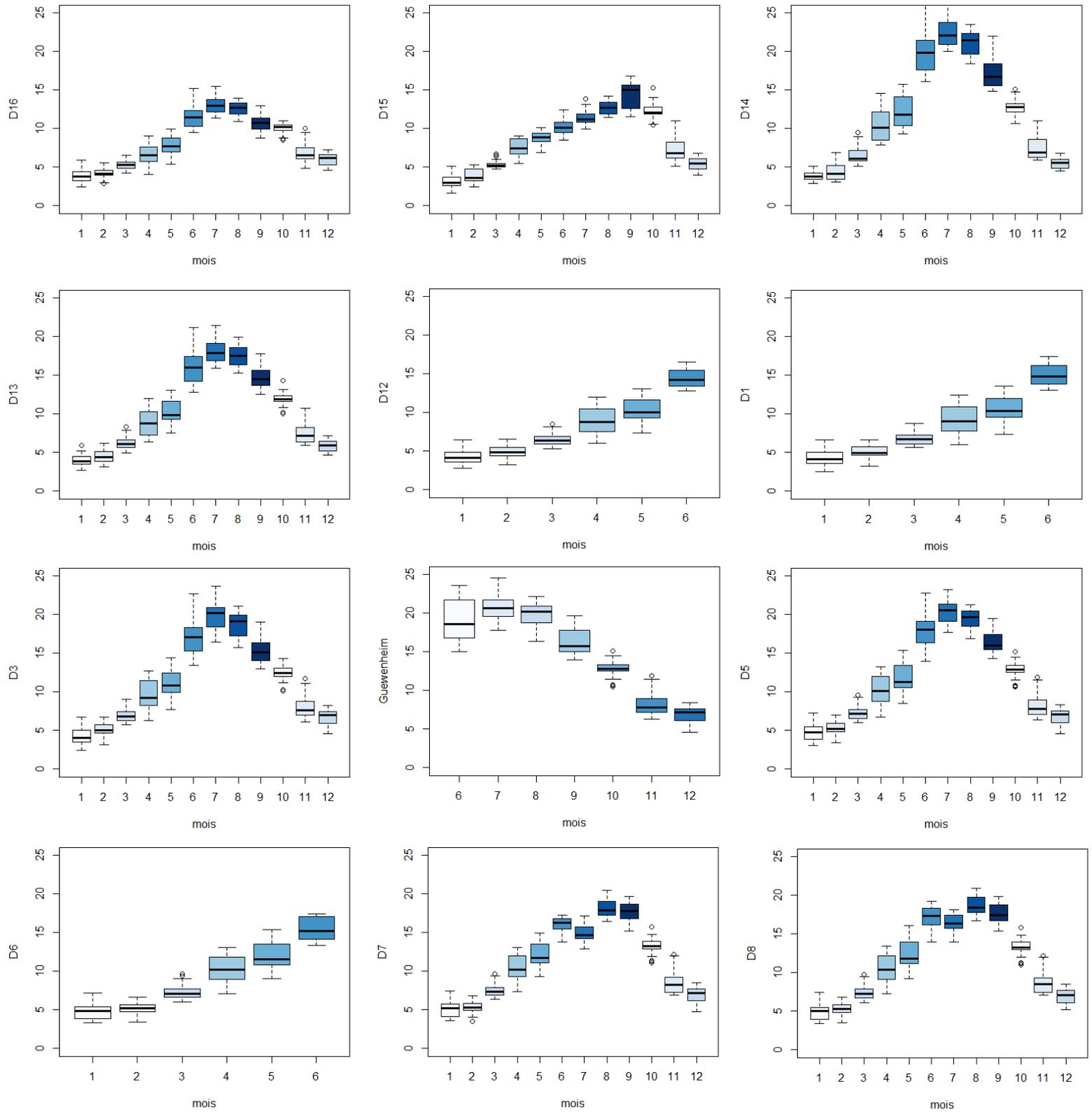


Figure 21 : Boxplots des régimes thermiques mensuels via les températures moyennes journalières sur la Doller.

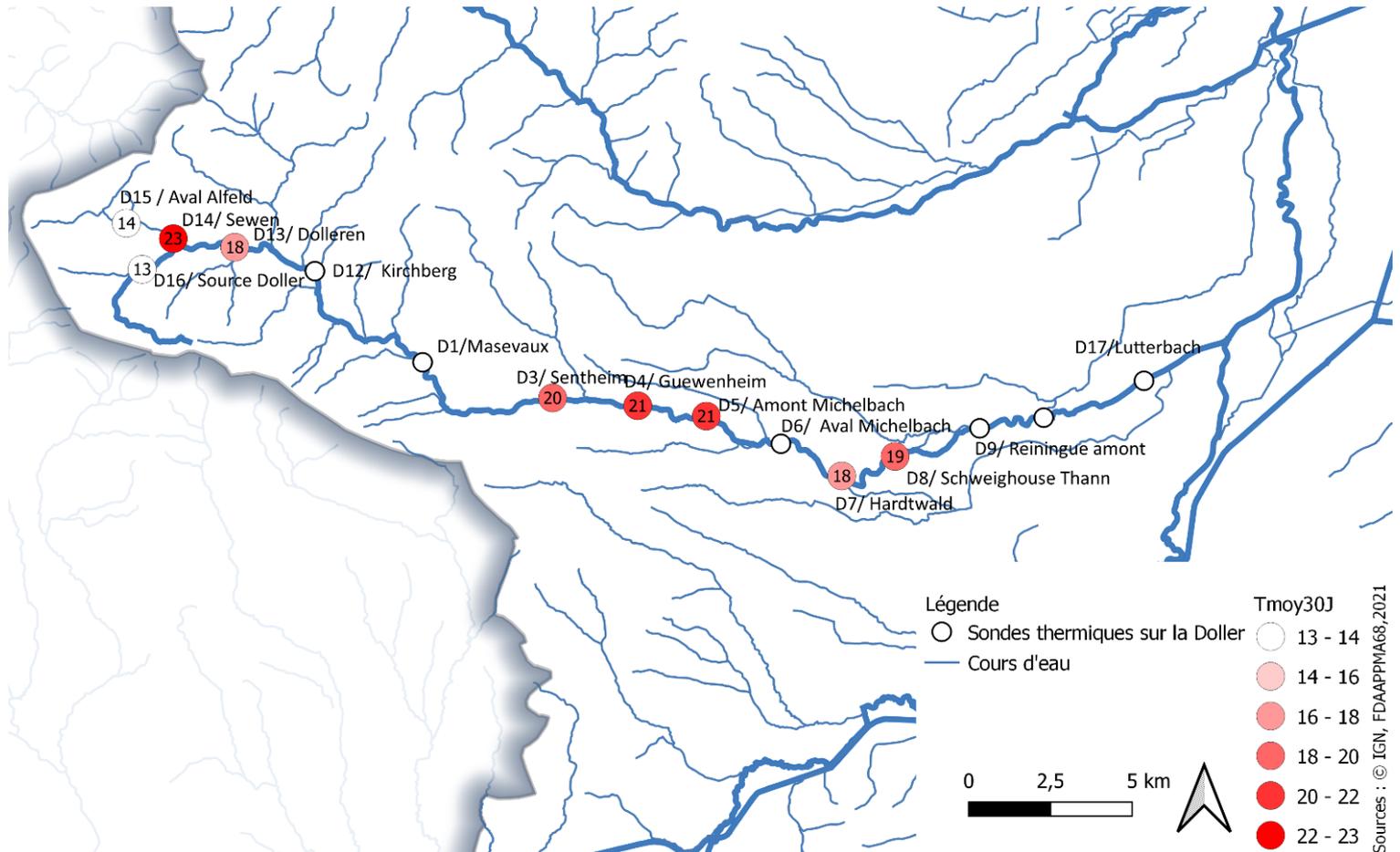


Figure 22 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Doller (les stations sans valeurs sont lacunaires en données, ne permettant ainsi pas le calcul des Tmoy30J).

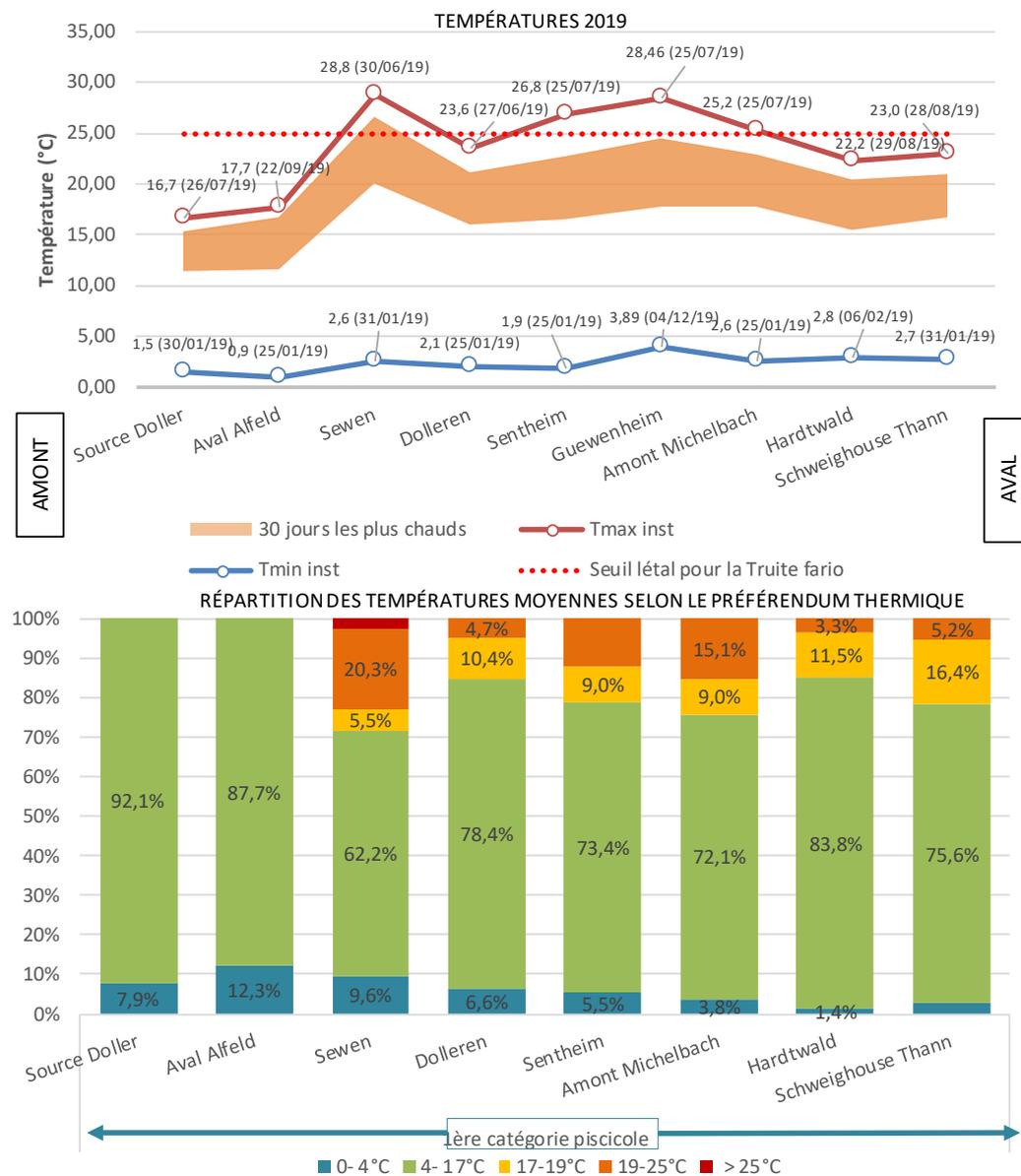
c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

Encore une fois, l'influence de l'affluent du Seebach et des eaux du lac de Sewen sont clairement visibles au niveau des répartitions des températures moyennes selon les préférendums de la truite fario (figure 23). En effet, une rupture nette est visible entre « Source Doller » et « Sewen » avec d'un côté 92,1% des températures moyennes favorables (comprises entre 4 et 17°C) et 62,2% de l'autre.

En aval, la proportion des températures excédant les 19°C reste importante, à hauteur de 4,7 et de 15,1% entre « Dolleren » et « Amont Michelbach ». Si la thermie est plus clémente pour les Salmonidés à l'aval de Michelbach (81,1 à 95,3% des températures comprises entre 4 et 19°C), des pics de températures restent observables sur des temps plus ou moins long pouvant induire des stress ponctuels pour les espèces piscicoles inféodées.

Les données thermiques tendent à expliquer en partie les résultats des inventaires biologiques réalisées sur ce secteur avec des proportions croissantes de cyprinidés rhéophiles comme le chevaine présent en densité importante à l'aval de Sewen.

Doller - Synthèse thermique 2019



Variables thermiques générales

T instannée min	T instannée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
0,893	28,754	1,6	26,6	T min : 20,01	T moy : 22,95	T max : 26,56
25/01/2019	30/06/2019	25/01/2019	30/06/2019	du 26/06/19	au	25/07/2019
Aval Alfeld	Sewen	Aval Alfeld	Sewen	Sewen		

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

Nb jours 0 - 4 °C	Nb jours 4 - 17 °C	Nb jours 17 - 19 °C	Nb jours 19 - 25 °C	Nb jours > 25 °C
20,2	266,8	28,1	30,9	1,0
5,5%	76,0%	8,4%	9,8%	0,3%

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

d) Bilan thermique pour la Doller

Le régime thermique de la Doller est donc très hétérogène selon les stations étudiées et semble être un des bassins les moins favorables en termes de thermie par rapport aux préférendums de la truite fario.

Deux secteurs sont particulièrement défavorables : l'aval du lac de Sewen ainsi que le secteur situé entre Sentheim et la confluence avec le Michelbach. L'affluent du Seebach et à *fortiori* le lac de Sewen, semblent avoir un impact particulièrement structurant sur la thermie des hydrosystèmes situés à l'aval avec des températures extrêmes tôt dans la saison. Cette problématique étant particulièrement mis en avant par les descripteurs présentés, il apparaît pertinent de prendre en compte cette zone de travail comme prioritaire.

Ces températures, importantes pour une rivière de 1^{ere} catégorie piscicole, impactent vraisemblablement la faune aquatique de manière notable. Ainsi, on retrouve notamment des densités importantes de certains taxons moins sensibles à la thermie tels que les chevaines dès la commune de Dolleren.

5. Bassin de la Thur



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

Le bassin versant de la Thur couvre un territoire de 262km². Le bassin possède un important passif industriel et est encore actuellement très urbanisé sur la partie aval. La Thur s'écoule de l'ouest à l'est sur un linéaire de 53km. Elle prend sa source au niveau de la commune de Wildenstein à 1 195m au sein du massif des Vosges. La rivière traverse plusieurs communes majeures telles que : Thann, Vieux Thann et Cernay. La Thur possède plus de 23 affluents.

Le bras principal se jette dans l'Ill au niveau d'Ensisheim alors que le bras secondaire (Vielle Thur) se jette dans la Lauch et rejoint l'Ill bien plus en aval.

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).

Le bassin est également connu pour ses populations de truite fario bien implantées et pour l'attrait touristique offert par le lac de Kruth-Wildenstein. Ce dernier est un lac artificiel de barrage construit en 1964 de 81ha et de 35m de profondeur. Il assure notamment un soutien

des débits d'étiage de la Thur avec un volume de 12 millions de m³. Le barrage ayant fait l'objet d'important travaux de réfection sur la période de 2019-2021, celui-ci a été vidé en grande partie lors de l'année 2020. La Thur étant alors particulièrement touchée lors des épisodes de canicules et d'assec en aval. Les impacts de ces travaux de réfection et de la vidange ne sont donc pas visibles sur les données de l'année 2019.

a) Présentation des températures moyennes journalières

Les résultats de 5 sondes thermiques sont ici présentés pour l'année 2019 (figure 25) avec :

- La station située la plus à l'aval (« Ensisheim » en jaune) ;
- Les deux stations intermédiaire « Bitschwiller » (en bleu) et « Cernay » (en vert) ;
- Les stations situées en amont du bassin avec la prise en compte du lac de Kruth-Wildenstein (« Wildenstein » en noir et « aval LKW » en rouge)

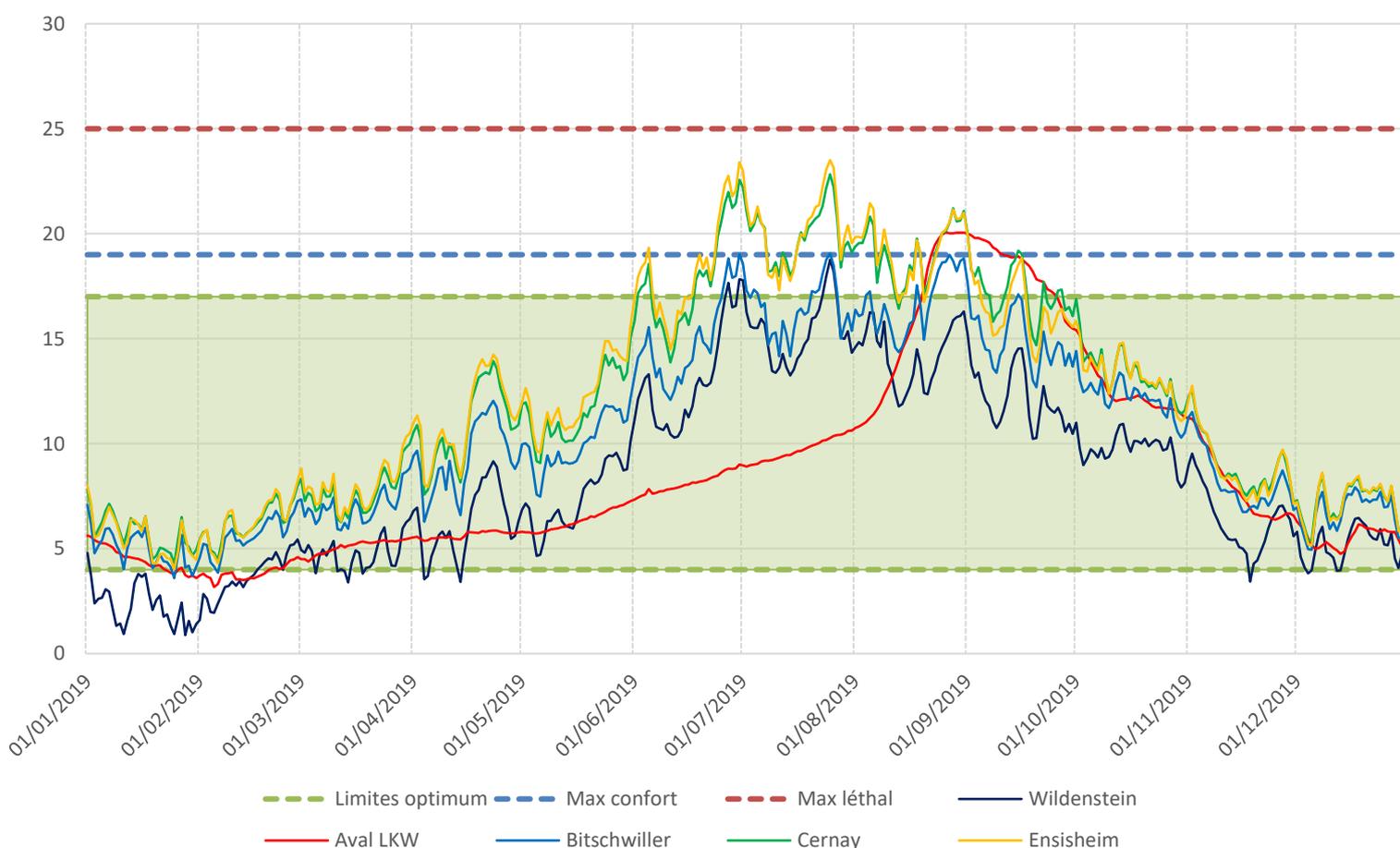


Figure 25 : Températures moyennes journalières sur la Thur pour 5 stations durant l'année de suivi 2019.

La station amont T1 (« Wildenstein ») présente un profil classique de cours d'eau amont d'eau fraîche avec des eaux froides en hiver (TmJ min = 0,9°C), se réchauffant très progressivement au printemps et restant fraîches de juin à septembre (12,91 ± 15,39°C). La température moyenne journalière n'accédant jamais 18°C sur la période étudiée (mais Ti max=19,8 le 25/07/19).

Les profils thermiques de la Thur présentent donc un gradient amont-aval marqué et classique mais sont également très affectés par le lac de barrage de Kruth-Wildenstein. En effet, le profil

de la station « aval LKW » (en rouge sur la figure 25) est très caractéristique avec des amplitudes thermiques journalières infimes et des températures stables et fraîches entre janvier et mi-août. Cette observation résulte de la particularité du mode de relargage des eaux du lac par le fond de celui-ci. Ainsi le lac, permet un soutien des débits d'étiage de la Thur et relargue des eaux relativement fraîches toute l'année (entre 4 et 10°C), excepté entre septembre et octobre (période de recharge).

Si l'apport d'eau froide au début de l'été peut être salvateur, le tronçon de la Thur directement présent à l'aval de lac présente visuellement des impacts localisés liés à ce régime particulier avec une absence relative de macrofaune benthique et piscicole ainsi qu'un colmatage de sédiments fins.

Plus à l'aval, les profils des stations « Ensisheim » et « Cernay » sont pratiquement juxtaposables alors qu'elles sont encore séparées par 4 stations et plus de 13km de linéaire. Il aurait été intuitif d'attendre des températures plus faibles à Cernay.

b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds

Ces observations peuvent être développées à l'aide des profils thermiques mensuels (figure 26).

En effet, le profil T3 (« aval LKW ») est aisément reconnaissable par rapport aux autres.

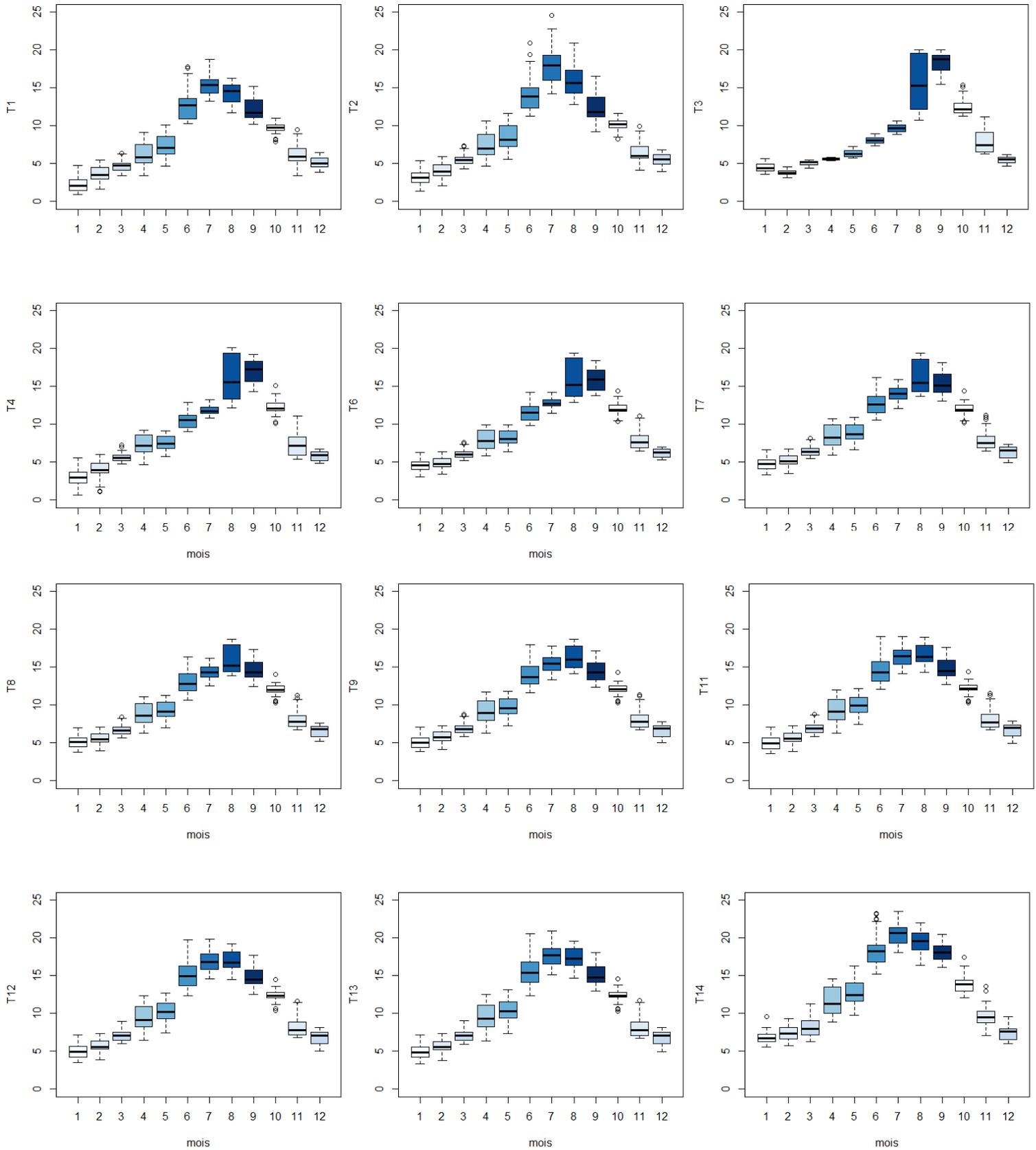
Globalement, les profils présentent une évolution de l'amont vers l'aval avec un réchauffement graduel observable au niveau des médianes mensuelles de juin à août. Néanmoins il est possible de mettre en avant l'impact des eaux du lac de Kruth jusqu'à Saint-Amarin avec un réchauffement très graduel au printemps et des amplitudes thermiques importantes lors du mois d'août visible sur les boxplots.

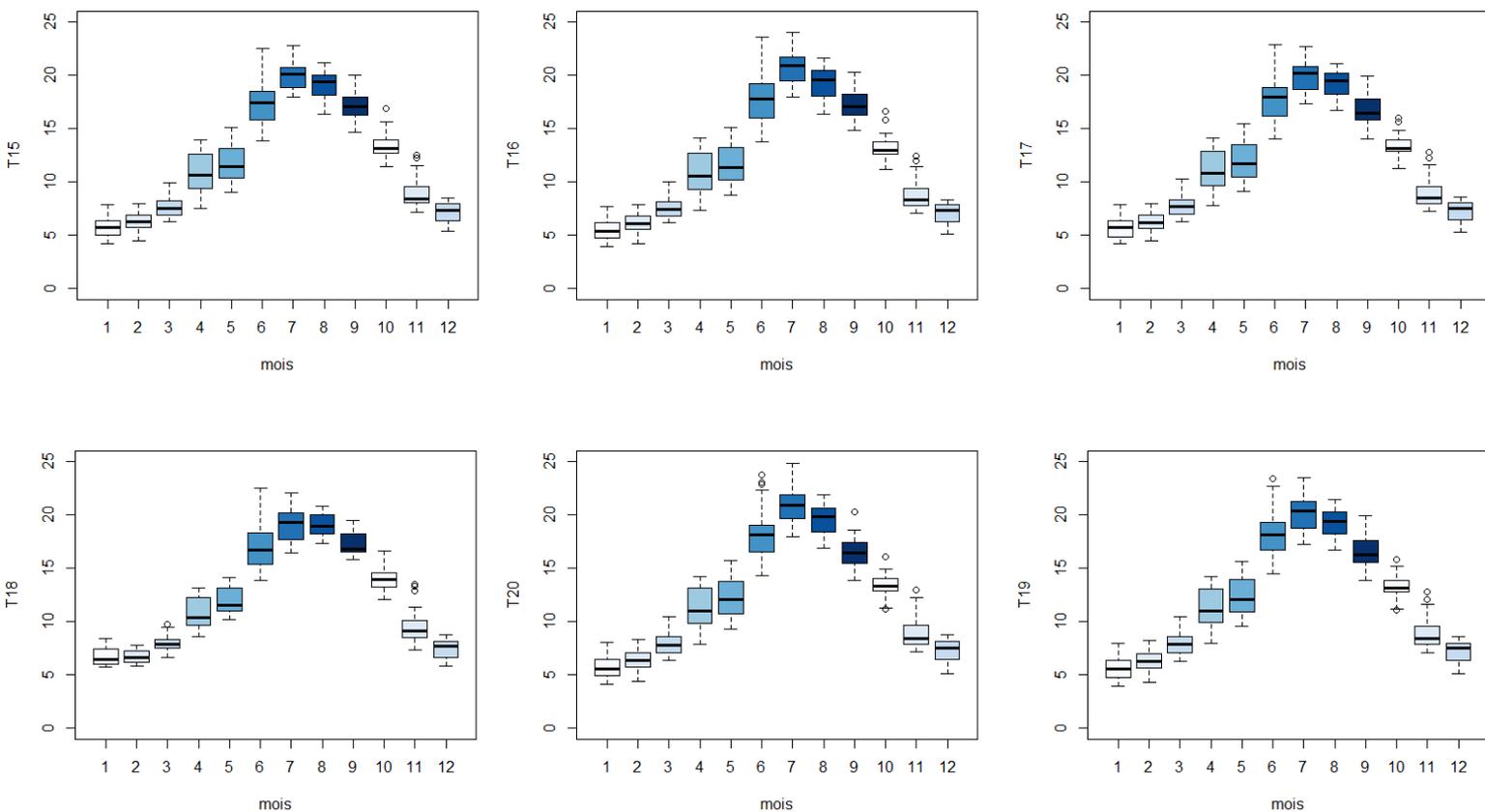
C'est à partir de T14 (« Vieux-Thann ») que les médianes mensuelles de juillet et d'août dépassent le seuil des 19°C.

Les températures moyennes journalières les plus basses sont toutes comprises entre 0,9 et 4,3°C excepté pour T14 « Vieux Thann » et T18 « StaffD19 » avec $T_{mj\ min}=5,6^{\circ}C$. Les températures moyennes journalières maximales sont comprises entre 18,8 (sur T1) et 24,9°C (sur T20), mesurées aux alentours du 25/06/19.

Par rapport aux moyennes des 30 jours les plus chauds (figure26BIS et 27), aucune n'excède la limite de préférendum de 19°C entre T1 et T13. Il est possible de notifier l'impact du soutien d'étiage de la Thur en eau fraîche lors des périodes les plus chaudes de l'années avec des T_{moy30J} inférieures à 18°C à l'aval du lac. En revanche, la rupture est d'autant plus visible au niveau de T14 (« Vieux Thann ») à l'aide de cette représentation schématique. En effet, la T_{moy30J} passe directement de 18,2°C à 21°C entre T13 et T14, mettant en avant l'impact de la traversée urbaine de Vieux Thann.

Les températures sont donc particulièrement plus élevées à l'aval du bassin à partir de Vieux Thann. Au niveau de Thann et Cernay, une partie du cours principal de la Thur est détournée vers un canal usinier qui traverse toute la zone industrielle de ces communes. Les rejets diffus des diverses entreprises situées sur ce secteur peuvent avoir un impact sur l'élévation brutale des températures observée sur ce tronçon.





T1	Wildenstein	T7	H.- Wesserling	T13	Thann Athanor	T20	Staffelfelden D430
T2	Amont LKW	T8	St-Amarin	T14	Vieux-Thann	T21	Pulversheim
T3	Aval LKW	T9	Moosch	T15	Cernay Cernay Am. STEP	T19	Ensisheim
T4	Kruth	T10	Willer-sur-Thur	T16	Wittelsheim Staffelfelden		
T5	Oderen	T11	Bitschwiller	T17			
T6	Fellingring	T12	Thann	T18	D19		

Figure 26 : Boxplots des régimes thermiques mensuels via les températures moyennes journalières sur la Thur. La liste des stations présente en bleue les stations dont les données furent complètes en 2019 et en gris, les données lacunaires.

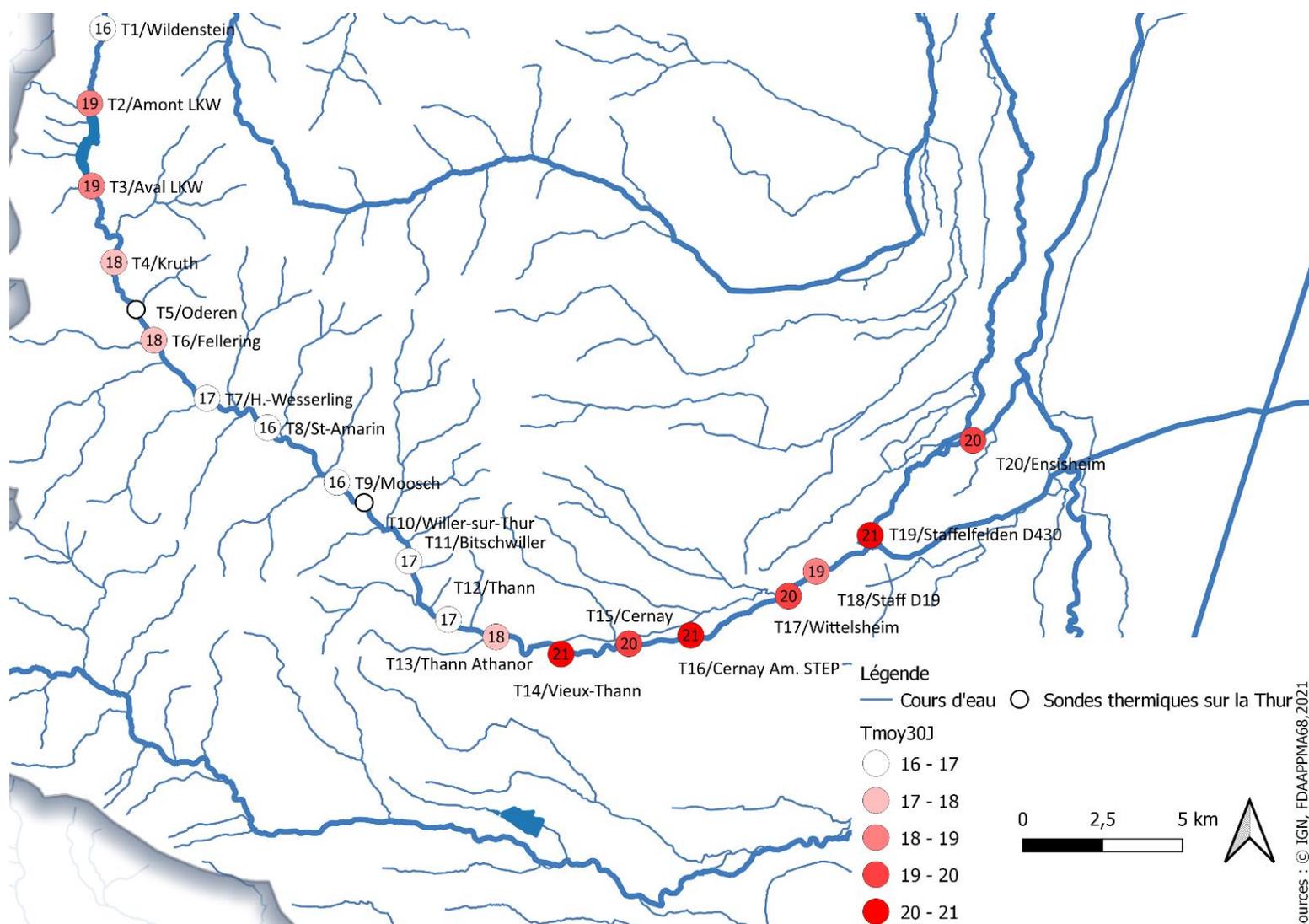
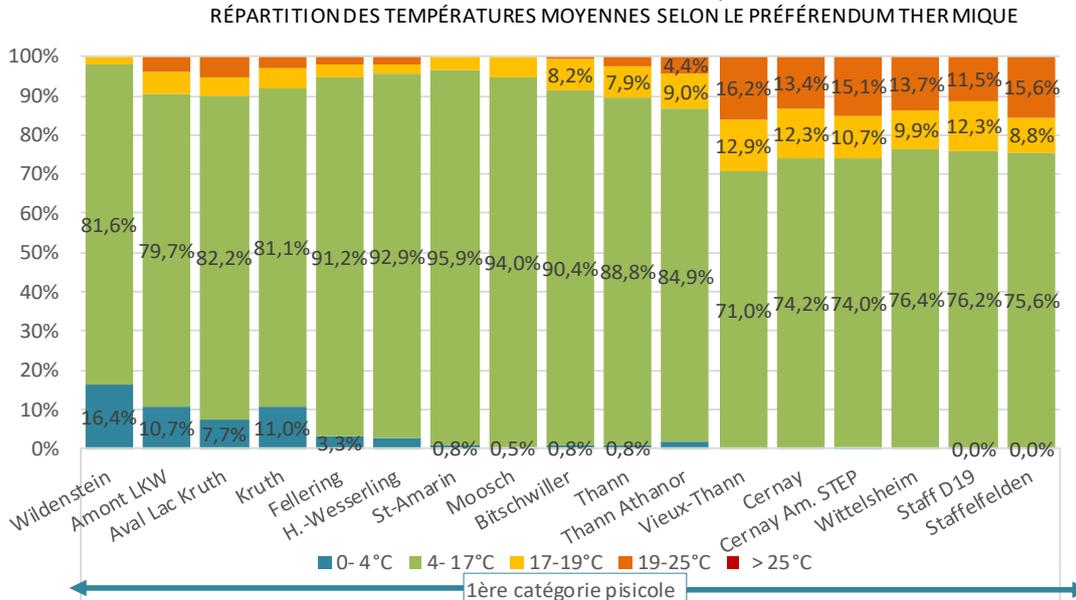
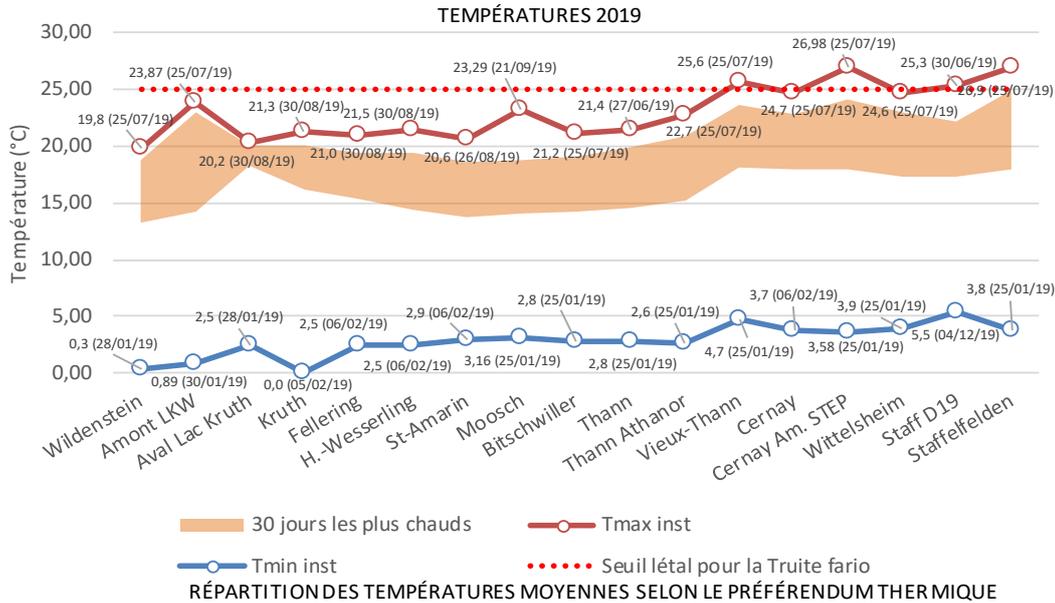


Figure 26BIS : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la Thur (les stations sans valeurs sont lacunaires en données, ne permettant ainsi pas le calcul des Tmoy30J).

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

La fiche de synthèse ci-après permet encore une fois de rendre compte de ces diverses observations, notamment à l'aide de la répartition des températures selon le préférendum de la truite. Ainsi, les stations situées à l'amont, entre Wildenstein et Kruth, présentent des températures hivernales froides parfois inférieures à 4°C, pouvant ainsi entraver le développement embryo-larvaire de l'espèce. Globalement le bassin de la Thur semble particulièrement propice à l'implantation de la truite fario entre Kruth et l'amont de Thann. En effet, les températures moyennes sont très majoritairement comprises dans le préférendum optimal de 4-17°C à hauteur de 80 à 96% sur ce secteur. Mais une différenciation aisément distinguable s'opère à partir de Vieux Thann avec des proportions importantes de températures comprises entre 19 et 25°C pouvant induire un stress chronique chez les populations salmonicoles locales. Fort heureusement ces propos sont à modérer car en 2019 (tout comme en 2018), aucune station n'a atteint le seuil légal pour la truite de 25°C (excepté en température instantanée sur Staffelfelden le 25/07/19).

Fecht - Synthèse thermique 2019



Variables thermiques générales

T instannée min	T instannée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
0,1	26,6	0,6	24,8	T min : 18,01	T moy : 21,2	T max : 24,8
28/01/2019	25/07/2019	28/01/2019	25/07/2019	du 27/06/19	au	26/07/2019
Kruth	Staffelfelden	Kruth	Staffelfelden	Staffelfelden		

Préferendum thermique de la Truite fario (en moyenne sur la Thur)

Nb jours 0 - 4 °C	Nb jours 4 - 17 °C	Nb jours 17 - 19 °C	Nb jours 19 - 25 °C	Nb jours > 25 °C
12	301	27	25	0
3,2%	82,6%	7,4%	6,8%	0,0%

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

d) Bilan thermique pour la Thur

La Thur est donc dans l'ensemble un cours d'eau particulièrement propice au développement de la truite fario d'un point de vue thermique. Ces régimes thermiques favorables sont vraisemblablement la résultante du soutien d'étiage du lac de Kruth avec des eaux fraîches lors des épisodes critiques.

Il conviendra tout particulièrement d'être attentif lors de l'analyse des données de l'année 2020 avec les impacts probables des travaux et des périodes de vidange du lac sur les températures mesurées à l'aval.

Cependant, un réchauffement des eaux très marqué en période estivale ($T_{moy30J} > 21^{\circ}\text{C}$) est visualisable à partir de Vieux Thann. Les observations de terrains des années passées ont également permis de mettre en évidence d'autres paramètres perturbés. C'est le cas de la conductivité de l'eau qui passe de $150 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ en amont, à $1000 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ en aval, permettant ainsi de supposer de l'impact des nombreux rejets industriels du secteur. De plus, une partie du débit de la Thur est déviée vers un canal usinier entre Vieux Thann et Wittelsheim.

L'observation de ce réchauffement estival se prolonge sur le reste du linéaire. La basse vallée de la Thur à partir de Vieux Thann est donc moins favorable vis-à-vis des préférendums thermiques des Salmonidés. Des explications peuvent être avancées par rapport au descriptif du secteur. Celui-ci présente un linéaire très urbanisé, une ripisilve éparse et lacunaire et un cours d'eau parfois canalisé entre deux murs. De plus, une densité importante de seuil, induisant un fractionnement et un réchauffement de l'eau par l'effet des retenues, est également à noter entre Thann et Staffelfelden.

6. Bassin de la Lauch

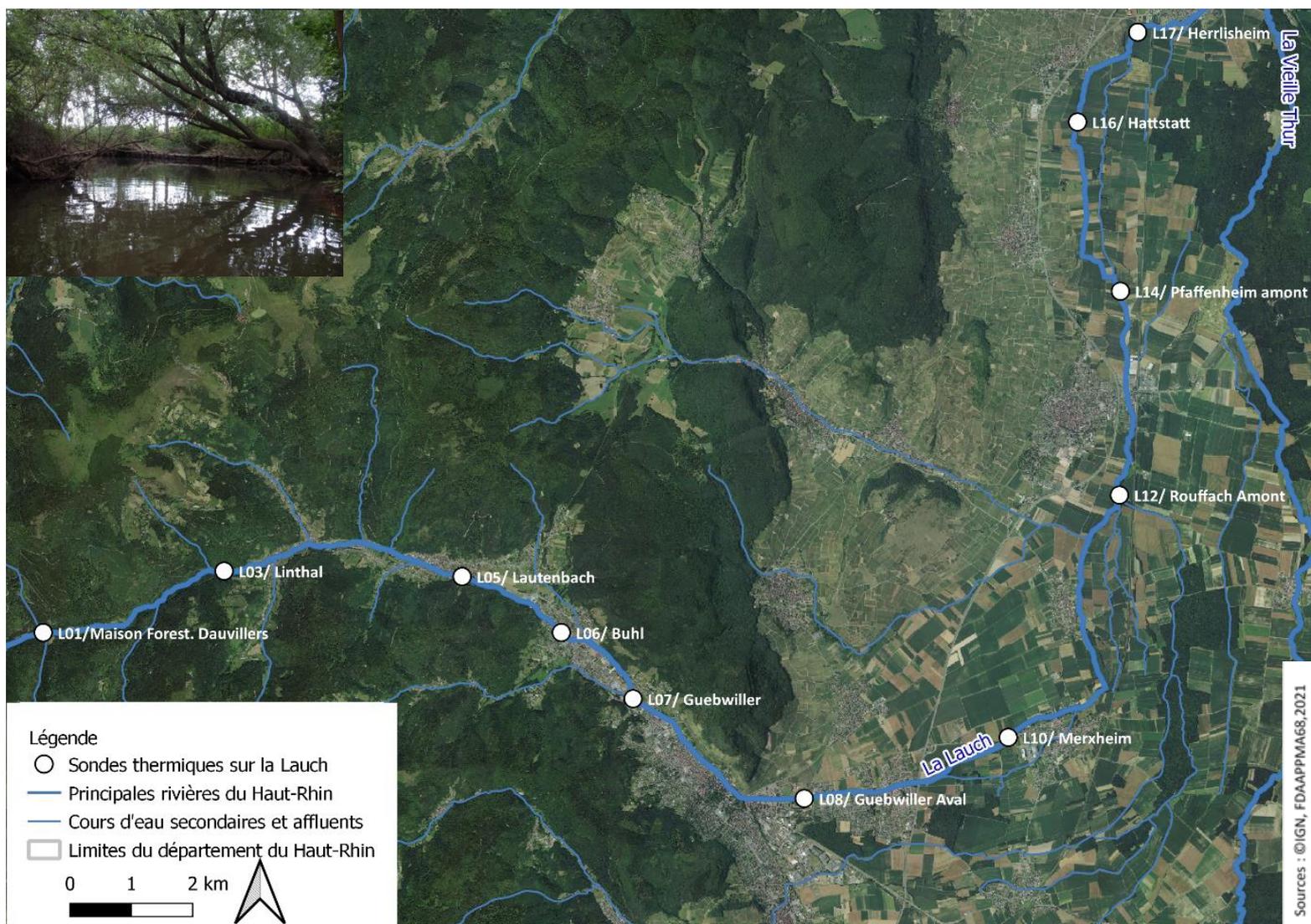


Figure 28 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Lauch (de l'amont à l'ouest à l'aval à l'est).

La Lauch s'écoule sur un linéaire de 50km au sein d'un bassin versant de 390km². Celle-ci prend sa source au niveau de la vallée de Lautenbach à 1200m d'altitude en amont du lac de la Lauch. Le cours d'eau montagnard est dérivé à plusieurs reprises en plusieurs bras puis devient ensuite canalisé en partie à partir de Colmar. La Lauch traverse notamment le quartier touristique de la petite Venise à Colmar. La rivière se jette enfin dans l'Ill au nord du port de Colmar.

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.

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

a) Présentation des températures moyennes journalières

Les résultats des 3 sondes thermiques principales sont ici présentés pour 2019 (figure 29) avec :

- La station située la plus à l'amont (« Maison Forestière Dauvillers » en bleu) ;
- La station en position intermédiaire « Aval Guebwiller » (en vert) ;
- La station située la plus en aval avec « Herrlisheim » (en jaune).

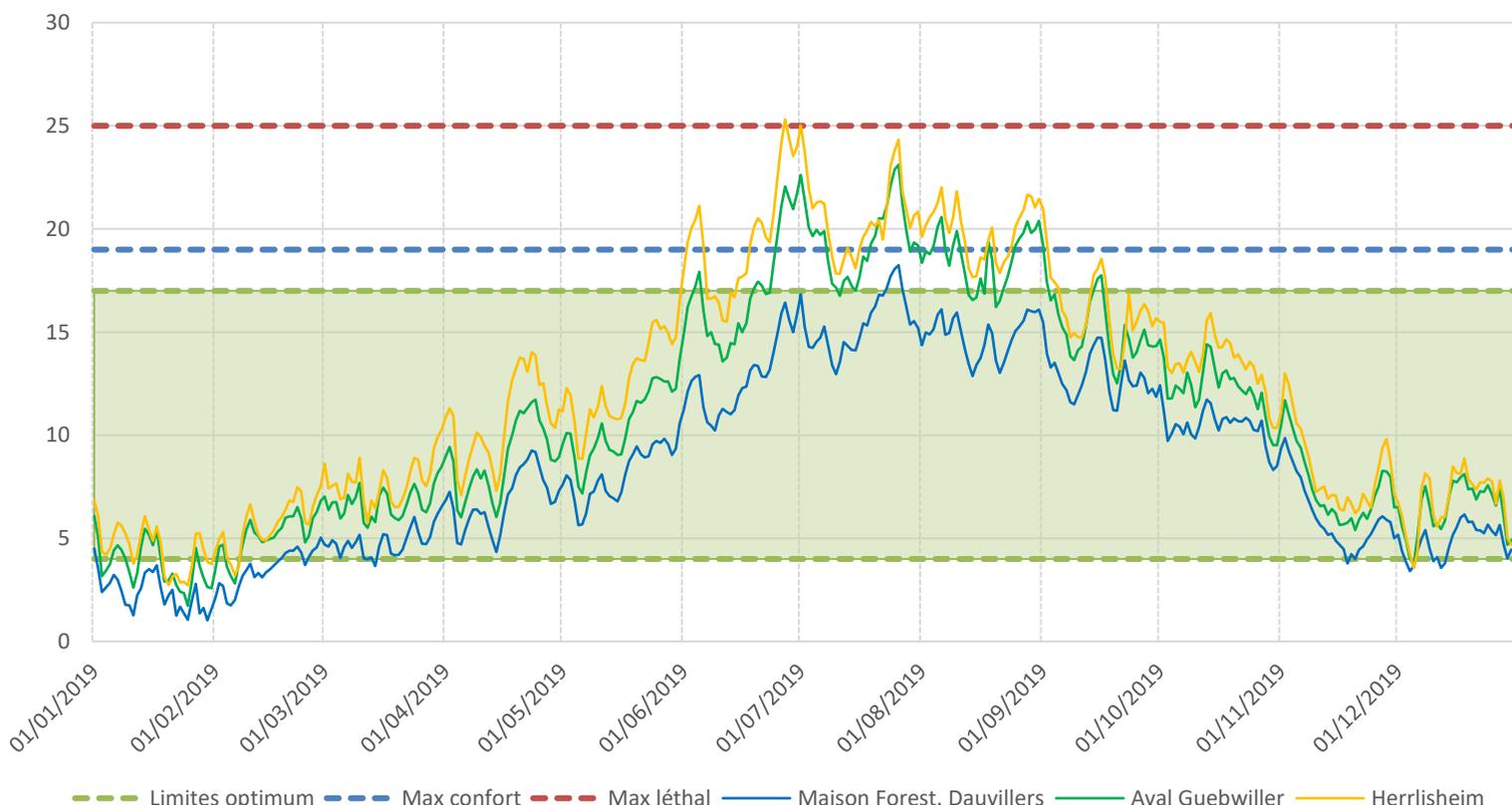


Figure 29 : Températures moyennes journalières sur la Lauch pour 3 stations durant l'année de suivi 2019.

Sur la Lauch, un gradient thermique s'observe de l'amont vers l'aval (figure 29 et 30).

L'amont de la Lauch (notamment sur L01), présente des températures très froides en hiver avec des valeurs proches de zéro de janvier à février. Les autres stations ont un régime hivernal similaire en moindre mesure ($T_{mj \text{ min}} = 1,0 \pm 4,5^{\circ}\text{C}$). Les températures se réchauffent plus rapidement que sur d'autres bassins à partir d'avril-mai. Les mois les plus chauds sont encore une fois juillet et août avec des $T_{mj \text{ max}} = 18 \pm 25,3^{\circ}\text{C}$. Les deux seules stations n'excédant pas 19°C en 2019 ($T_{mj \text{ max}}$ et $T_{i \text{ max}}$) sont les deux stations situées en amont (L01 et L03 uniquement). La Lauch médiane et aval semble donc touchée par des épisodes de températures élevées mais concentrées sur des courtes périodes. Si l'eau ne dépasse 19°C que lors de périodes réduites (comme sur L08 « aval Guebwiller » début juillet et début août), l'impact d'un tel régime sur la faune piscicole n'est probablement pas anodin.

Des écarts thermiques importants entre l'amont et l'aval sont donc observés tout à fait graduellement comme en témoigne la figure 30. Les profils observés en hiver sont donc très semblables (température froide et amplitude faible). Un écart important entre le mois de juin

et de juillet est observable plus particulièrement à partir de « Buhl » et de « Guebwiller aval ». Cette zone semble donc se réchauffer particulièrement rapidement lors de la saison estivale. Sur L08 la Tmj max dépasse notamment 23°C le 25/07/19.

b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds

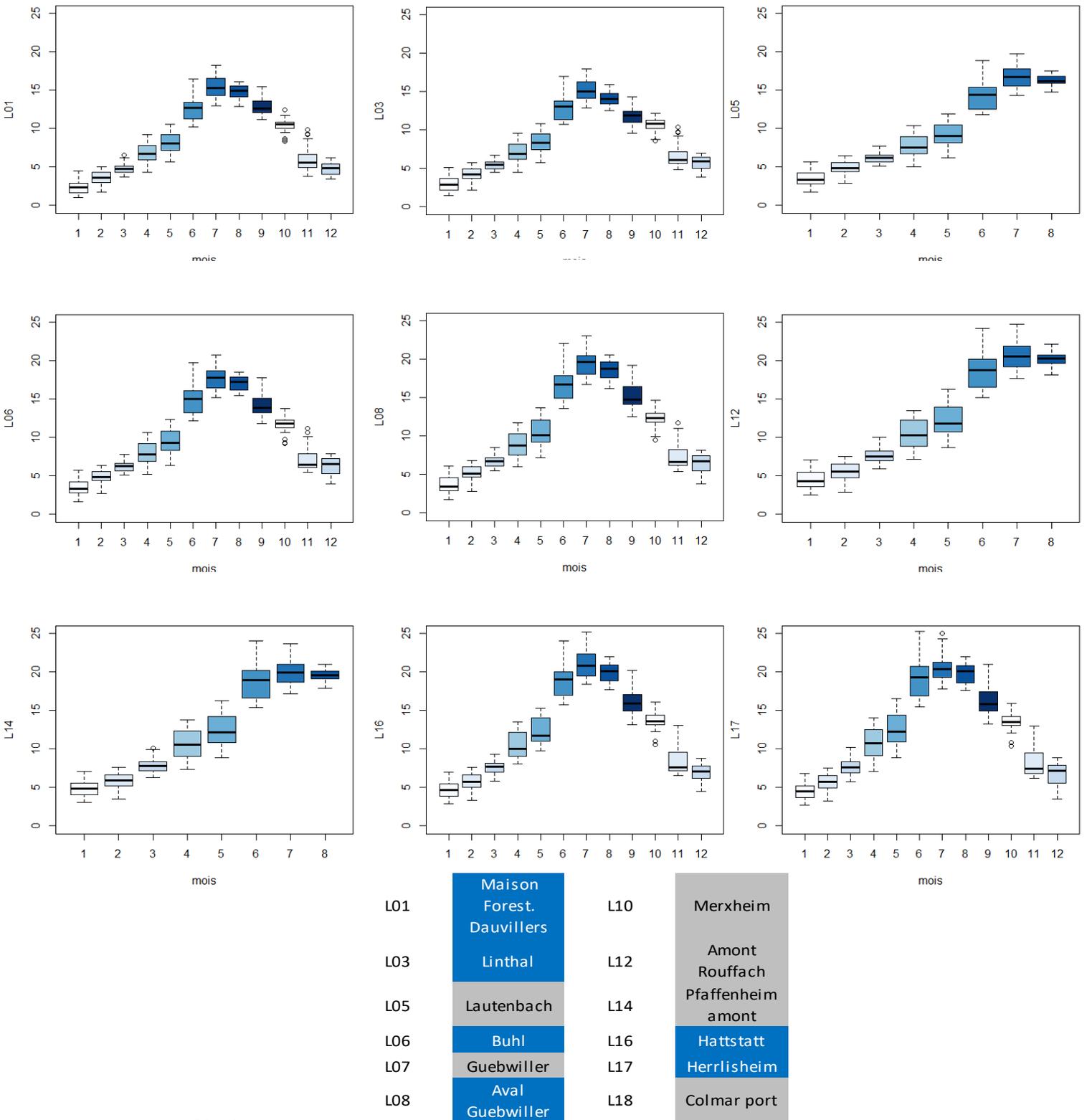
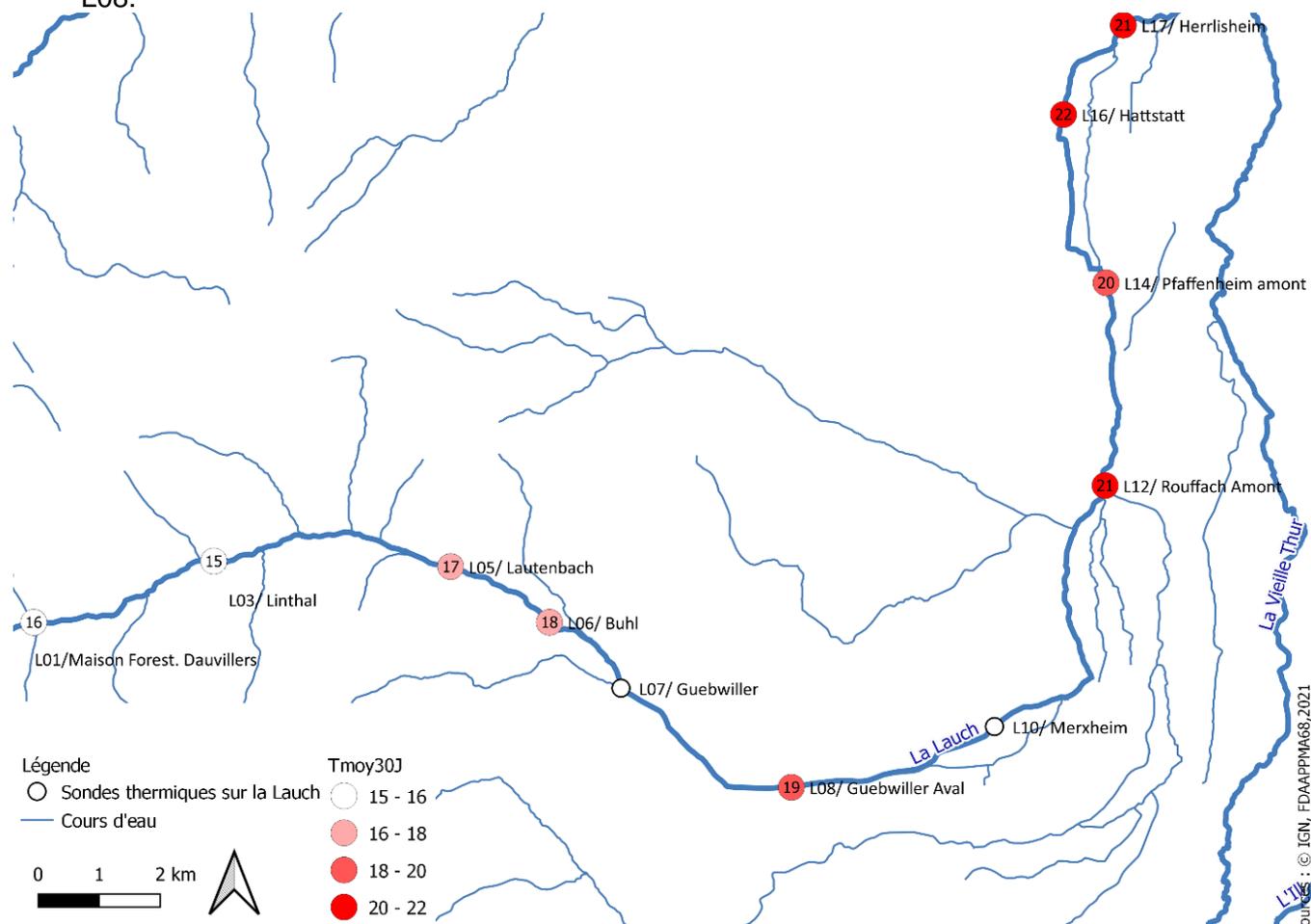


Figure 30 : Boxplots des

journalières mensuelles sur la Lauch.

températures moyennes

L'étude des Tmoy30J permet encore de rendre compte de la rupture de régime thermique observable entre Buhl et aval Guebwiller avec une Tmoy30J = 17,9 °C sur L06 et 19,5°C sur L08.



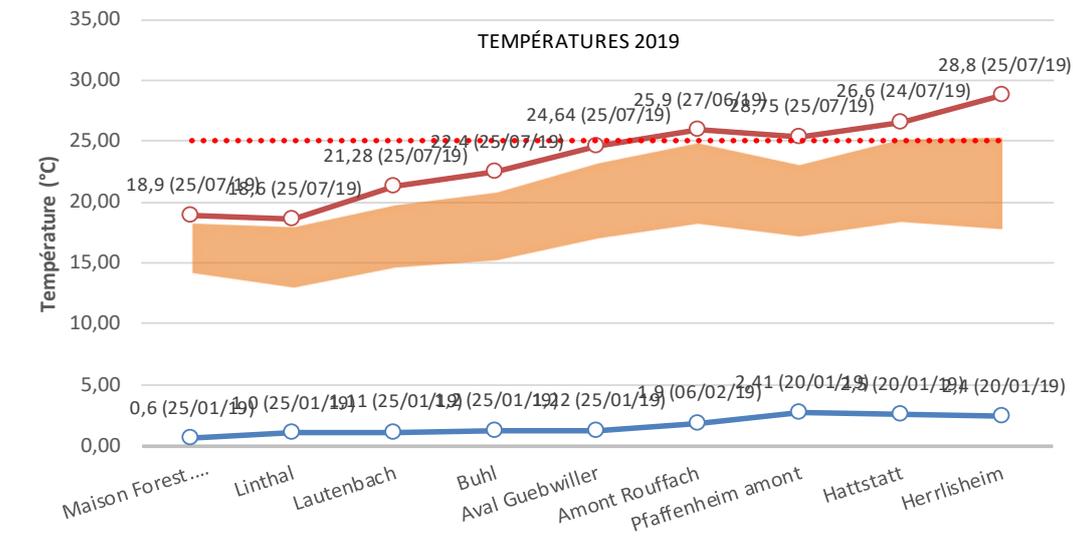
A l'aval le réchauffement estival s'accroît et la moyenne des 30 jours les plus chauds est comprise entre 20 (L14) et 21,6°C (L16). La limite administrative avec les eaux de seconde catégorie piscicole s'opère à partir de la station L16 mais c'est dès « Aval Guebwiller » que les températures sont déjà moins clémentes pour les Salmonidés.

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

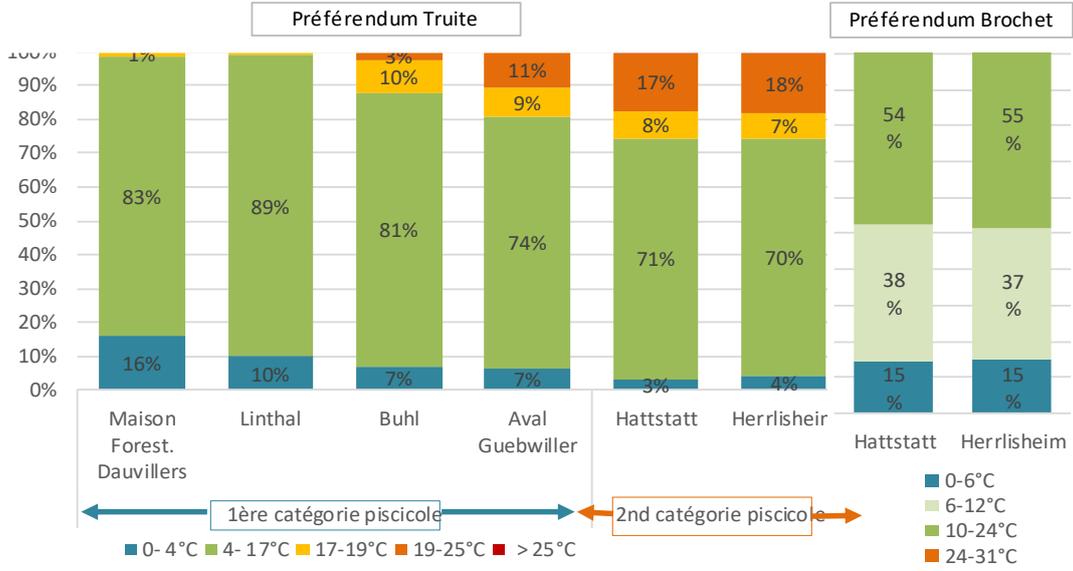
La répartition des températures moyennes selon les préférences thermiques des espèces rend compte schématiquement des mêmes observations avec :

- Des températures hivernales froides entre « maison forestière Dauvillers » et « Buhl » avec 16 à 7% des valeurs incluses entre 0 et 4°C ;
- La zone amont jusqu'à Guebwiller, compatible avec les préférences de la truite fario (81 à 83% des valeurs comprises entre 4 et 17°C) ;
- Un réchauffement chronique dès « aval Guebwiller » avec 11 à 18% des valeurs supérieures à 19°C sur les stations avals ;
- Une thermie moyennement compatible avec les préférences thermiques du brochet sur la zone de seconde catégorie de la Lauch (thermie plus favorable aux cyprinidés rhéophiles).

Lauch - Synthèse thermique 2019



30 jours les plus chauds 4,13 5,04 Tmax inst Tmin inst Seuil légal pour la Truite fario



Variables thermiques générales

T instannée min	T instannée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
0,56	28,75	1	25,3	T min : 17,8	T moy : 21,1	T max : 25,3
25/01/2019	25/07/2019	25/01/2019	25/07/2019	du 26/06/19	au	27/07/2019
Maison F.	Herrlisheim	Maison F.	Herrlisheim	Herrlisheim		

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

Nb jours 0 - 4 °C	Nb jours 4 -17 °C	Nb jours 17 - 19 °C	Nb jours 19 - 25 °C	Nb jours > 25 °C
20,2	218,0	19,1	28,3	0,0
6,3%	75,8%	7,1%	10,7%	0,1%

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

d) Bilan thermique pour la Lauch

Globalement la Lauch présente un profil thermique classique de cours d'eau de moyenne montagne avec des températures parfois très froides en hiver et des amplitudes thermiques réduites. Si les changements de profils thermiques sont graduels selon l'axe longitudinal, la Lauch semble tout de même particulièrement touchée par un réchauffement précoce en saison estivale. En effet, une élévation rapide de la température est observée entre juin et août dès l'aval de Guebwiller avec des moyennes journalières dépassant le seuil de stress de 19°C à plusieurs reprises.

Ce constat est vraisemblablement lié aux aménagements importants du cours d'eau sur ce secteur. La rivière est contenue entre deux murs sur un linéaire conséquent, encadrée par une ripisylve pratiquement absente et entrecoupée par une densité de seuil importante. Tous ces facteurs additionnels, tendent à contribuer d'autant plus à la hausse estivale des températures de l'eau sur la Lauch à partir de Guebwiller. De plus, la Lauch présente aussi des débits d'étiages et une hauteur d'eau faible entre juin et août. A titre d'exemple, le cours d'eau est chroniquement en assec sur le secteur de la commune d'Herrlisheim-Près-Colmar, comme en témoigne les observations des années précédentes. Ce phénomène serait, semble-t-il, lié à des infiltrations de nappe à ce niveau.

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.

Il conviendra d'être particulièrement vigilant quant à cette problématique dans les années à venir si aucune action concrète n'est entreprise.

7. Bassin de la Largue

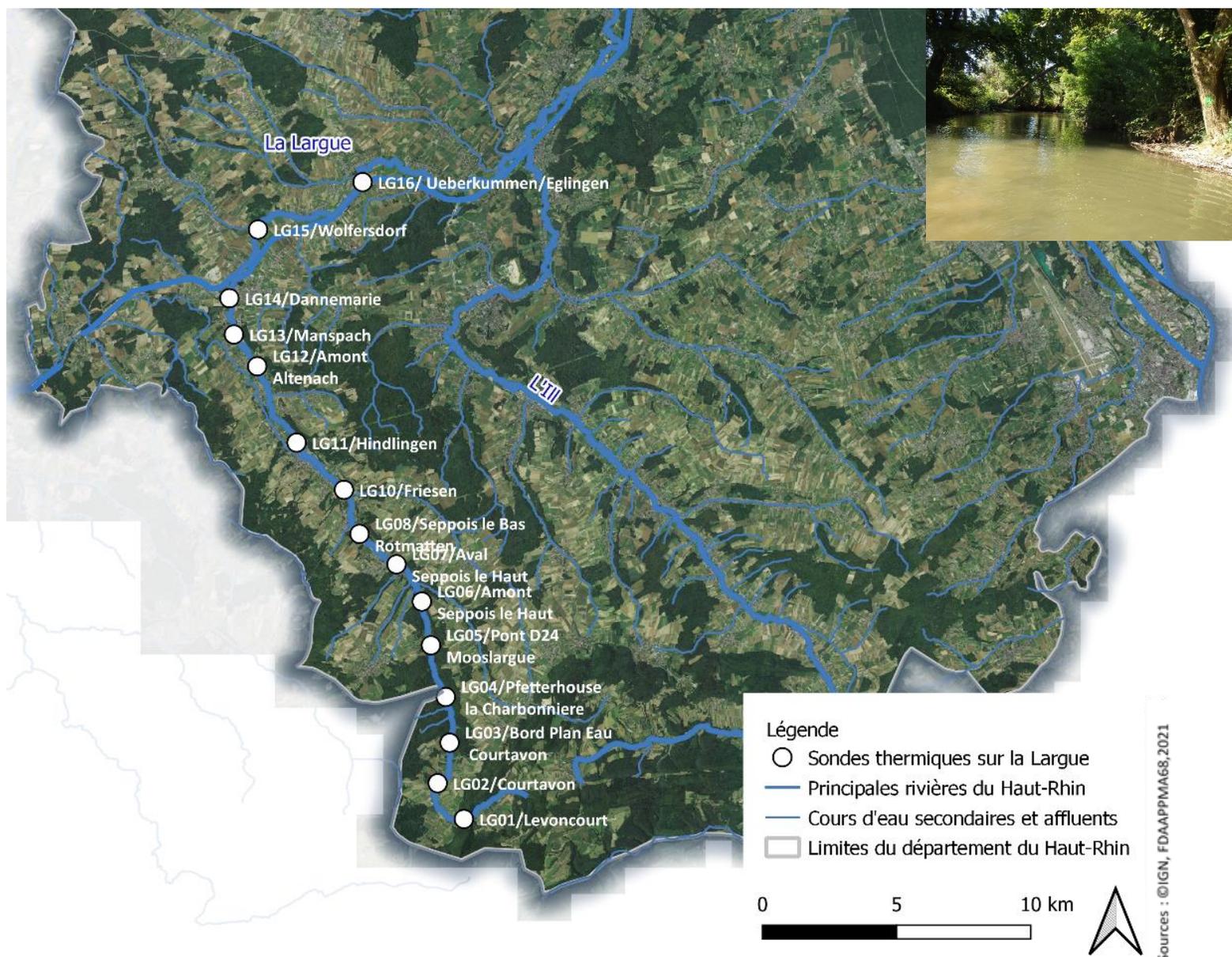


Figure 32 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de la Largue (de l'amont au sud à l'aval au nord).

La Largue, tout comme l'Ill, s'écoule selon un axe sud-nord contrairement aux autres cours d'eau du massif Vosgien. Son bassin présente une superficie de 277km² et le cours d'eau s'écoule sur un linéaire de 50km. La Largue prend sa source à Oberlarg à 500m d'altitude et se jette dans l'Ill au niveau d'Illfurth. La vallée de la Largue est caractérisée par des secteurs ruraux peu anthropisés, de nombreuses zones Natura2000 mais également par une densité très importante d'étangs et de plans d'eau. Le plus grand plan d'eau du secteur est le lac de Courtavon avec 29ha.

Celle-ci est caractérisée par 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, inondant les villages environnants.

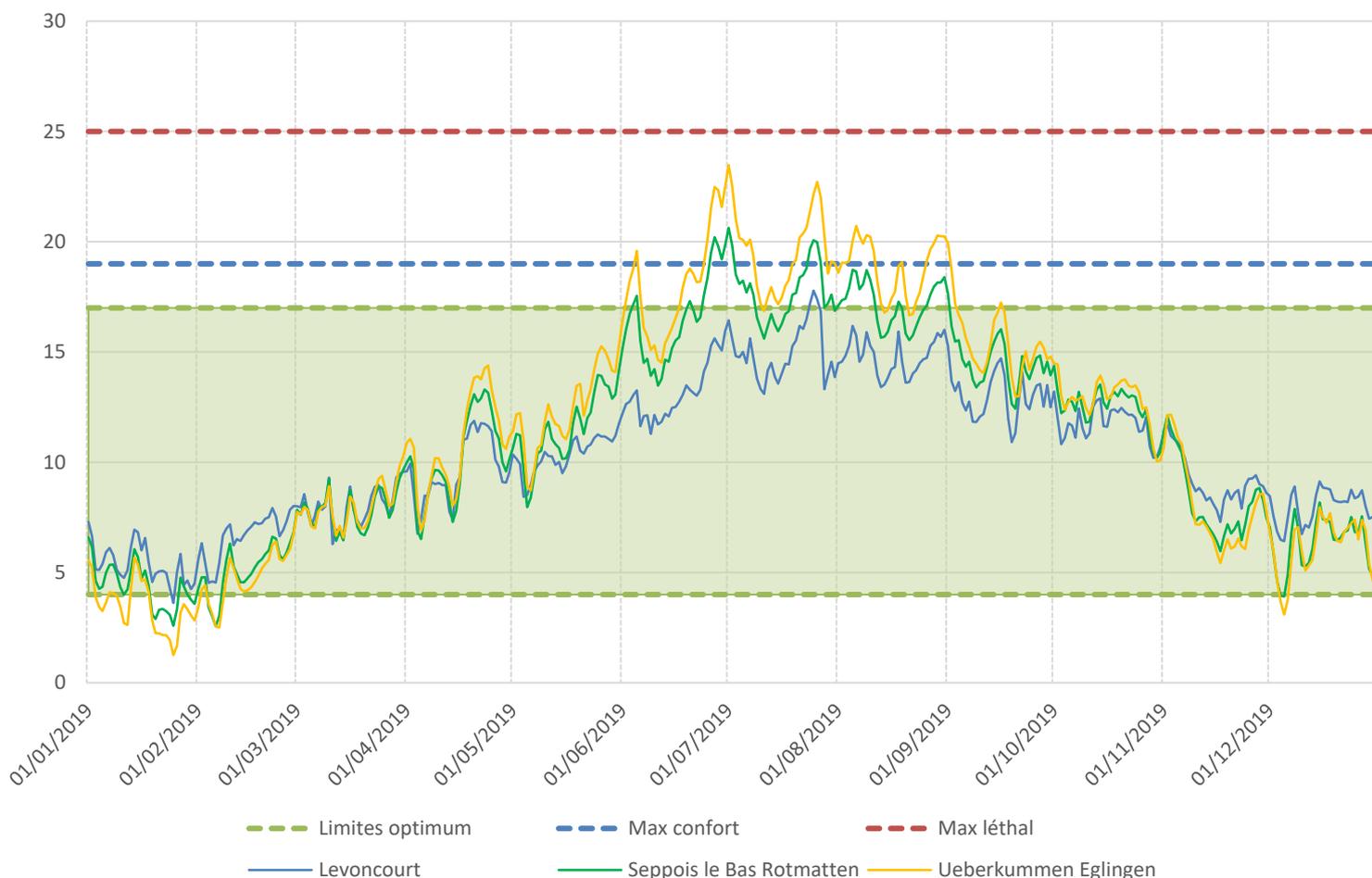
Les principaux affluents pouvant être cités sont : le Grumbach, le Largitzenbach, le Soultzbach ou encore le Soultzbach.

a) Présentation des températures moyennes journalières

Les résultats des 3 sondes thermiques principales sont ici présentés pour l'année 2019 (figure 33) avec:

- La station située la plus à l'amont (« Levoncourt » en bleu) ;
- La station en position intermédiaire « Seppois le Bas » (en vert) ;
- La station située à l'aval avec « Ueberkummen Eglingen » (en orange).

Figure 33 : Températures moyennes journalières sur la Largue pour 3 stations durant l'année 2019.

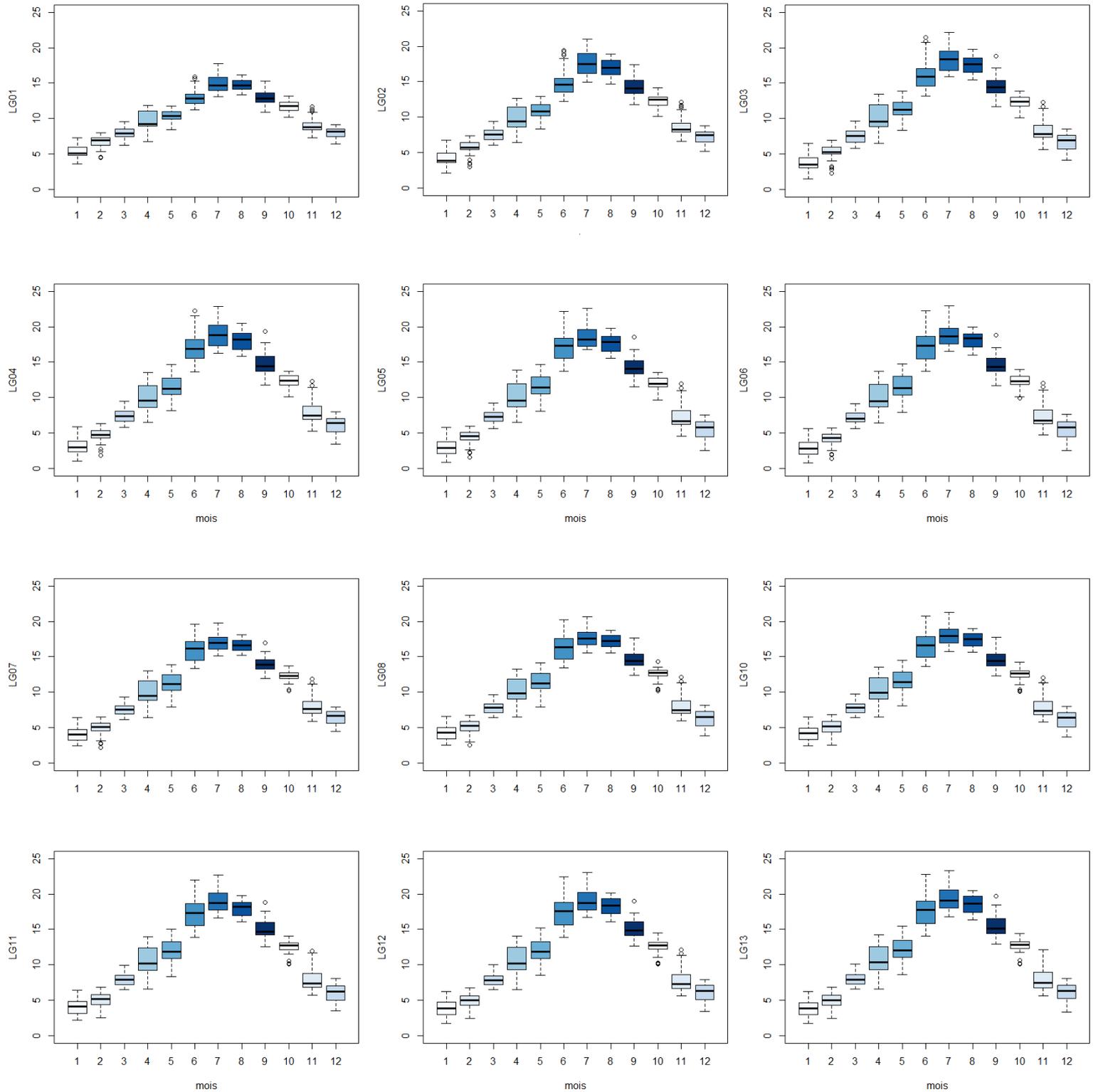


S'il est possible d'observer une gradation en termes de profil thermique (figure 33) entre juin et septembre, ce n'est pas le cas sur toutes les stations, notamment en hiver.

Sur LG01 (« Levoncourt »), le profil thermique (figure 33 et 34) est caractéristique d'un cours d'eau de source avec des amplitudes thermiques réduites et des températures homogènes tout au long de l'année (entre $T_{mj \text{ min}} = 3,6$ et $T_{mj \text{ max}} = 17,8^{\circ}\text{C}$). Mais globalement les profils thermiques inter-stations sur la Largue sont très homogènes à partir de Mooslargue avec :

- Des températures très froides et homogènes sur le bassin en hiver ($T_{mj \text{ min}} = 0,8 \pm 3,6^{\circ}\text{C}$).
- Des profils thermiques extrêmement homogènes entre les stations, excepté sur LG01 et à l'aval.
- Une hausse des températures estivales graduelles mais parfois importantes selon les secteurs entre juin et août ($T_{mj \text{ max}} = 19,8 \pm 23,4^{\circ}\text{C}$ sauf sur LG01 ou $T_{mj \text{ max}} = 17,7^{\circ}\text{C}$).

b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds



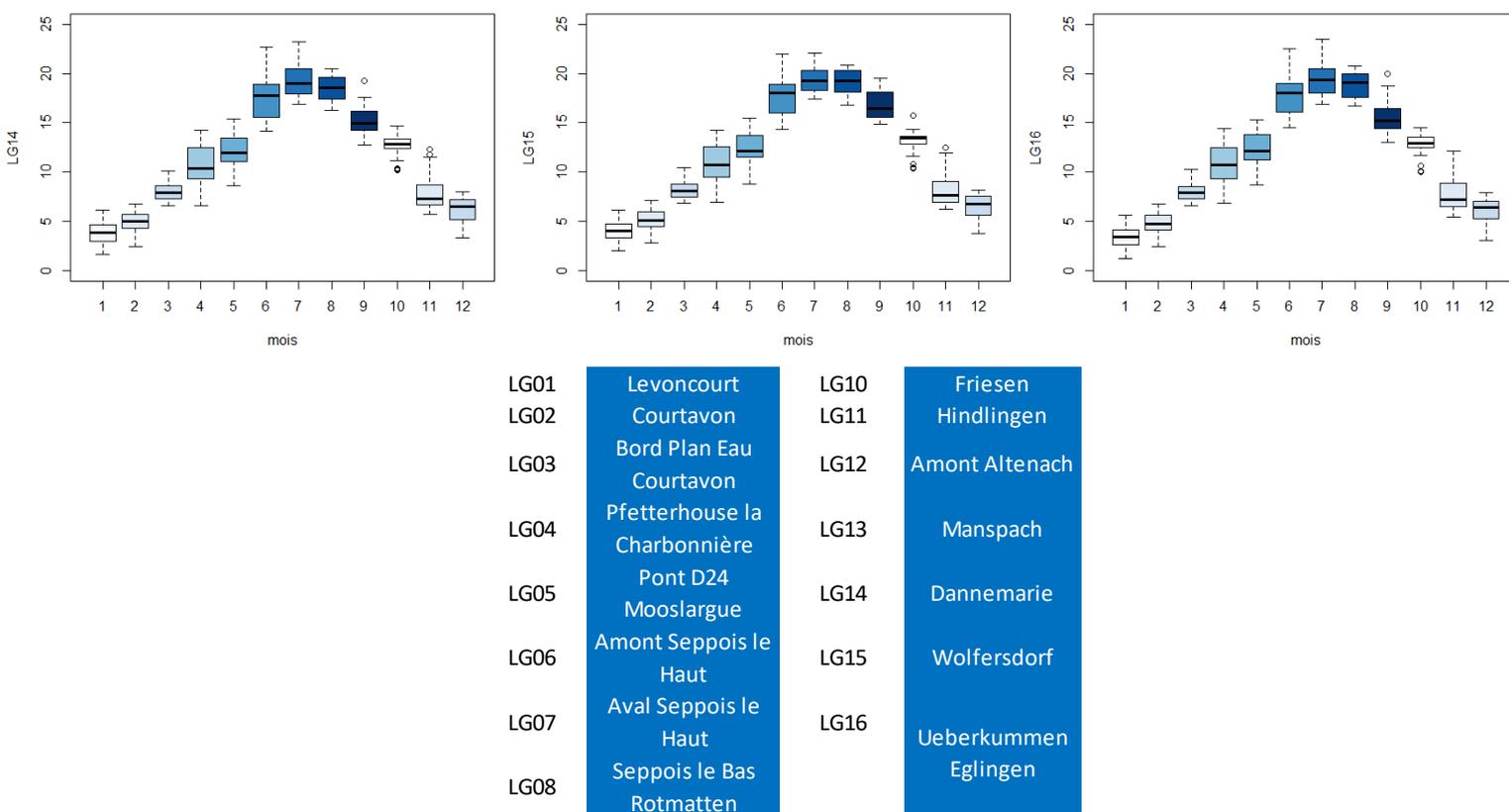


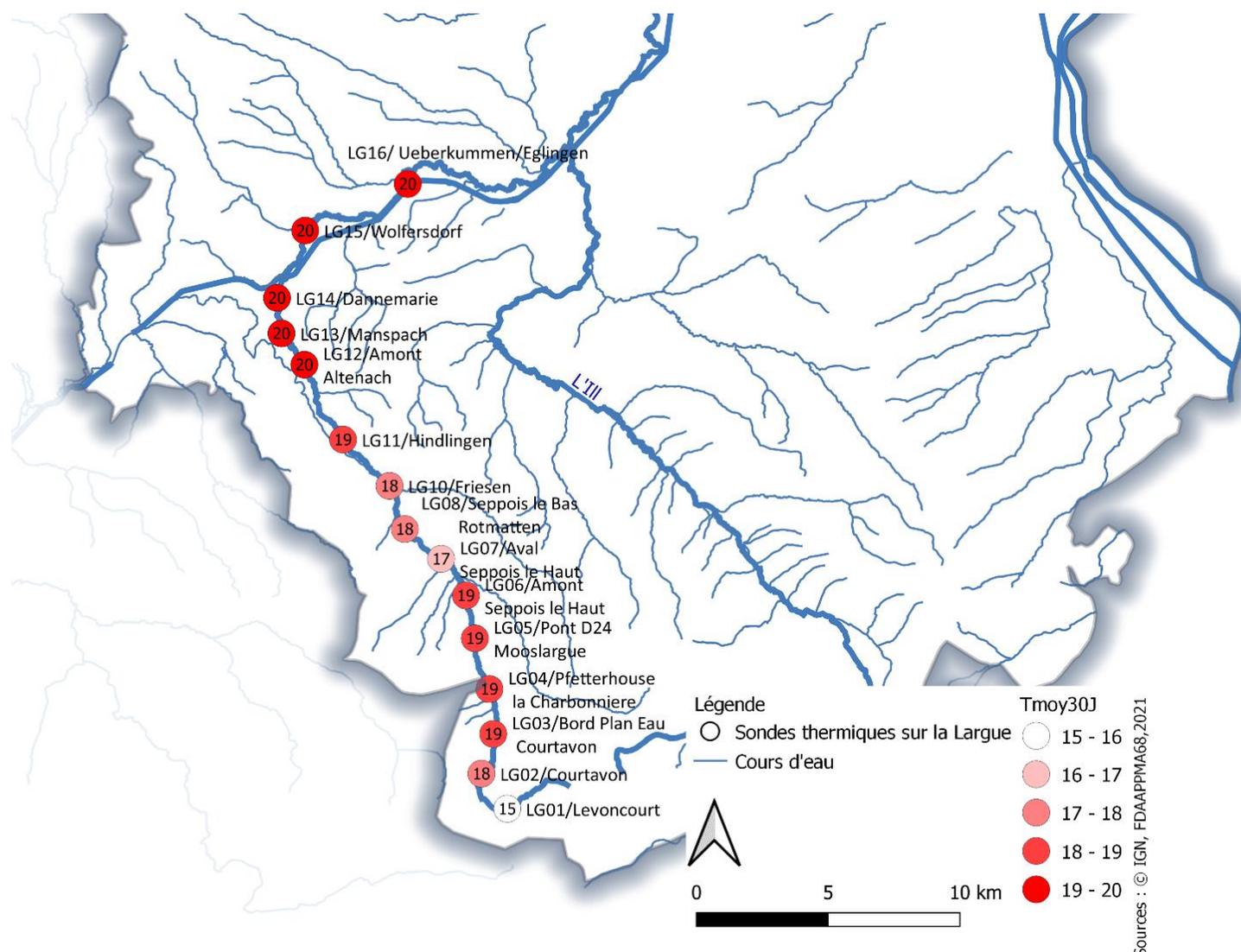
Figure 34 : Boxplots des températures moyennes journalières mensuelles sur la Largue.

L'étude globale des régimes thermiques mensuels permet de rendre compte de cette caractéristique qu'à la Largue à présenter des profils très homogènes. Seul le profil de « Levoncourt » diverge fortement des autres avec des apports de sources et présente l'amplitude thermique (14,1) la plus faible du bassin.

Les médianes et les amplitudes observées en été sont de plus en plus hautes entre L02 et L05. Une fois de secteur de Mooslargue passé, les profils sont très homogènes avec des températures légèrement plus clémentes entre LG07 et LG10. Des températures journalières maximales instantanées (25,13°C) et moyennes (23,4°C) plus importantes sont ensuite mesurées à l'aval sur L16. La limite administrative entre les eaux de 1^{ère} et seconde catégorie piscicole s'opère entre LG14 et LG15.

La figure 35 permet de rendre compte plus schématiquement de ces observations. En effet, les moyennes des 30 jours les plus chauds permettent de mettre en évidence les fait suivants :

- Il est difficile de statuer avec précision sur un impact sur la thermie du lac de Courtavon, tant les profils sont homogènes. Une étude centrée sur le plan d'eau lancée en 2021 permettra de répondre à cette interrogation.
- Les T_{moy30J} sont homogènes et élevées sur l'ensemble du bassin (19-20°C) exceptées entre LG07 et LG10 ainsi que sur « Levoncourt ».
- Deux zones sont particulièrement touchées par le réchauffement estival. Il s'agit de la zone entre Courtavon et Seppois le Haut d'une part et entre Hundlingen et Ueberkummen d'autre part.



Sources : © IGN, FDAAPPMAG8,2021

Figure 35 : Température moyennes des 30 jours les plus chaud en 2019 sur la L'III.

Les périodes les plus chaudes de l'année sont comprises entre fin-juin et fin juillet en 2019.

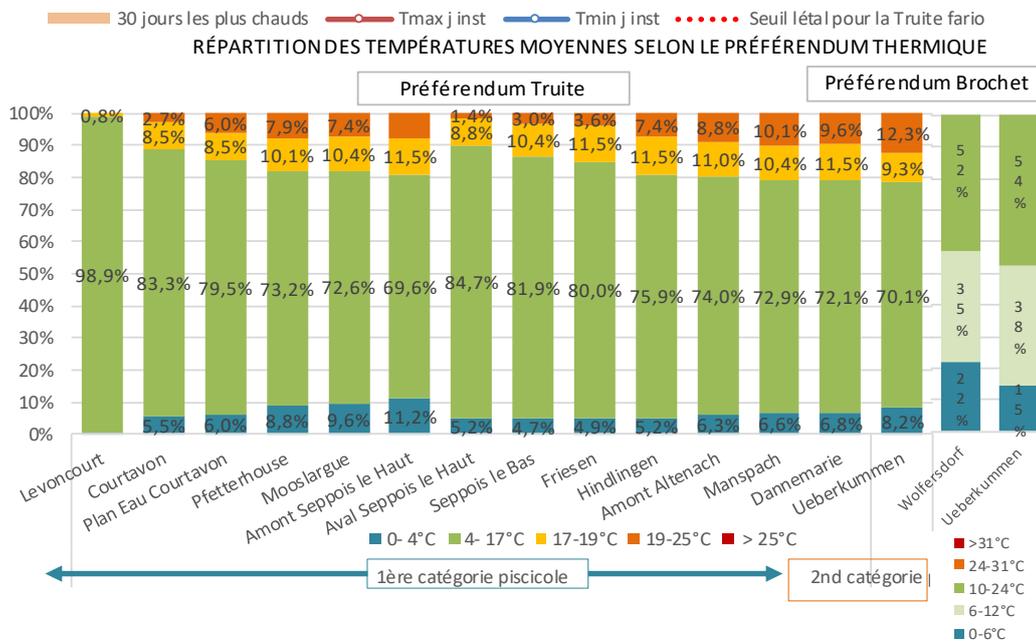
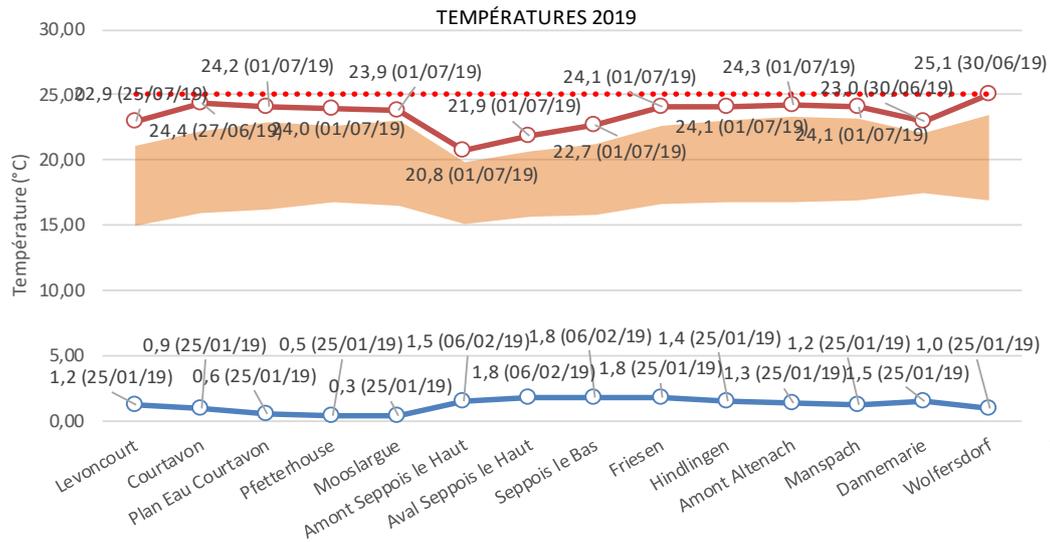
c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

La majorité des stations présentent, dans l'ensemble, des températures compatibles à favorables aux Salmonidés. Mais la L'III est également très fragile vis-à-vis des hausses de températures estivales. En effet, 6 à 12,9% des valeurs sont comprises entre 19°C et 25°C. Ceci, principalement sur les deux zones critiques suivantes :

- Entre « Pfetterhouse » et « amont Seppois le haut » ;
- Entre « Hindlingen » et « Ueberkummen ».

Néanmoins aucune moyenne journalière ne dépasse jamais le seuil léthal de 25°C sur ce bassin versant en 2019.

Largue - Synthèse thermique 2019



Variables thermiques générales

T instannée min	T instannée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
0,343	25,125	0,8	23,47	T min : 16,8	T moy : 19,9	T max : 23,4
25/01/2019	30/06/2019	25/01/2019	30/06/2019	du 27/06/19	au	26/07/2019
Amont Seppois le Haut	Ueberkummen	Amont Seppois le Haut	Ueberkummen	Ueberkummen		

Préferendum thermique de la Truite fario (en moyenne sur la Lauch)

Nb jours 0 - 4 °C	Nb jours 4 -17 °C	Nb jours 17 - 19 °C	Nb jours 19 - 25 °C	Nb jours > 25 °C
24,6	276,1	37,9	26,3	0,0
6,8%	75,7%	10,4%	7,2%	0%

Figure 36 : Fiche de synthèse thermique sur la Largue et répartition des optimums thermiques.

Le secteur le plus favorable est « Levoncourt » (avec 98,9% des valeurs entre 4 et 17°C) comme en témoigne notamment les densités de truite fario importantes mises en évidence en 2020 lors d'inventaires piscicoles. Le secteur le moins favorable est « amont Seppois le Haut » avec 69,6% des valeurs comprises entre 4 et 17°C.

Les deux stations situées à l'aval ne semblent pas forcement compatibles avec les optimums thermiques du brochet (proportion de valeurs inférieures à 6°C trop importante) mais plutôt à des espèces de milieux intermédiaires et de transitions tels que les cyprinidés rhéophiles.

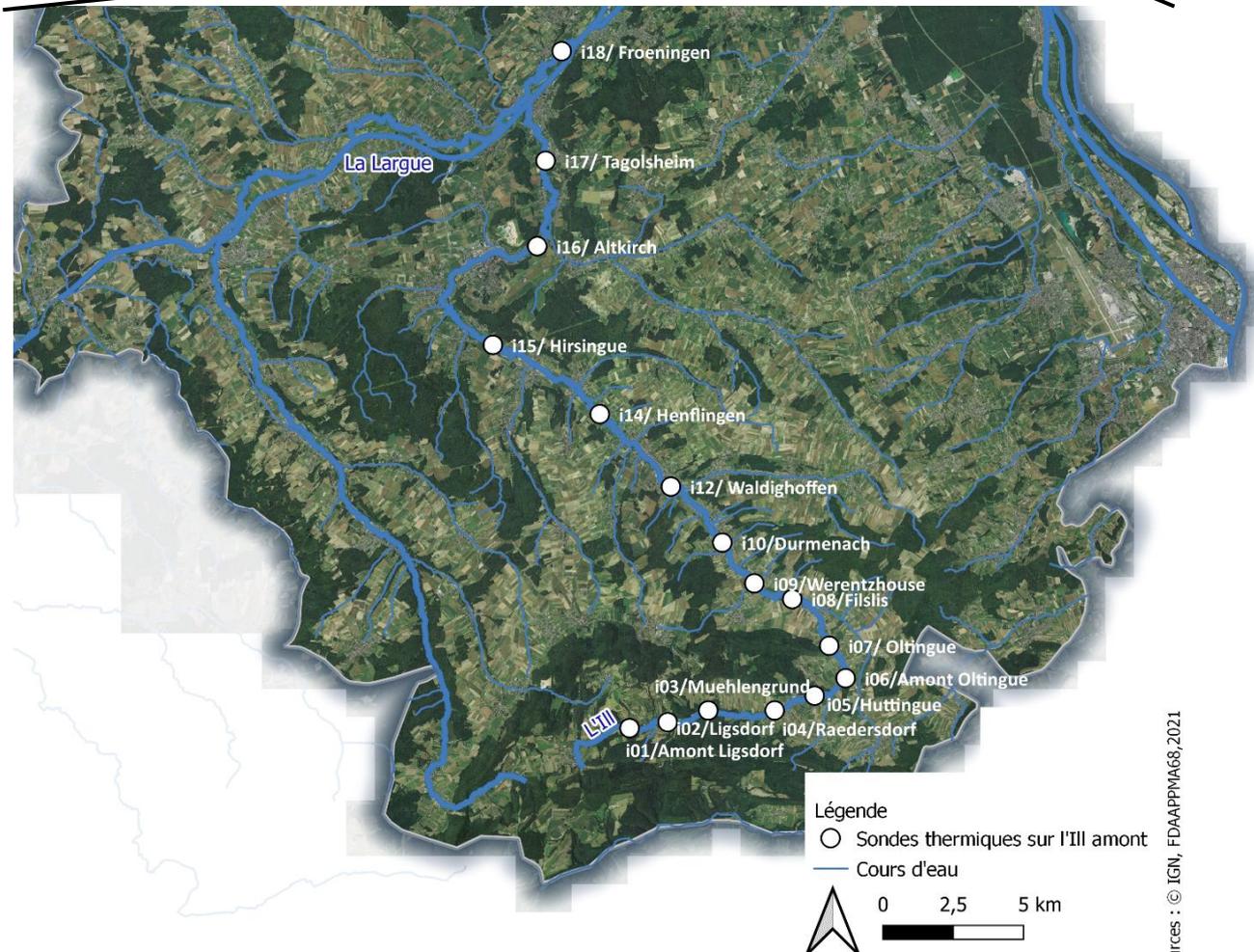
d) Bilan thermique pour la Largue

D'une manière générale, la Largue présente un régime thermique caractéristique avec des profils particulièrement homogènes entre les diverses stations (excepté « 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 (25°C). La période la plus chaude en 2019 est comprise, entre fin-juin et fin juillet avec une Tmoy30J supérieure à 19°C sur 66% des stations.

Si le secteur étudié n'est pas autant anthropisé que les autres bassins vosgiens, le bassin de la Largue fait face à des pressions différentes notamment au niveau de l'occupation du sol. Une des particularités du secteur est la densité conséquente d'étangs et de plans d'eau divers de toutes typologies. Plus de 1000 étangs et plans d'eau sont recensés dans la région du Sundgau. Le maillage complexe entre les affluents de la Largue, les zones de sources et les plans d'eau peut conduire à cette homogénéisation thermique observée. Les apports diffus des étangs attenants, voire parfois directement positionnée sur le cours principal, peuvent avoir un impact structurant majeur sur la thermie du cours d'eau. Néanmoins 81,4 à 98,9 % des valeurs mesurées restent comprises entre 4 et 19°C sur l'ensemble du bassin confirmant par-là, le potentiel important de la Largue pour l'implantation de population à dominance salmonicoles.

Malgré tout, 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, Spirilin 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



Sources : © IGN, FDAAPPMA68, 2021

Figure 37 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le bassin de l'III (de l'amont au sud à l'aval au nord).

L'Ill est la principale rivière Alsacienne et le principal affluent du fleuve Rhin. Celle-ci revêt une importance locale considérable, comme en témoigne le nom originel de la région « Illsass » d'où vient le nom Alsace (signifiant « pays de l'Ill »). L'Ill prend sa source dans le Jura alsacien près de la commune de Winkel à 600m d'altitude. La rivière s'écoule vers le nord du département pour rejoindre la plaine alsacienne où elle confluera avec dix affluents et traversera plusieurs grandes agglomérations telles que Mulhouse et Strasbourg. La longueur totale du cours d'eau représente 217km pour un bassin versant de 4 760km². Le parcours de l'Ill peut être découpé en deux entités au sein du département : l'Ill amont (1^{ere} 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).

a) Présentation des températures moyennes journalières

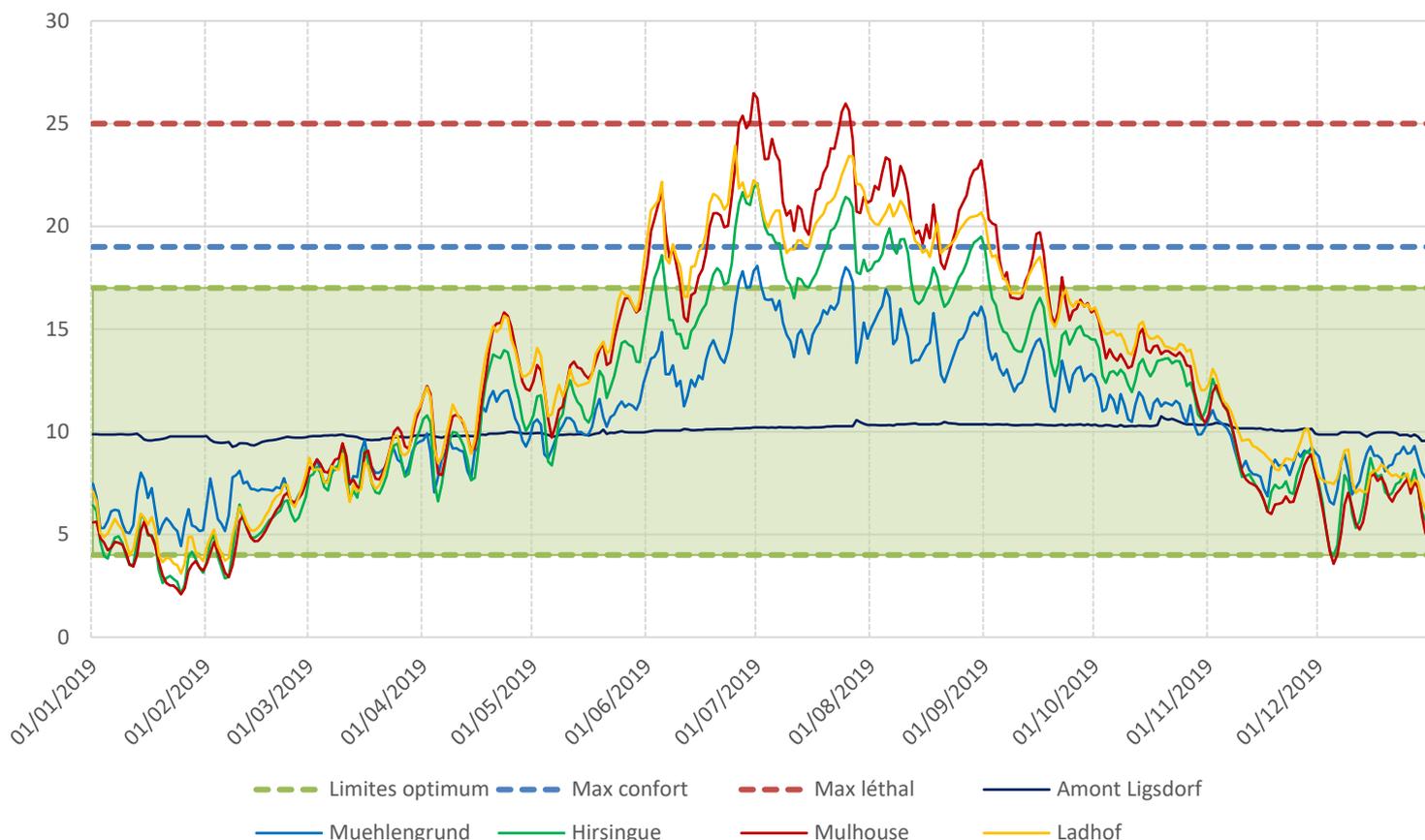


Figure 38 : Températures moyennes journalières sur l'Ill pour 5 stations durant l'année 2019.

Le profil thermique de la station « amont Ligsdorf » (L01 la plus en amont), se démarque fortement des autres profils. En effet, la température de l'eau y est extrêmement homogène (10°C) et ce toute l'année peu importe la saison. Cette particularité locale remarquable est dû à la nature des sources de l'Ill, issu de résurgence phréatiques constantes.

Plus on s'éloigne de la source, plus les profils tendent à nouveau à se normaliser avec des températures plus froides en hiver, plus chaudes en été et des amplitudes thermiques mensuelles croissantes (figure 38 et 39). Comme en témoigne les boxplots des températures moyennes par mois avec un changement à partir de L05 (amplitude annuelle de 16,1°C contre 1,5 à 13°C pour les stations amont). Les médianes sont plus importantes aux mois de juillet puis aux mois d'août et de juin 2019.

L'observations de ce gradient thermique ascendant se poursuit jusqu'à Mulhouse. A l'aval de cette commune, on observe un réchauffement des eaux en hiver et un rafraîchissement en été. Ceci est probablement dû à la jonction entre l'Ill et le Canal de Colmar au niveau de Ladhof, qui va venir impacter les températures. Ce phénomène est particulièrement mis en avant sur la figure 38 avec un profil présentant des températures plus basses en été sur « Ladhof » que « Mulhouse », pourtant situé bien plus en amont.

Une autre caractéristique de l'Ill est que celle-ci va également entrer en contact à deux autres reprises avec le canal du Rhône au Rhin (une fois au niveau d'Illfurth et une fois au niveau de Zillisheim).

Les informations présentées peuvent donc être résumées à l'aide de deux grands groupements avec :

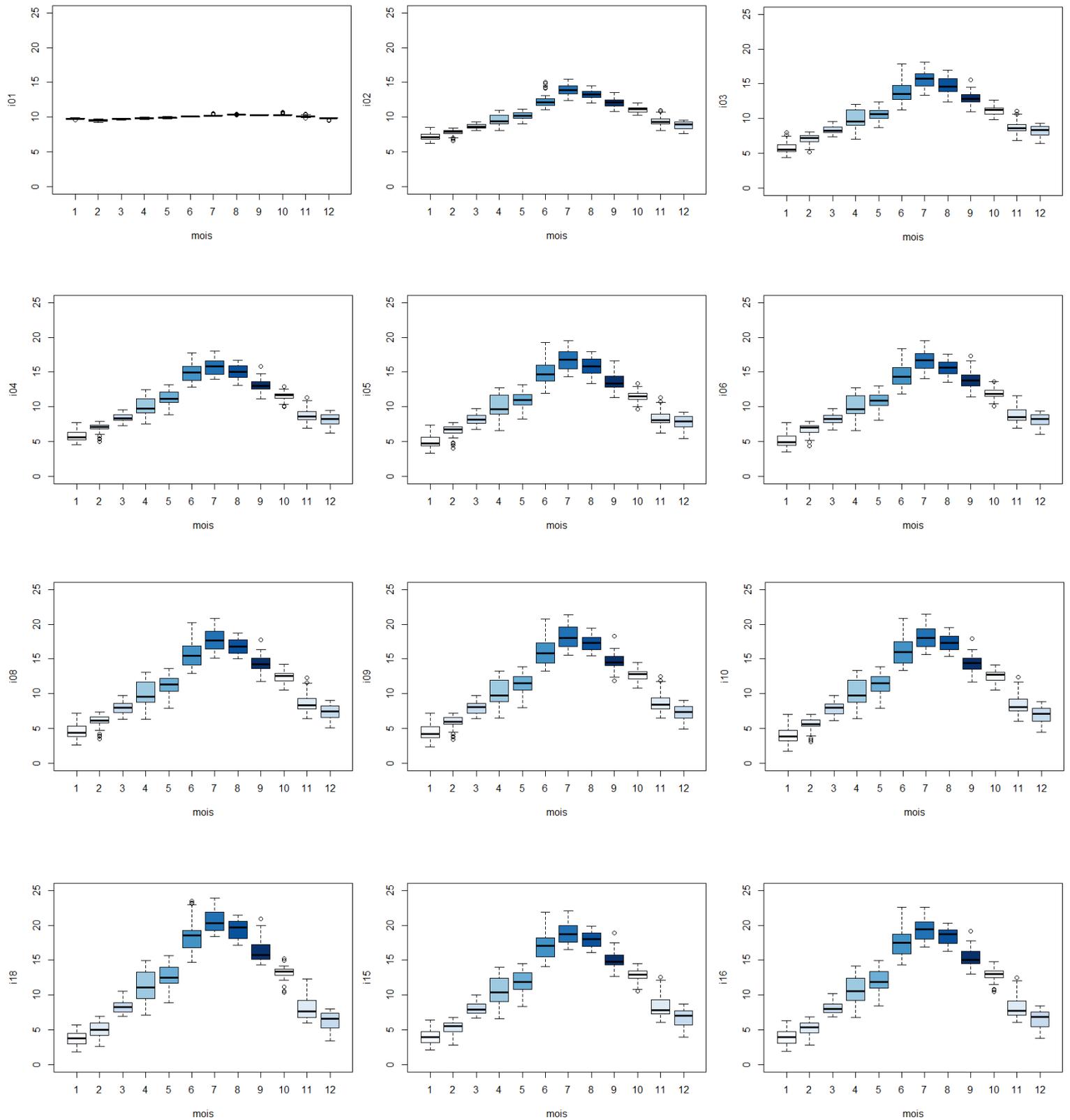
- D'une part le régime de l'Ill amont, plus caractéristique d'un régime de source entre L01 et L05. Zone sur laquelle les températures moyennes minimales sont comprises entre 4 et 10°C, ne passant jamais en deca du seuil critique pour la truite fario ni au-dessus avec une $T_{mJ} \max = 10,8 \pm 16,1$;
- D'autre part avec l'Ill médiane, à l'aval de Huttingue à Guemar, avec un régime thermique très homogène aux températures plus froides en hiver ($T_{moyJ} \min = 1,9 \pm 3,5^\circ\text{C}$) et plus chaudes en été ($T_{moyJ} \max = 16,0 \pm 24,4^\circ\text{C}$).

b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds

Les boxplots des températures moyennes rejoignent les remarques précédentes et les températures moyennes des 30 jours les plus chauds corroborent encore ces observations. En effet, il est plus aisé de mettre en avant ces deux groupes de régime thermique à l'aide de la figure 40.

Les T_{moy30J} n'excèdent jamais 17°C entre L01 et L06. Encore une fois, L01 se démarque des autres stations avec une température constante à 10°C toute l'année. Les résurgences de sources à l'amont permettent également une thermie particulièrement favorable jusqu'à Huttingue.

C'est ensuite à l'aval d'Hirsingue que les T_{moy30J} sont comprises tout du long entre 19 et 21°C hormis sur « Mulhouse » et « Meyenheim » où $T_{moy30J} = 23,1$ et 24°C. Ces deux zones sont ainsi particulièrement sujettes à des réchauffements estivaux importants.



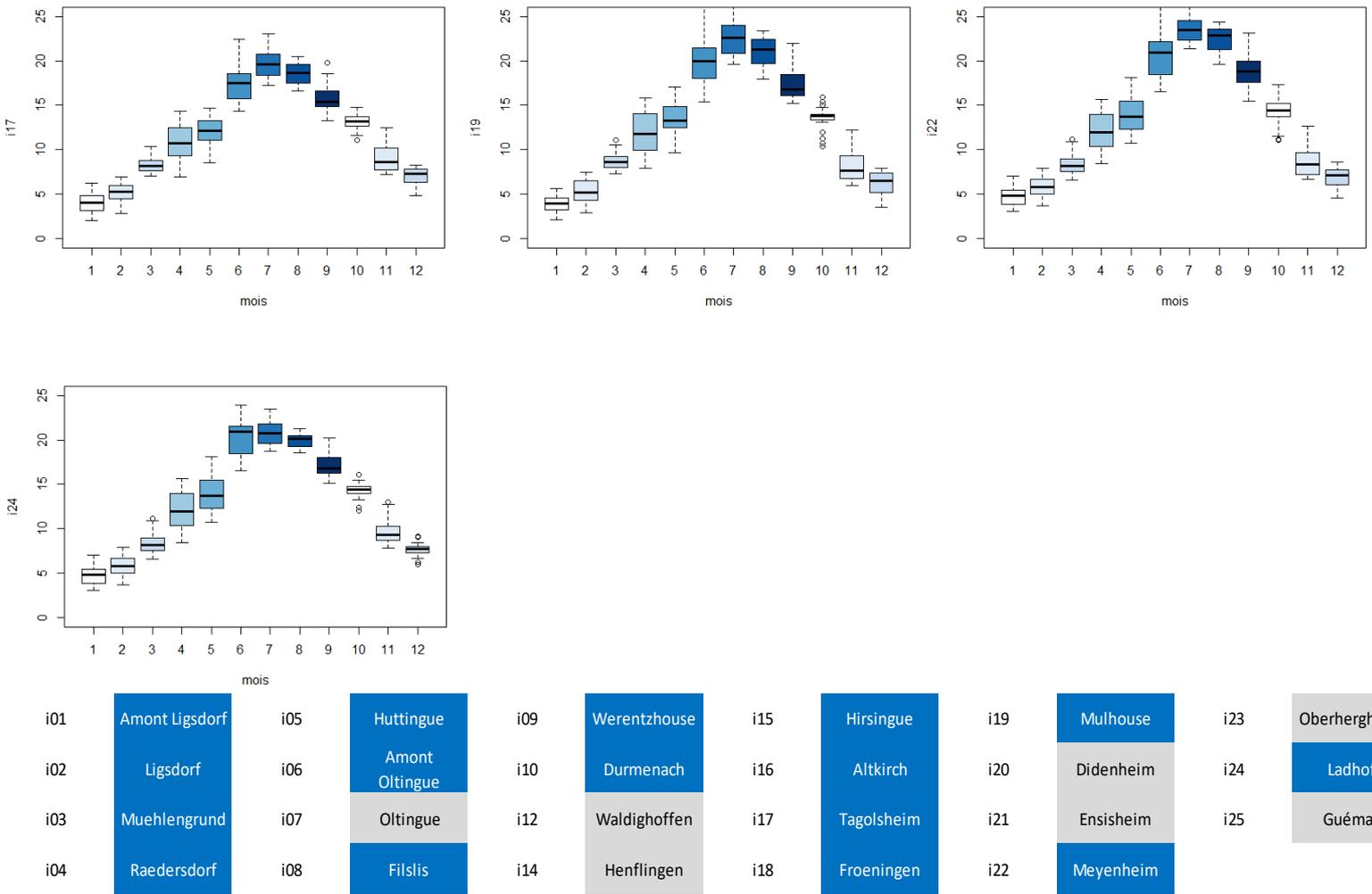


Figure 39 : Boxplots des températures moyennes journalières mensuelles sur la L'III.

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

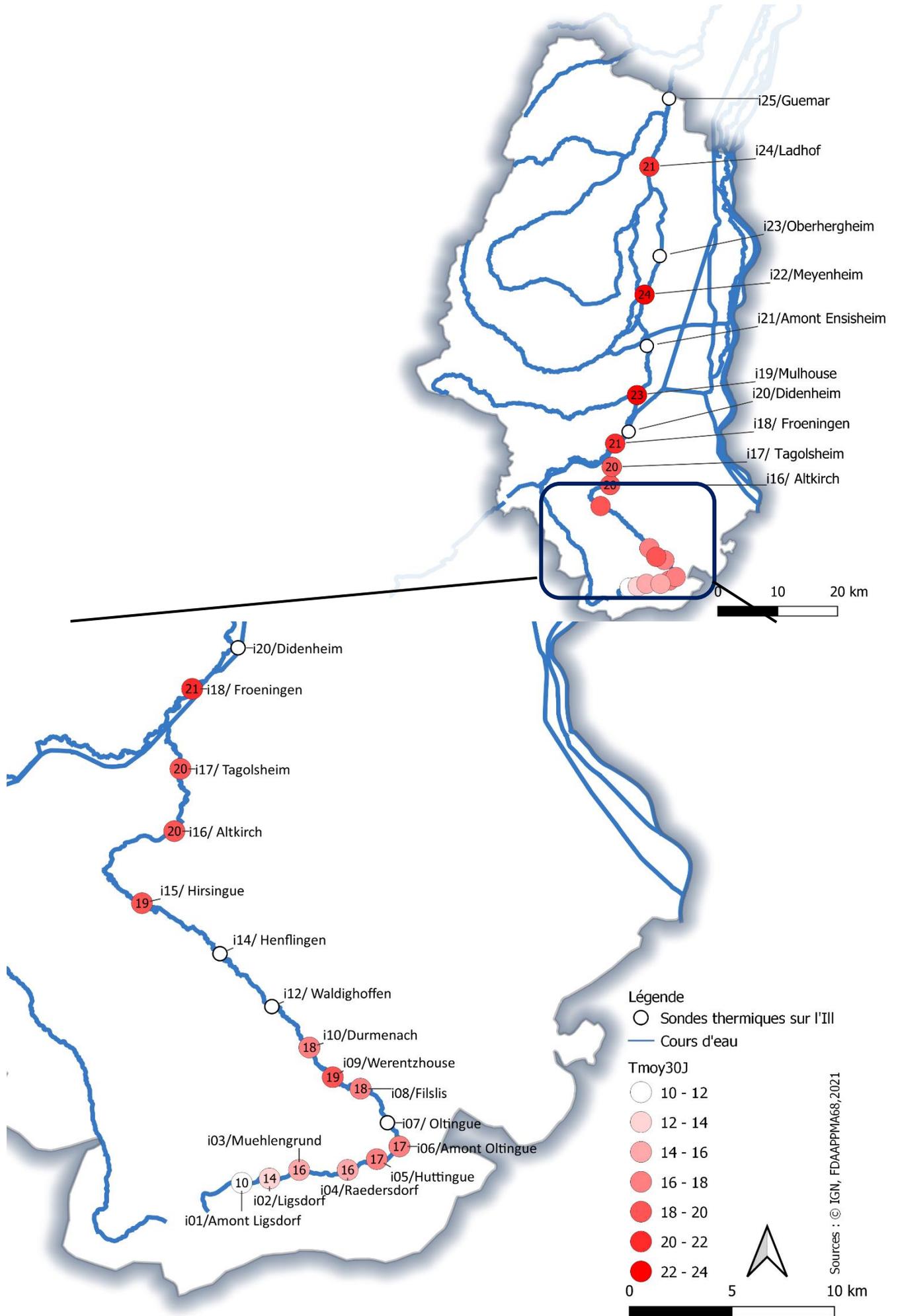


Figure 40 : Température moyennes des 30 jours les plus chauds en 2019 sur l'Ill.

En termes de TmJ max, celles-ci dépassent le seuil de 19°C à partir de Huttingue puis le seuil de 25°C à partir de Mulhouse. La zone la plus critique en termes de réchauffement aigus est comprise entre Mulhouse et Colmar.

Les stations amont étant caractérisées par des profils thermiques de faible amplitude, les valeurs extrêmes sont le plus souvent relevées à l'aval. Comme c'est le cas pour la température la plus basse avec Ti min= 1,4°C sur Henflingen et TmoyJ min= 1,7 sur Durmenach. Il en est de même avec les températures instantanées les plus chaudes (29,2°C le 28/07/19 à Meyenheim) et les moyennes journalières les plus chaudes (26,8, même station et même date).

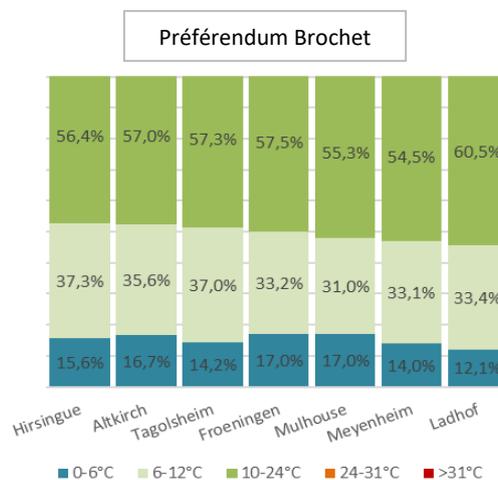
c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

Encore une fois l'effet des températures homogènes liées aux sources de l'amont est visible avec une proportion de 100% des températures comprises dans l'optimum de la truite (4-17°C). Cette proportion reste comprise entre 100 et 93,4% jusqu'à Filslis puis est compris entre 85,5 et 81,4% jusqu'à la limite avec la seconde catégorie piscicole.

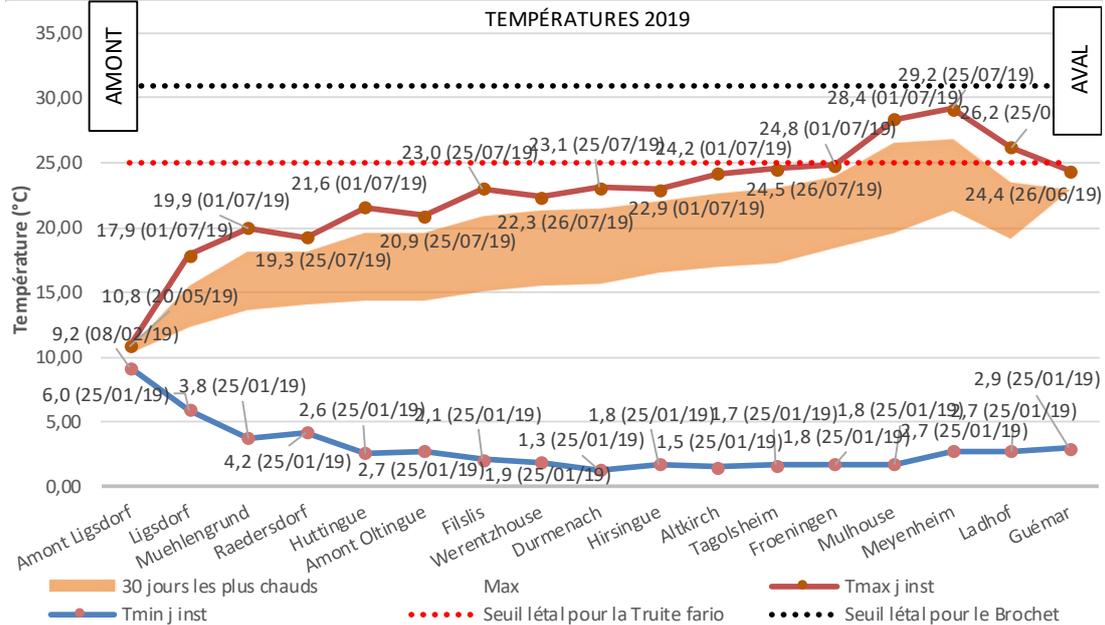
On observe ensuite un réchauffement progressif vers l'aval jusqu'à Mulhouse (comme observé les autres années). Avec par exemple 7,7 à 21,1% des températures comprises entre 19 et 25°C. Si ce secteur est administrativement classé en seconde catégorie piscicole, il est néanmoins possible que les secteurs les plus touchés (de Mulhouse à Meyenheim) ne soient pas exempts d'impacts des températures estivales sur la faune aquatique.

En définitive, les profils thermiques de l'III sont particulièrement en adéquation avec les préférences de la truite fario, de l'amont à la limite de la 1ere catégorie à Hirsingue.

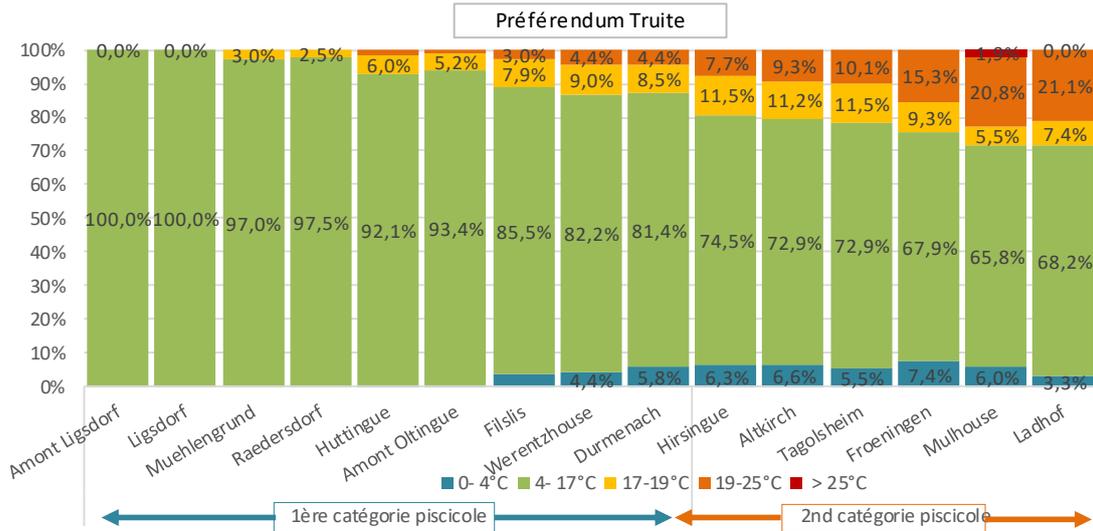
Concernant les préférences thermiques du brochet, les températures semblent relativement fraîches en période hivernale pour convenir totalement à l'espèce (même si l'espèce est recensée dès Hirsingue). Les températures inférieures à 6°C sont comprises entre 12,1 et 17%. Il semble donc que le secteur étudié soit plus favorable aux cyprinidés rhéophiles qu'au brochet. Tout du moins jusqu'à la station Ladhof. Mais les secteurs amonts peuvent aussi rester attractifs pour l'espèce car les valeurs seuils de 3-4°C ne représentent qu'une proportion contenue entre 3 et 6,6% des valeurs. Notamment dans le secteur amont de Mulhouse où les eaux des canaux se mélangent plusieurs fois avec l'III.



III - Synthèse thermique 2019



RÉPARTITION DES TEMPÉRATURES MOYENNES SELON LE PRÉFÉRENDUM THERMIQUE



Variables thermiques générales

T instannée min	T instannée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
1,4	29,2	1,7	26,8	T min : 21,4	T moy : 23,9	T max : 26,8
25/01/2019	25/07/2019	28/01/2019	25/07/2019	du 28/06/19	au	27/07/2019
Henflingen	Meyenheim	Durmenach	Meyenheim		Meyenheim	

Préférendum thermique de la Truite fario (en moyenne sur l'III)

Nb jours 0 - 4 °C	Nb jours 4 - 17 °C	Nb jours 17 - 19 °C	Nb jours 19 - 25 °C	Nb jours > 25 °C
12,1	300,0	24,1	27,9	0,9

Figure 41 : Fiche de synthèse thermique sur l'III et répartition des optimums thermiques.

d) Bilan thermique pour l'III

Grâce à la présence de résurgences en amont du bassin, l'III possède des conditions thermiques optimales au développement des Salmonidés. Cette particularité permet d'observer des températures homogènes comprises dans le préférendum de la truite sur un linéaire important. Le régime thermique reste très favorable jusqu'à Hirsingue et même plutôt favorable jusqu'à l'amont de Mulhouse.

C'est ainsi la quasi-totalité du secteur de 1ère catégorie piscicole qui possède plus de 90% de ses températures comprises entre 4 et 17°C, et même 100% en tête de bassin. Un léger réchauffement estival s'observe ensuite à l'approche de la seconde catégorie, mais près de 80% des températures restent comprises dans cette classe optimale.

La moyenne annuelle est de 11,18°C et l'amplitude moyenne de 15,90 sur l'ensemble des stations. Les périodes les plus chaudes sont globalement comprises entre la fin juin et la fin juillet. Les stations présentant les extrêmes thermiques les plus importants sont « Mulhouse » et « Meyenheim » avec des valeurs instantanées proche de 30°C et une température moyenne des 30 jours le plus chaud supérieure à 21°C. Ceci peut être dû, entre autres, à la présence de rejets diffus lorsque l'III traverse Mulhouse et à la connexion de l'III avec le Dollerbaechlein en amont d'Ensisheim.

L'III est caractérisable en deux zonations aux tendances thermiques différenciées, avec le contexte amont et le contexte intermédiaire. L'III amont semble donc particulièrement propice au développement des Salmonidés mais d'autres facteurs sont à prendre en compte en plus de la thermie comme une densité importante de plans d'eau aux abords de la commune de Fislis. L'étude du bassin de l'III paraît prépondérante et c'est dans ce cadre que plusieurs études parallèles pourront aider à compléter cette approche (étude des annexes hydrauliques en aval et étude des ruisseaux de tête de bassin en amont).

9. Bassin du Rhin

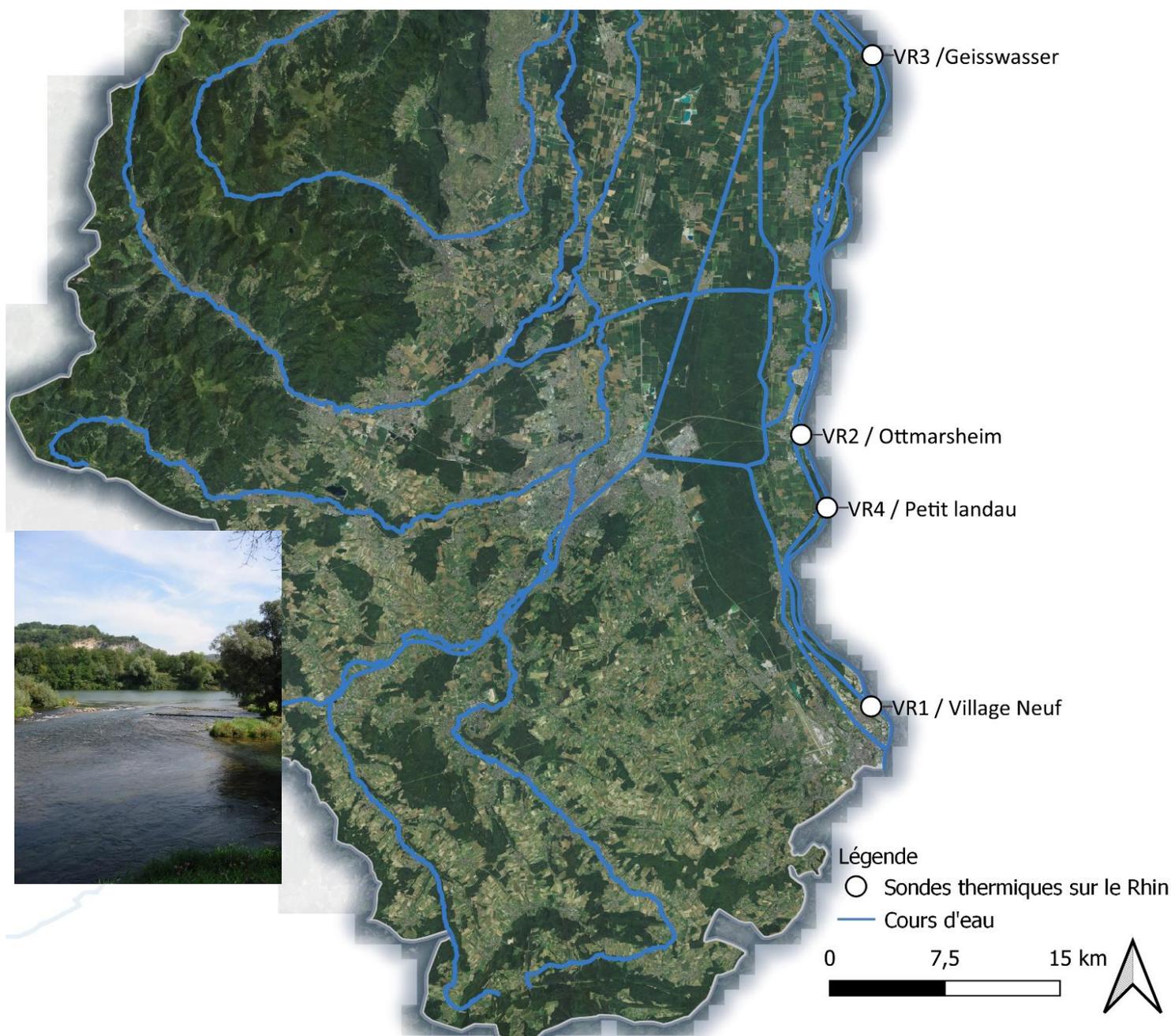


Figure 42 : Répartition du réseau de sonde thermique sur le Rhin (de l'amont au sud à l'aval au nord).

Le Rhin est le 6ème 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. La longueur totale du Rhin est de 1320km pour un bassin versant de 198 000km². Celui-ci 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 le nom : le Haut-Rhin et le Bas-Rhin sur 188km. La superficie du bassin versant du Rhin en France représente 24 000km². 11 barrages principaux sont placés sur le tracé du Rhin en France. Le Rhin

traverse des secteurs tantôt canalisés tantôt moins rectifiés comme c'est le cas sur le Vieux Rhin. Ici les sondes thermiques sont placées sur le Rhin pour « Village-neuf » (VR1), sur le Vieux Rhin pour « Petit landau » et « Geiswasser » (VR 4 et 3) et sur le bras renaturé de l'île du Rhin à Roseneau pour « île du Rhin » (IR). Le Rhin à Lauterbourg présente un module de 1250,0m³/sec.

a) Présentation des températures moyennes journalières

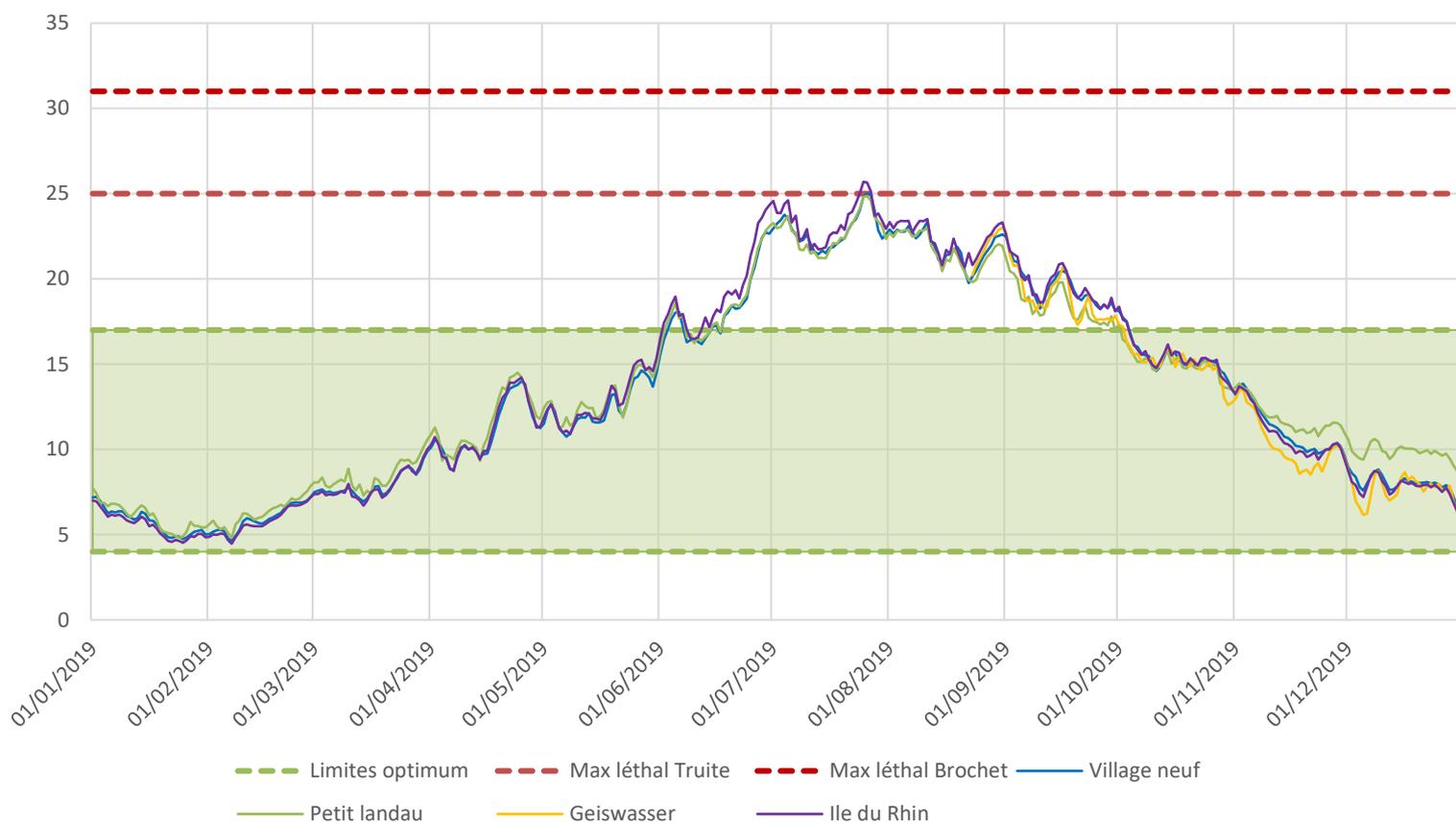


Figure 43 : Températures moyennes journalières sur le Rhin pour 4 stations durant l'année 2019.

Comme escompté, les profils thermiques sont très homogènes entre les diverses stations, malgré des positionnements éloignés. Le Rhin présente une inertie thermique marquée en raison du gabarit (et donc du volume d'eau) important du fleuve.

Seule une légère divergence est observée en début d'hiver sur « Petit Landau » dont la température baisse plus lentement à cette période que sur les autres stations.

Globalement la température du Rhin reste comprise entre 4,6°C et 19° de janvier à juin et entre 19 et 25,7°C de juin à octobre. La température moyenne des 4 sondes est de 13,53°C sur la durée du suivi avec une amplitude moyenne de 19,7. La température la plus basse est relevée sur « Geiswasser » avec $T_{i\ min} = 1,33^{\circ}C$ le 27/02/19 et $T_{mj\ min} = 4,4^{\circ}C$ le même jour. La température instantanée maximale est de 27,6°C le 05/08/19 sur « Petit Landau » avec une moyenne journalière maximale de 25,7°C.

b) Présentation des régimes thermiques et des 30 jours les plus chauds

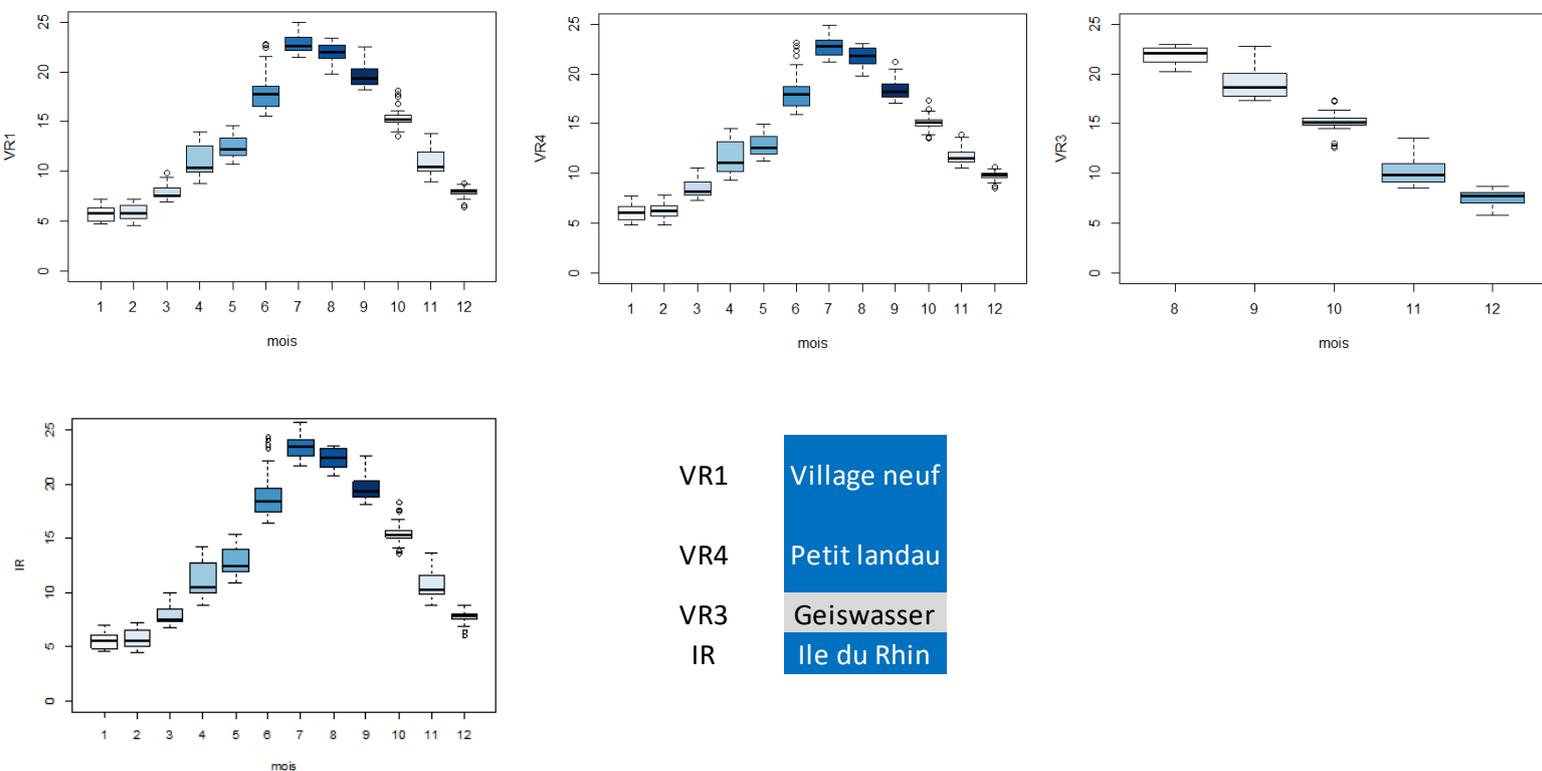


Figure 44 : Boxplots des températures moyennes journalières mensuelles sur le Rhin.

Concernant la répartition des températures par mois, celles-ci sont très homogènes entre les stations avec les médianes les plus basses en janvier et les plus hautes en juillet. Les températures augmentent rapidement tôt dans la saison (avril) et décroissent après aout plus lentement qu'en rivière.

Si la station « ile du Rhin » ne se démarque pas des autres en termes de profil malgré son positionnement au sein d'un bras renaturé, cela est dû au fait que l'eau de celui-ci est directement pompée dans le Rhin. Néanmoins, un réchauffement estival plus important sur les zones les plus à l'aval du bras ont été mis en évidence lors d'une étude parallèle en 2020. Cette observation résulte de ses caractéristiques. A l'aval, la végétation rivulaire est encore lacunaire, l'ensoleillement est donc fort et est concentré sur une faible lame d'eau, pratiquement constante toute l'année (débit régulé).

Tableau 1 : moyennes des 30 jours les plus chaud sur les stations du Rhin :

Village neuf	Ile du Rhin	Petit landau
22,91	23,48	22,87

Par rapport aux 30 jours les plus chauds, les valeurs obtenues sont très homogènes sur le Rhin et le Vieux Rhin (cf tab.1). La Tmoy30J est plus importante sur l'ile du Rhin (23,48°C)

que sur les autres stations. Cette valeur est toujours supérieure à 22°C depuis le début du suivi thermique.

c) Répartition des températures en fonction des optimums des espèces

Le Rhin et le Vieux-Rhin sont classés en seconde catégorie piscicole en tant que grand fleuve de plaine, mais des Salmonidés tels que la truite fario, l'ombre commun et le saumon atlantique sont régulièrement recensés sur certains secteurs. Par rapport à l'optimum thermique de la truite, c'est en moyenne 77,5% des températures qui sont comprises dans le préférendum de la truite entre 4 et 19°C. Si cette proportion peut sembler relativement importante pour un fleuve de ce gabarit, plus de 20% des valeurs sont aussi supérieures à 19°C avec un seuil léthal de 25°C atteint plusieurs fois dans l'années, parfois de des périodes plus longues. Si le Rhin a la réputation historique d'accueillir des populations Salmonicoles importantes, la thermie globale n'est malgré tout pas des plus favorable aux taxons sténothermes d'eau froides. Néanmoins, il est possible que selon les secteurs, les conditions *sine qua non* à leurs implantations soient plus favorables (résurgence de sources, secteurs ombragés à l'aval des affluents, etc.).

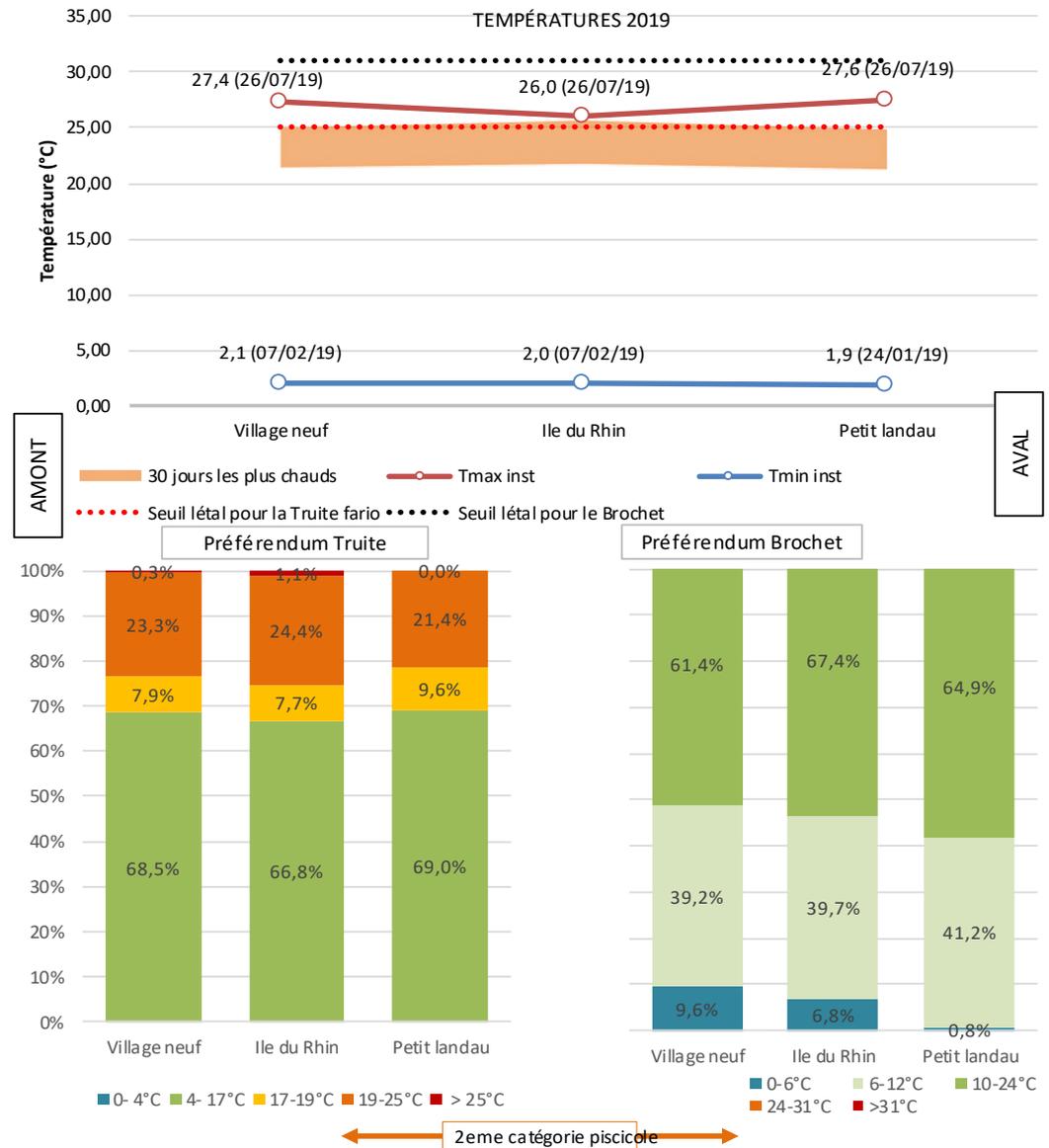
En revanche le Rhin est très favorable thermiquement pour les cyprinidés rhéophiles ou encore pour l'espèce brochet. En effet, 61,4 à 64,9% des valeurs sont comprises dans le préférendum de l'espèce (10-24°C). 39,2 à 41,2% des valeurs sont favorables à la reproduction du brochet et sont comprises intégralement lors de la période propice de février à avril. Néanmoins les eaux du Rhin sont relativement froides entre décembre et avril et ne dépassent en moyenne les 10°C qu'à partir du mois d'avril.

Très peu de variations sont observées entre les stations. Enfin, la période la plus chaude s'échelonne en moyenne de la fin juin à fin juillet sur « ile du Rhin » et plus tardivement de la mi-juillet à la mi-aout sur le cours du Rhin.

d) Bilan thermique pour le Vieux Rhin

Malgré un historique à dominance salmonicole, le Rhin ne semble pas présenter les meilleures conditions pour le développement de la truite avec des valeurs pouvant induire un stress thermique durant une période d'au moins un mois. Néanmoins, il est possible que selon les secteurs, les conditions nécessaires à l'implantation des Salmonidés soient remplies. En revanche les profils thermiques généraux du fleuve sont bien compatibles avec les préférences du brochet ou encore des cyprinidés rhéophiles.

Vieux Rhin - Synthèse thermique 2019



Variables thermiques générales

T instannée min	T instannée max	T journalière moyenne min	T journalière moyenne max	30j les plus chauds		
1,3	27,6	4,6	25,0	T min : 21,7	T moy : 23,49	T max : 25,7
31/12/2019	26/07/2019	07/02/2019	26/07/2019	du 29/06/2019	au	28/07/2019
Geiswasser	Petit landau	Village neuf	Village neuf	Ile du Rhin		

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
0,0	248,7	30,7	84,0	1,7
0,0%	68,1%	8,4%	23,0%	0,5%

Figure 45 : Fiche de synthèse thermique sur le Rhin et répartition des optimums thermiques pour l'année 2019.

10. Comparaison inter-bassin

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.

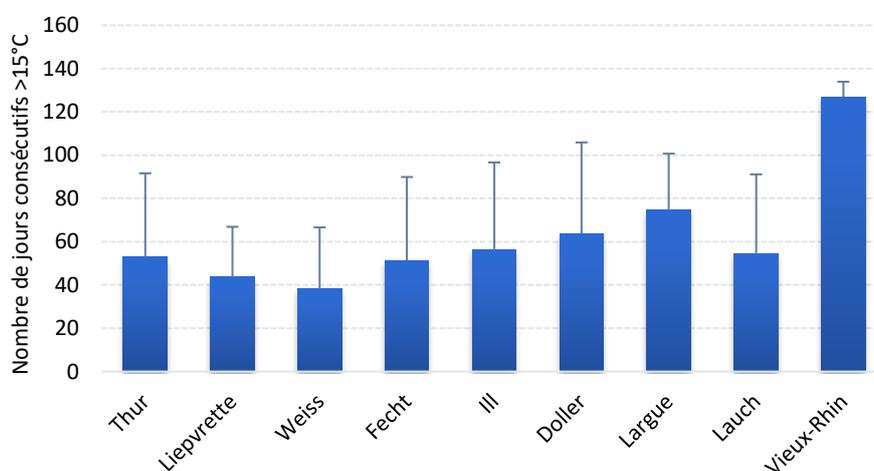


Figure 46 : Nombre de jours consécutifs où la température est supérieure à 15°C sur les différents cours d'eau du Haut-Rhin (les barres d'erreurs représentent l'écart type standard).

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. C'est ensuite la Largue, la Doller, l'Ill puis la Lauch qui peuvent être des secteurs à surveiller. En effet, pour ces bassins cités, le nombre de jours consécutifs où l'eau est supérieure à 15°C excède 50 jours. Néanmoins, les valeurs sont homogènes entre les différents bassins mais très hétérogènes au sein du même bassin (comme en témoigne la figure 46 et les barres d'erreurs associées importantes).

Une approche stationnelle est donc préférable sur les bassins les plus à risques. Pour se rendre compte de la répartition des stations à surveiller de manière accrue, la figure 47 présente la répartition de celle-ci en fonction des diverses classes de nombre de jours consécutifs à plus de 15°C.

Globalement, c'est plus de 65% des stations qui présentent un nombre de jours consécutifs de plus de 15 jours à 15°C. Potentiellement, c'est donc la quasi-totalité des cours d'eau haut-rhinois qui peuvent être propices au développement de la maladie rénale proliférative (MRP ou PKD en anglais), particulièrement sur le Vieux-Rhin, l'Ill, la Doller et la Largue. Ainsi, seules

certaines stations situées en amont des cours d'eau vosgiens ou dans les zones de sources en amont de l'III sont épargnées.

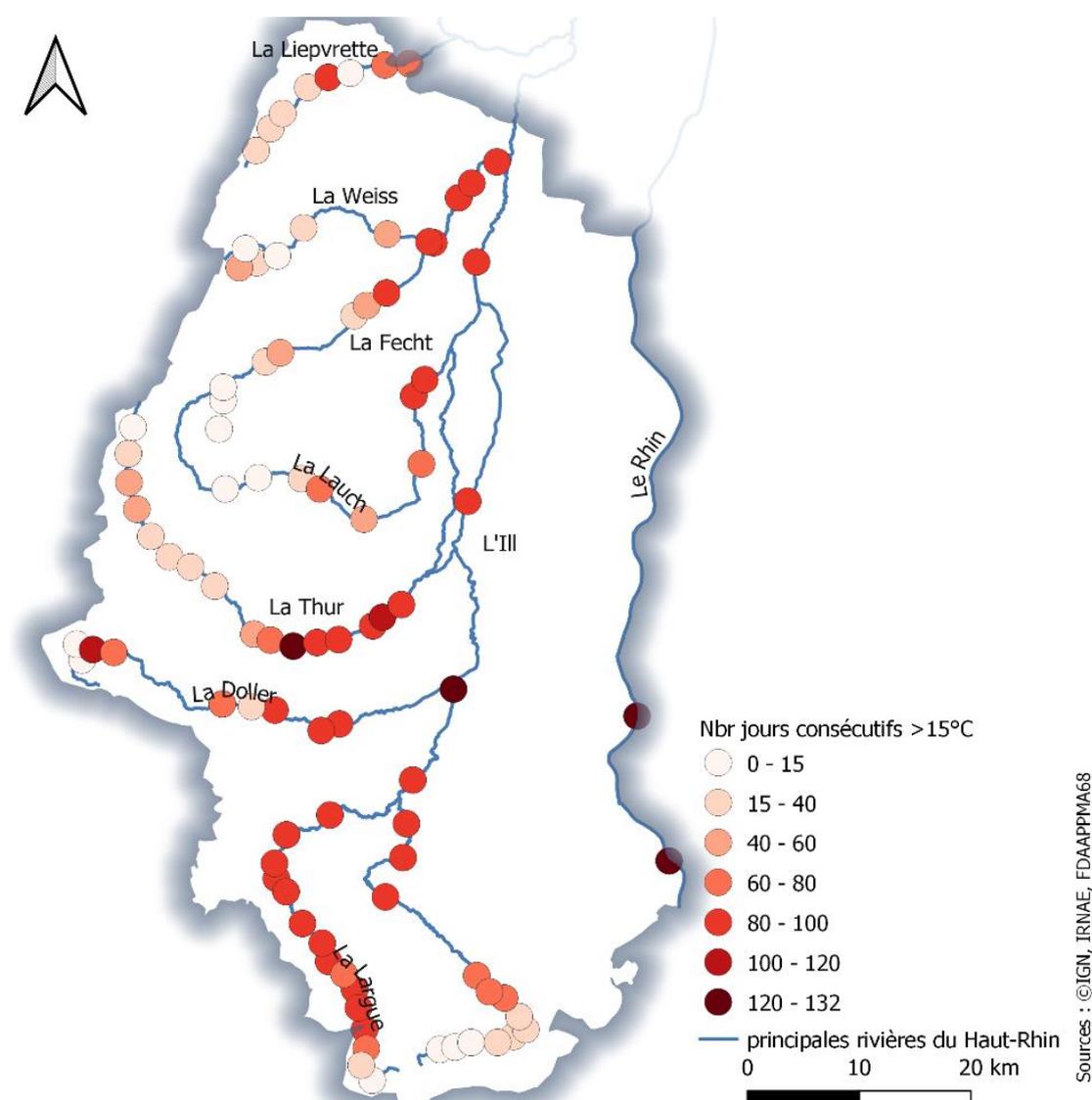


Figure 47 : Carte des risques d'infection par la MRP (ou PKD) établis sur le département du Haut-Rhin à partir du nombre de jours consécutifs où la température de l'eau excède 15°C (le risque est plus important à partir de 15 jours consécutifs).

La totalité des stations de la Liepvrette excèdent 15 jours à 15°C, excepté l'aval de Sainte-Croix (14 jours). La station « Sainte-Croix aux Mines » est particulièrement touchée avec 81 jours. L'aval de Lièpvre présente également des valeurs importantes.

Si les zones situées l'amont de la Weiss, de la Lauch et de la Fecht sont préservées vis-à-vis des températures supérieures à 15°C, un réchauffement est rapidement observé sur les parties médianes.

Sur la Thur, Le lac de Kruth Wildenstein restitue selon la période, des eaux de fond supérieure à 15°C par rapport aux autres mois de l'année (lors des périodes de brassages des eaux), cela peut potentiellement être un secteur à surveiller. C'est ensuite à partir de Thann et particulièrement de Vieux Thann que les conditions sont particulièrement favorables au développement de la MRP.

La Doller et la Largue possèdent à chaque fois la totalité de leurs stations qui excèdent 15 jours à 15°C sauf deux (« source Doller » et « aval Alfed » pour la Doller et « Levoncourt » et « Courtavon » pour la Largue). Sur la Doller, des longues périodes à plus de 15°C sont observés ponctuellement (aval du lac de Sewen, aval de Masevaux, etc.) alors que sur la Largue, les valeurs sont très homogènes sur tout le bassin, et ce, dès l'aval du lac de Courtavon (entre 80 et 100 jours consécutifs à plus de 15°C).

Si pour le moment, aucun signalement de cette maladie n'a été mentionné sur le territoire étudié, il pourra néanmoins convenir d'être vigilant vis-à-vis de cette problématique (études pathologiques, recensement des bryozoaires, sensibilisation, prélèvement des cas de mortalités). Les conditions thermiques étant en effet, particulièrement adaptées au développement de ce type d'infection dans le département.

b) Comparatif des moyennes et des extremums thermiques

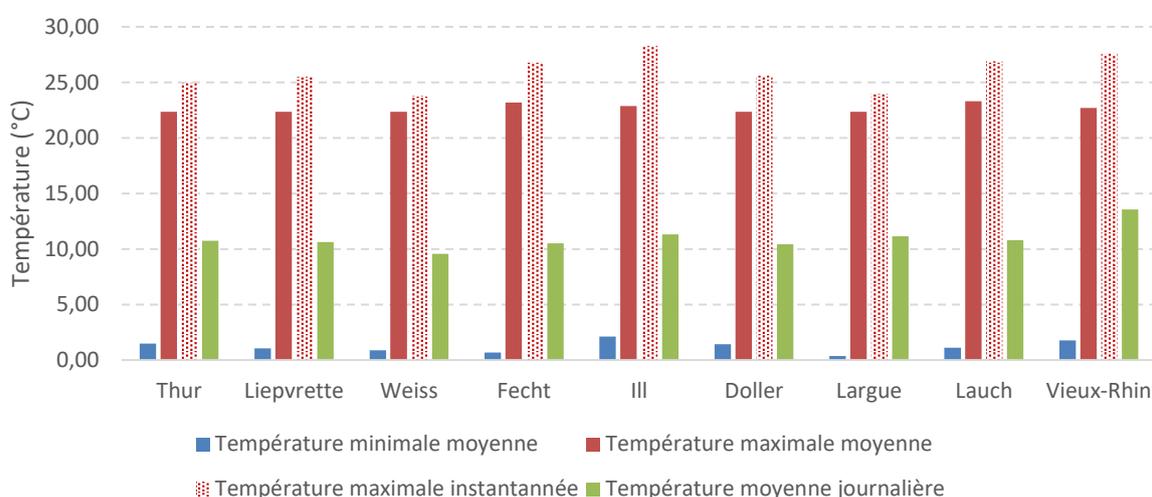


Figure 48 : Température moyenne minimale, température moyenne maximale, température maximale instantanée et température moyenne journalières sur l'ensemble de l'année 201 (toutes stations confondues) sur les bassins étudiés.

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).

Au cas par cas, l'eau est la plus froide en hiver sur la Weiss (TmJ min = 0,89°C) et la Fecht (TmJ min = 0,67°C) mais la plupart des autres cours d'eau ont des températures comprises en hiver entre 1 et 5°C. Les températures les plus chaudes sont mesurées sur la Lauch (TmJ max = 23,4°C) et la Fecht (TmJ max = 23,17°C). Ce n'est pas sur le Rhin que les valeurs estivales les plus importantes sont relevées, mais la température de l'eau y est supérieure à 22°C durant une plus longue période (inertie thermique importante).

La moyenne des températures annuelles du département est de 10,96°C (9,56 ± 13,55).

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

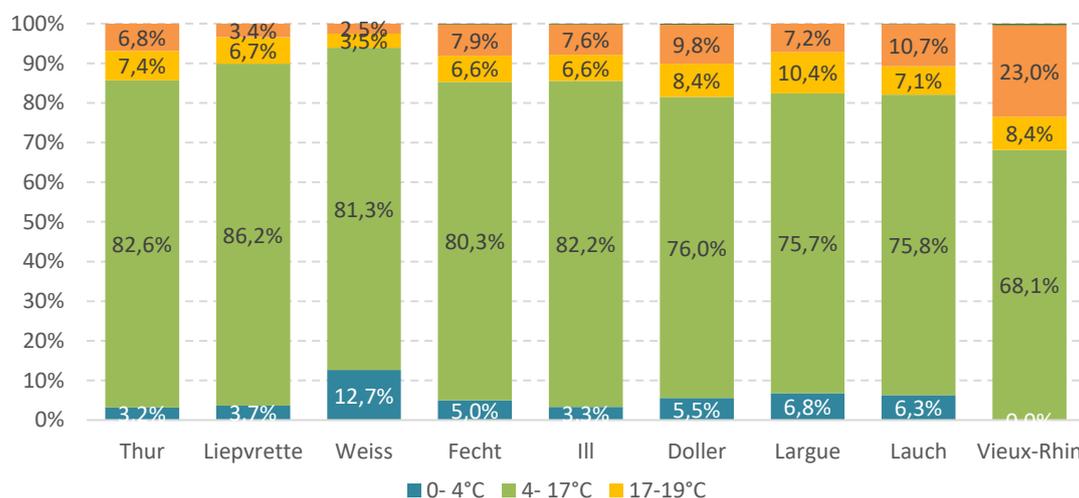


Figure 49 : Répartition des classes de températures moyennes journalières en fonction des limites thermiques de la truite fario (en moyenne sur chaque cours d'eau).

Comme escompté, le Vieux Rhin est le cours d'eau le moins favorables pour les espèces sténotherme d'eau froide comme la truite fario avec 76,5% des valeurs comprises entre 4 et 19°C. Les autres bassins globalement moins propices à l'implantation des Salmonidés sont :

- la Lauch (75,8% des valeurs entre 4 et 17°C ; 82,9% entre 4 et 19°C) ;
- la Largue (75,7% des valeurs entre 4 et 17°C ; 86,1% entre 4 et 19°C) ;
- et la Doller (76,0% des valeurs entre 4 et 17°C ; 84,4% entre 4 et 19°C).

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

- la Liepvrette (avec 86,2% des valeurs entre 4 et 17°C ; 92,9% entre 4 et 19°C) ;
- la Thur (82,6% des valeurs entre 4 et 17°C ; 90% entre 4 et 19°C) ;
- la Weiss (81,3% des valeurs entre 4 et 17°C ; 84,8% entre 4 et 19°C).

Cependant, la Weiss présente des température parfois très froides en hiver (<4°C) pouvant potentiellement induire des retards de croissance, voir des mortalités lors de la phase embryo-larvaire de la truite. L'amont de l'Ill semble également très favorable pour l'espèce avec 92,1% des valeurs comprises entre 4 et 17°C entre « Amont Ligsdorf » et « Durmenach ».

L'approche cartographique (figure 50) nous permet de mettre en évidence les résultats globaux d'un point de vue stationnel. 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 19,5°C, pouvant ainsi induire un stress mineur (+0,5°C de la valeur maximale du préférendum) ;
- est comprise entre 19,5 et 20°C, pouvant induire un stress modéré 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.

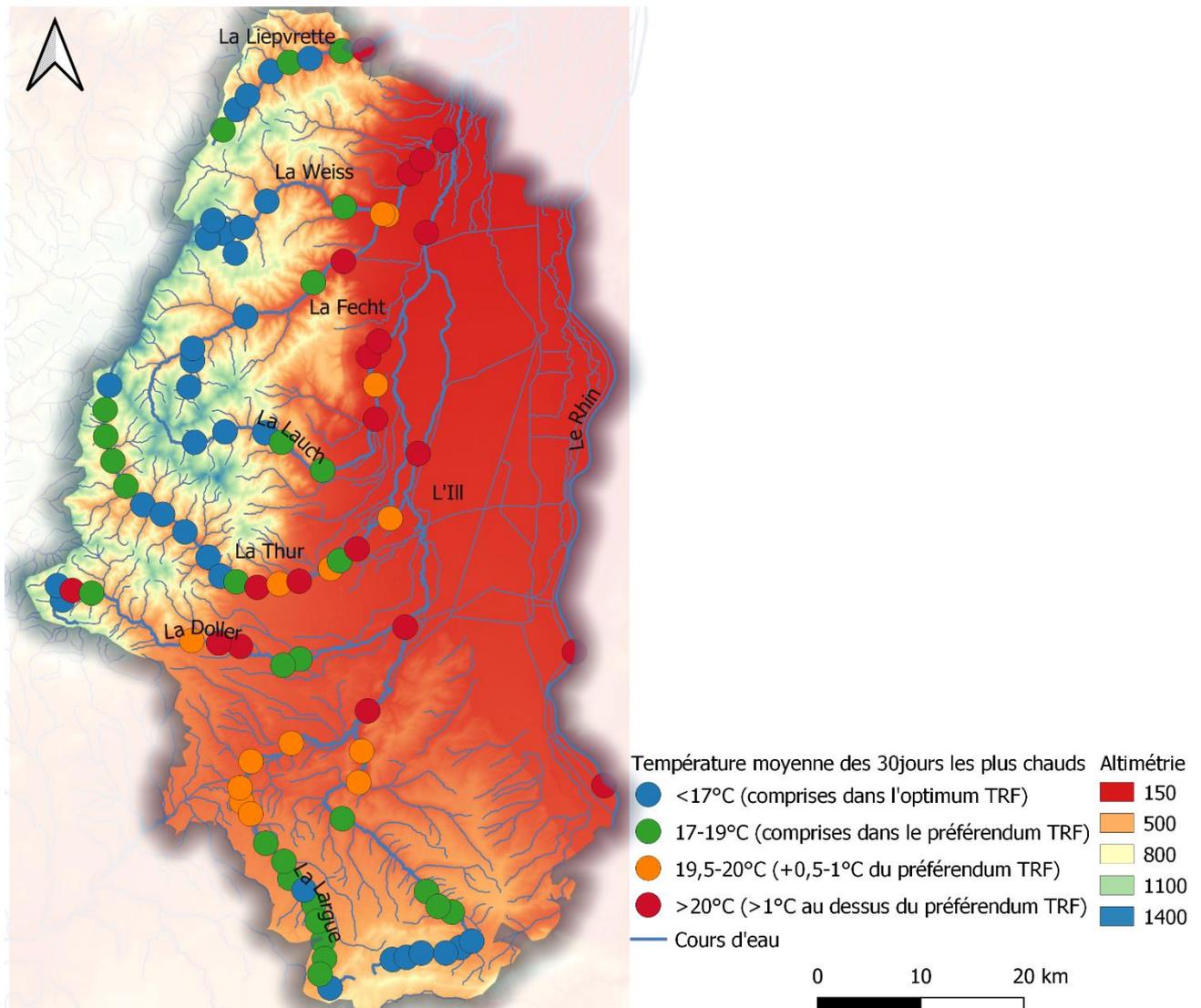


Figure 50 : Températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds en 2019 sur les cours d'eau du Haut-Rhin (cotation en fonction des seuils d'optimum et de préférendum thermique de la truite).

Cette approche a l'avantage de présenter les secteurs propices pour la truite de manière schématique. En effet, si des températures adaptées sont nécessaire 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).
- Les températures moyennes des 30 jours les plus chauds sont globalement clémentes sur la Lauch jusqu'à Guebwiller.
- Les Tmoy30J ne dépassent pas les seuils critiques sur la Thur avant Vieux-Thann. Si elles sont critiques à l'aval de cette commune, elles sont néanmoins particulièrement favorables à l'amont (entre le lac de Kruth-Wildenstein et Thann).
- 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 Sentheim et de Guewenheim.
- Les valeurs présentées sur la Largue ainsi que l'III 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'III jusqu'à Fislis semblent particulièrement favorable à l'espèce cible.

d) Comparaison globale des moyennes des 30 jours les plus chauds et des modélisations thermiques projetées (projet TIGRE – INRAE)

Les températures moyennes des 30 jours les plus chauds sont présentées sur l'ensemble du département sous la forme de 7 classes principales (figure 51 a.).

La répartition des zones où la Tmoy30J n'excède pas les 16-20°C permet de rejoindre les observations des stations à la thermie favorable pour la truite fario (figure 50).

Mais, il est aussi possible de mettre en évidence les stations où la Tmoy30J ne dépasse pas 14°C comme c'est le cas sur certaines zones où la température de l'eau reste fraîche toute l'année dans le département. C'est notamment le cas des sources phréatiques de l'III, de l'amont de certains cours d'eau très frais (Doller, Fecht, Weiss) ou encore de l'aval de certains lacs de barrage relâchant des eaux froides par le fond (aval lac Blanc et Noir).

Enfin, il est également possible de mettre en évidence les stations où les températures moyennes les plus chaudes ont été relevées lors du mois le plus chaud. C'est le cas des stations où la Tmoy30J excède 22°C, comme à l'aval du lac de Sewen sur la Doller, au niveau de l'III sur Mulhouse et Meyenheim, ou encore le Rhin. Malgré tout, une proportion importante de station a encore une fois présentée en 2019 des Tmoy30J supérieure à 20°C. Afin de se rendre compte des impacts des changements climatiques globaux et de produire un outil adapté aux gestionnaires d'espaces naturels (notamment sur les cours d'eau non équipé de suivi thermique). L'INRAE a lancé depuis plusieurs années divers programmes d'analyses des données thermiques en cours d'eau. Ces études ont notamment permises de clôturer fin 2020 le projet TIGRE née d'un partenariat entre l'INRAE (UR RiverLy de Lyon), l'OFB, l'université de Tours et les producteurs de données thermiques (fédération de pêche, syndicats, etc.).

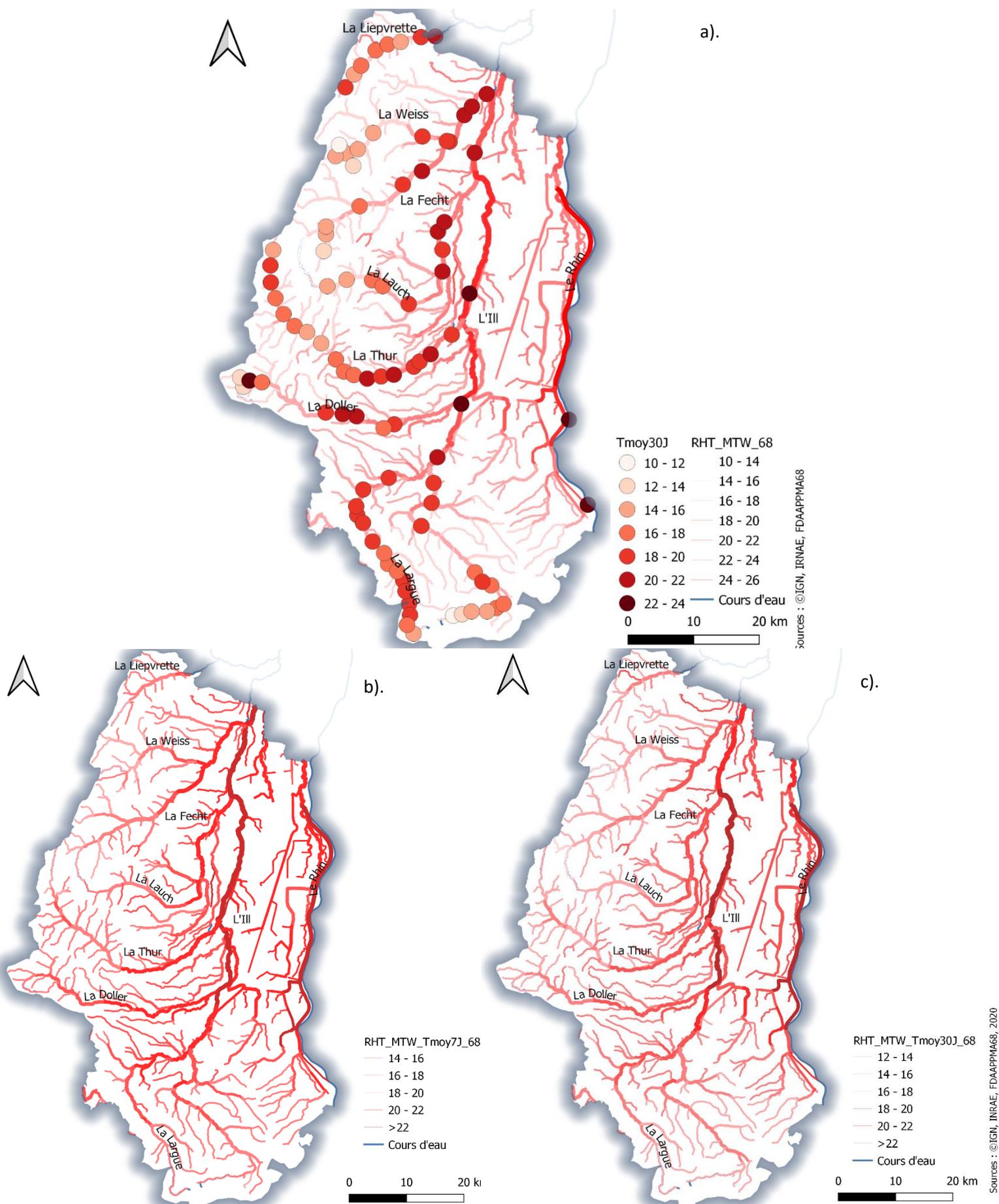


Figure 51 : Représentation des moyennes des 30 jours les plus chauds (Tm30J) à l'aide de 7 classes de températures pour l'ensemble des stations de suivi en 2019 et moyenne interannuelle des températures moyennes des 30 jours les plus chauds entre 2009 et 2017 (en a.) ; Projection des moyennes interannuelles des 7 jours les plus chauds issue d'une combinaison multimodèle (MTw7J MUL) (en b.) ; Projection des moyennes interannuelles des 30 jours les plus chauds issue d'une combinaison multimodèle (MTw30J MUL) (en c.). NB : La largeur des polygones est fonction de l'ordre de Strahler.

Ici, il a été choisi d'incorporer dans l'étude thermique, les résultats des projections des moyennes interannuelles des 30 et des 7 jours les plus chauds (données 2007-2019). Les données utilisées sont le résultat de plusieurs approches statistiques. En résumé, 4 approches globales ont été entreprises lors de la production des données :

- L'approche des réseaux neuronaux (*Artificial Neural Network, ANN*) : outils réputés puissants pour extraire des structures beaucoup trop complexes pour un programmeur humain.
- L'approche par forêts d'arbres décisionnels (*Random Forest, RF*) : ils combinent des arbres décisionnels individuels obtenus en rééchantillonnant l'échantillon de calage.
- L'approche par modèle de régression linéaire multiple (*REG_mul*) qui permet de garder une relation linéaire entre les variables.
- L'approche par combinaison multi-modèle (*MUL*) qui prends en compte les résultats de l'ensemble des approches.

Ce sont les résultats produits à l'aide de la dernière approche dont l'utilisation est privilégiée ici car elle offre un bon consensus d'estimation. L'utilisation du jeu de données se base sur le travail de L'INRAE et des travaux de Beaufort, Moatar et Sauquet (Beaufort et al. 2020).

Ces derniers résultats permettent d'avoir une vision des températures moyennes des 30 jours les plus chauds sur l'ensemble des cours d'eau du département par extrapolation à l'aide de divers variables descriptives (Superficie drainée, débit minimum, altitude, ripisylve, etc.).

Dans notre cas, il est aisé de mettre en évidence les secteurs les plus critiques dont l'évolution sera à suivre dans les prochaines années. Ces secteurs correspondent avec ceux mis en avant lors des différentes approches par bassins ou par la comparaison globale des Tmoy30J. Il s'agit des parties médianes et des parties situées à l'aval des cours d'eau Vosgiens (Piémont et début de plaine), particulièrement touchées par les hausses de températures estivales. D'après les projections présentées sur les ruisseaux de tête de bassin et sur les affluents, certains secteurs ne seront pas exempts de températures estivales élevées (notamment les affluents de la Doller et de la Largue).

Globalement le comparatif entre les deux modèles (sur les 30 jours les chauds et sur les 7 jours les plus chauds), permet de rendre compte de la tendance d'un nombre de secteur bien plus important à atteindre des températures supérieures à 20°C sur une période plus courte (7jours).

Si l'approche globale est complexe, ce type d'analyse prend tout son sens à une échelle plus localisée afin de hiérarchiser des secteurs à risques qu'il peut être nécessaire de suivre ou d'étudier plus en détails dans les années à venir.

4. Conclusion et perspectives

En impactant directement la répartition, la croissance et le métabolisme des espèces aquatiques, la température est un paramètre clé pour le suivi de la qualité des écosystèmes aquatiques. Une augmentation 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.

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 de 127 sondes (Enregistreurs Onset HOBO).

Le nombre important de sondes, les mesures heure par heure, 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.

Le réseau thermique déployé par la FDAAPPMA68 est en place sur certains bassins depuis 2012 (Thur et Doller) et plus tardivement sur d'autres (2014-2015). Une telle étude, renouvelée chaque année 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 juin à la fin juillet sur 2019.

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 ;
- Les secteurs proches de la confluence de la Fecht pour la Fecht et la Weiss notamment avec le passage de la commune de Turckheim ;

- 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 départementales 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 (lacs de montagnes tel que Kruth-Wildenstein, lac Blanc, lac Noir, lac de Sewen, lac d'Alfeld, réservoir du Michelbach, etc.).

A l'aide des données produites, il conviendra de hiérarchiser les zones à enjeux ou de pouvoir favoriser l'émergence d'actions concrètes à l'échelle locale. 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 d'Alfeld ;
- ✓ 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 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.

5. BIBLIOGRAPHIE

Alabaster J.S. Et 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. And 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.

Baglingère J-L & Maisse G, 2006. La truite biologie et écologie. INRA collection, 308p.

Baran P., Lagarrigue T., Lascaux J.M., Henniaux H. et 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., 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.

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. And 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. And Thiéry, 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.

Brown J.H., Gillooly 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, 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 infresh water with particular reference to physical and chemical aspects. Hydrobiologia 323, p. 201-221.

David H. Salinger & 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 tetracapsulose a Tetracapsula bryosalmonae: une bonne cible pour des études épidémiologiques en ichtyopathologie. *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. & Hurley M.A, 2001. Modelling growth of brown trout, *Salmo trutta*, in terms of weight and Energy units. *Freshwater Biology* 46, p. 679-692.

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., 1975. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. *Journal of Animal Ecology* 44, p. 805-821.

Elliott, J. M. & Hurley, J. 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 .

Faure J.P & Grès 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., Gardiner 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.

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 KEF., McCormick JH., Jones BR. (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. Et Allardi J. 2011. *Les poissons d'eau douce de France*. Biotopie 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. and Hayes D. B. effects of elevated water temperature on fish and macroinvertebrate communities below small dams river research and applications river res. *Applic.* 19 : 721–732 (2003).

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 & 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.

Mills D.H. (1971) *Salmons and trout resource, its ecology, conservation and management*. New York: St. Martin's Press. 351p.

Ojanguren A.F. & Brana F., 2000. Thermal dependence of swimming endurance in Juvenile brown trout. *J. Fish biol.* 56 : 1342-1347.

Ojanguren A.F., Braña F. (2003) Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout. *Journal of Fish Biology* 62: 580-590.

Raat A.J.P., 1988. Synopsis of biological data on the northern pike *esox lucius linnaeus*, 1758. *Fao fish.synop.* (30) rev.2. Rome : 178.

Réalis-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.

Skov 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.

Talmage S.S., 1977. Thermal effects on aquatic organisms : an annotated bibliography of the 1977 literature. *The ecological sciences information center*, p. 179.

Teletchea 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.

Teletchea F., Fostier A., Le Bail PY., Jalabert B., Gardeur JN., Fontaine P. (2007). STOREFISH : a new database dedicated to the reproduction of temperate freshwater teleost fishes. *Cybiuim* 31:227-235.

Teletchea F., Gardeur J.N., Kamler E. & 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., Béné 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.

6. ANNEXES

Annexe I : Liste de l'ensemble des sondes thermiques.

Annexe II : Ensemble des fiches de synthèse par station et par bassin versant (107 fiches).

ANNEXE 1 : Liste de l'ensemble des sondes thermiques.

Nom	X_Lambert93	Y_Lambert93	CODE GPS	Cours d'eau
Masevaux	999659,09	6748826,88	D1/Masevaux	Doller
Reiningue Aval	1018640,76	6747122,18	D10/ Reiningue Aval prise d'eau du Dollerbaechlein	Doller
Kirchberg	996366,16	6751633,28	D12/ Kirchberg	Doller
Dolleren	993917,4	6752369,69	D13/ Dolleren	Doller
Sewen	992038,92	6752634,67	D14/ Sewen	Doller
Aval Alfed	990602,98	6753108,89	D15 / Aval Alfeld	Doller
Source Doller	991086,18	6751690,03	D16/ Source Doller	Doller
Lutterbach	1021706,95	6748256,02	D17/Lutterbach	Doller
Sentheim	1003630,57	6747728,03	D3/ Sentheim	Doller
Guewenheim	1006234,91	6747487,53	D4/ Guewenheim	Doller
Amont Michelbach	1008358,53	6747162,97	D5/ Amont Michelbach	Doller
Aval Michelbach	1010233,75	6746373,29	D6/ Aval Michelbach	Doller
Hardtwald	1012467,52	6745328,31	D7/ Hardtwald	Doller
Schweighouse Thann	1014097,48	6745927,63	D8/ Schweighouse Thann	Doller
Reiningue Amont	1016750,21	6746762,4	D9/ Reiningue amont	Doller
Mais.Forest.Breitstein	1003337,04	6772509,57	F01/Maison Forest Breitstein	Fecht
Amont Metzeral	1003696,7	6775069,5	F03/ Amont Metzeral	Fecht
Metzeral	1003703,73	6776271,62	F04/ Metzeral	Fecht
Leymel	1007485,87	6778570,21	F06/ Leymel	Fecht
Munster	1008809,87	6779379,63	F07/ Munster	Fecht
Wihr au Val	1012701,76	6779966,02	F09/ Wihr au Val	Fecht
Zimmerbach	1015400,65	6782707,71	F11/ Zimmerbach	Fecht
Amont Turckheim	1016525,97	6783639,63	F12/ Amont Turckheim	Fecht
Turckheim gare	1018310,57	6784770,01	F13/ Turckheim gare	Fecht
Ingersheim passerelle	1019913,69	6785620,62	F14/ Ingersheim passerelle	Fecht
Ingersheim 'tangs	1021234,98	6786817,98	F15/ Ingersheim 'tangs	Fecht
Confluence F/W	1022530,03	6789296,38	F17/ Confluence Fecht Weiss	Fecht
Ostheim	1024757,05	6793351,58	F19/ Ostheim	Fecht
Mais.Forest.Niederwald	1025931,1	6794670,04	F20 / Maison Forest Niederwald	Fecht
Amont Illhaeusern	1028180,83	6796589,89	F22/ Amont Illhaeusern	Fecht
Amont Ligsdorf	1023070,93	6716588,65	i01/Amont Ligsdorf	III
Ligsdorf	1024427	6716802	i02/Ligsdorf	III
Muehlengrund	1025869,66	6717221,07	i03/Muehlengrund	III
Raedersdorf	1028231	6717221,99	i04/Raedersdorf	III
Huttingue	1029651,92	6717751,38	i05/Huttingue	III

Amont Oltingue	1030755,27	6718377,95	i06/Amont Oltingue	III
Oltingue	1030170,82	6719542,6	i07/ Oltingue	III
Fislis	1028857,22	6721216,5	i08/Fislis	III
Werentzhouse	1027508,3	6721781,65	i09/Werentzhouse	III
Durmenach	1026368,93	6723242,03	i10/Durmenach	III
Waldighofen	1024541,57	6725252,38	i12/ Waldighoffen	III
Henflingen	1022011,71	6727852,54	i14/ Henflingen	III
Hirsingue	1018212,52	6730335,32	i15/ Hirsingue	III
Altkirch	1019788,35	6733875,88	i16/ Altkirch	III
Tagolsheim	1020085,99	6736939,41	i17/ Tagolsheim	III
Froeningen	1020657,66	6740871,27	i18/ Froeningen	III
Mulhouse	1024296,35	6749056,85	i19/Mulhouse	III
Didenheim	1022892,8	6742889,4	i20/Didenheim	III
Amont Ensisheim	1025938,07	6757342,84	i21/Amont Ensisheim	III
Meyenheim	1025561,88	6765997,05	i22/Meyenheim	III
Oberhergheim	1028087,3	6772498,21	i23/Oberhergheim	III
Ladhof	1026350,7	6787569,8	i24/Ladhof	III
Guemar	1029644,65	6799054,9	i25/Gu'ømar	III
Mais. Forest. Dauvillers	1003888,63	6767104,86	L01/Maison Forest. Dauvillers	Lauch
Linthal	1006836,63	6768115,61	L03/ Linthal	Lauch
Lautenbach	1010715,01	6768025,26	L05/ Lautenbach	Lauch
Buhl	1012332,46	6767106,04	L06/ Buhl	Lauch
Guebwiller	1013502,37	6766018,75	L07/ Guebwiller	Lauch
Guebwiller aval	1016291,3	6764381,87	L08/ Guebwiller Aval	Lauch
Merxheim	1019616,73	6765384,83	L10/ Merxheim	Lauch
Rouffach amont	1021428,47	6769363,84	L12/ Rouffach Amont	Lauch
Pfaffenheim amont	1021444,46	6772711,06	L14/ Pfaffenheim amont	Lauch
Hattstatt	1020746,66	6775489,63	L16/ Hattstatt	Lauch
Herlisheim	1021725,86	6776963,17	L17/ Herrlisheim	Lauch
Colmar	1026157,28	6786102,24	L18 / Colmar	Lauch
Levoncourt	1017023,01	6713814,19	LG01/Levoncourt	Largue
Courtavon	1016045,2	6715158,24	LG02/Courtavon	Largue
Plan d'eau Courtavon	1016490,8	6716678,24	LG03/Bord Plan Eau Courtavon	Largue
Pfetterhouse - la Charbonni'øre	1016347,29	6718394,93	LG04/Pfetterhouse la Charbonni'øre	Largue
Pont D24 - Mooslargue	1015794,68	6720334,61	LG05/Pont D24 Mooslargue	Largue
Amont Seppois le Haut	1015456,56	6721973,13	LG06/Amont Seppois le Haut	Largue
Aval Seppois le Haut	1014513,5	6723372,64	LG07/Aval Seppois le Haut	Largue
Seppois le bas Rottmatten	1013134,86	6724513,43	LG08/Seppois le Bas Rottmatten	Largue
Friesen	1012555,9	6726166,08	LG10/Friesen	Largue
Hindlingen	1010790,6	6727937,8	LG11/Hindlingen	Largue

Altenach	1009325,17	6730803,65	LG12/Amont Altenach	Largue
Manspach	1008456,45	6731997,66	LG13/Manspach	Largue
Dannemarie	1008287,89	6733357,25	LG14/Dannemarie	Largue
Wolfersdorf	1009355,83	6735932,76	LG15/Wolfersdorf	Largue
Ueberkummen/Eglingen	1013249,14	6737713,6	LG16/ Ueberkummen/Eglingen	Largue
Aval_Wuestenloch	1007607,17	6797243,32	Li 1/Aval Wuestenloch	Liepvrette
Amont Echery	1007944,3	6799595,5	Li 2/Amont Echery	Liepvrette
Echery	1009028,55	6800945,42	Li 3/Echery	Liepvrette
Sainte-Marie-aux-Mines	1011264,98	6803298,01	Li 4/Sainte Marie aux Mines	Liepvrette
St-Croix-aux-Mines	1013085,11	6804206,29	Li 5/Sainte Croix aux Mines	Liepvrette
St-Croix-aux-Mines	1015061,39	6804589,44	Li 6/Aval Sainte Croix aux Mines	Liepvrette
Liepvre	1018166,36	6805320,06	Li 7/Liepvre	Liepvrette
Bois l'Abbesse	1020351,95	6805439,41	Li 8/Bois l'Abbesse	Liepvrette
Wildenstein	995633,94	6772652,91	T1/Wildenstein	Thur
Willer sur Thur	1003807,48	6757707,9	T10/Willer-sur-Thur	Thur
Bitschwiller	1005206,91	6755866,95	T11/Bitschwiller	Thur
Thann	1006442,08	6754023,98	T12/Thann	Thur
Thann Athanor	1007933,33	6753477,18	T13/Thann Athanor	Thur
Vieux Thann	1009963,67	6752935,68	T14/Vieux-Thann	Thur
Cernay Cigone	1012088,29	6753261,57	T15/Cernay	Thur
Cernay Amont STEP	1014022,71	6753526,23	T16/Cernay Am. STEP	Thur
Wittelsheim	1017076,7	6754761,75	T17/Wittelsheim	Thur
Staff D19	1017947,79	6755541,29	T18/Staff D19	Thur
Staff D430	1019636,69	6756680,17	T19/Staffelfelden D430	Thur
Amont LKW	995223,65	6770288,42	T2/Amont LKW	Thur
Ensisheim	1022847,62	6759669,69	T20/Ensisheim	Thur
Aval LKW	995277,88	6767688,21	T3/Aval LKW	Thur
Kruth	995982,44	6765282,72	T4/Kruth	Thur
Oderen	996674,88	6763796,75	T5/Oderen	Thur
Fellingring	997228,79	6762829,07	T6/Fellingring	Thur
H. Wesserling	998891,39	6760996,75	T7/H.-Wesserling	Thur
St Amarin	1000784,54	6760072,77	T8/St-Amarin	Thur
Moosch	1002953,41	6758351,28	T9/Moosch	Thur
Village Neuf	1043577,9	6733584,2	VR1 / Village Neuf	Vieux Rhin
Ottmarsheim	1039031,99	6751412,22	VR2 / Ottmarsheim	Vieux Rhin
Vogelgrun	1043661,33	6776318,34	VR3 /Geisswasser	Vieux Rhin
Petit landau	1040708,88	6746630,13	VR4 / Petit landau	Vieux Rhin
Marckolsheim	1040498,64	6792019,06	VR5/ Marckolsheim	Vieux Rhin

Aval lac noir	1005147,35	6787054,54	W01/ Aval Lac noir	Weiss
Pairis	1006698,69	6787501,39	W02/ Pairis	Weiss
Amont Orbey	1008545,04	6788113,59	W03/ Amont Orbey	Weiss
Aval Lac blanc	1005695,2	6788772,1	W04/ Aval Lac blanc	Weiss
Orbey Grands pr'çs	1010889,15	6790632,2	W05/ Orbey les Grands Pr'çs	Weiss
Basses Huttes	1007843,05	6785573,49	W06/ Basses Huttes	Weiss
Amont Kaysersberg	1013789,29	6792446,07	W07/ Amont Kaysersberg	Weiss
Kaysersberg	1016848,78	6790491,59	W09/ Kaysersberg	Weiss
Ammerschwahr	1018382,16	6790075,17	W10/ Ammerschwahr	Weiss
Amont Confluence F/W	1022104,6	6789385,35	W12/ Amont confluence Fecht Weiss	Weiss

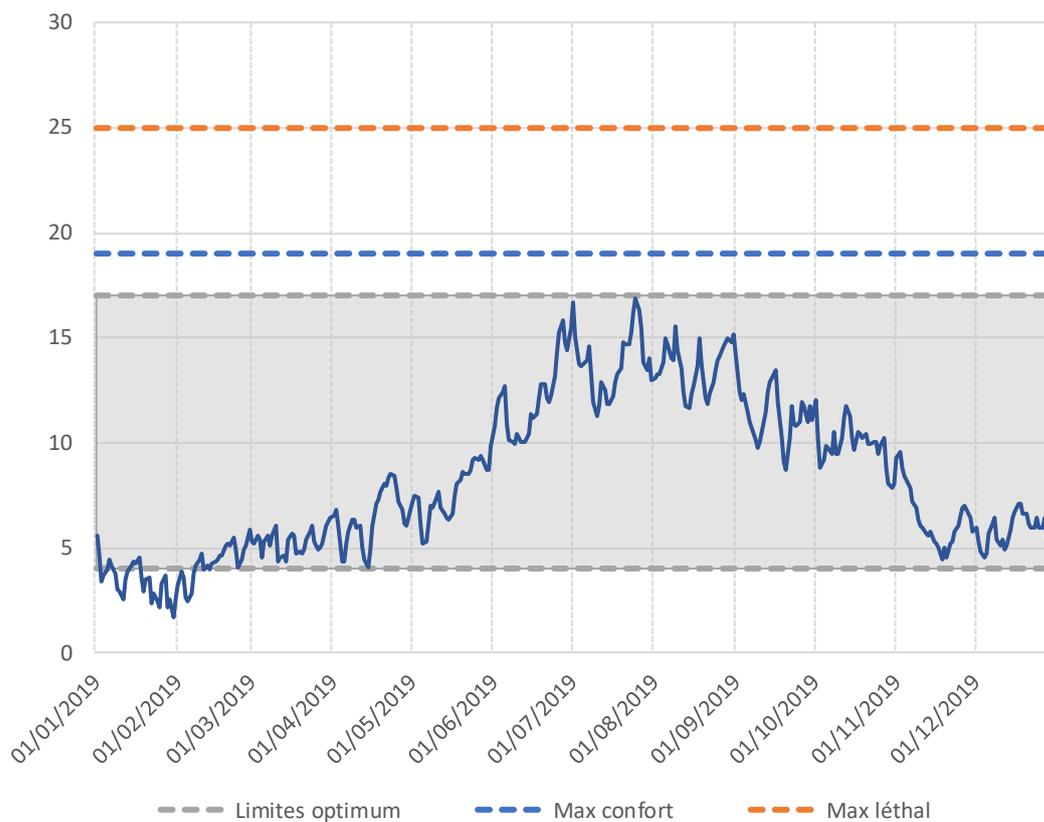
ANNEXE 2 : ensemble des fiches de synthèse par station et par bassin versant (107 fiches).

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):

- Fecht
- Doller
- VieuxRhin
- Lauch
- Liepvrette
- Weiss
- Ill
- Largue
- Thur



Fecht - Maison Forest Breitstein - F01

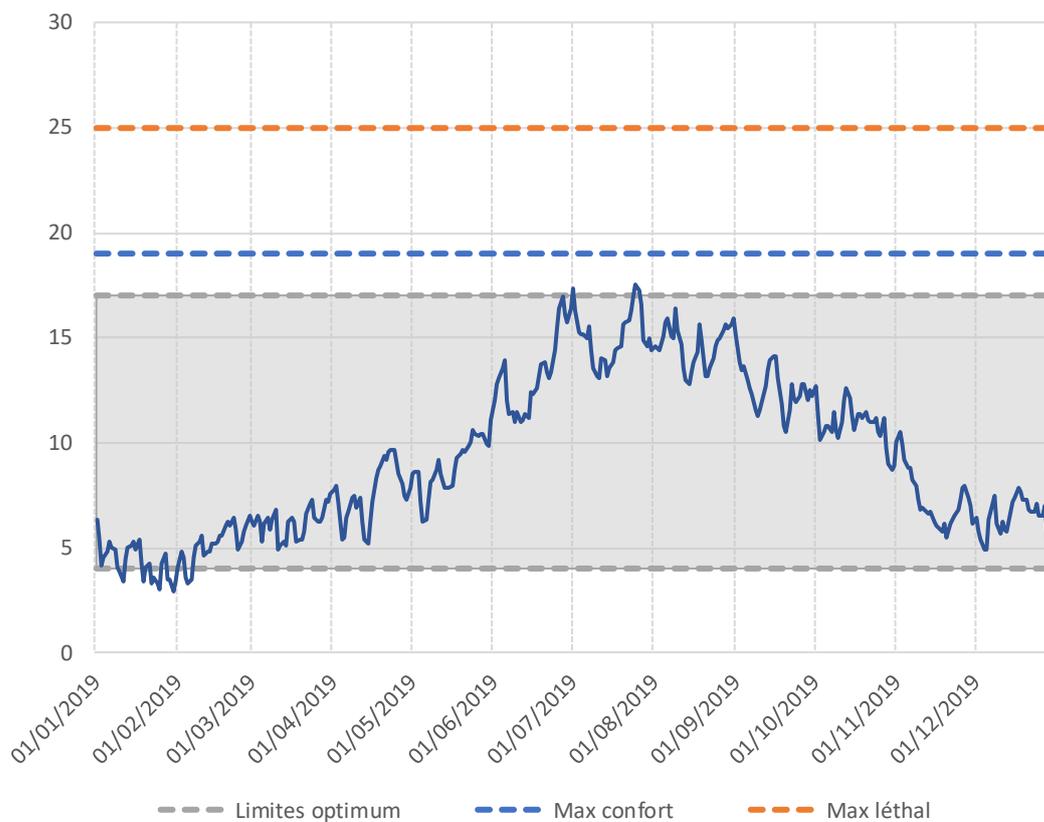


Station	Code	Bassin
Maison Forest Breitstein	F01	Fecht

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	31	334	0	0	0	0,56
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
17,95	30/01/2019	25/07/2019	16,85	1,68	15,17	14,09



Fecht - Amont Metzeral - F03

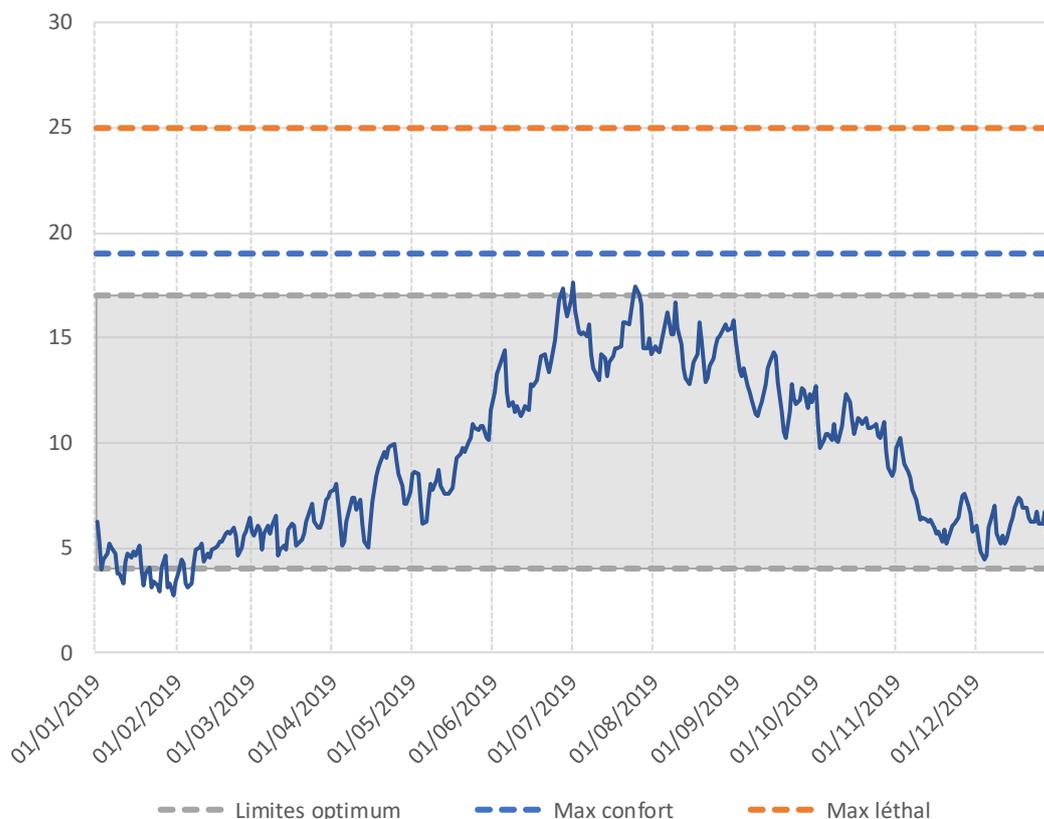


Station	Code	Bassin
Amont Metzeral	F03	Fecht

Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours 0 < T < 4°C	Nombre de jours 4 < T < 17°C	Nombre de jours 17 < T < 19°C	Nombre de jours 19 < T < 25°C	Nombre de jours T > 25 °C	Tmin inst
365	14	348	3	0	0	2,30
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,38	25/01/2019	27/06/2019	17,51	2,89	14,62	15,22



Fecht - Metzeral - F04



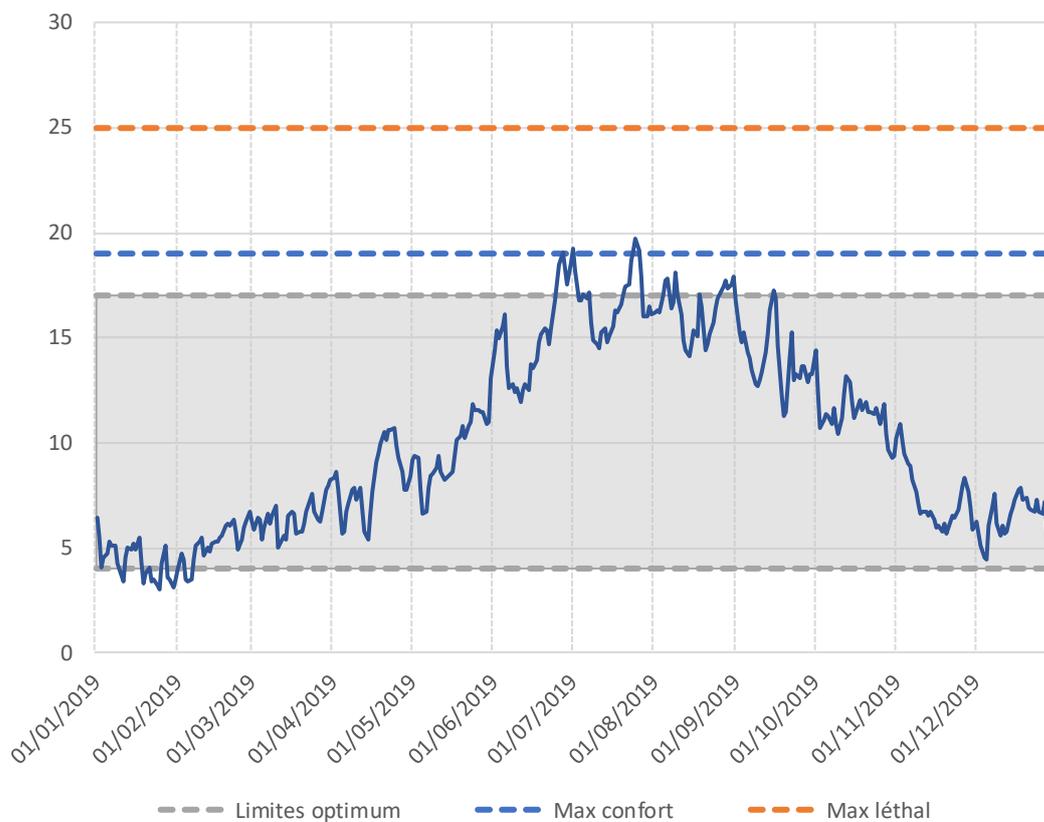
— — Limites optimum — — — — Max confort — — — — Max léthal

Station	Code	Bassin
Metzeral	F04	Fecht

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	18	343	4	0	0	2,30
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,57	25/01/2019	27/06/2019	17,62	2,76	14,87	15,30



Fecht - Munster - F07



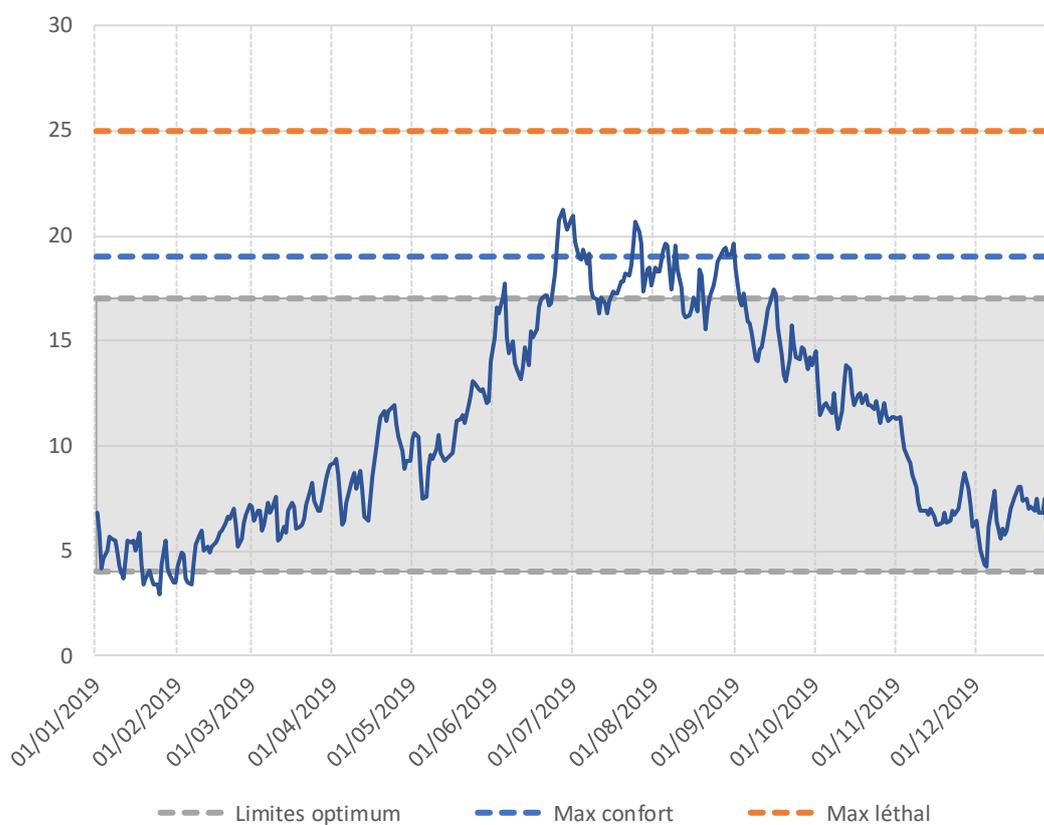
--- Limites optimum
 --- Max confort
 --- Max léthal

Station	Code	Bassin
Munster	F07	Fecht

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	318	26	5	0	2,41
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,76	25/01/2019	02/06/2019	19,75	3,02	16,73	16,98



Fecht - Zimmerbach - F11



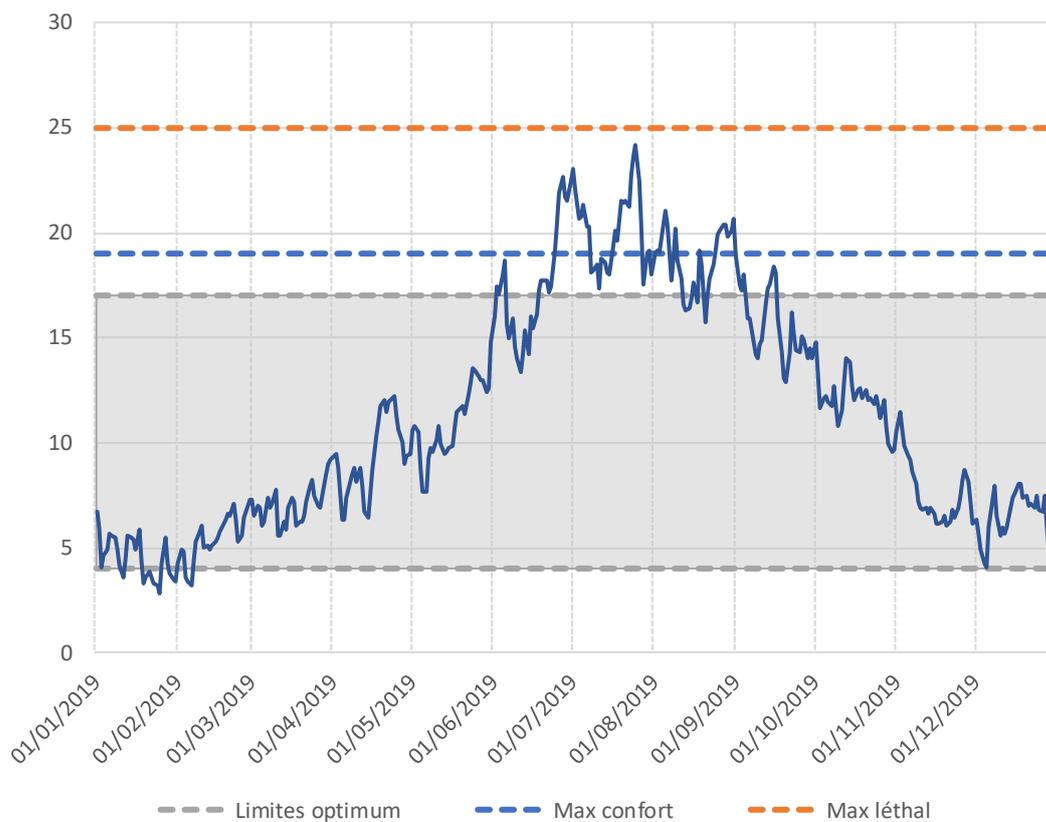
--- Limites optimum
 --- Max confort
 --- Max léthal

Station	Code	Bassin
Zimmerbach	F11	Fecht

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	13	286	43	23	0	2,41
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,26	25/01/2019	27/06/2019	21,24	2,98	18,26	18,56



Fecht - turckheim gare - F13



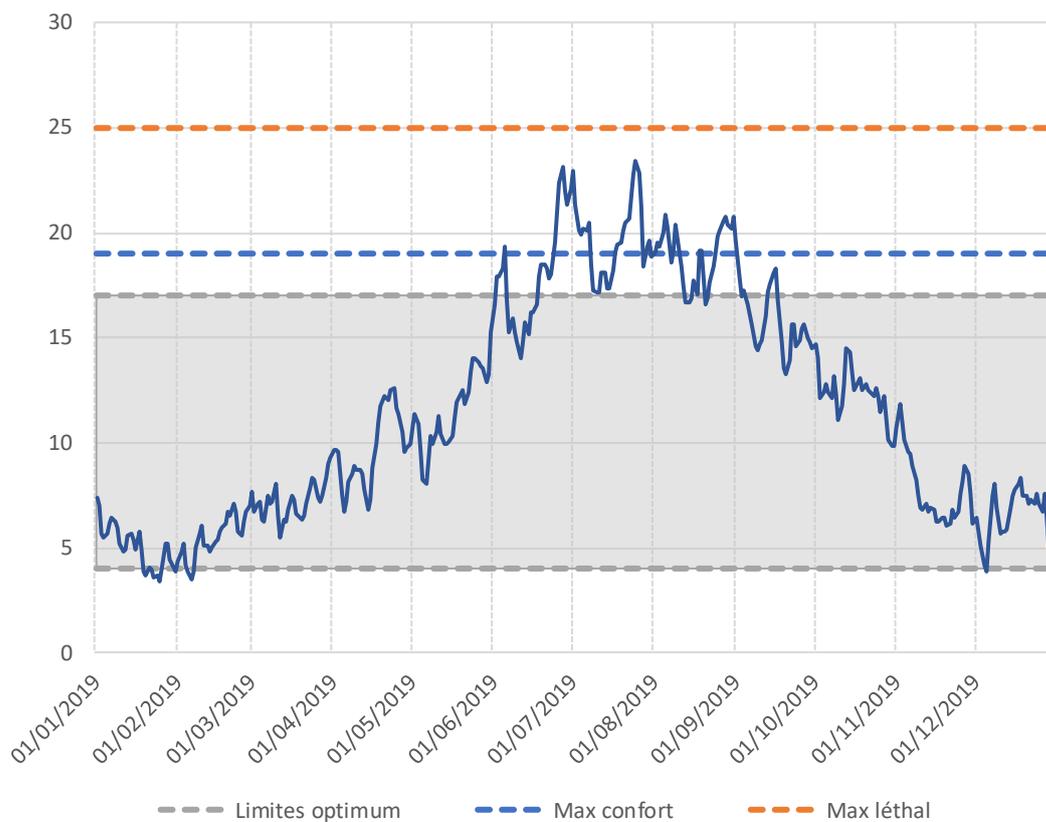
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
turckheim gare	F13	Fecht

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	14	270	37	44	0	2,20
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
27,86	06/02/2019	25/07/2019	24,20	2,83	21,37	20,67



Fecht - Confluence Fecht Weiss - F17



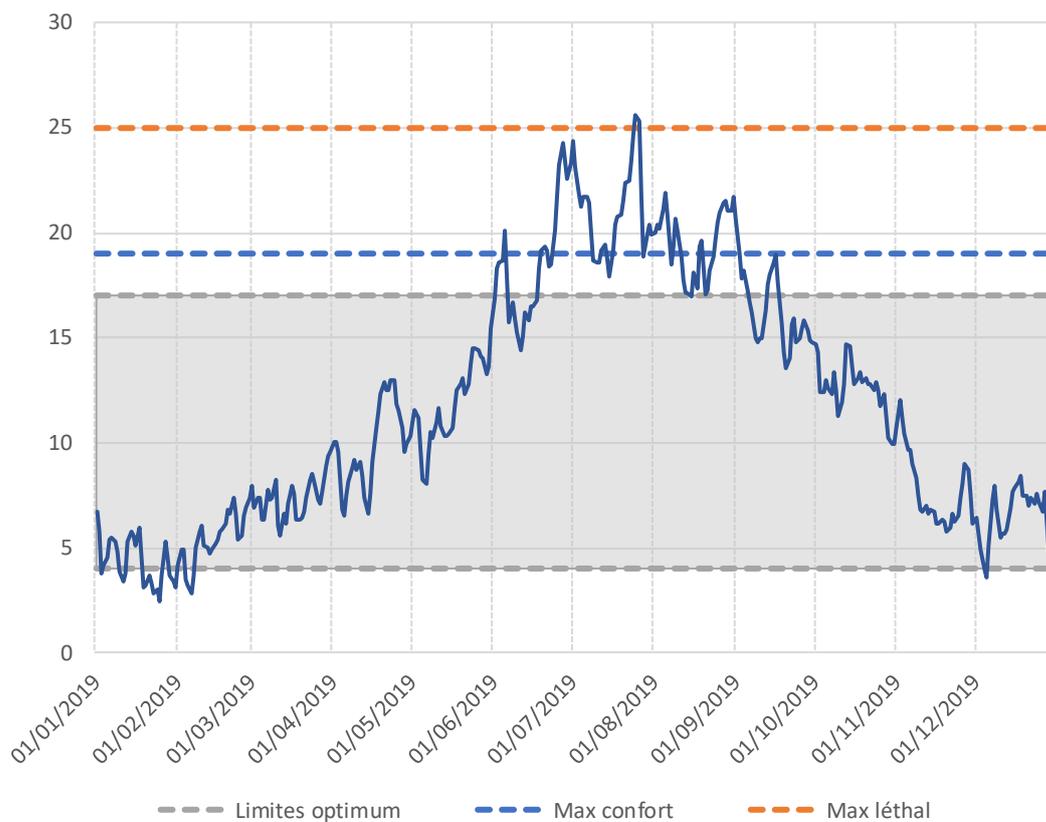
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Confluence Fecht Weiss	F17	Fecht

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	272	33	48	0	3,16
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,93	06/02/2019	25/07/2019	23,44	3,45	19,99	20,10



Fecht - Ostheim - F19



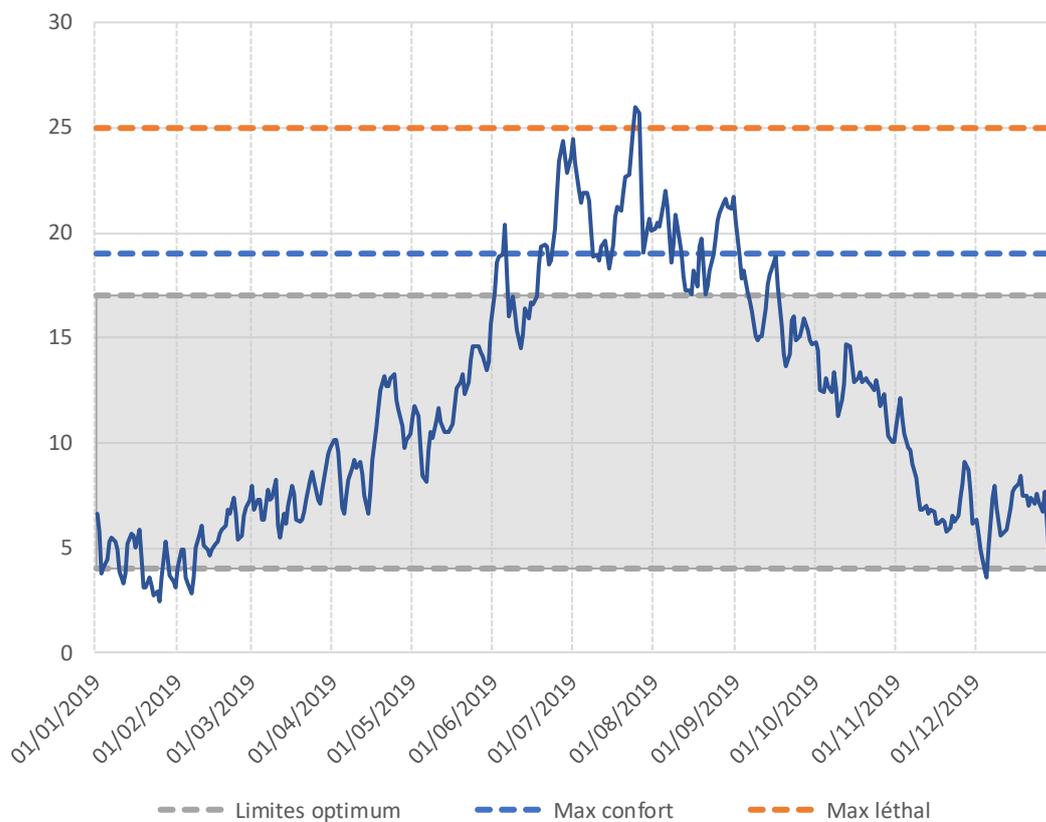
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Ostheim	F19	Fecht

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	21	255	33	54	2	1,98
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26,88	06/02/2019	25/07/2019	25,59	2,47	23,12	21,55



Fecht - Maison Forest Niederwald - F20

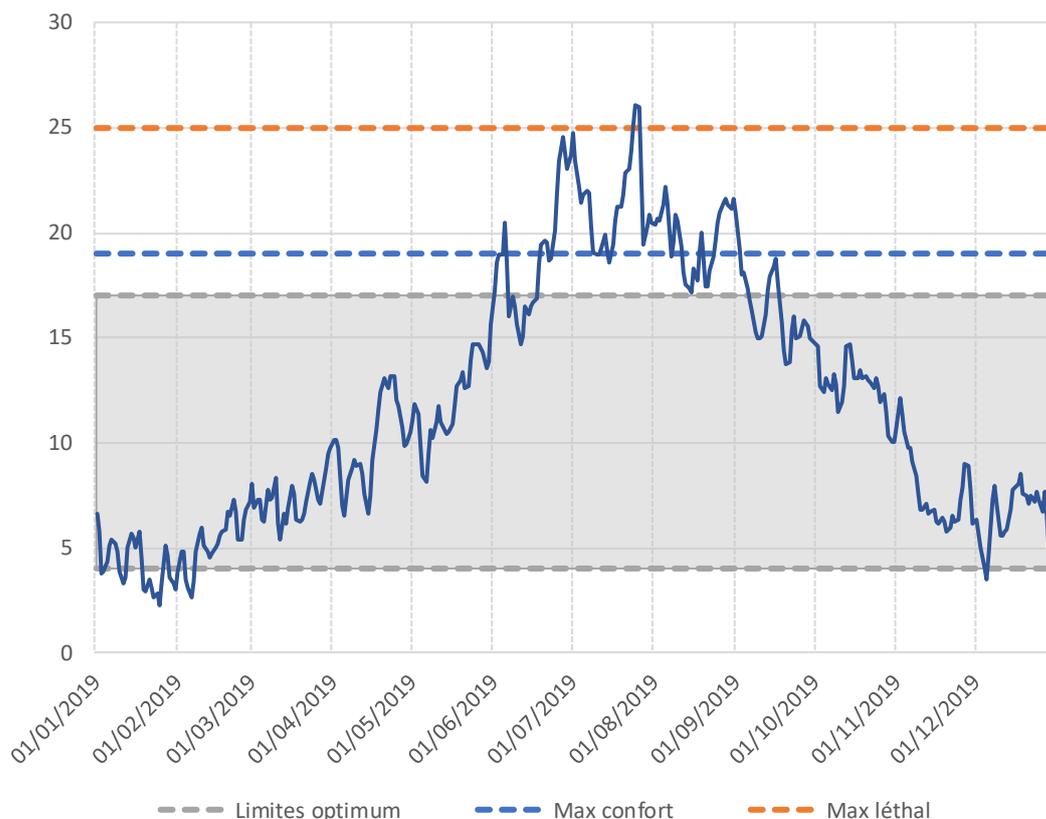


Station	Code	Bassin
Maison Forest Niederwald	F20	Fecht

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	21	253	33	55	3	1,98
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
28,85	25/01/2019	25/07/2019	25,98	2,43	23,55	21,81



Fecht - Amont Illhausern - F22

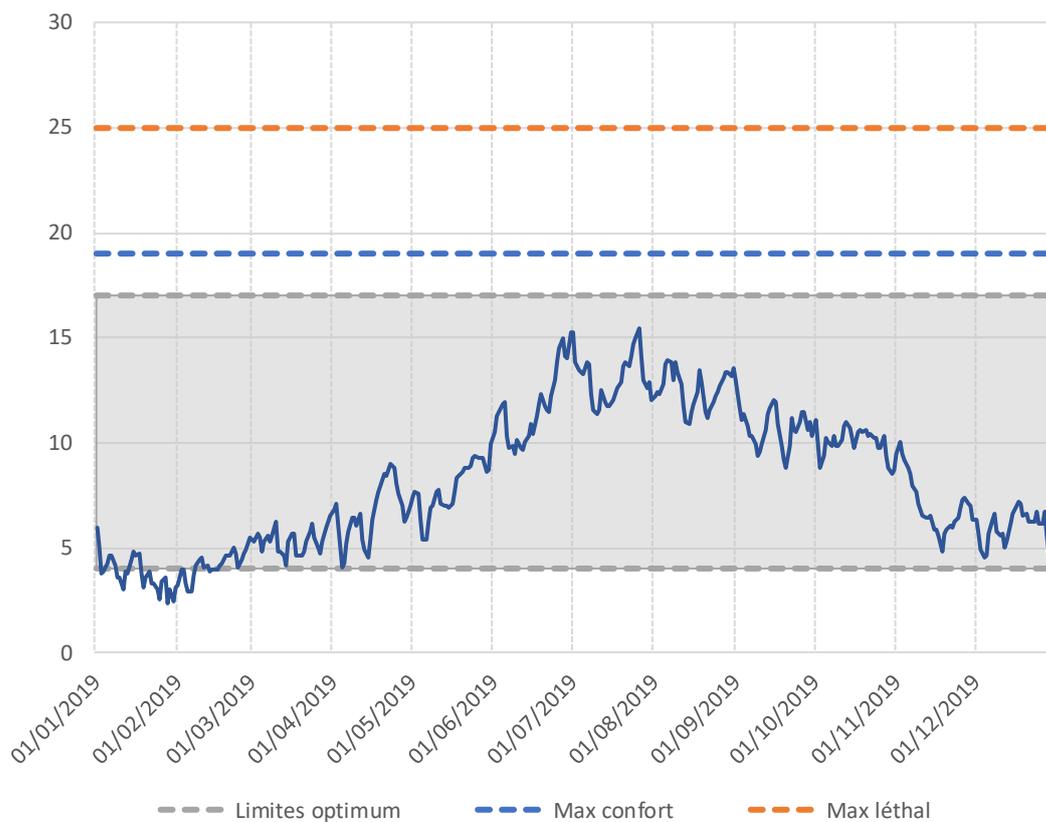


Station	Code	Bassin
Amont Illhausern	F22	Fecht

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	22	252	29	59	3	1,87
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
27,08	25/01/2019	26/07/2019	26,10	2,28	23,81	21,93



Doller - Source Doller - D16

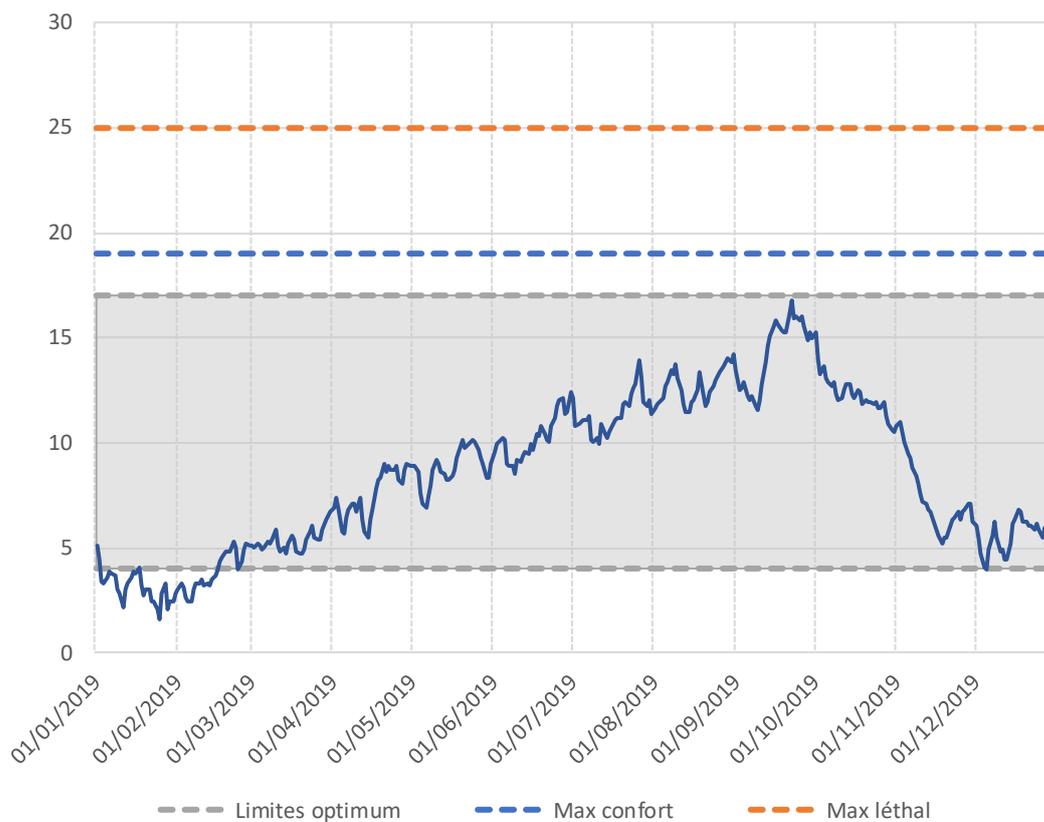


Station	Code	Bassin
Source Doller	D16	Doller

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	29	336	0	0	0	1,5
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
16,7	30/01/2019	26/07/2019	2,4	15,5	13,1	13,2



Doller - Aval Alfeld - D15



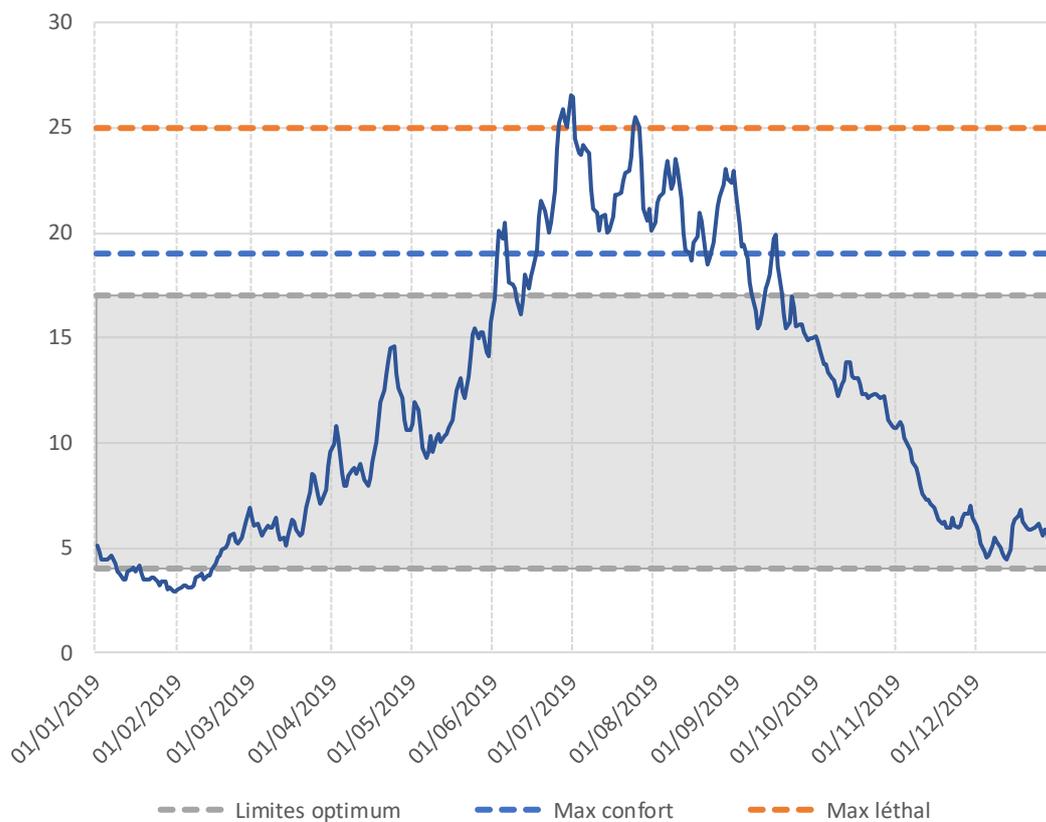
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Aval Alfeld	D15	Doller

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	45	320	0	0	0	0,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
17,7	25/01/2019	22/09/2019	1,6	16,8	15,2	14,1



Doller - Sewen - D14



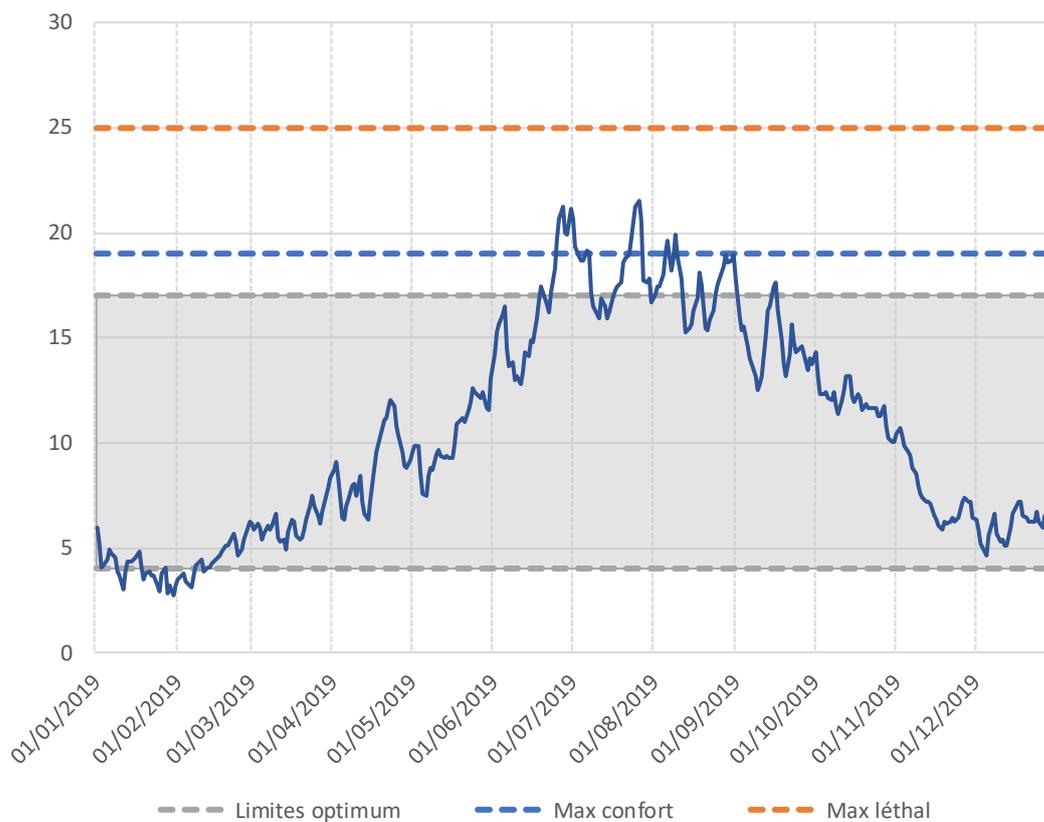
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Sewen	D14	Doller

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	35	227	20	74	9	2,6
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
28,8	31/01/2019	30/06/2019	2,9	26,6	23,7	23,0



Doller - Dolleren - D13



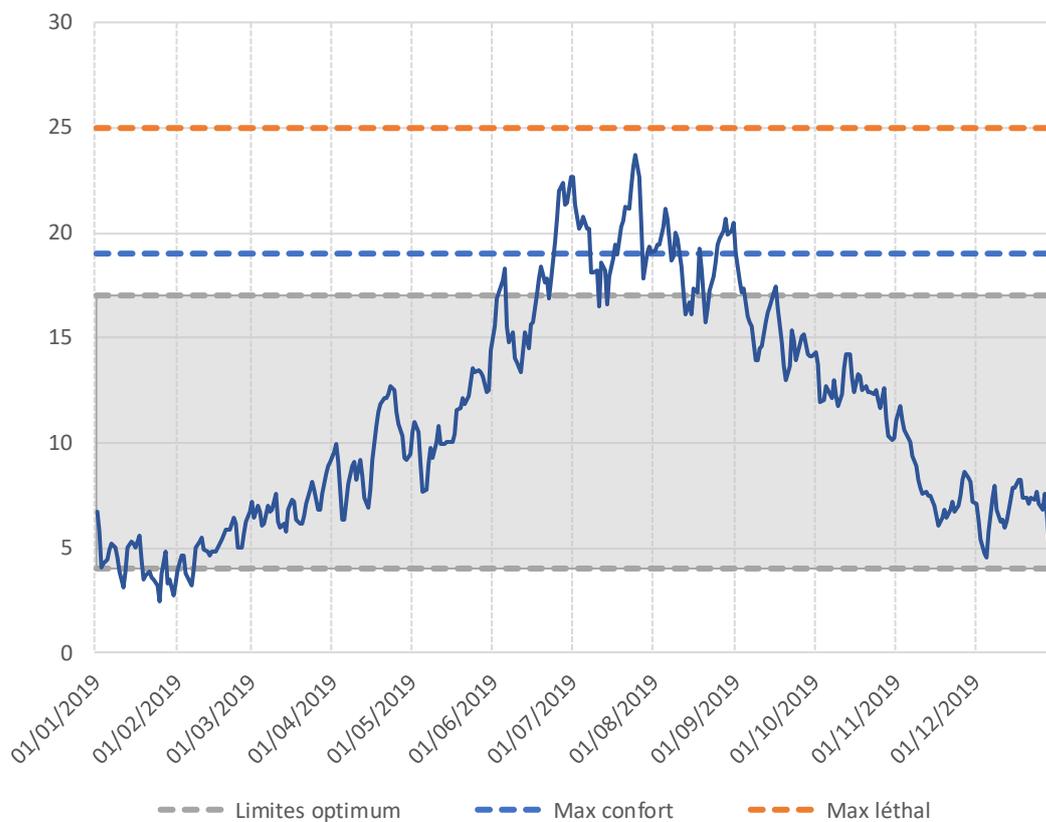
— Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Dolleren	D13	Doller

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	24	286	38	17	0	2,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,6	25/01/2019	27/06/2019	2,7	21,5	18,8	18,4



Doller - Sentheim - D3



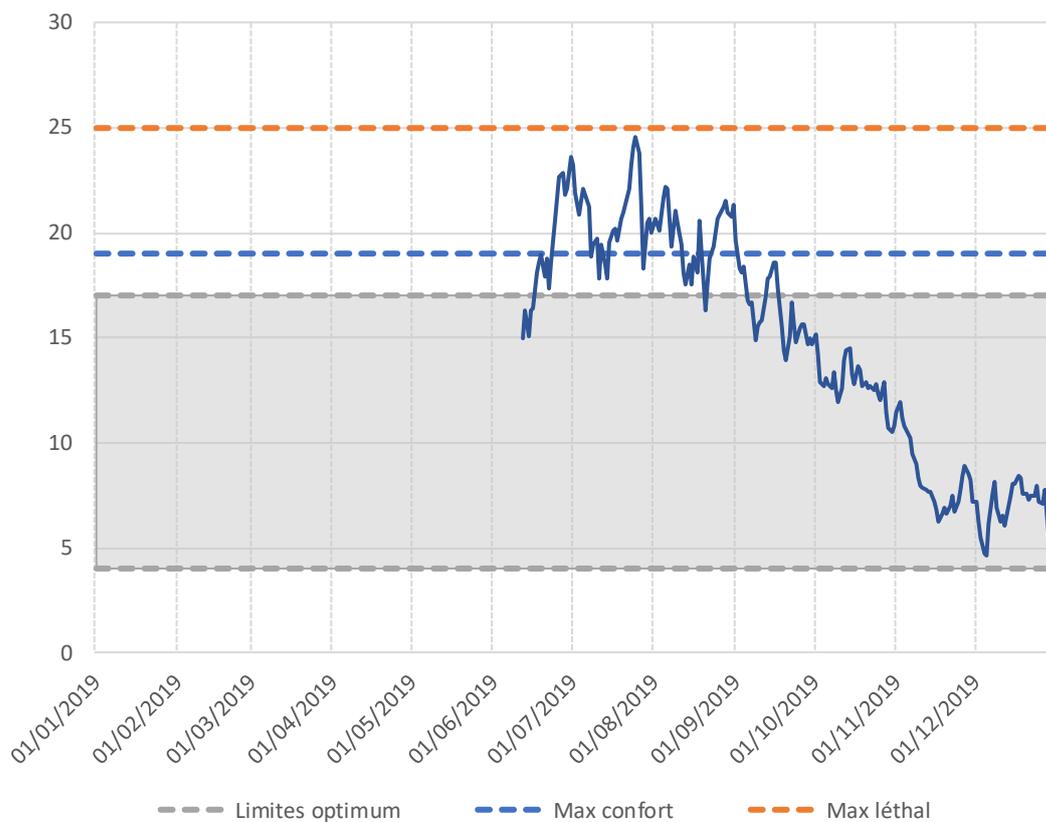
--- Limites optimum
 --- Max confort
 --- Max léthal

Station	Code	Bassin
Sentheim	D3	Doller

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	268	33	44	0	1,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26,8	25/01/2019	25/07/2019	2,4	23,7	21,2	20,0



Doller - Guewenheim - D4

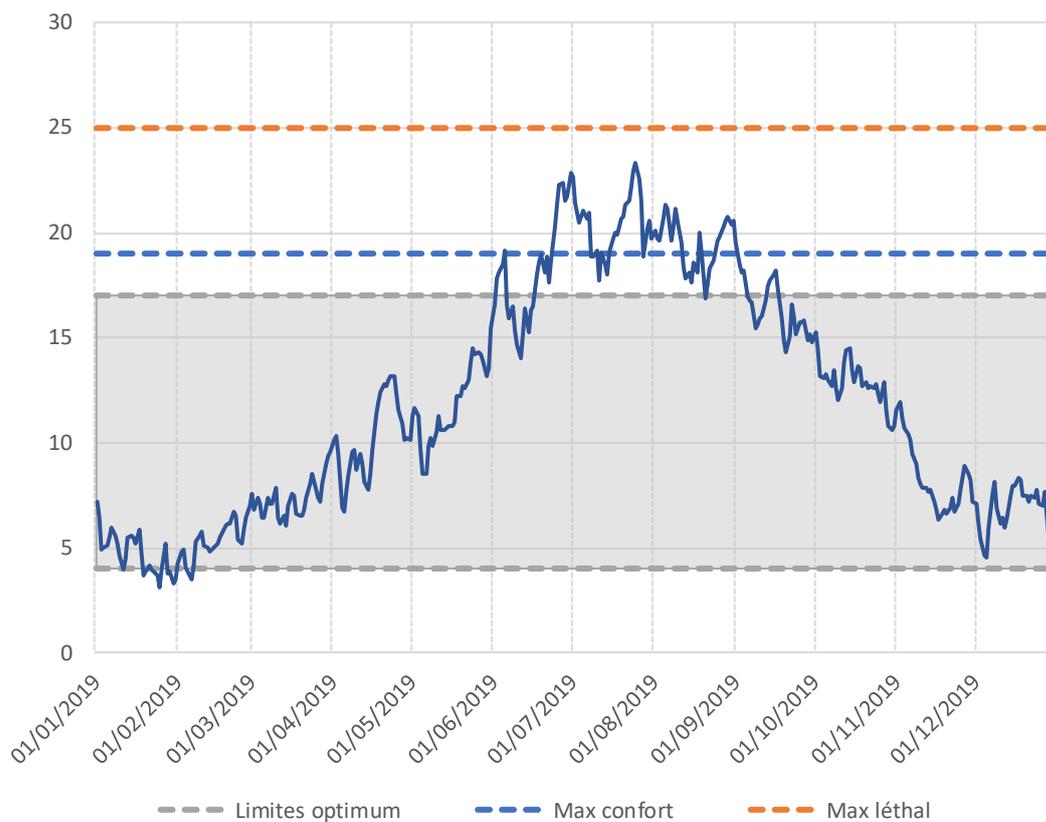


Station	Code	Bassin
Guewenheim	D4	Doller

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
203	0	119	27	57	0	3,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
28,5	04/12/2019	25/07/2019	4,6	24,6	19,9	21,1



Doller - Amont Michelbach - D5



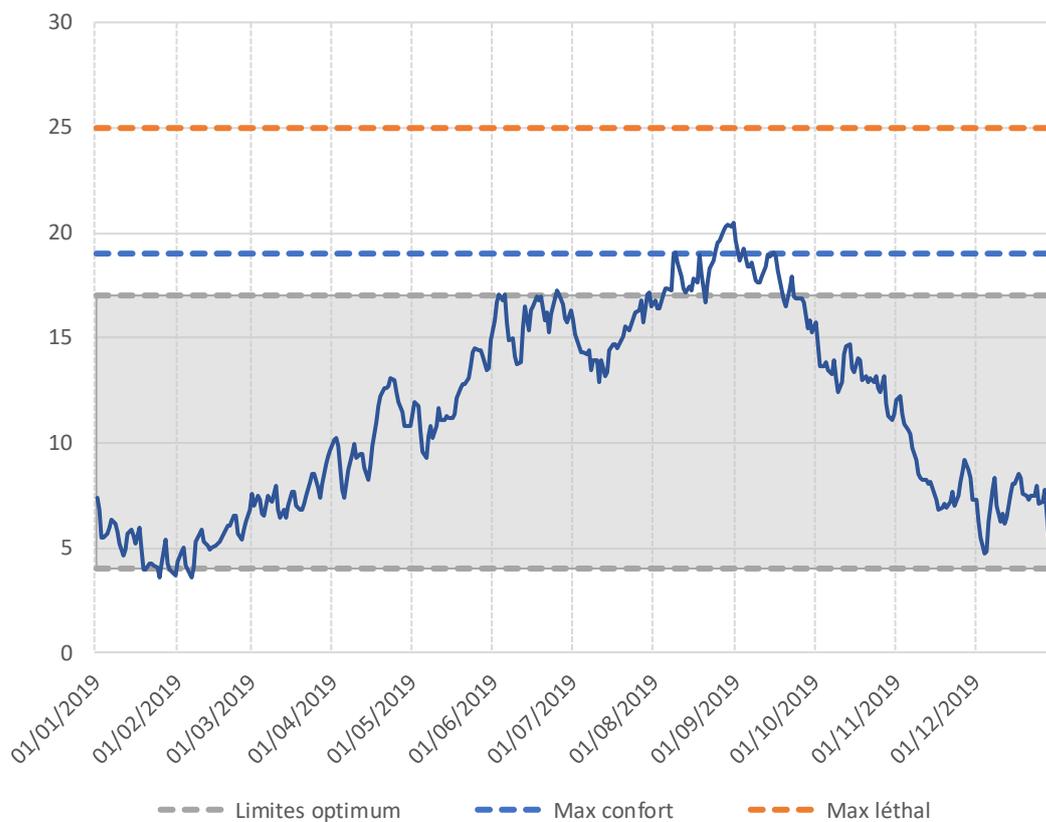
— Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Amont Michelbach	D5	Doller

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	14	263	33	55	0	2,6
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,2	25/01/2019	25/07/2019	3,1	23,3	20,2	20,5



Doller - Hardtwald - D7



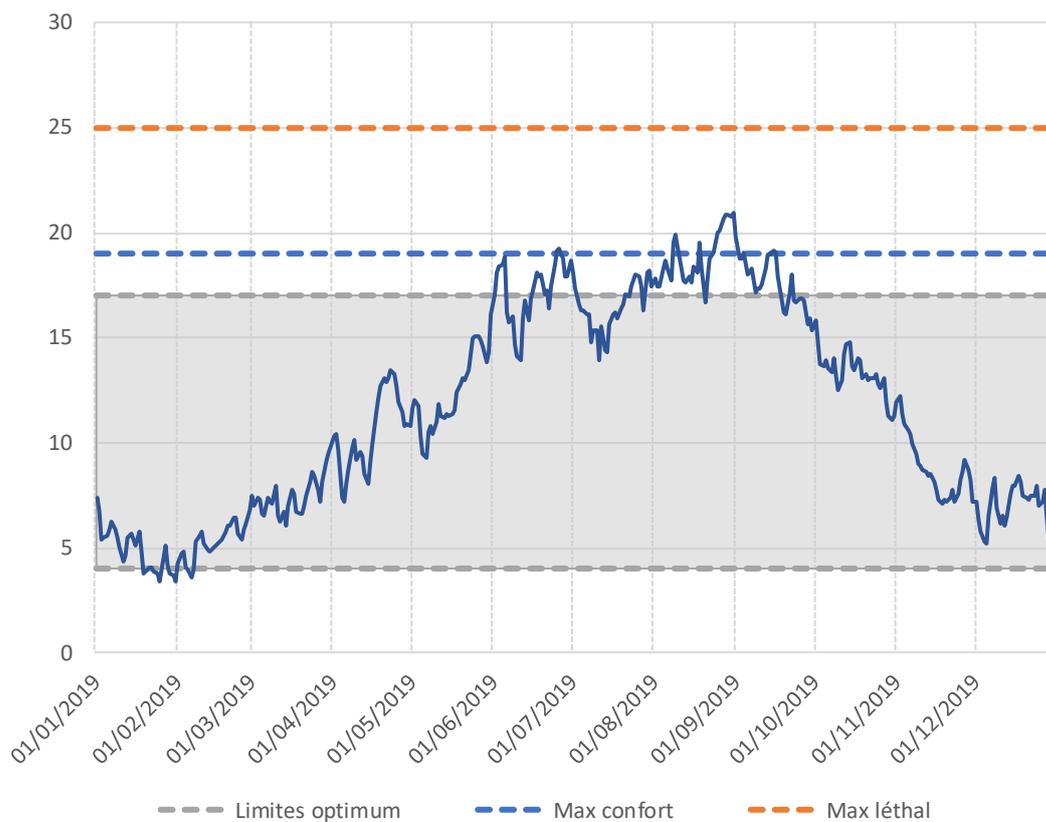
— — Limites optimum — — Max confort — — Max léthal

Station	Code	Bassin
Hardtwald	D7	Doller

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	306	42	12	0	2,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,2	06/02/2019	29/08/2019	3,6	20,5	16,9	17,9



Doller - Schweighouse Thann - D8



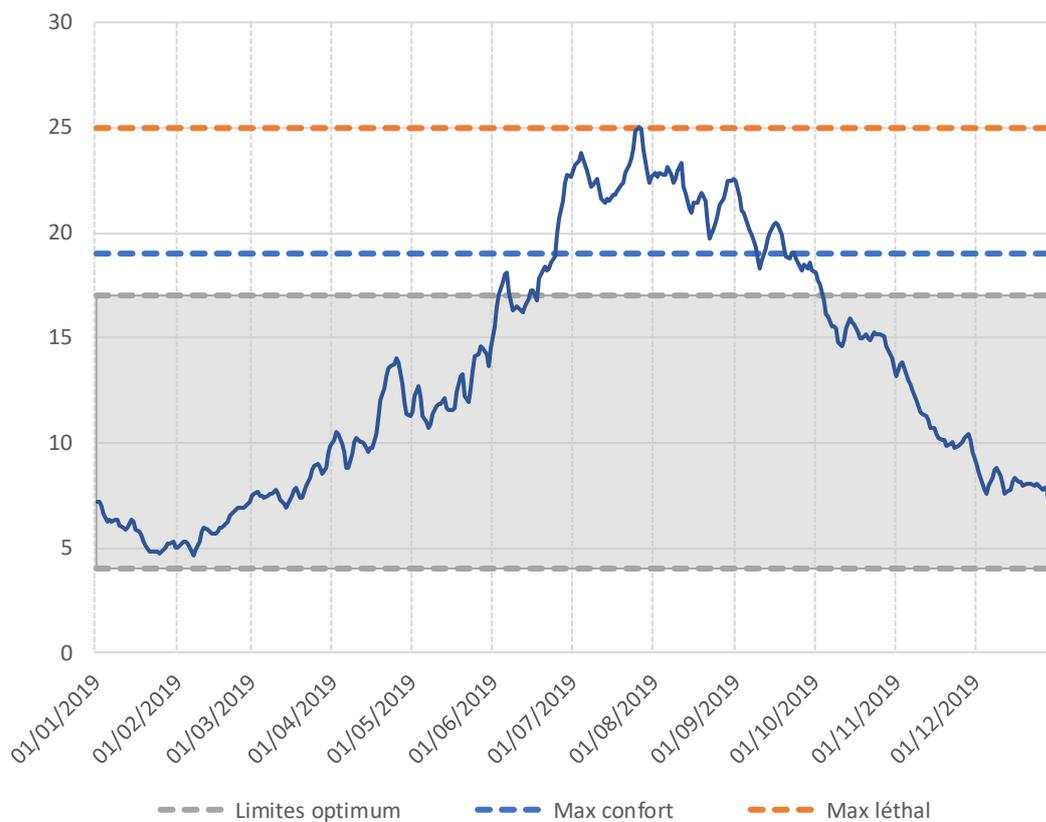
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Schweighouse Thann	D8	Doller

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	276	60	19	0	2,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,0	31/01/2019	28/08/2019	3,4	21,0	17,6	18,9



VieuxRhin - Village neuf - VR1



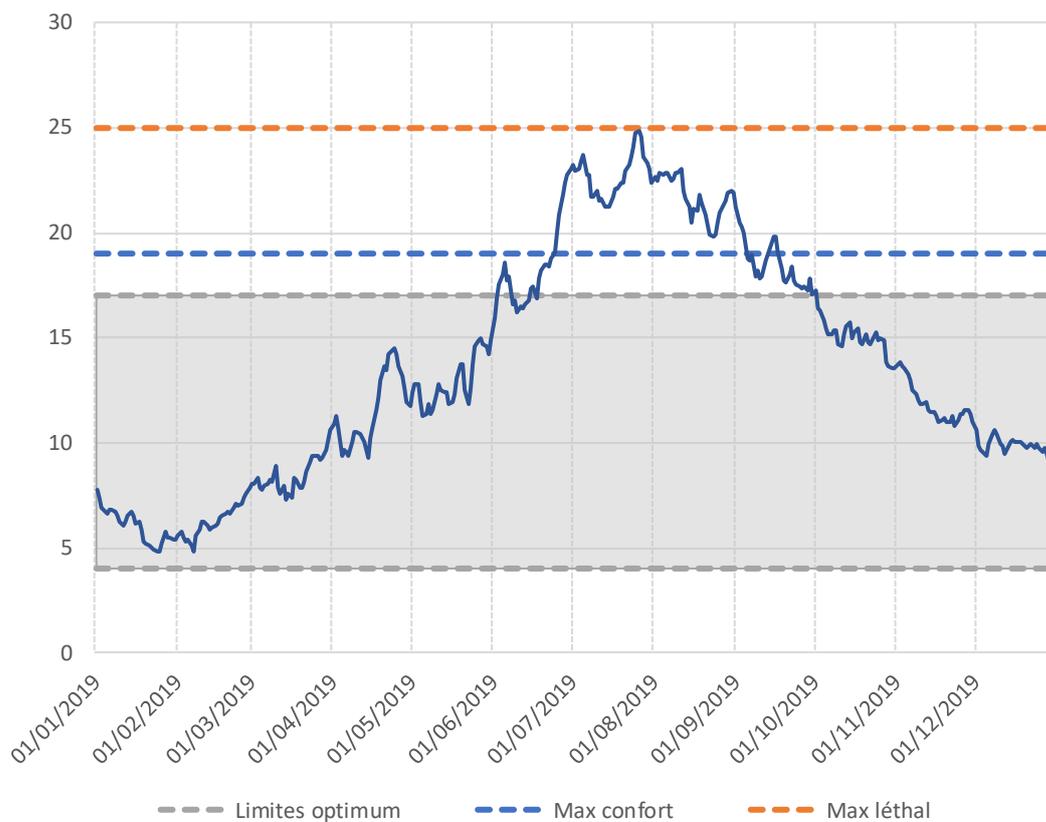
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Village neuf	VR1	VieuxRhin

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	250	29	85	1	2,09
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
27,37	01/03/2018	05/08/2018	25,00475	4,623	20,38175	22,9128222



VieuxRhin - Petit landau - VR4



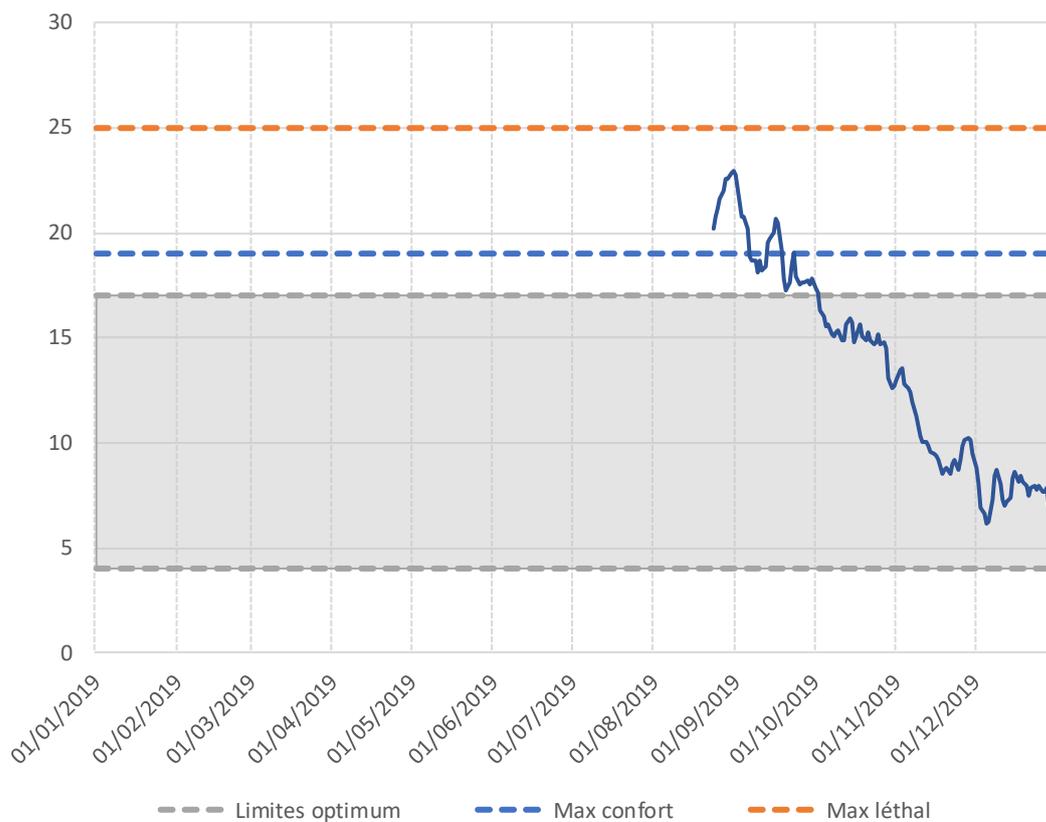
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Petit landau	VR4	VieuxRhin

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	252	35	78	0	1,87
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
27,57	28/02/2018	05/08/2018	22,9885	5,85108333	17,1374167	22,8708972



VieuxRhin - Geiswasser - VR3

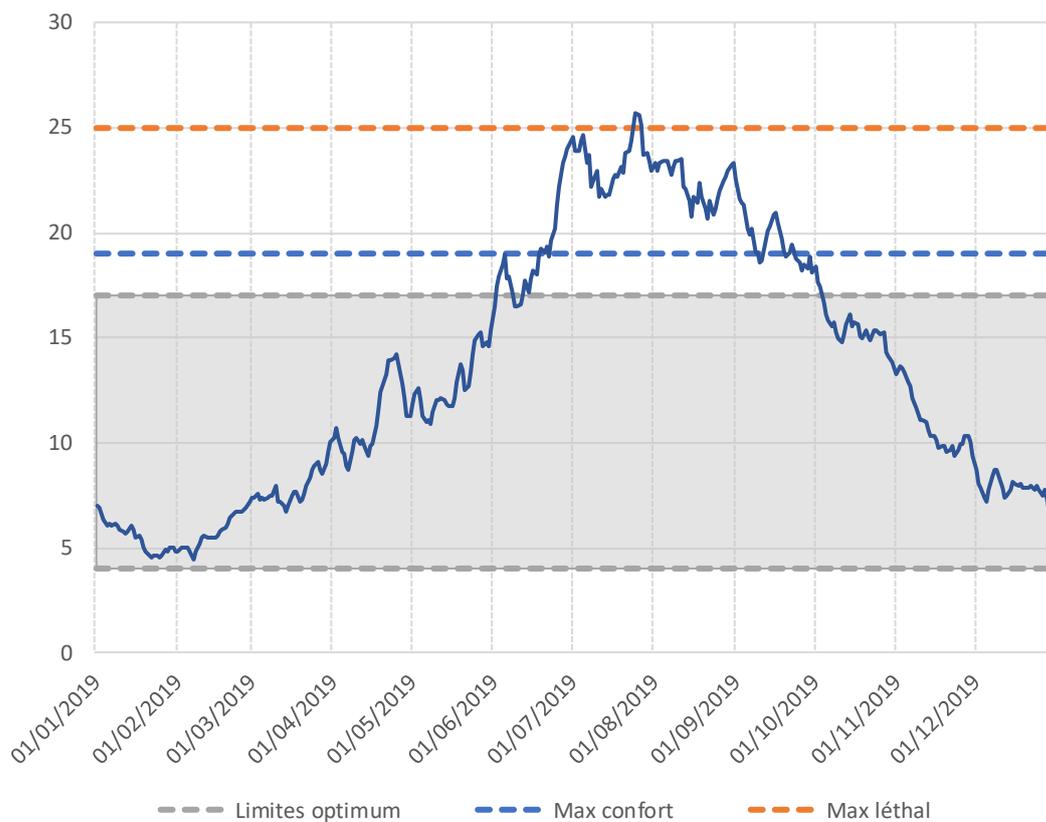


Station	Code	Bassin
Geiswasser	VR3	VieuxRhin

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
131	0	90	20	21	0	1,33
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
13,17	27/02/2018	08/04/2018	25,69625	4,46683333	21,2294167	



VieuxRhin - Ile du Rhin - IR

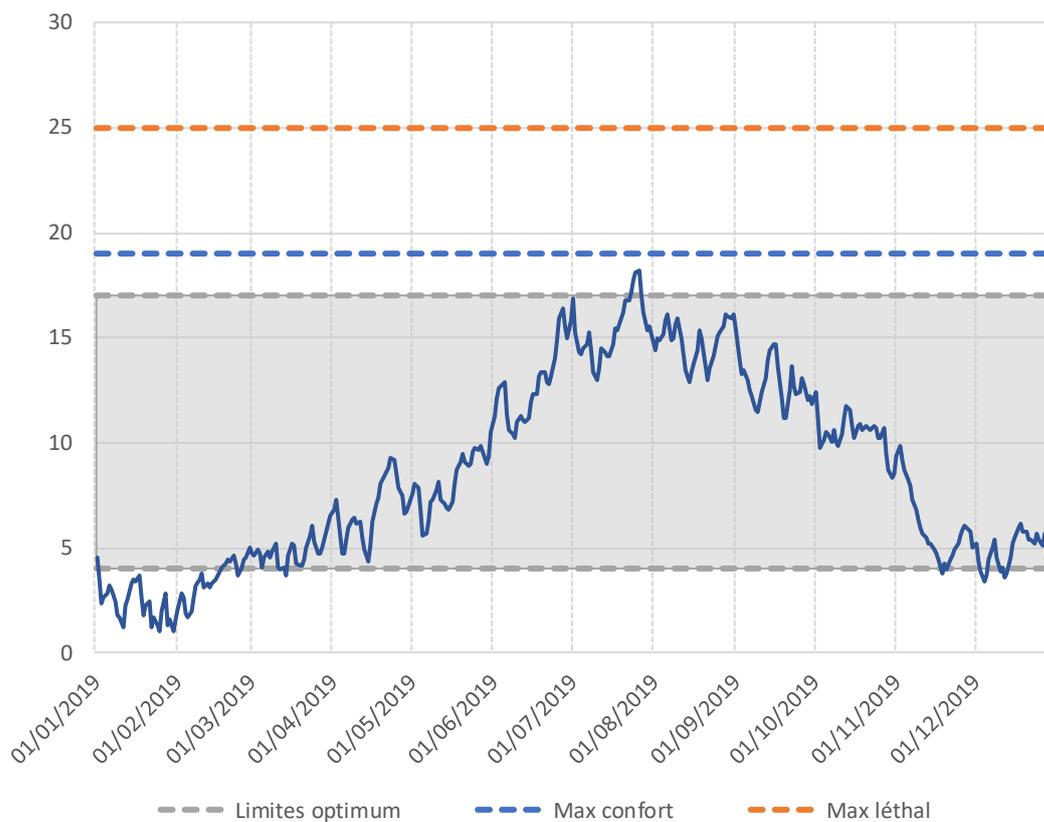


Station	Code	Bassin
Ile du Rhin	IR	VieuxRhin

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	244	28	89	4	2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26	01/03/2018	05/08/2018	24,8524167	4,81308333	20,0393333	23,4879194



Lauch - Maison Forest. Dauvillers - L01

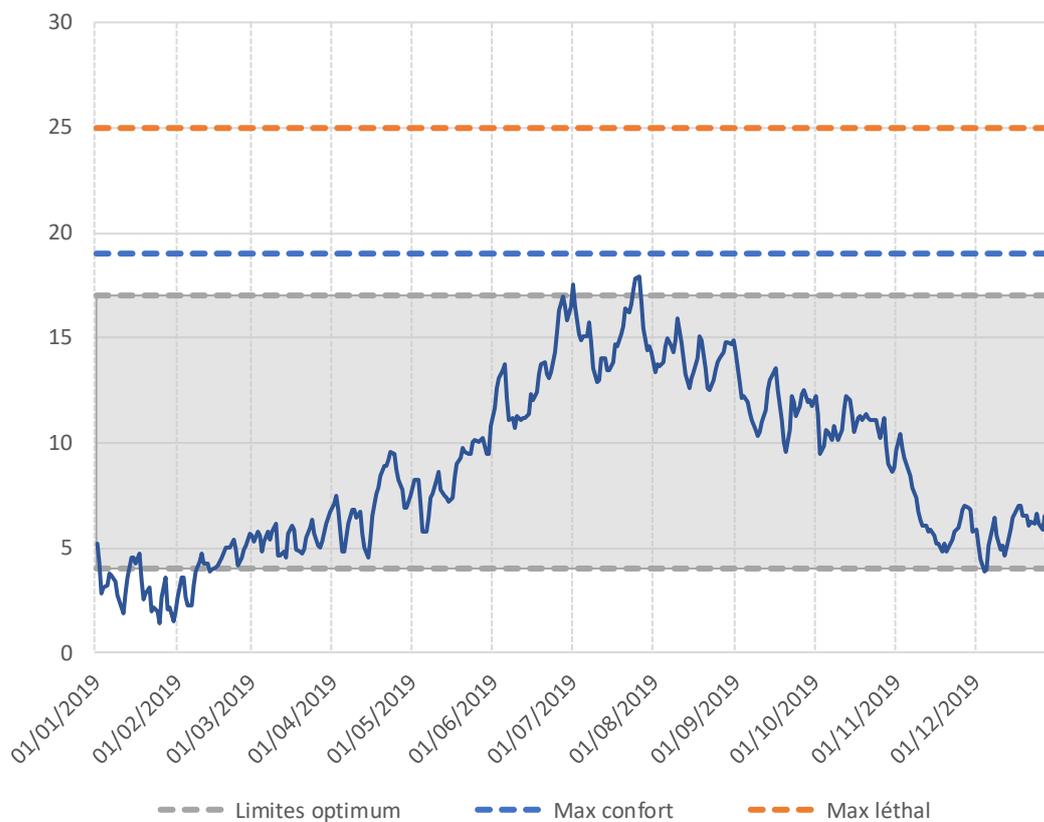


Station	Code	Bassin
Maison Forest. Dauvillers	L01	Lauch

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	58	302	5	0	0	0,6
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,9	25/01/2019	25/07/2019	1,0	18,2	17,2	15,7



Lauch - Linthal - L03



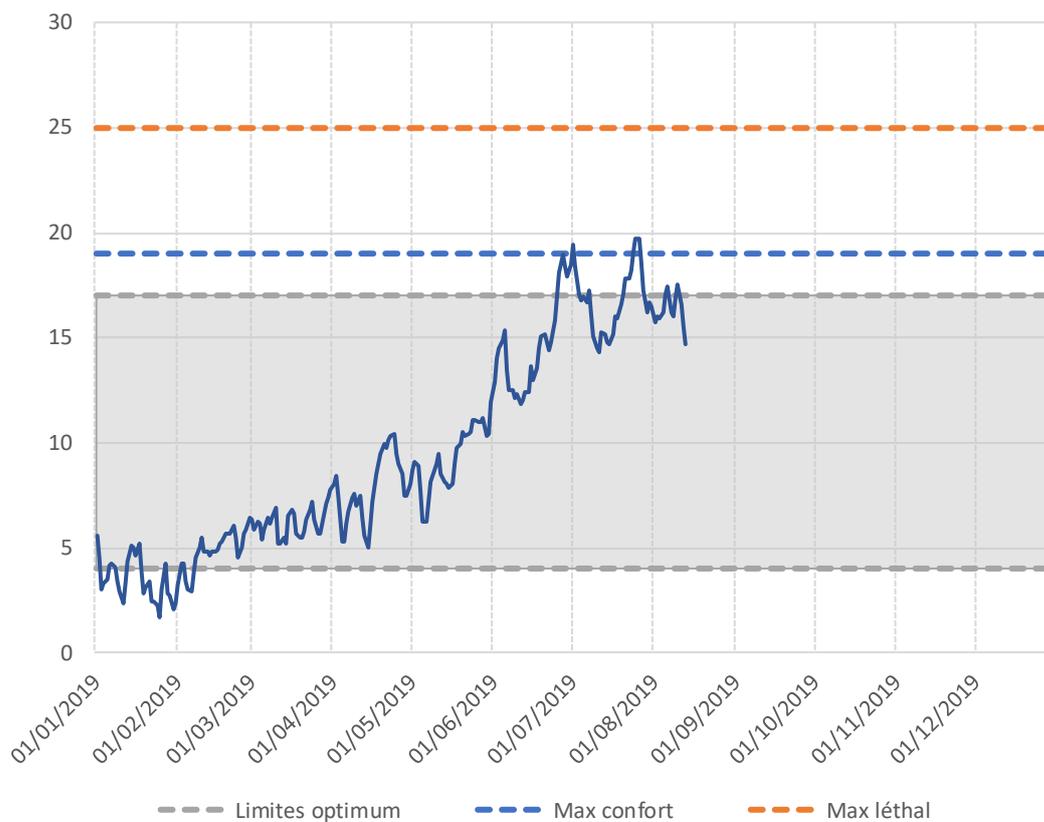
— — Limites optimum - - - - Max confort - - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Linthal	L03	Lauch

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	36	325	4	0	0	1,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,6	25/01/2019	25/07/2019	1,4	18,0	16,5	15,4



Lauch - Lautenbach - L05

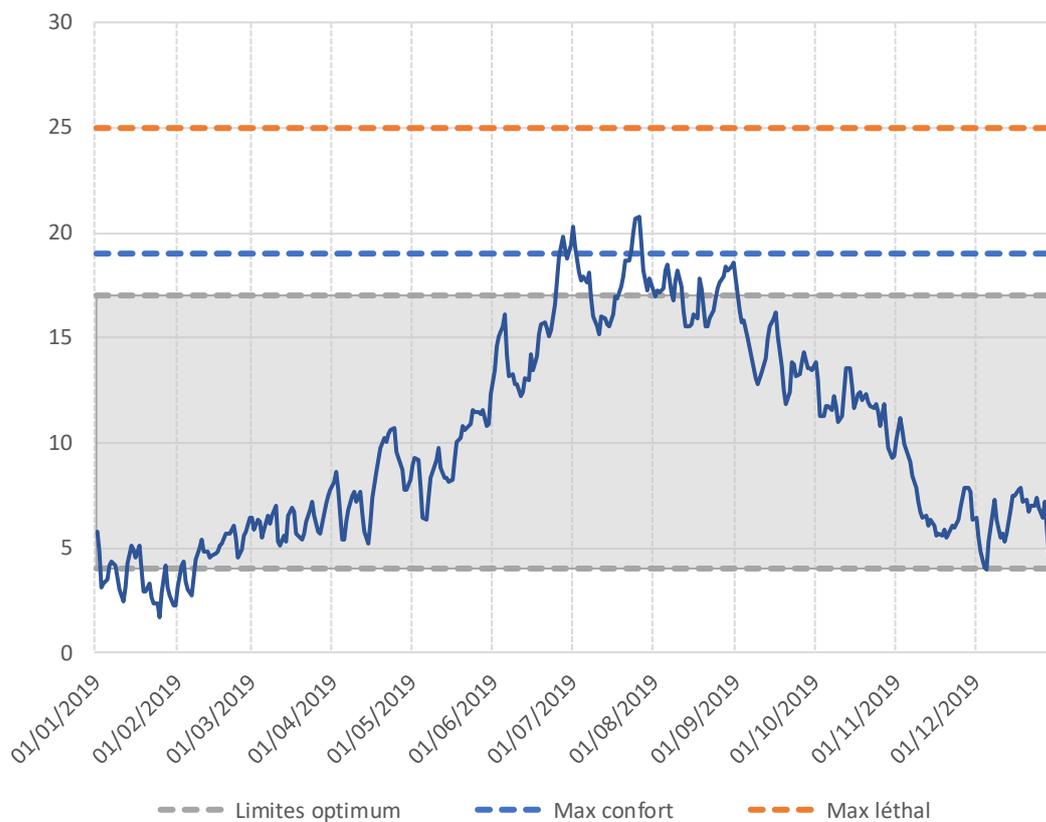


Station	Code	Bassin
Lautenbach	L05	Lauch

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
225	25	179	17	4	0	1,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,3	25/01/2019	25/07/2019	1,7	19,7	18,0	16,8



Lauch - Buhl - L06



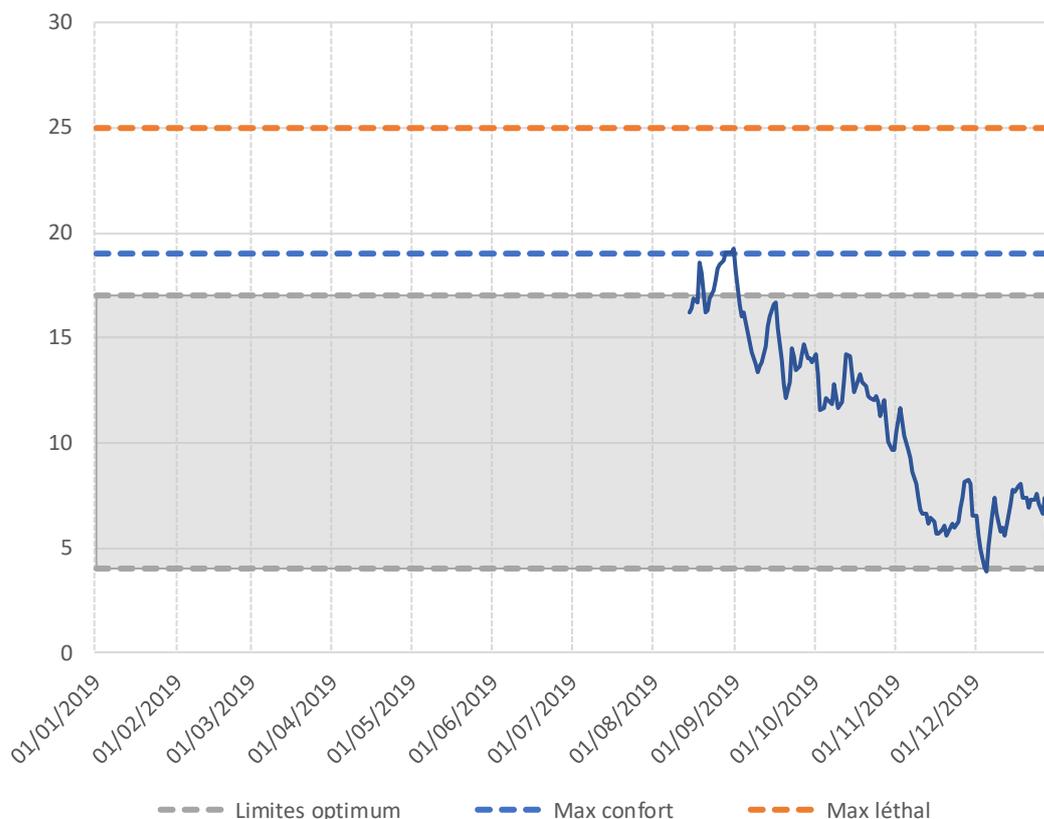
— Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Buhl	L06	Lauch

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	26	294	35	10	0	1,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,4	25/01/2019	25/07/2019	1,7	20,7	19,1	17,9



Lauch - Guebwiller - L07

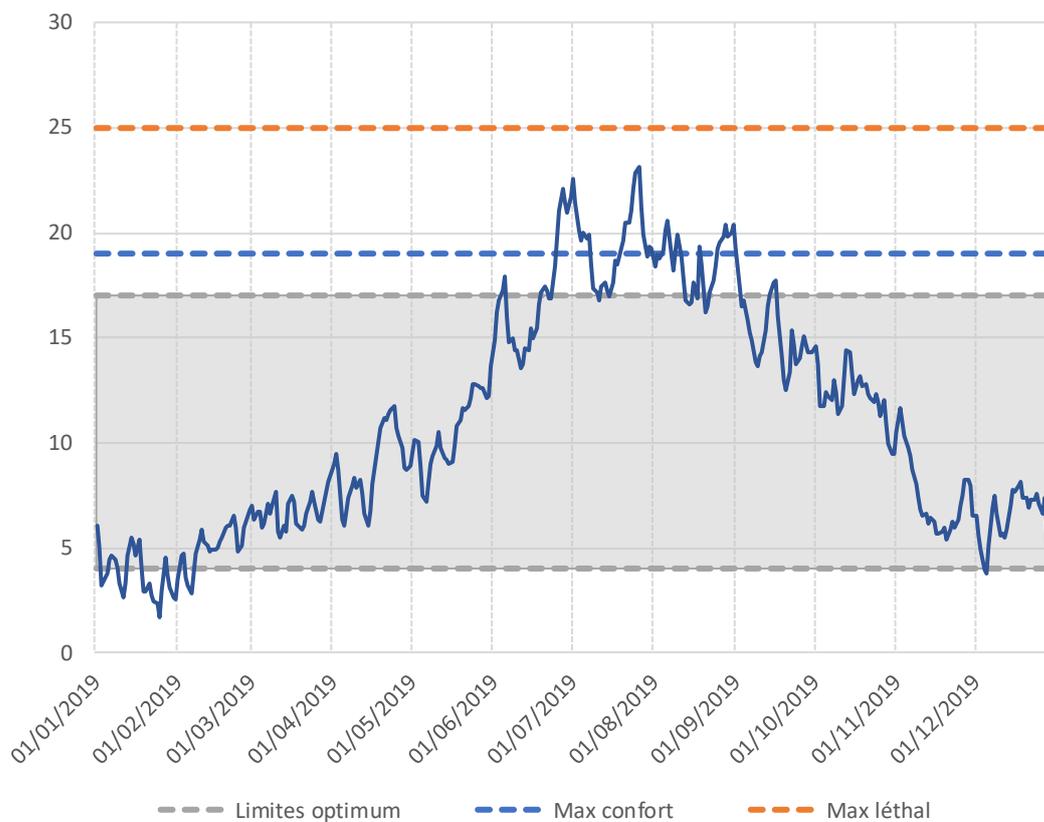


Station	Code	Bassin
Guebwiller	L07	Lauch

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
140	1	127	8	4	0	
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
			3,8	19,2	15,4	



Lauch - Aval Guebwiller - L08



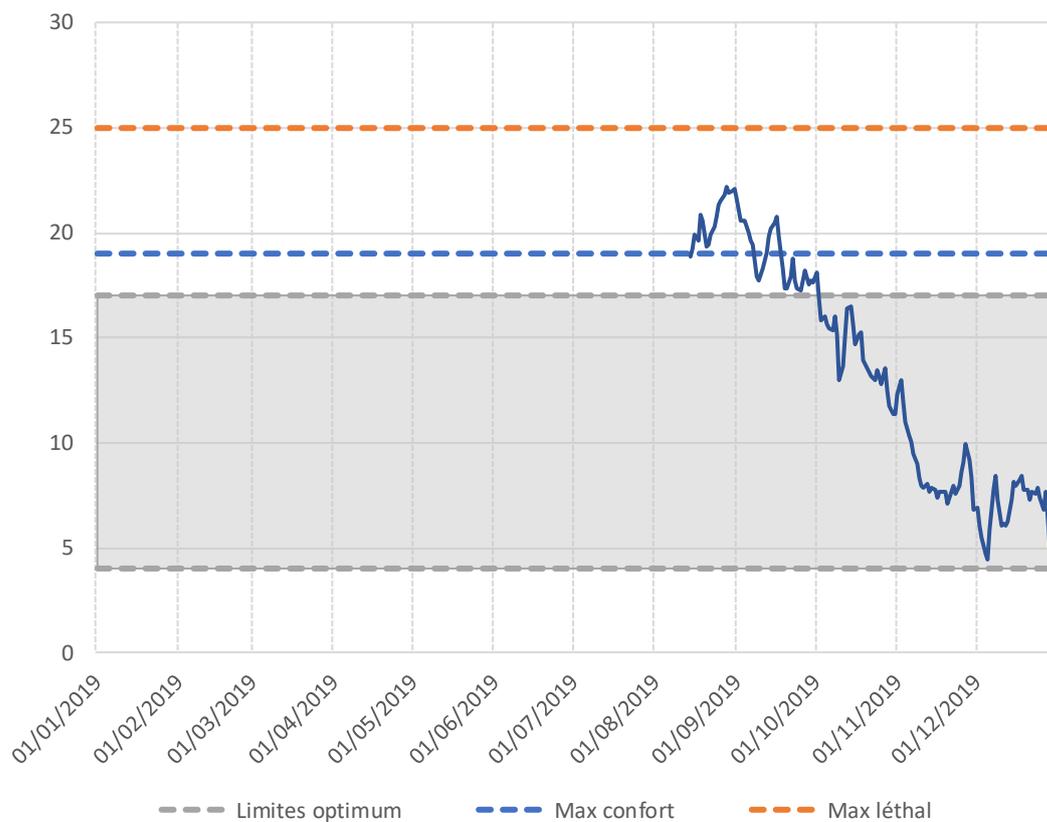
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Aval Guebwiller	L08	Lauch

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	24	270	32	39	0	1,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,6	25/01/2019	25/07/2019	1,7	23,1	21,4	19,5



Lauch - Merxheim - L10

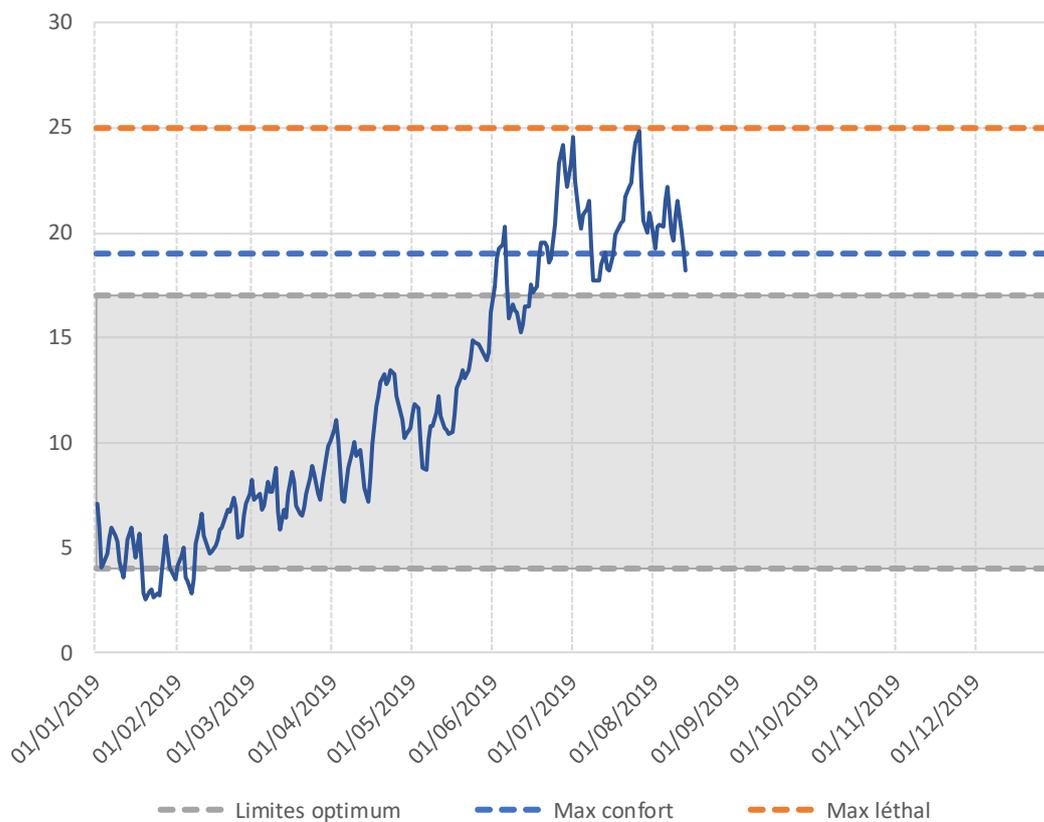


Station	Code	Bassin
Merxheim	L10	Lauch

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
140	0	91	19	30	0	
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
			4,5	22,2	17,7	



Lauch - Amont Rouffach - L12

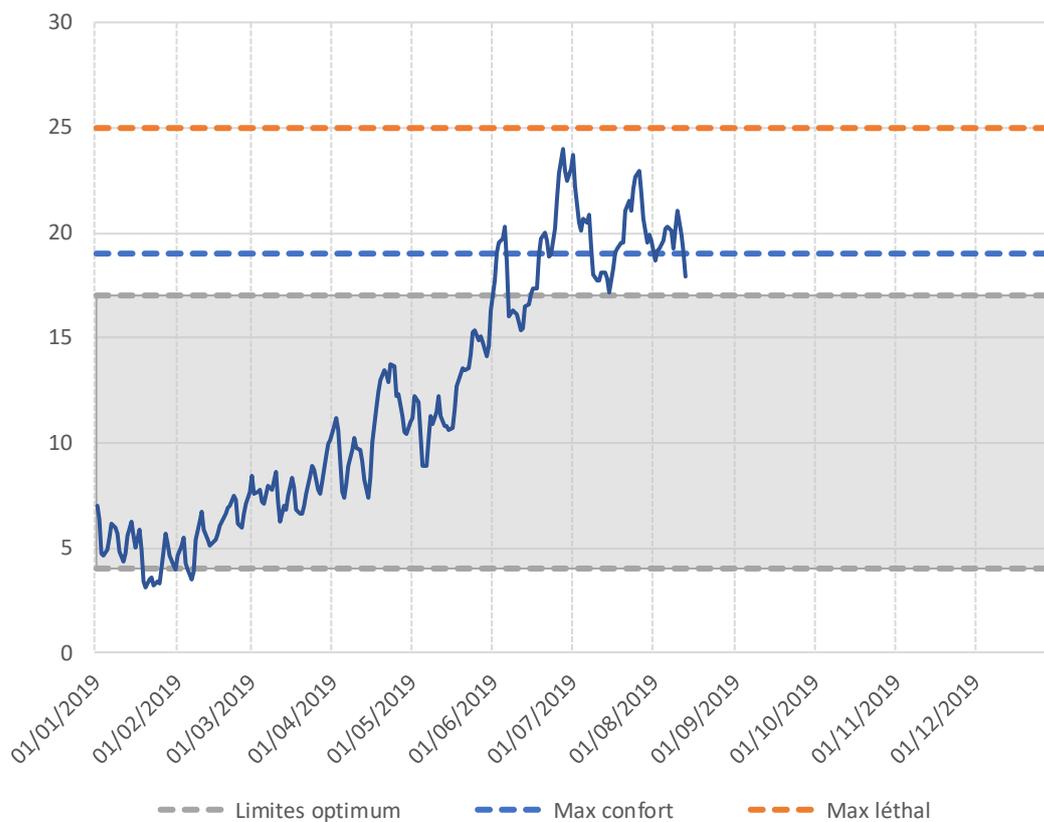


Station	Code	Bassin
Amont Rouffach	L12	Lauch

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
225	15	144	17	49	0	1,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,9	06/02/2019	27/06/2019	2,6	24,8	22,2	20,8



Lauch - Pfaffenheim amont - L14

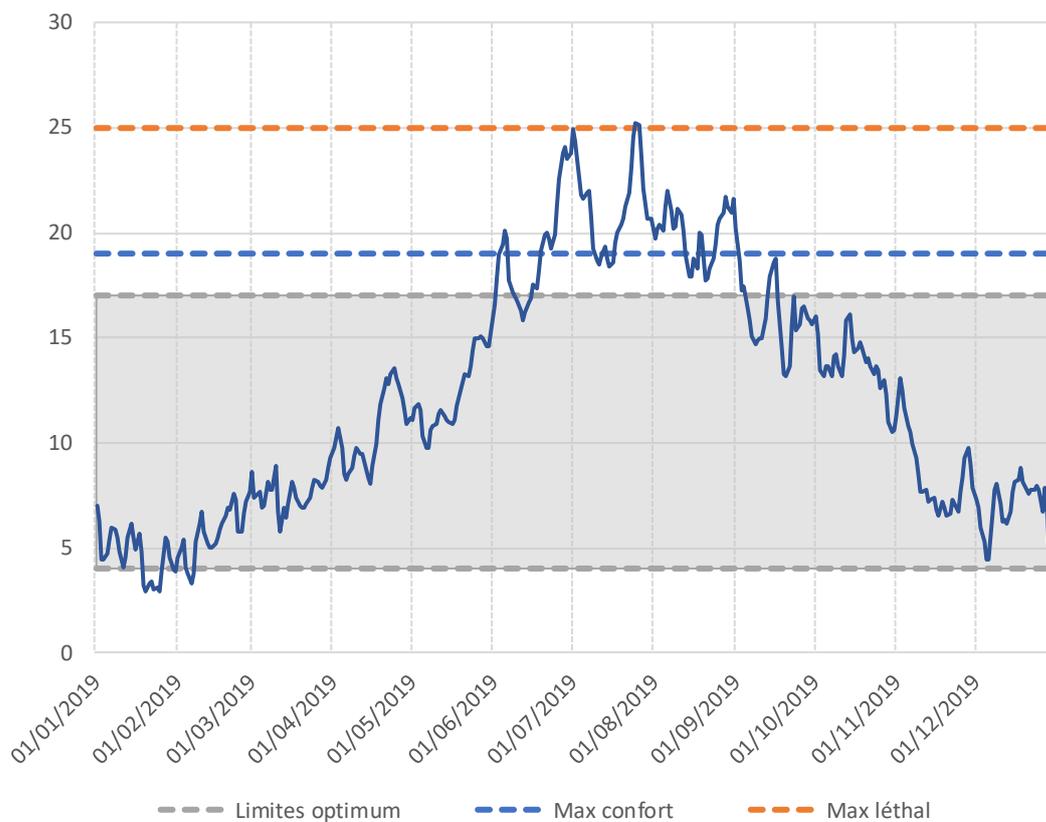


Station	Code	Bassin
Pfaffenheim amont	L14	Lauch

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
225	10	149	18	48	0	2,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,4	06/02/2019	30/06/2019	3,1	24,0	20,9	20,0



Lauch - Hattstatt - L16



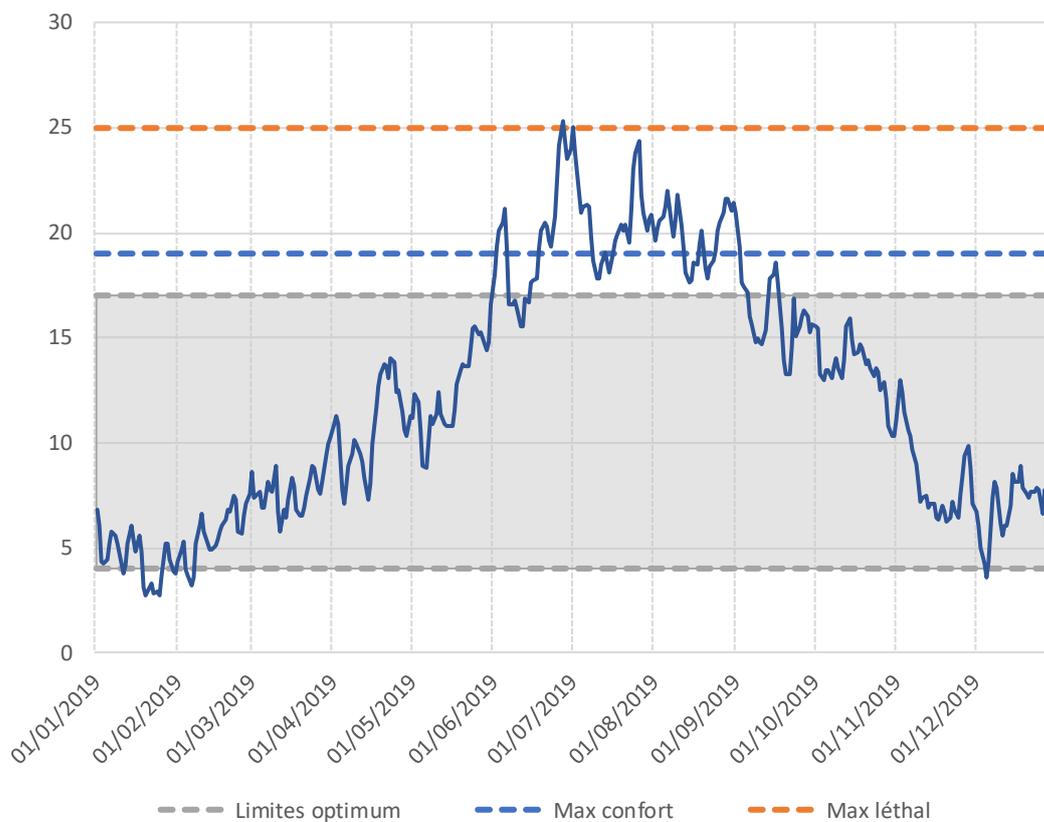
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Hattstatt	L16	Lauch

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	260	29	62	2	2,5
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26,6	20/01/2019	24/07/2019	2,9	25,2	22,3	21,6



Lauch - Herrlisheim - L17



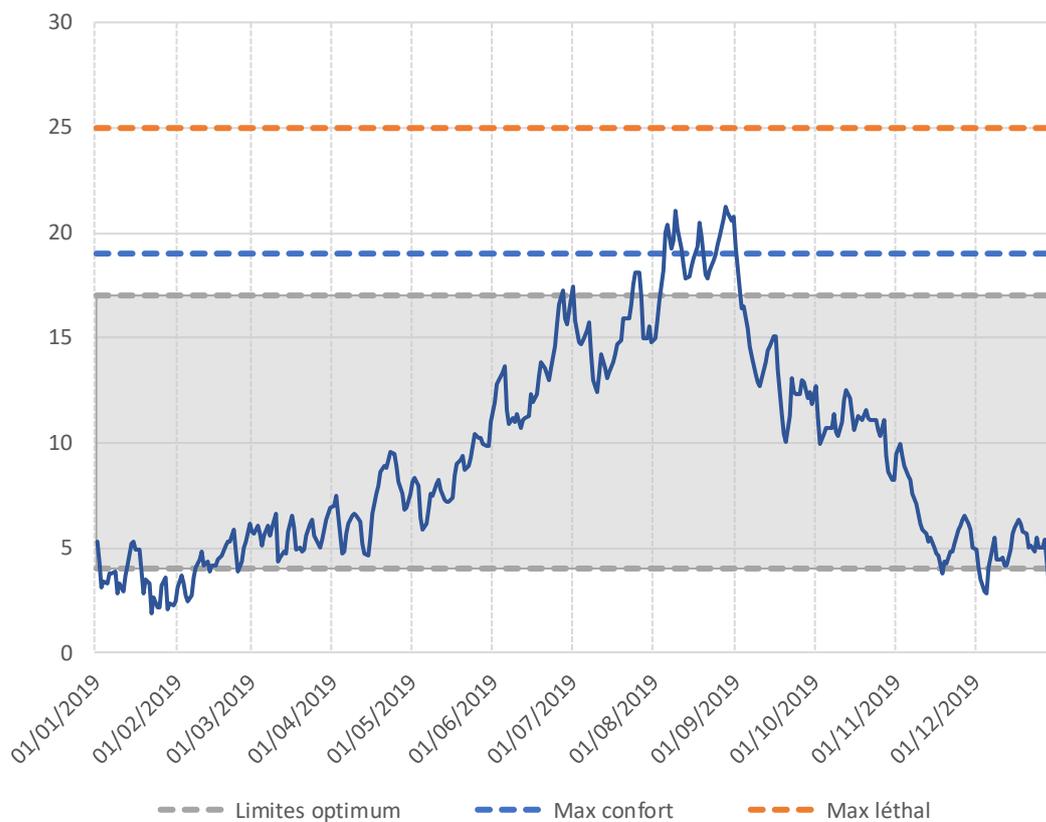
--- Limites optimum
 --- Max confort
 --- Max léthal

Station	Code	Bassin
Herrlisheim	L17	Lauch

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	15	257	26	65	2	2,4
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
28,8	20/01/2019	25/07/2019	2,7	25,3	22,6	21,1



Liepvrette - Aval Wuestenloch - Li1

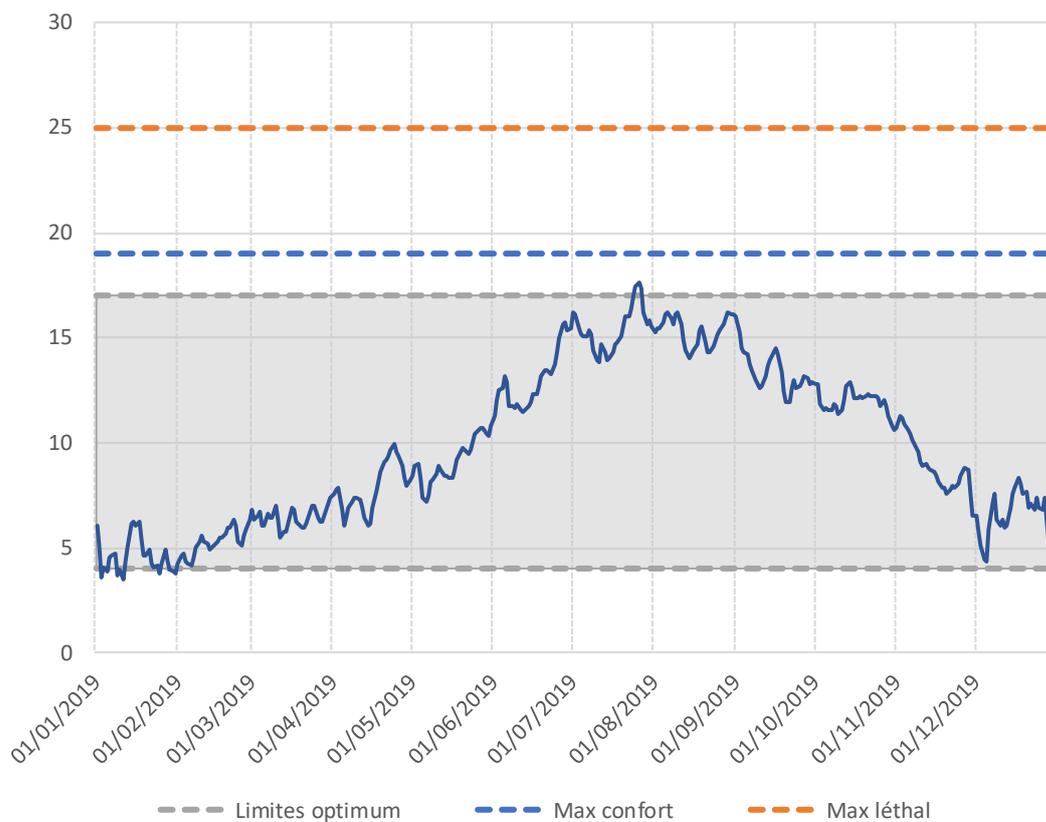


Station	Code	Bassin
Aval Wuestenloch	Li1	Liepvrette

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	40	290	17	18	0	1,44
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,33	22/01/2019	28/08/2019	1,90758333	21,2746667	19,3670833	19,3644111



Liepvrette - Amont Echery - Li2

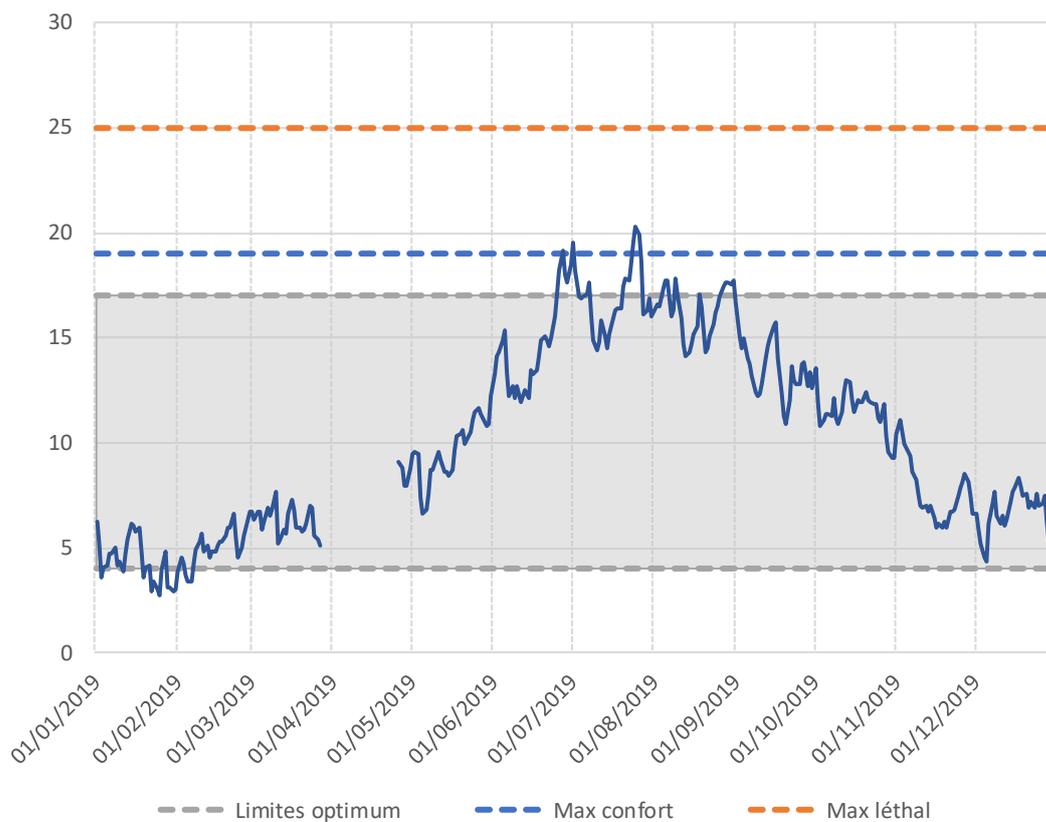


Station	Code	Bassin
Amont Echery	Li2	Liepvrette

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	352	4	0	0	2,73
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,14	03/01/2019	25/07/2019	3,52408333	17,633	14,1089167	15,757675



Liepvrette - Echery - Li3



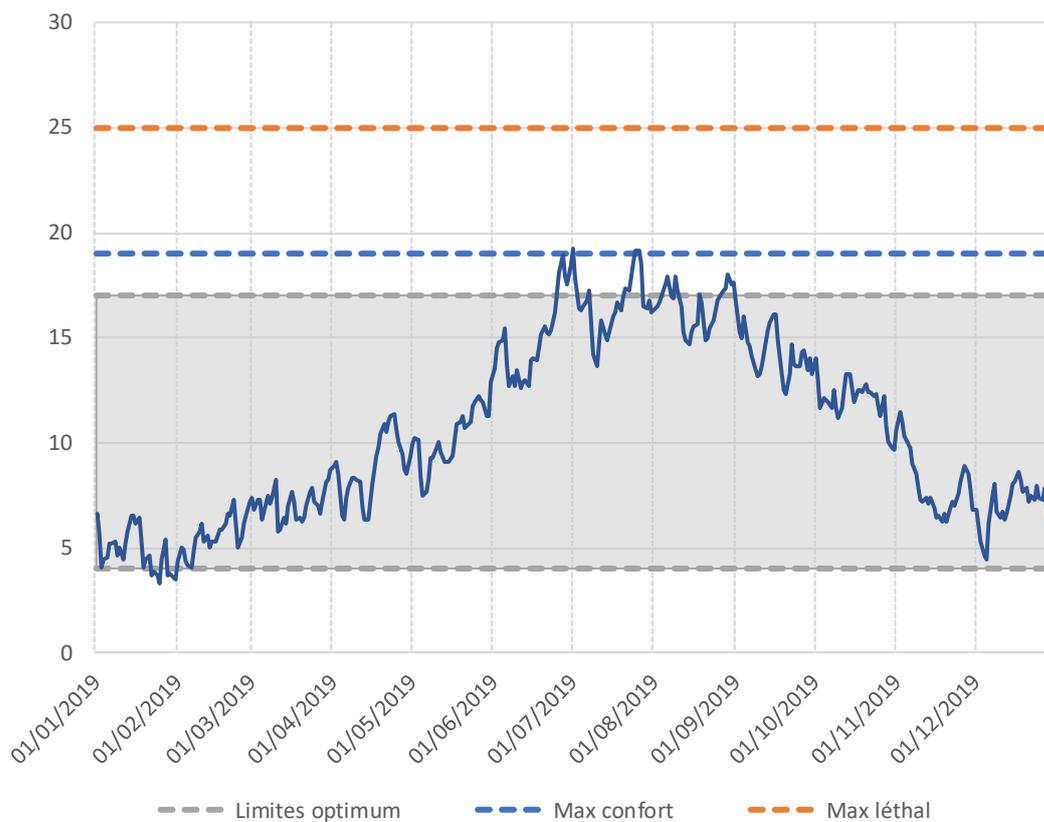
— Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Echery	Li3	Liepvrette

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
336	16	289	26	5	0	0,56
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,53	27/03/2019	25/07/2019	2,75516667	20,2665833	17,5114167	17,1321556



Liepvrette - Sainte Marie aux Mines - Li4



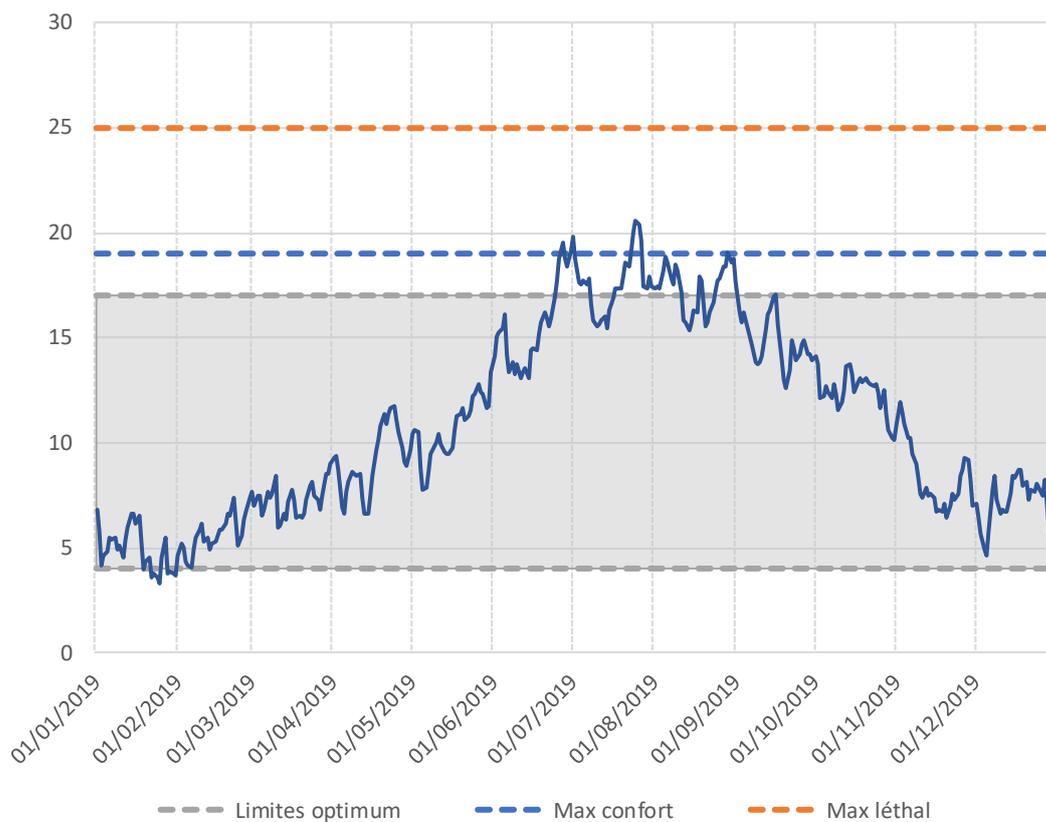
— Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Sainte Marie aux Mines	Li4	Liepvrette

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	330	23	4	0	2,73
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,28	31/01/2019	27/06/2019	3,3125	19,2898333	15,9773333	16,9829639



Liepvrette - Sainte Croix aux Mines - Li5



Station	Code	Bassin
Sainte Croix aux Mines	Li5	Liepvrette

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	306	42	9	0	2,73
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,29	25/01/2019	25/07/2019	3,30333333	20,5775833	17,27425	17,9644972



Liepvrette - Aval Sainte Croix aux Mines - Li6

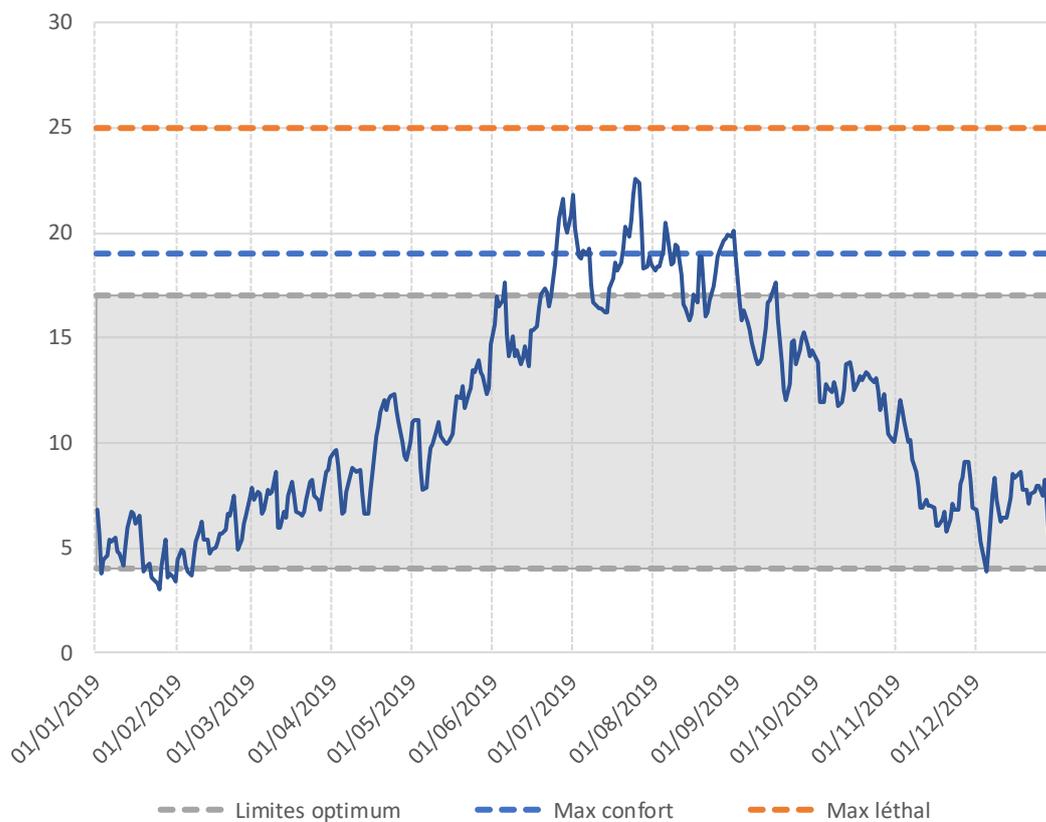


Station	Code	Bassin
Aval Sainte Croix aux Mine	Li6	Liepvrette

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	350	15	0	0	6,67
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
20,23	14/01/2019	25/07/2019	7,00266667	18,85383333	11,85116667	16,289225



Liepvrette - Liepvre - Li7



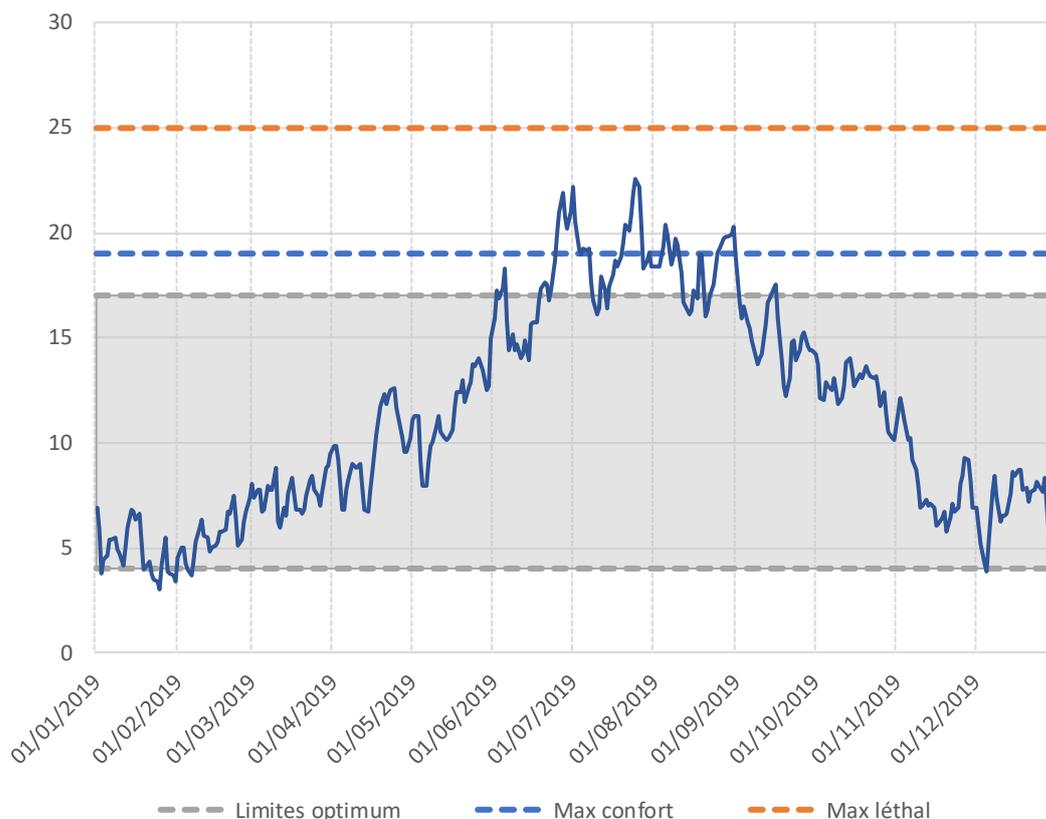
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Liepvre	Li7	Liepvrette

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	13	289	34	29	0	2,41
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26,20	25/01/2019	25/07/2019	3,0295	22,5508333	19,5213333	19,1116139



Liepvrette - Bois l'Abbesse - Li8



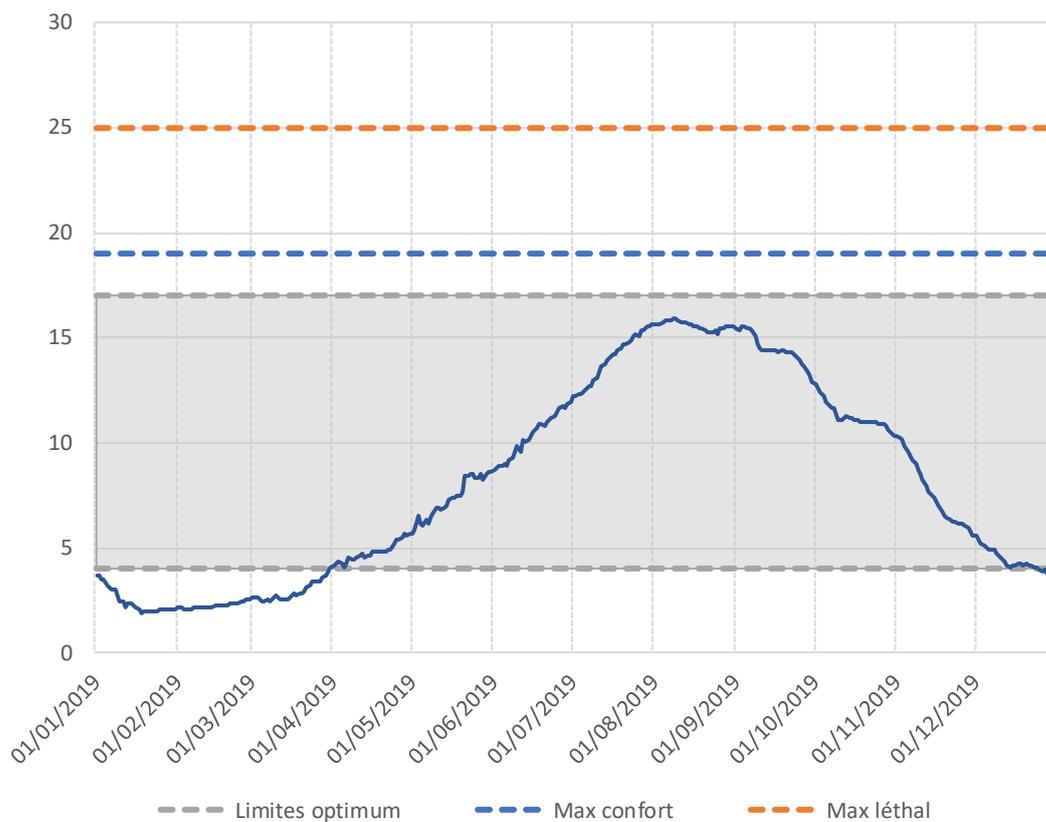
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Bois l'Abbesse	Li8	Liepvrette

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	286	33	34	0	2,52
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,93	25/01/2019	25/07/2019	3,0475	22,5856667	19,5381667	20,6062528



Weiss - Aval Lac noir - W01

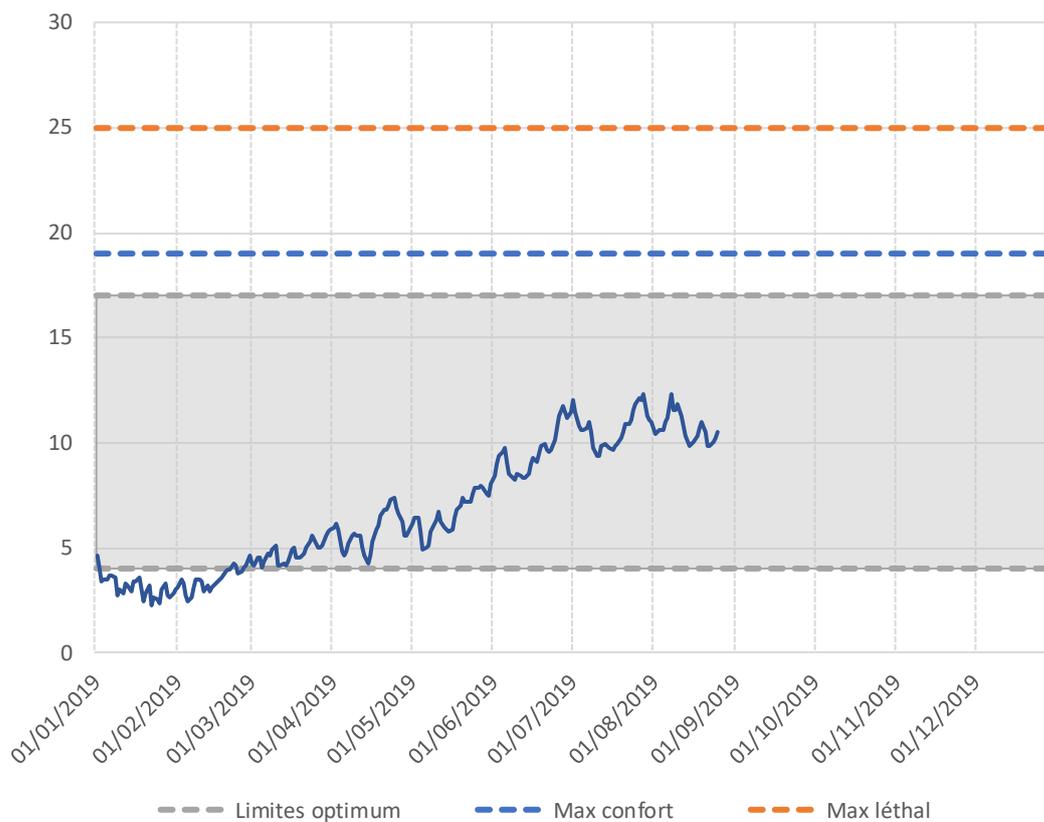


Station	Code	Bassin
Aval Lac noir	W01	Weiss

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	96	269	0	0	0	1,87
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
16,62	18/01/2019	11/08/2019	1,93	15,90	13,97	15,59



Weiss - Aval Lac Blanc - W04

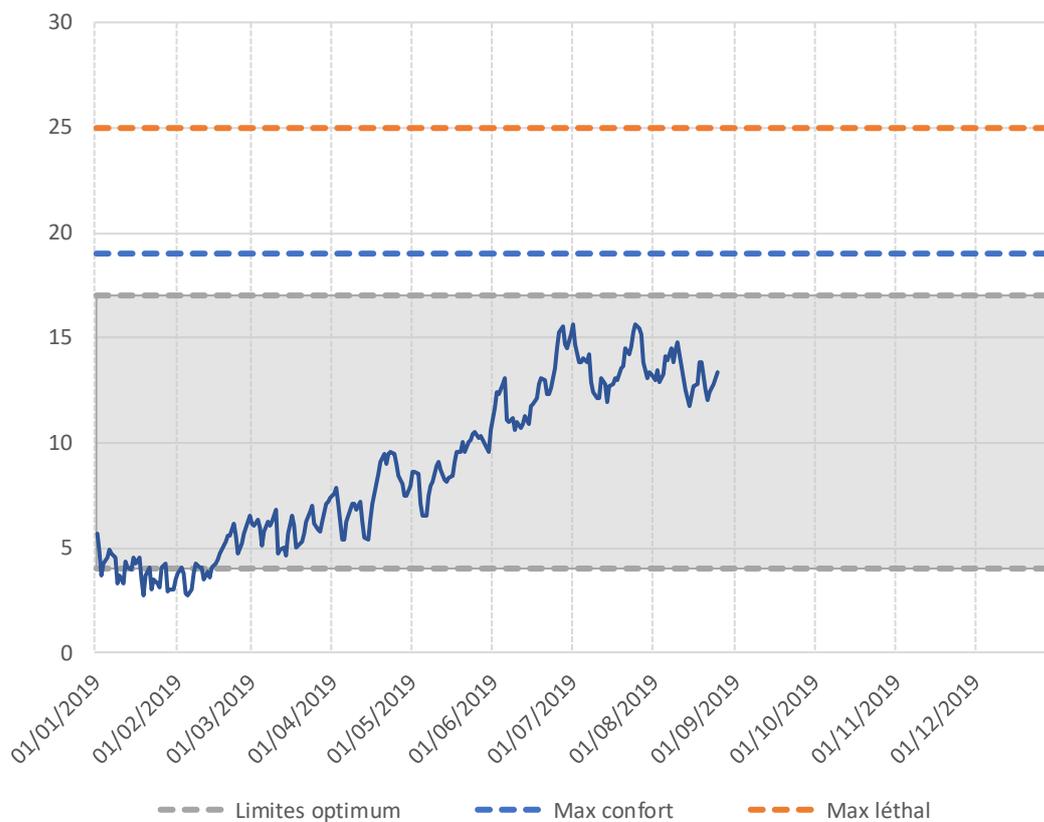


Station	Code	Bassin
Aval Lac Blanc	W04	Weiss

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
237	52	185	0	0	0	1,98
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
12,88	22/01/2019	28/07/2019	2,30	12,37	10,07	11,07



Weiss - Basses huttes - W06

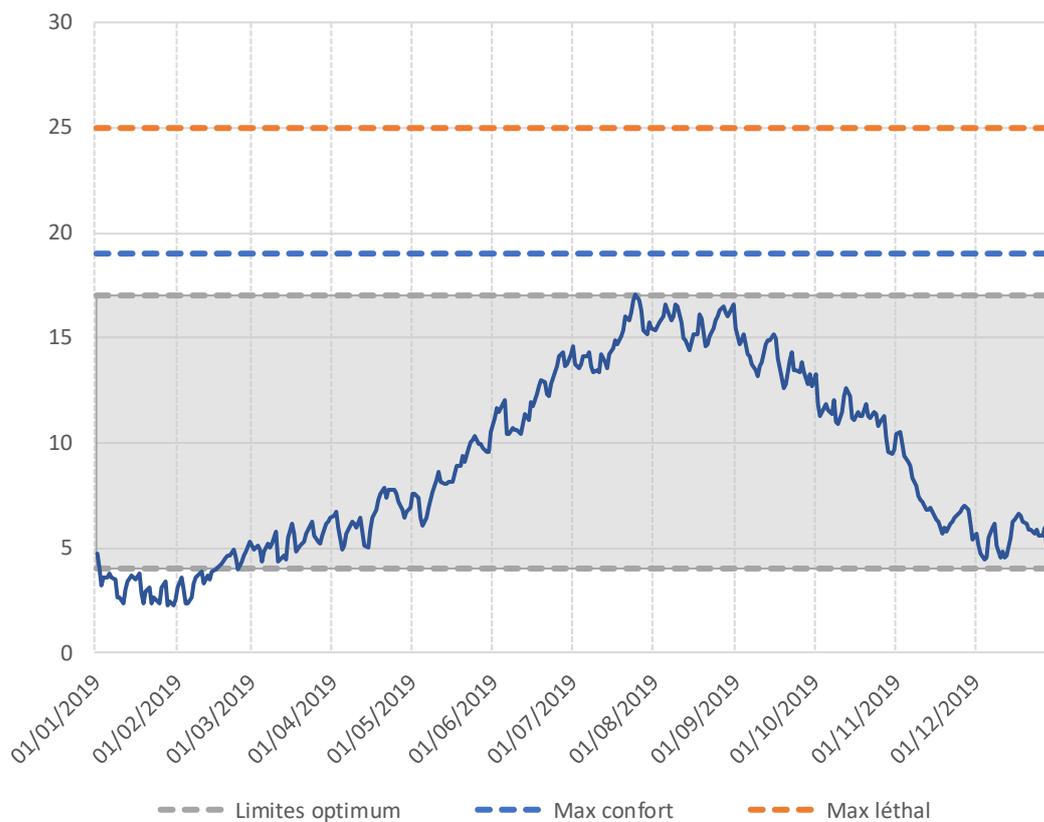


Station	Code	Bassin
Basses huttes	W06	Weiss

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
237	24	213	0	0	0	1,98
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,33	05/02/2019	25/07/2019	2,72	15,66	12,94	13,85



Weiss - Pairis - W02



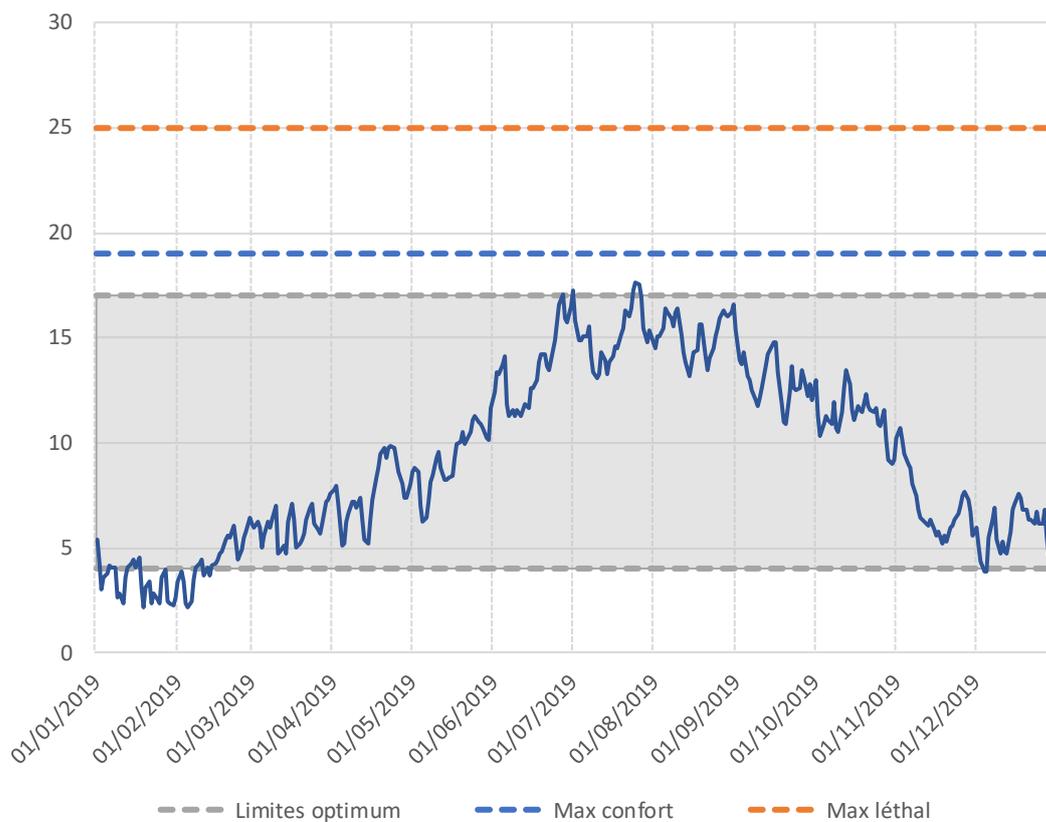
— Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Pairis	W02	Weiss

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	44	320	1	0	0	1,76
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,71	05/02/2019	25/07/2019	2,27	17,02	14,75	15,81



Weiss - Amont Orbey - W03



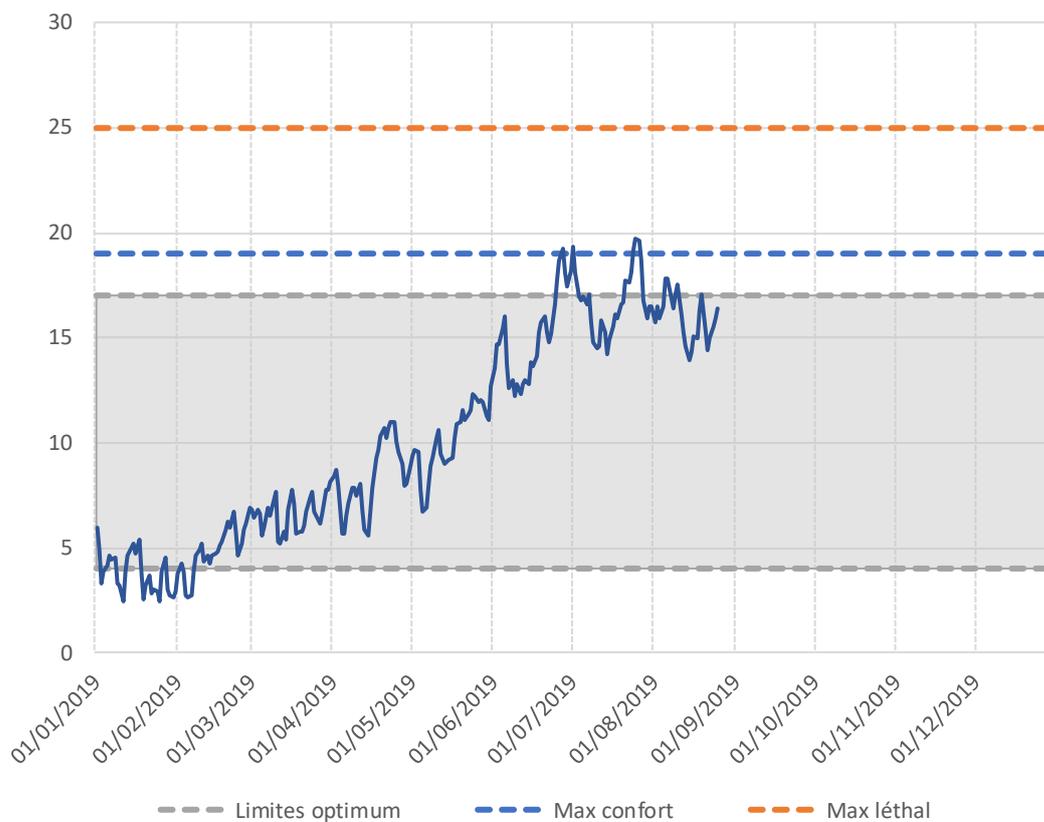
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Amont Orbey	W03	Weiss

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	32	328	5	0	0	1,33
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,47	05/02/2019	25/07/2019	2,15	17,66	15,51	15,56



Weiss - Orbey les Grands Prés - W05

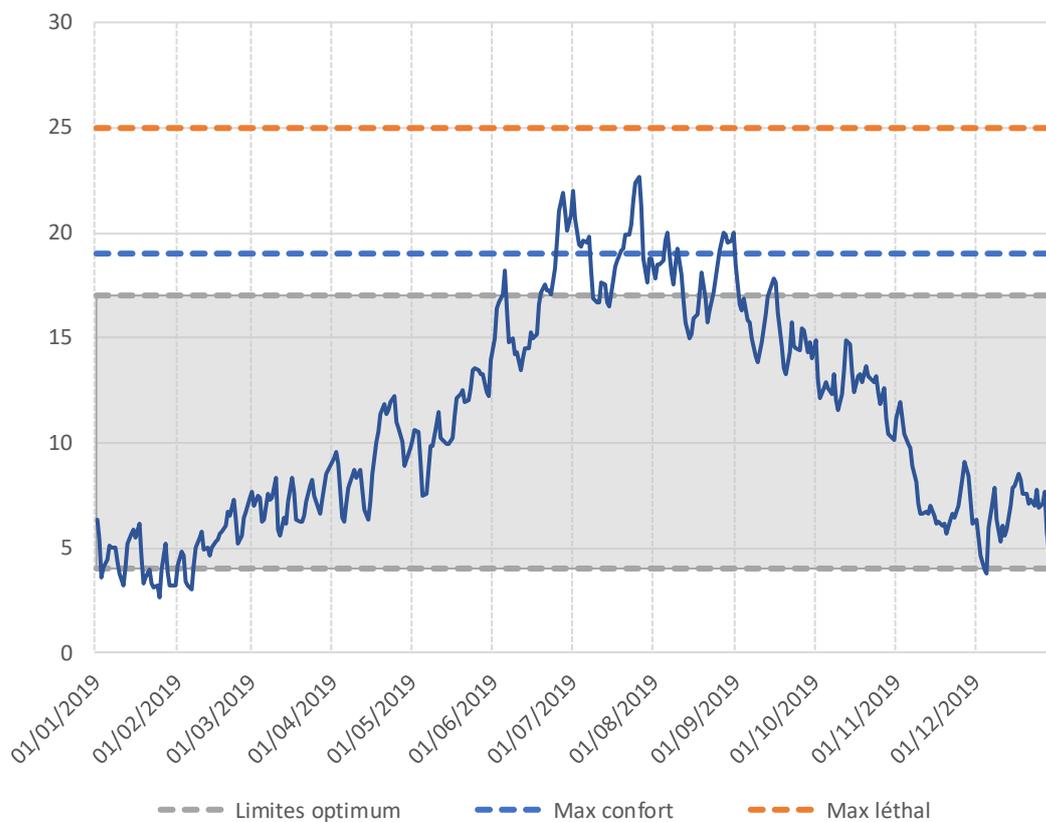


Station	Code	Bassin
Orbey les Grands Prés	W05	Weiss

Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours 0 < T < 4°C	Nombre de jours 4 < T < 17°C	Nombre de jours 17 < T < 19°C	Nombre de jours 19 < T < 25°C	Nombre de jours T > 25 °C	Tmin inst
237	25	191	16	5	0	1,55
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,14	05/02/2019	25/07/2019	2,47	19,70	17,23	15,56



Weiss - Ammerschwihr - W10



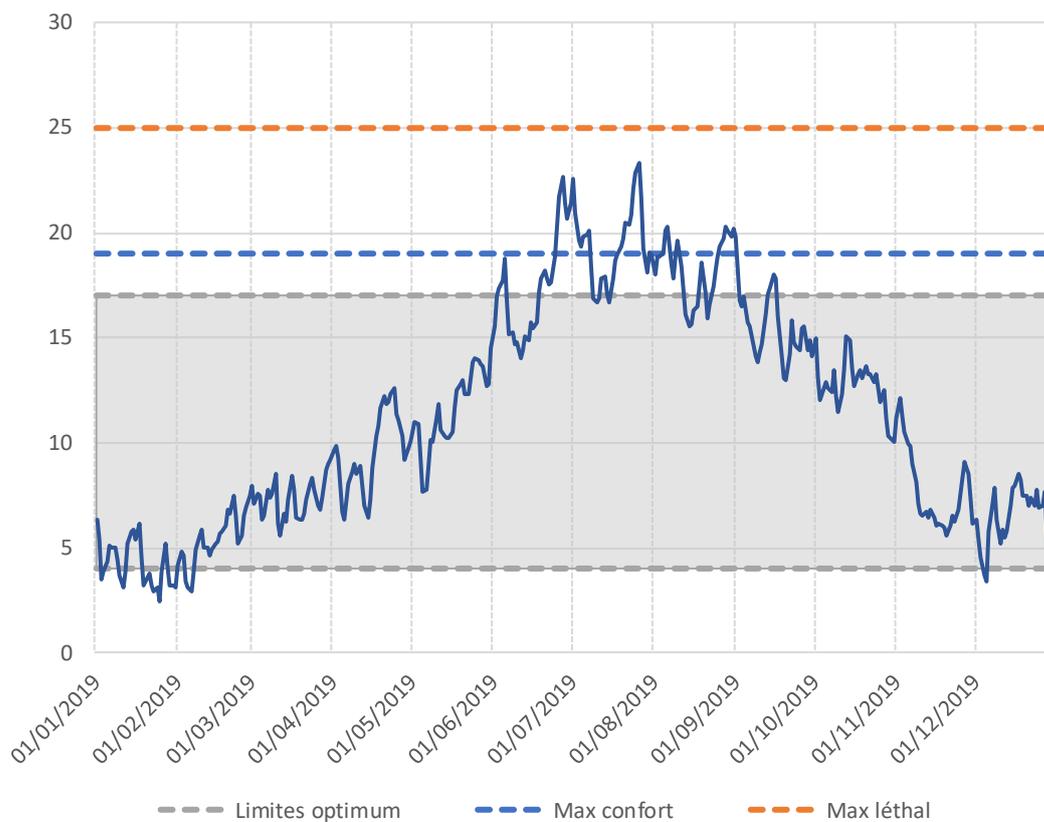
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Ammerschwihr	W10	Weiss

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	279	35	31	0	2,09
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,26	25/01/2019	25/07/2019	2,68	22,63	19,94	19,37



Weiss - Amont confluence Fecht Weiss - W12



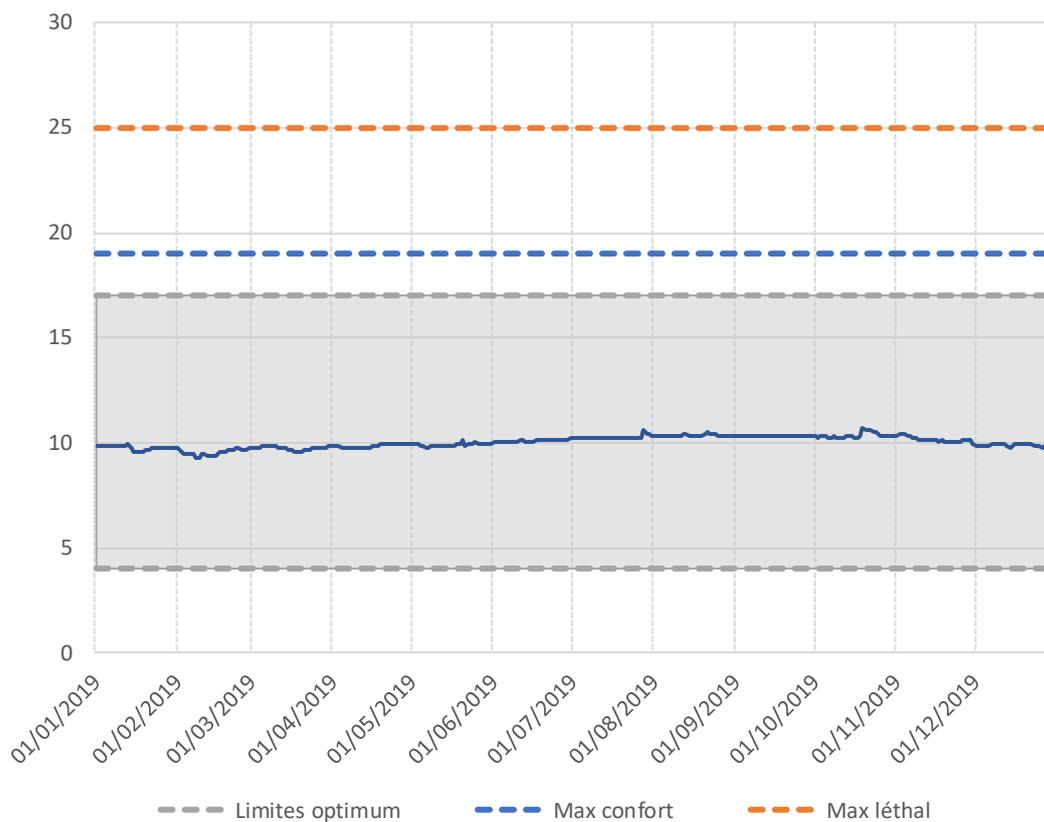
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Amont confluence Fecht We	W12	Weiss

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	22	270	38	35	0	1,98
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,74	25/01/2019	25/07/2019	2,49	23,30	20,81	19,72



III - Amont Ligsdorf - i01

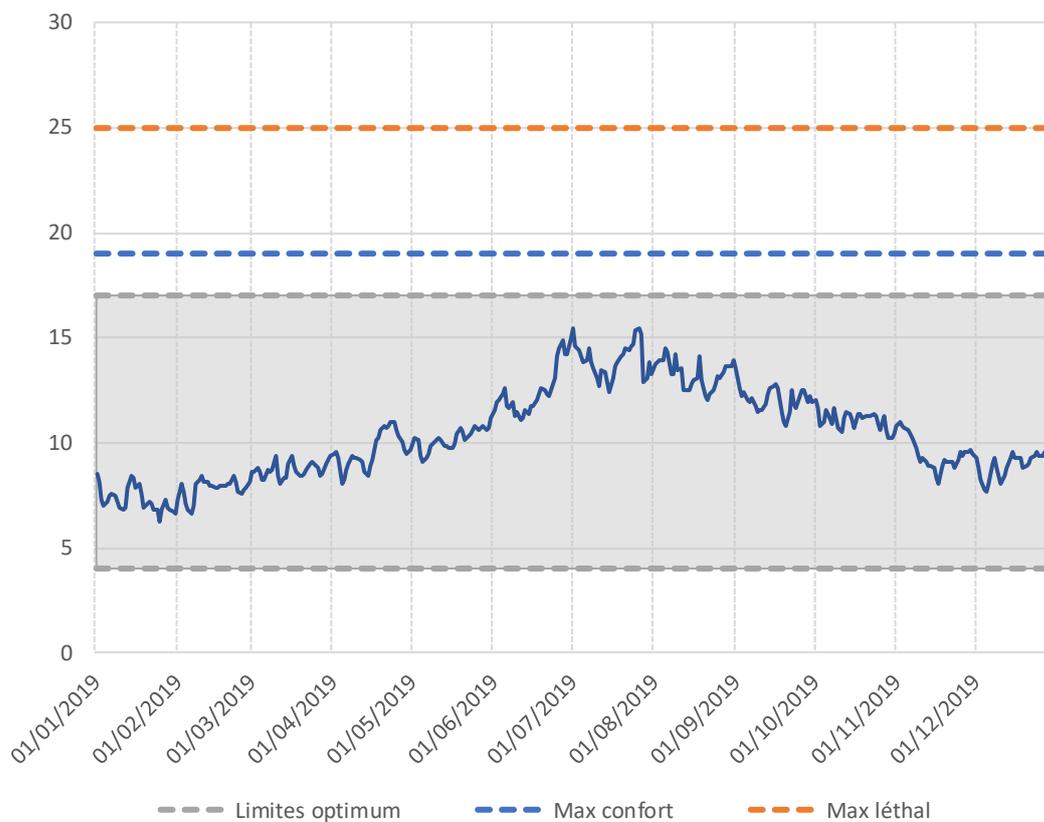


Station	Code	Bassin
Amont Ligsdorf	i01	III

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
10,8	08/02/2019	20/05/2019	9,3	10,8	1,5	10,4



III - Ligsdorf - i02

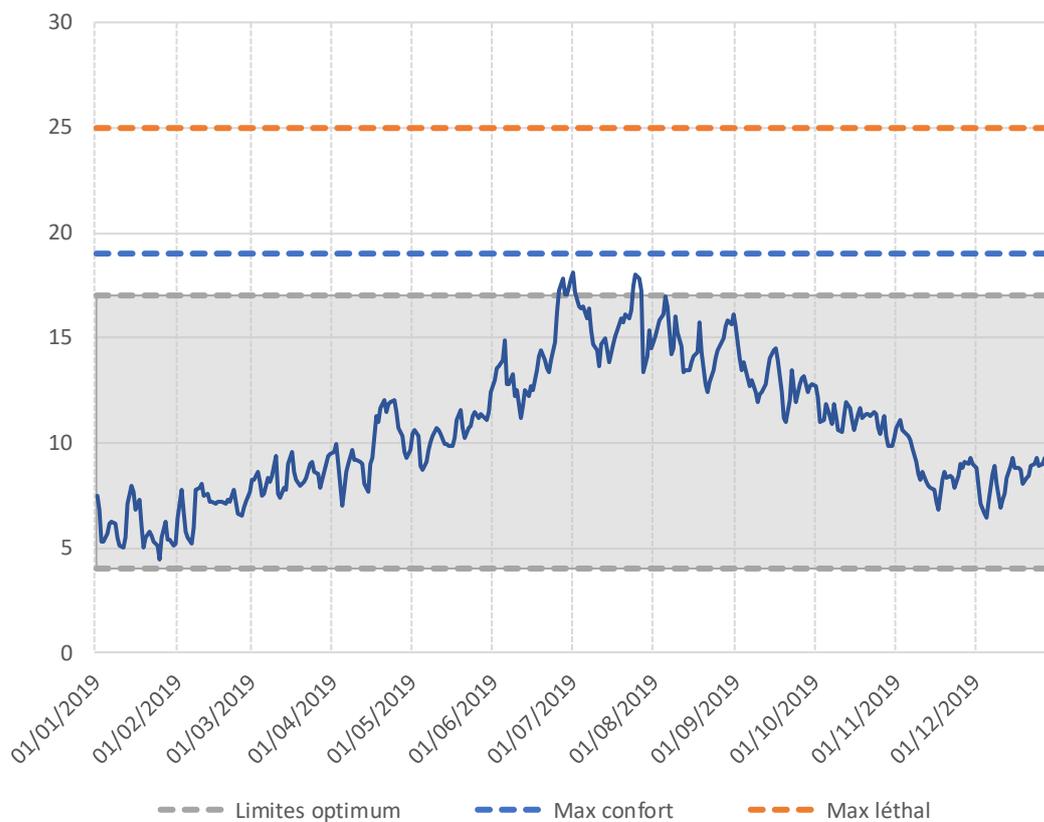


Station	Code	Bassin
Ligsdorf	i02	III

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	6,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
17,9	25/01/2019	01/07/2019	6,3	15,5	9,2	14,1



III - Muehlengrund - i03

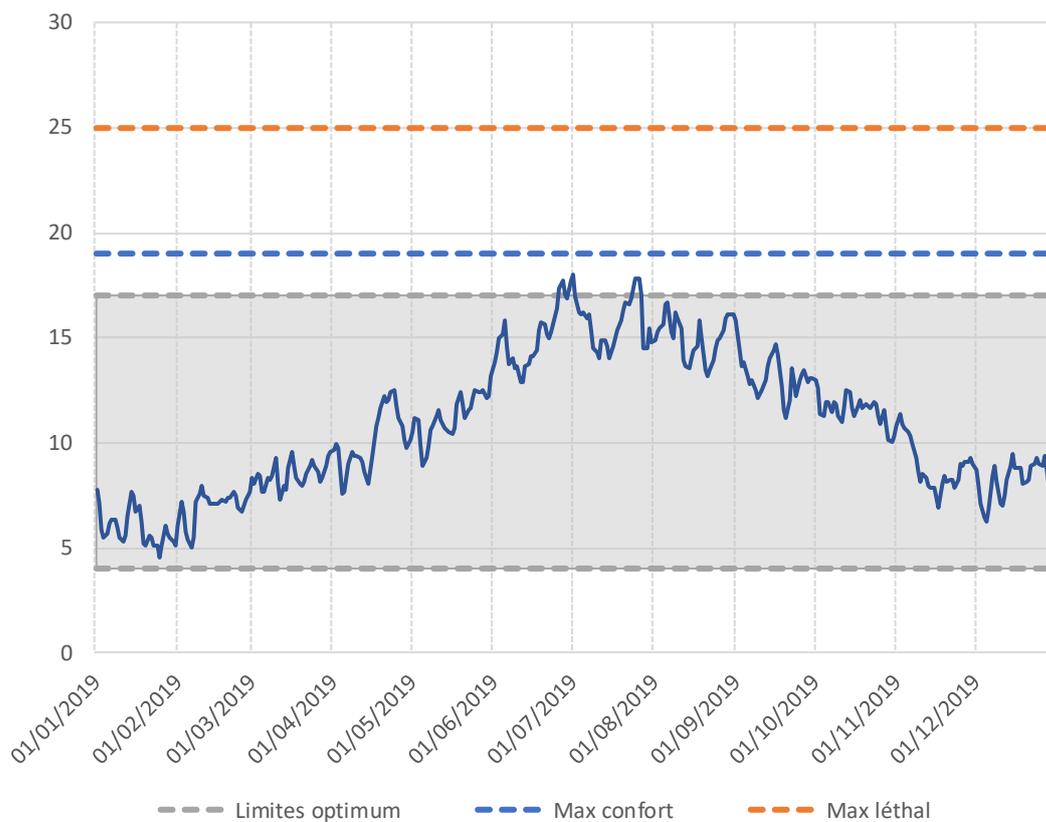


Station	Code	Bassin
Muehlengrund	i03	III

Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours 0 < T < 4°C	Nombre de jours 4 < T < 17°C	Nombre de jours 17 < T < 19°C	Nombre de jours 19 < T < 25°C	Nombre de jours T > 25 °C	Tmin inst
365	0	354	11	0	0	3,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,9	25/01/2019	01/07/2019	4,4	18,1	13,6	16,0



III - Raedersdorf - i04

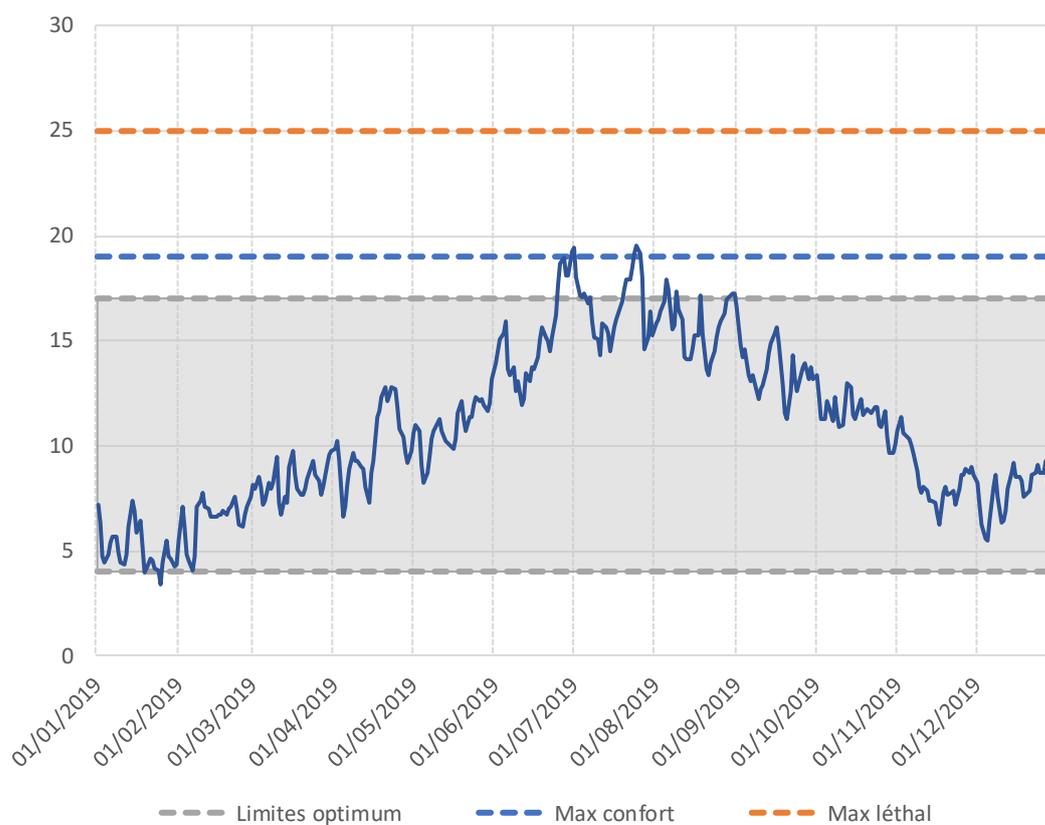


Station	Code	Bassin
Raedersdorf	i04	III

Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours 0 < T < 4°C	Nombre de jours 4 < T < 17°C	Nombre de jours 17 < T < 19°C	Nombre de jours 19 < T < 25°C	Nombre de jours T > 25 °C	Tmin inst
365	0	356	9	0	0	4,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,3	25/01/2019	25/07/2019	4,5	18,1	13,5	16,1



III - Huttingue - i05

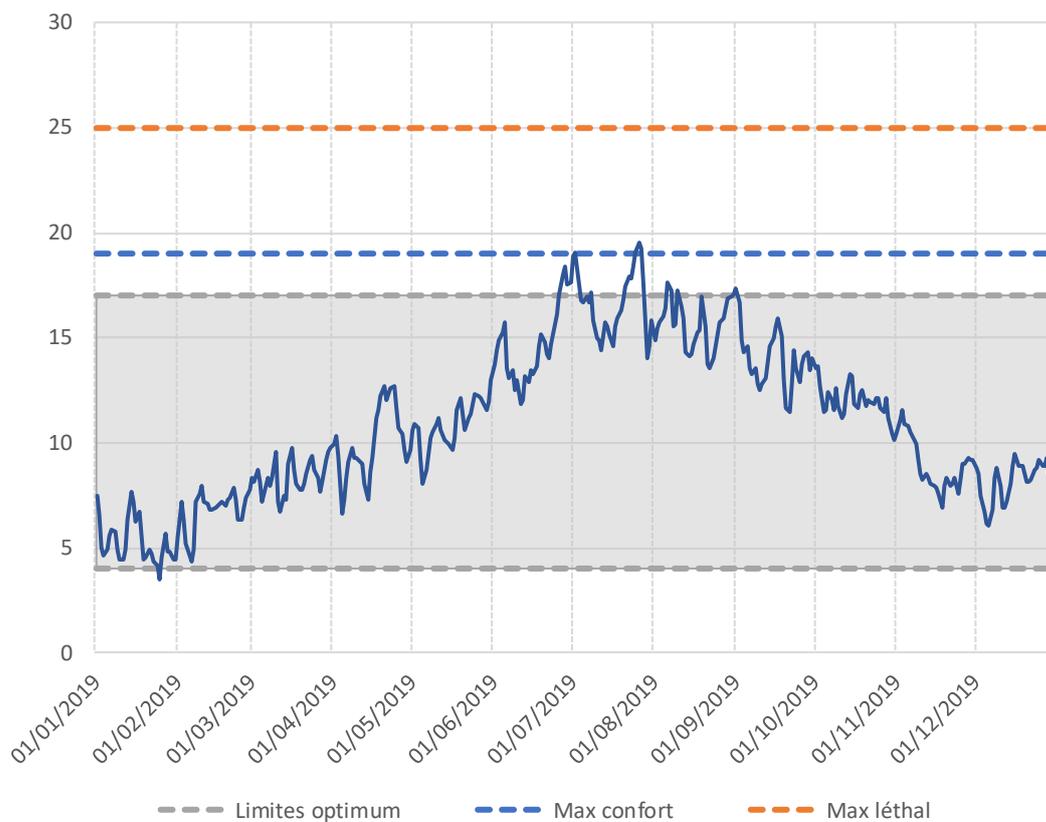


Station	Code	Bassin
Huttingue	i05	III

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	336	22	5	0	2,6
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,6	25/01/2019	01/07/2019	3,0	19,5	16,1	17,1



III - Amont Oltingue - i06



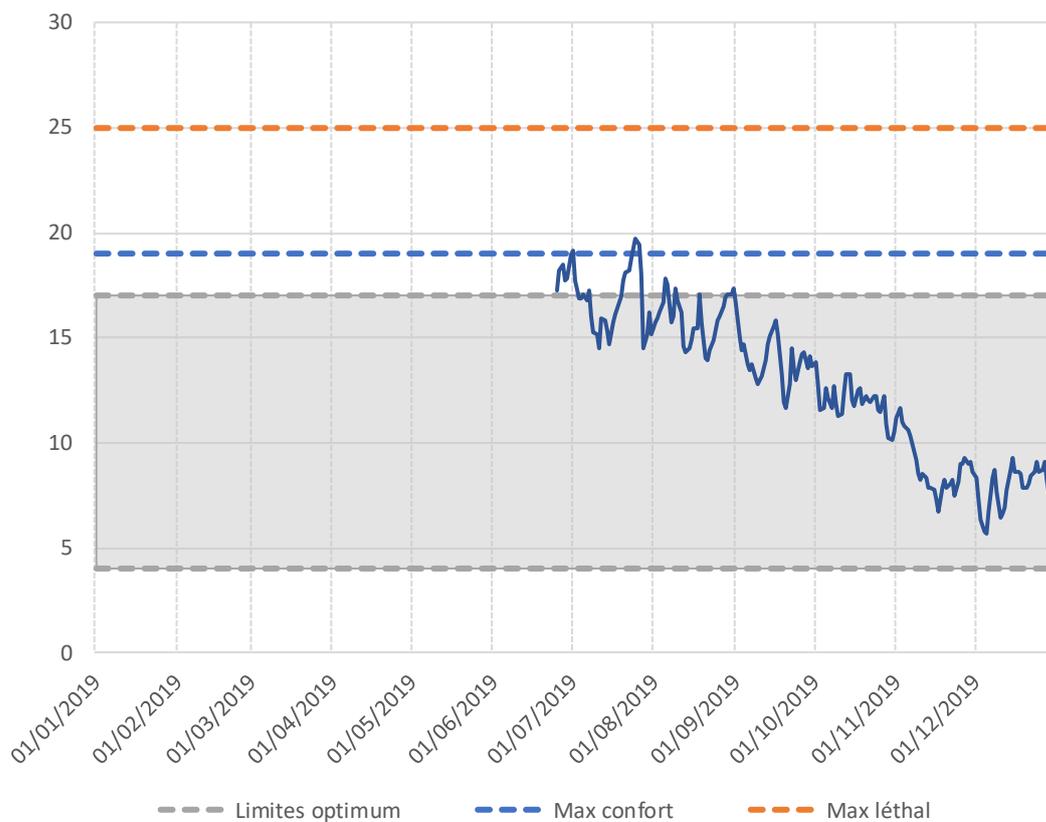
— Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Amont Oltingue	i06	III

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	341	19	4	0	2,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
20,9	25/01/2019	25/07/2019	3,5	19,5	16,0	16,9



III - Oltingue - i07

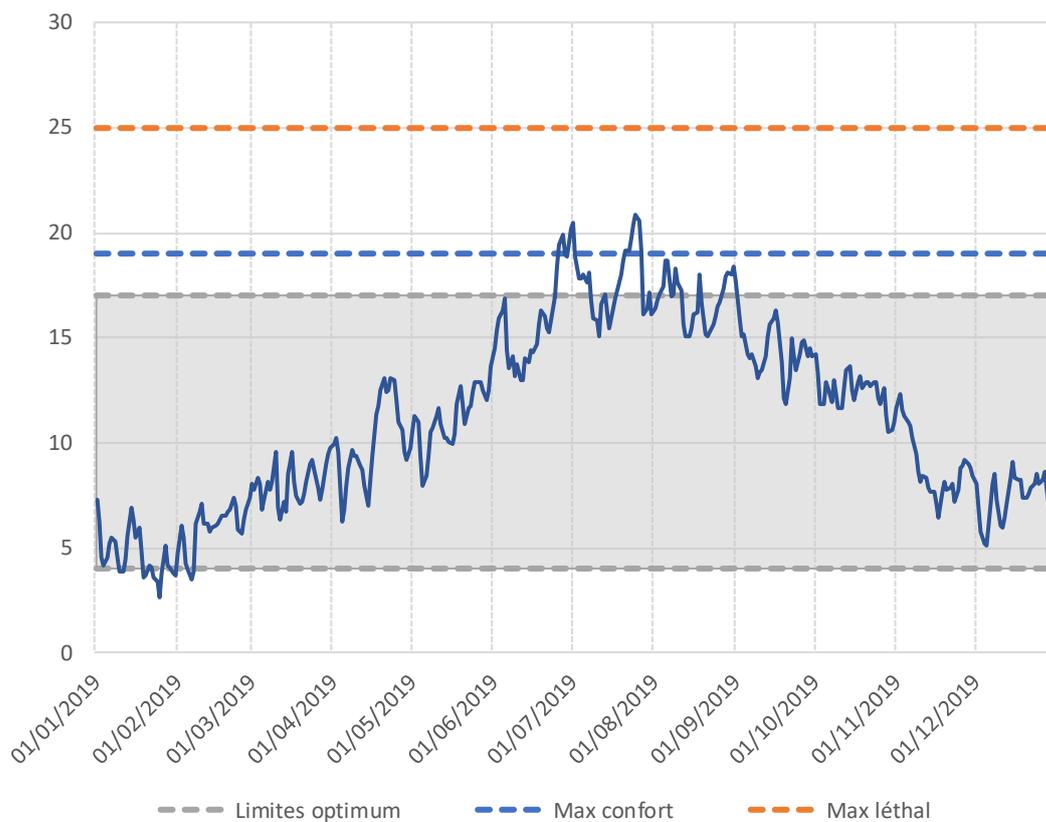


Station	Code	Bassin
Oltingue	i07	III

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
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
			5,7	19,7	14,0	



III - Filslis - i08



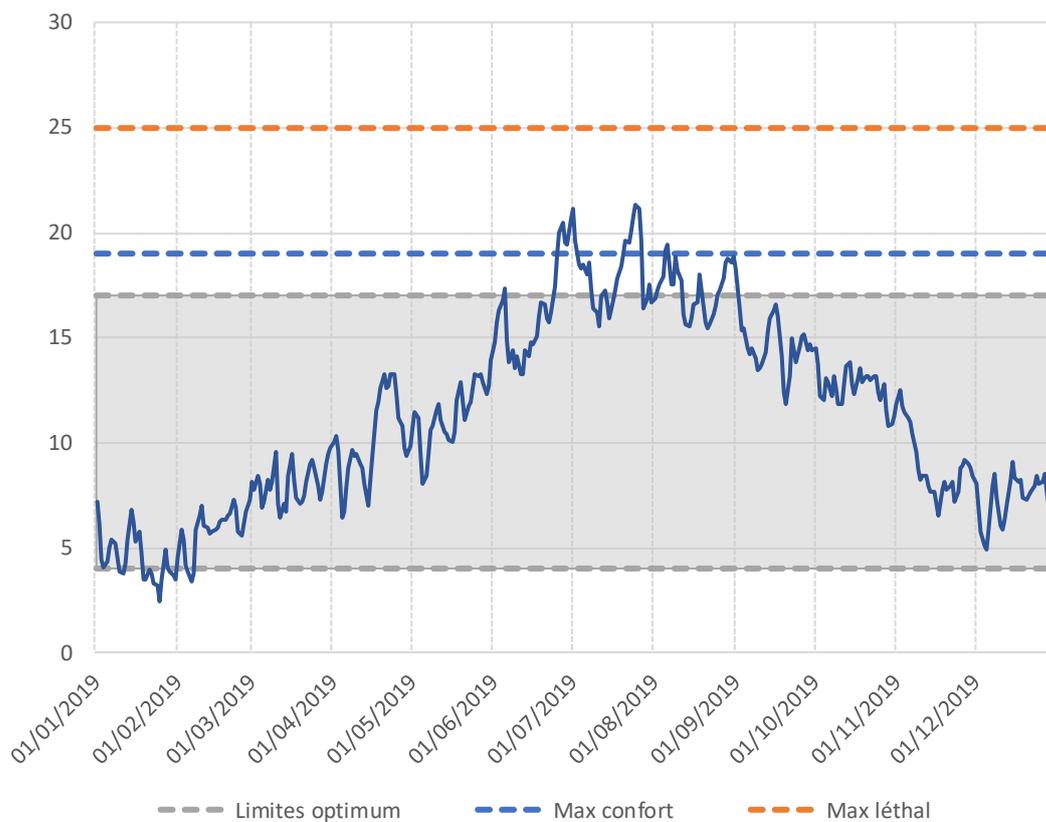
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Filslis	i08	III

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	13	312	29	11	0	2,1
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,0	25/01/2019	25/07/2019	2,7	20,9	18,2	18,1



III - Werentzhouse - i09



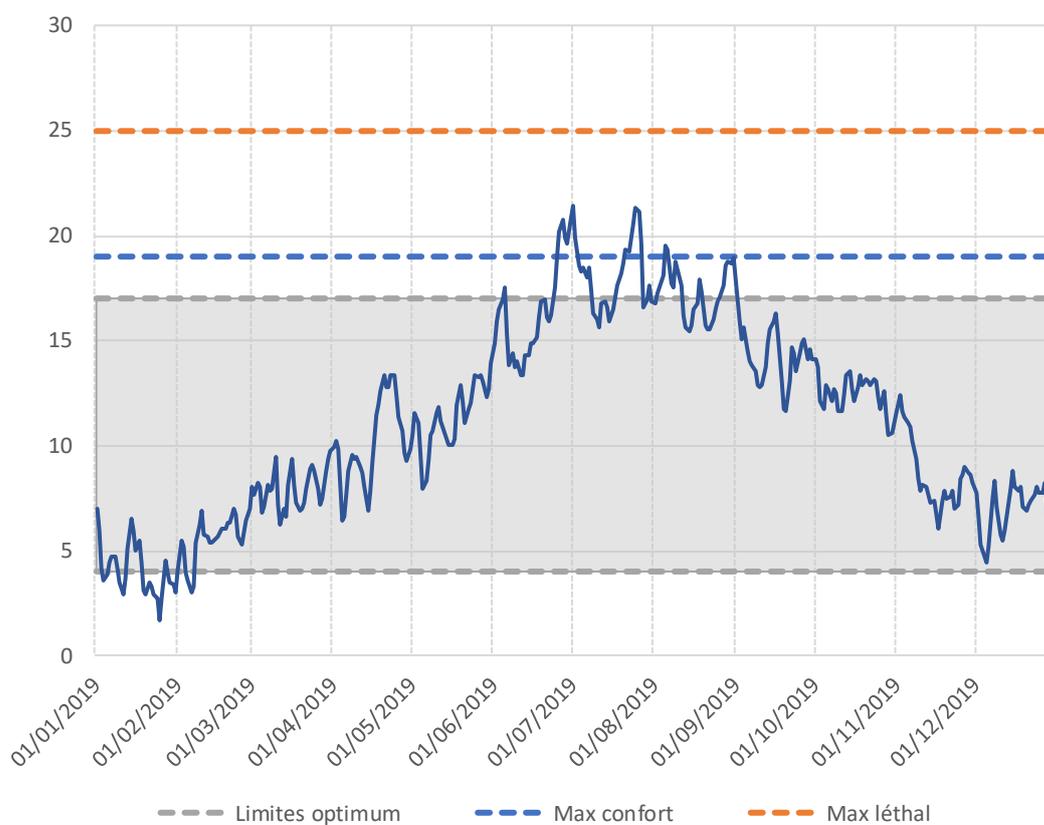
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Werentzhouse	i09	III

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	300	33	16	0	1,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,3	25/01/2019	26/07/2019	2,4	21,3	18,9	18,6



III - Durmenach - i10



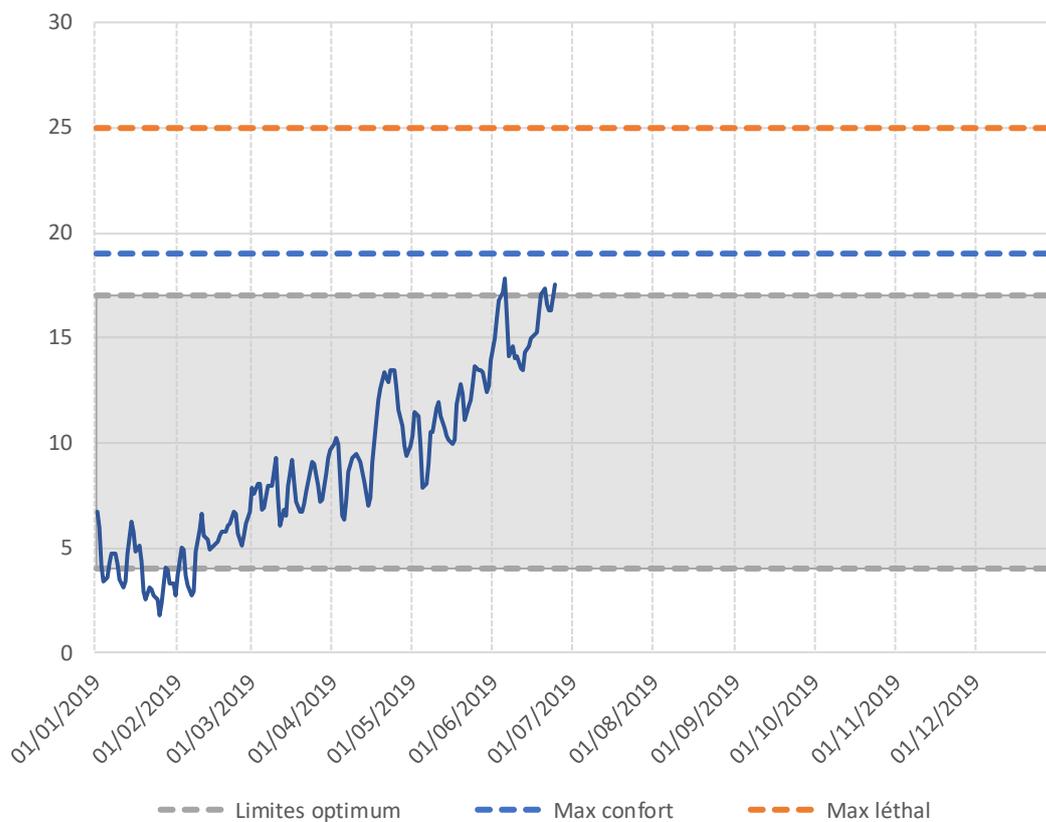
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Durmenach	i10	III

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	21	297	31	16	0	1,3
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,1	25/01/2019	25/07/2019	1,7	21,4	19,7	18,4



III - Waldighoffen - i12



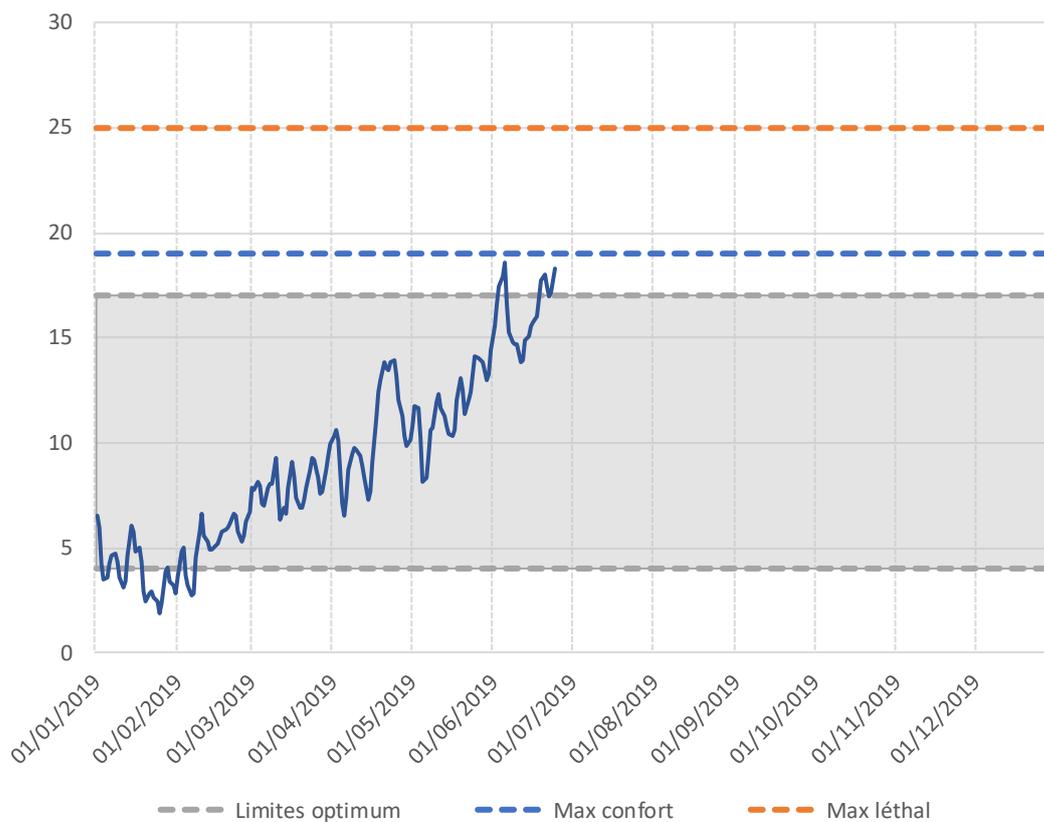
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Waldighoffen	i12	III

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
						1,4
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
18,6	25/01/2019	05/06/2019	1,8	17,8	16,0	17,6



III - Henflingen - i14

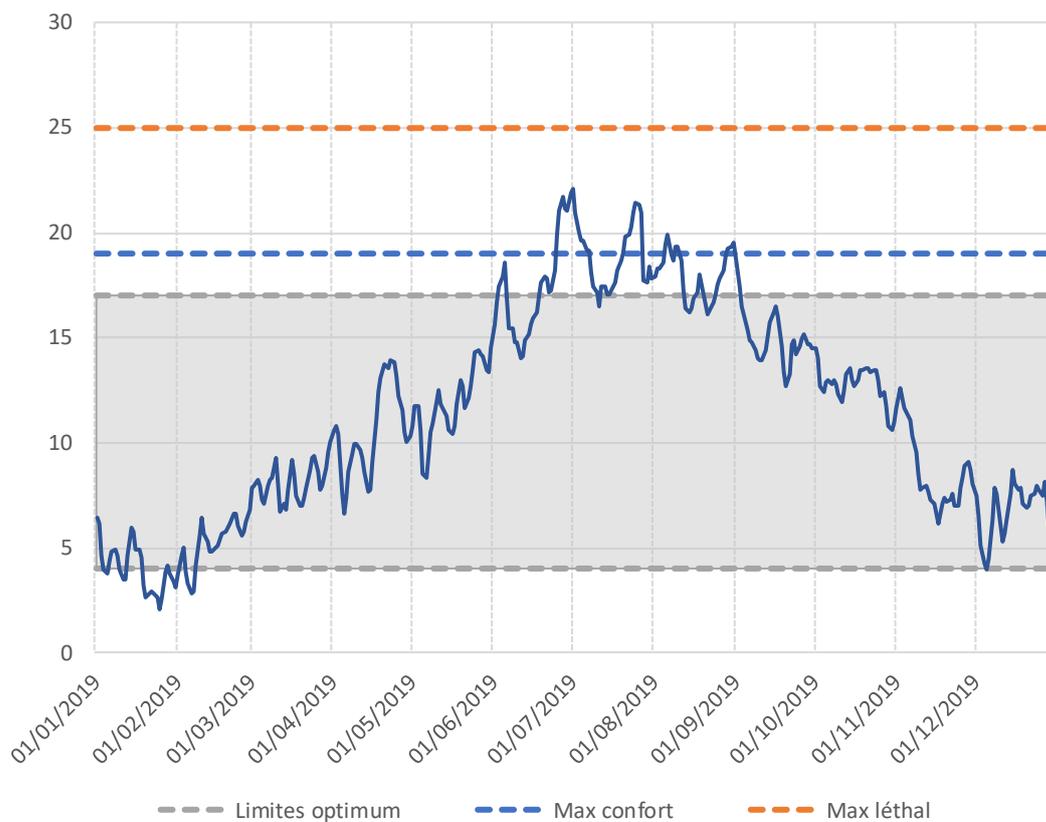


Station	Code	Bassin
Henflingen	i14	III

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
						1,4
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,9	25/01/2019	24/06/2019	1,9	18,6	16,7	18,3



III - Hirsingue - i15



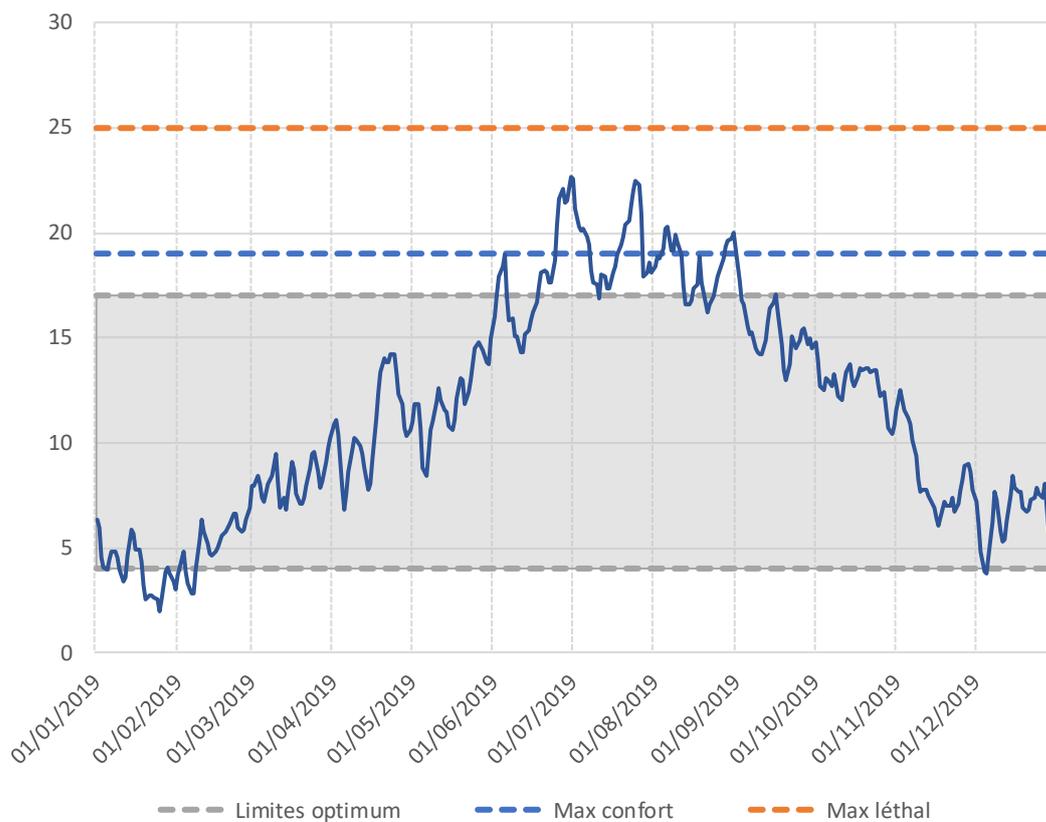
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Hirsingue	i15	III

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	23	272	42	28	0	1,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,9	25/01/2019	01/07/2019	2,1	22,1	20,0	19,3



III - Altkirch - i16

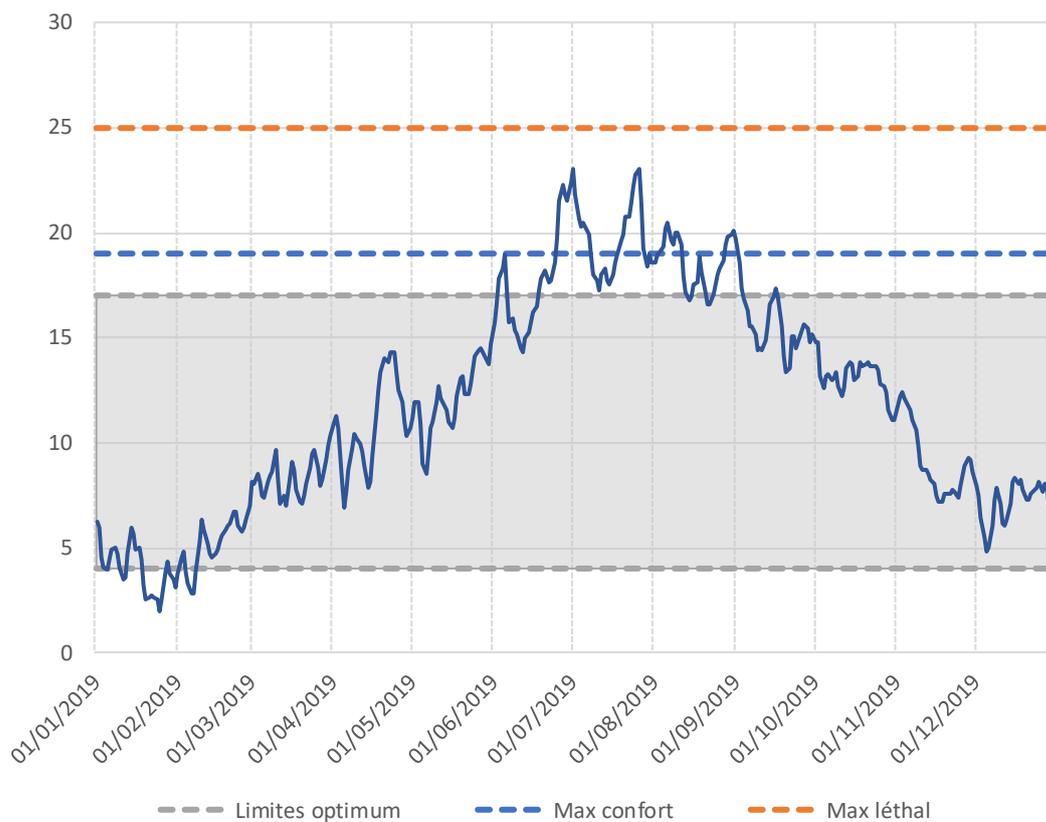


Station	Code	Bassin
Altkirch	i16	III

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	24	266	41	34	0	1,5
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,2	25/01/2019	01/07/2019	2,0	22,6	20,6	19,9



III - Tagolsheim - i17

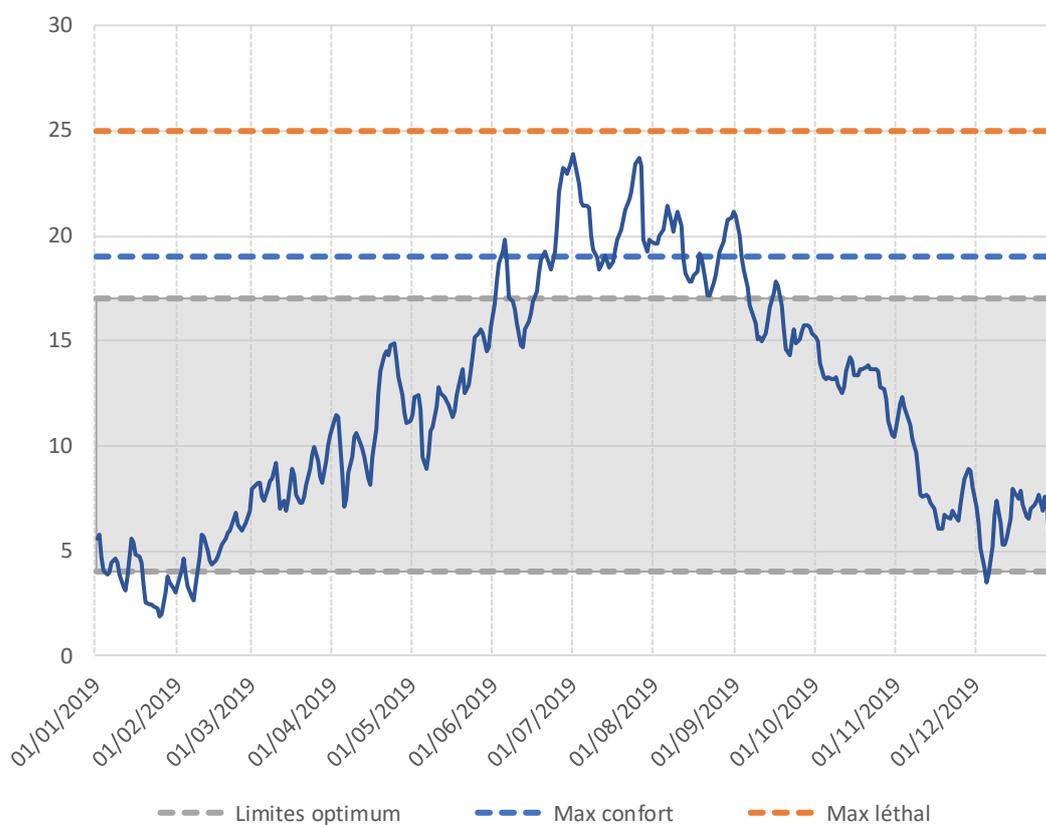


Station	Code	Bassin
Tagolsheim	i17	III

Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours 0 < T < 4°C	Nombre de jours 4 < T < 17°C	Nombre de jours 17 < T < 19°C	Nombre de jours 19 < T < 25°C	Nombre de jours T > 25 °C	Tmin inst
365	20	266	42	37	0	1,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,5	25/01/2019	26/07/2019	2,0	23,1	21,0	20,1



III - Froeningen - i18



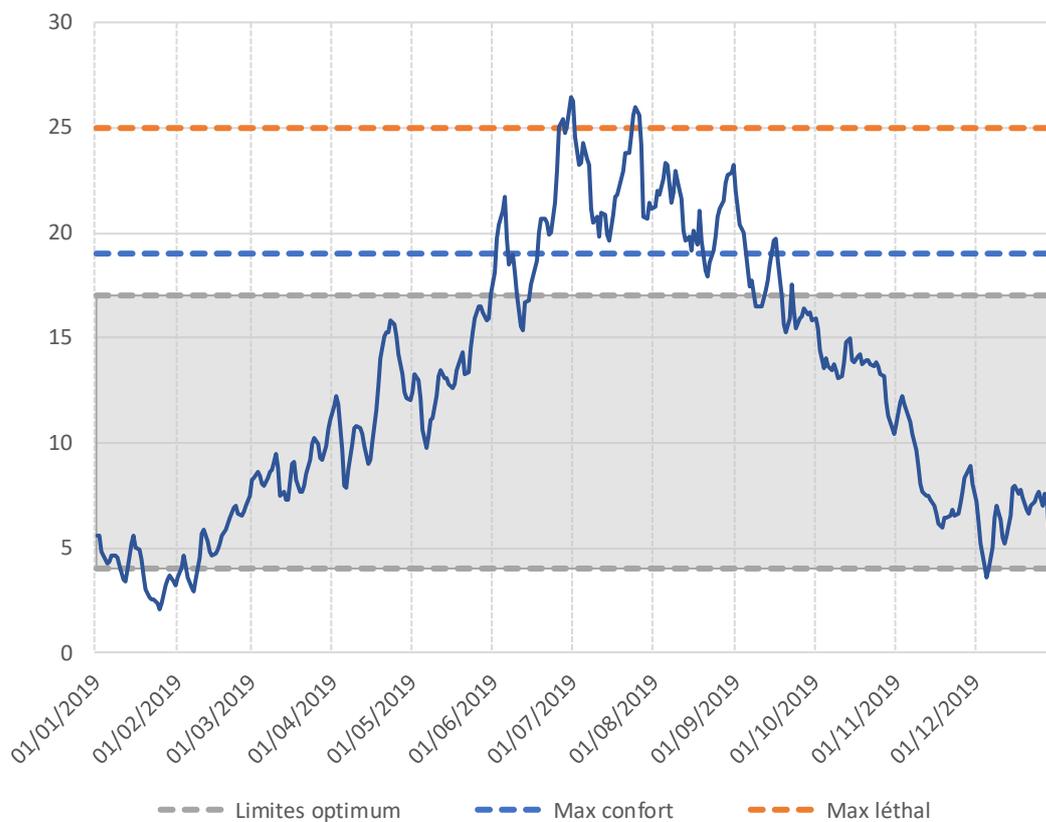
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Froeningen	i18	III

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	248	34	56	0	1,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,8	25/01/2019	01/07/2019	1,9	23,9	22,0	21,1



III - Mulhouse - i19



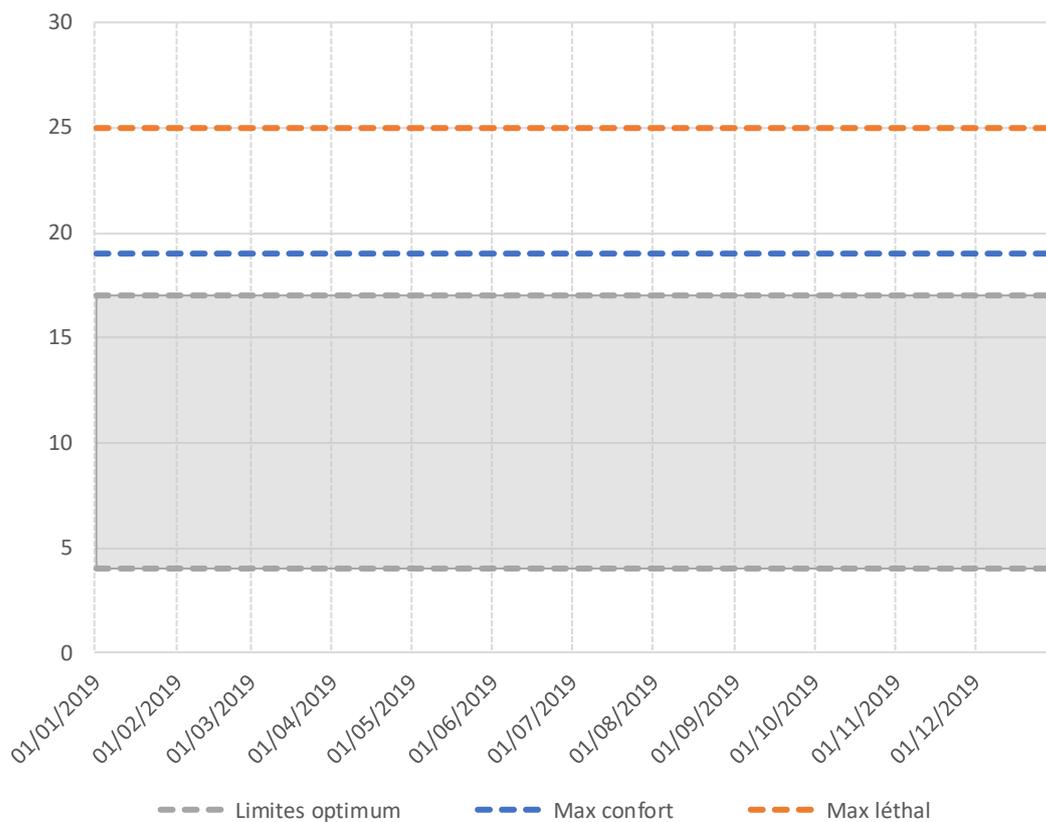
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Mulhouse	i19	III

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	22	240	20	76	7	1,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
28,4	25/01/2019	01/07/2019	2,1	26,5	24,4	23,1



III - Didenheim - i20

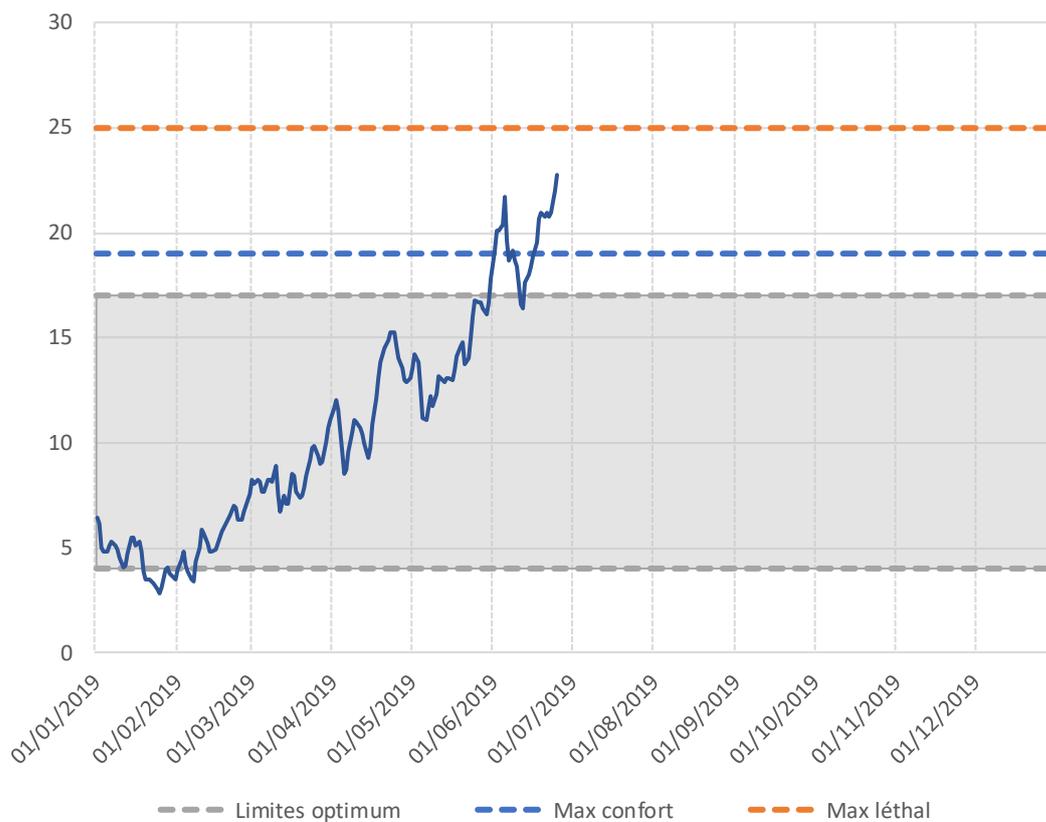


Station	Code	Bassin
Didenheim	i20	III

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
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
			0,0	0,0	0,0	



III - Ensisheim - i21



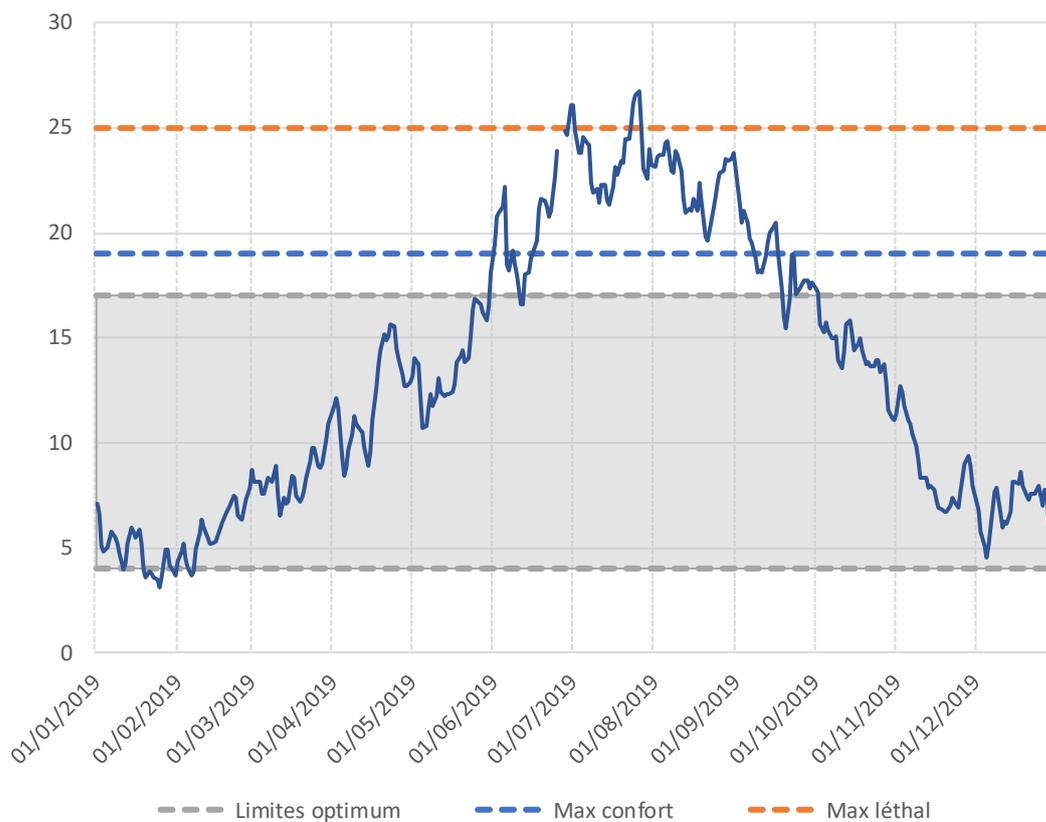
— — Limites optimum - - - - Max confort - - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Ensisheim	i21	III

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
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
			2,8	22,8	20,0	22,8



III - Meyenheim - i22

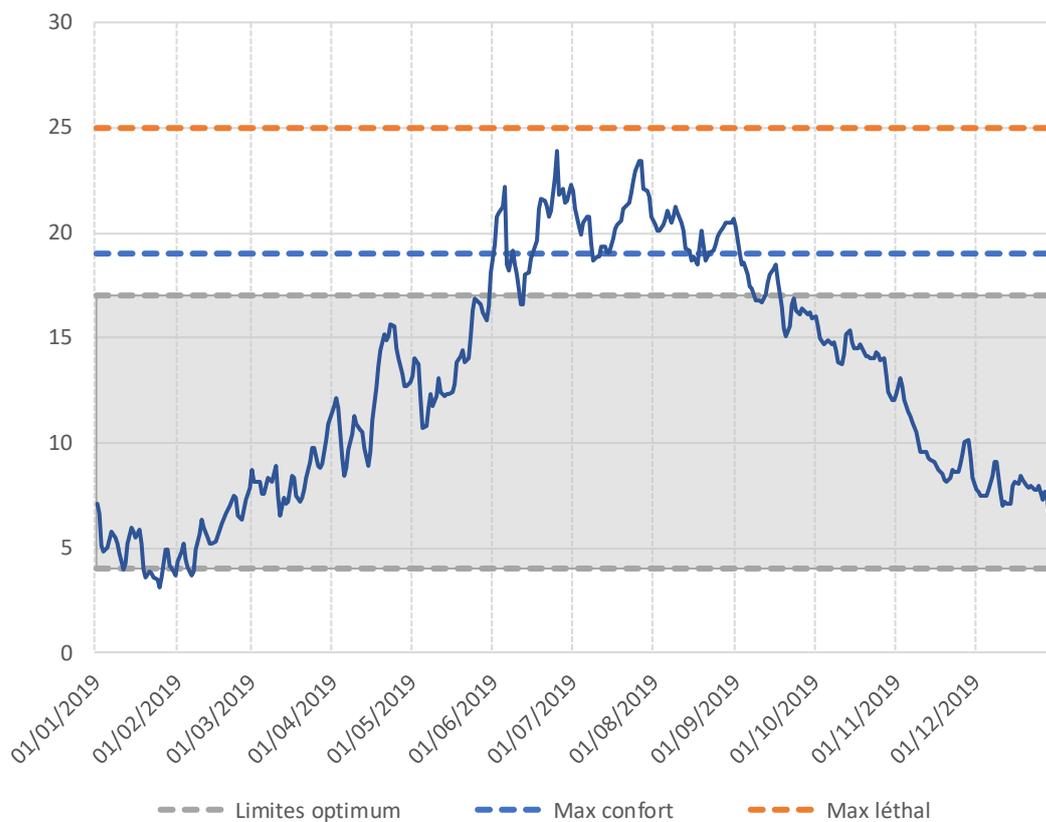


Station	Code	Bassin
Meyenheim	i22	III

Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours 0 < T < 4°C	Nombre de jours 4 < T < 17°C	Nombre de jours 17 < T < 19°C	Nombre de jours 19 < T < 25°C	Nombre de jours T > 25 °C	Tmin inst
363	12	233	25	86	7	2,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
29,2	25/01/2019	25/07/2019	3,1	26,8	23,7	23,9



III - Ladhof - i24



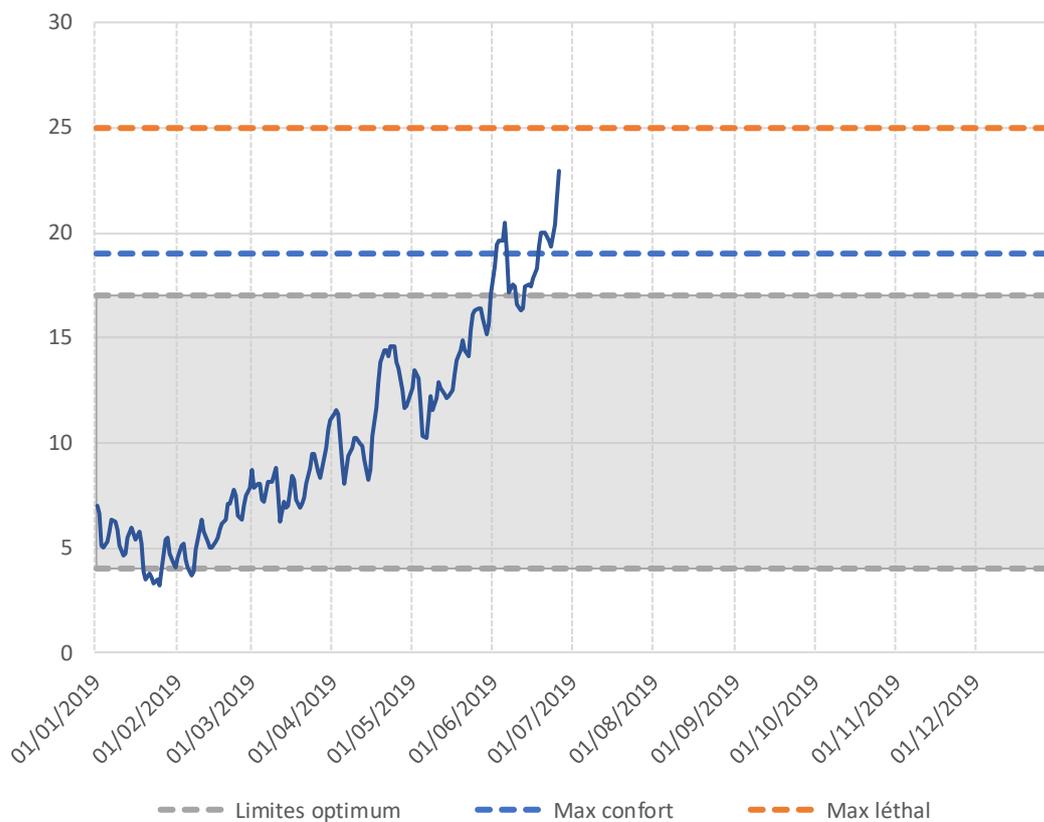
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Ladhof	i24	III

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	249	27	77	0	2,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26,2	25/01/2019	25/06/2019	3,1	23,9	20,8	21,0



III - Guémar - i25

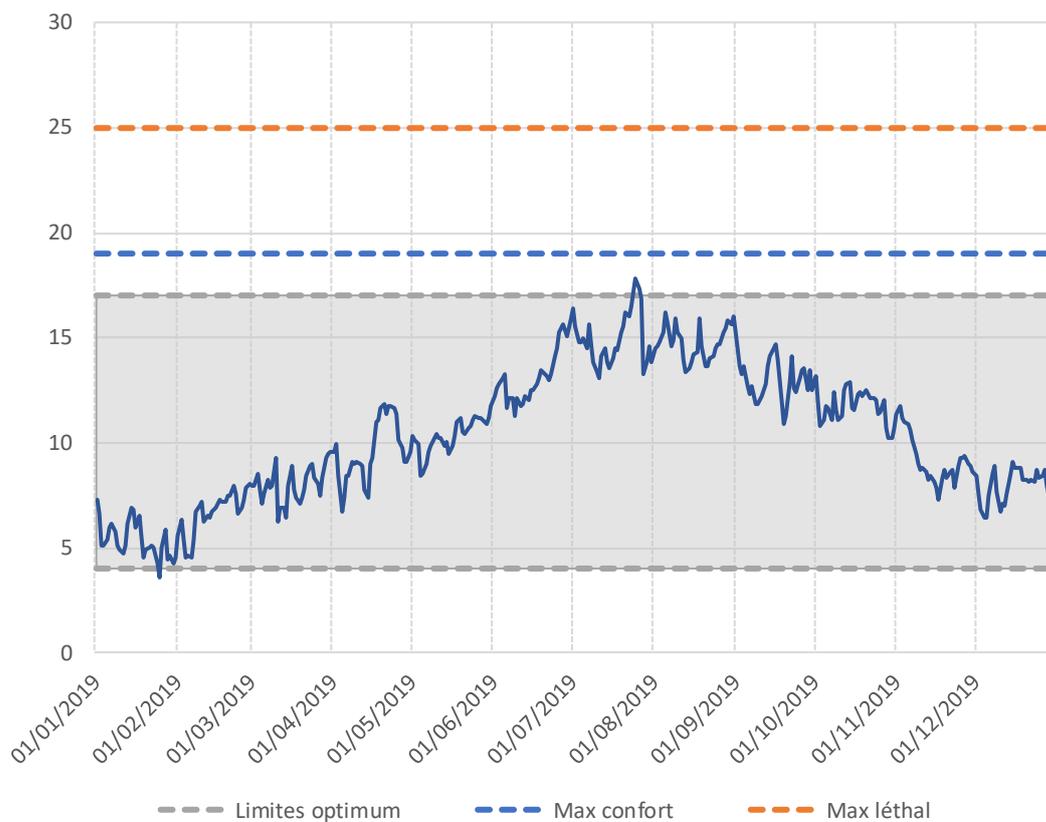


Station	Code	Bassin
Guémar	i25	III

Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours 0 < T < 4°C	Nombre de jours 4 < T < 17°C	Nombre de jours 17 < T < 19°C	Nombre de jours 19 < T < 25°C	Nombre de jours T > 25 °C	Tmin inst
						2,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,4	25/01/2019	26/06/2019	3,2	23,0	19,7	23,0



Largue - Levoncourt - LG01



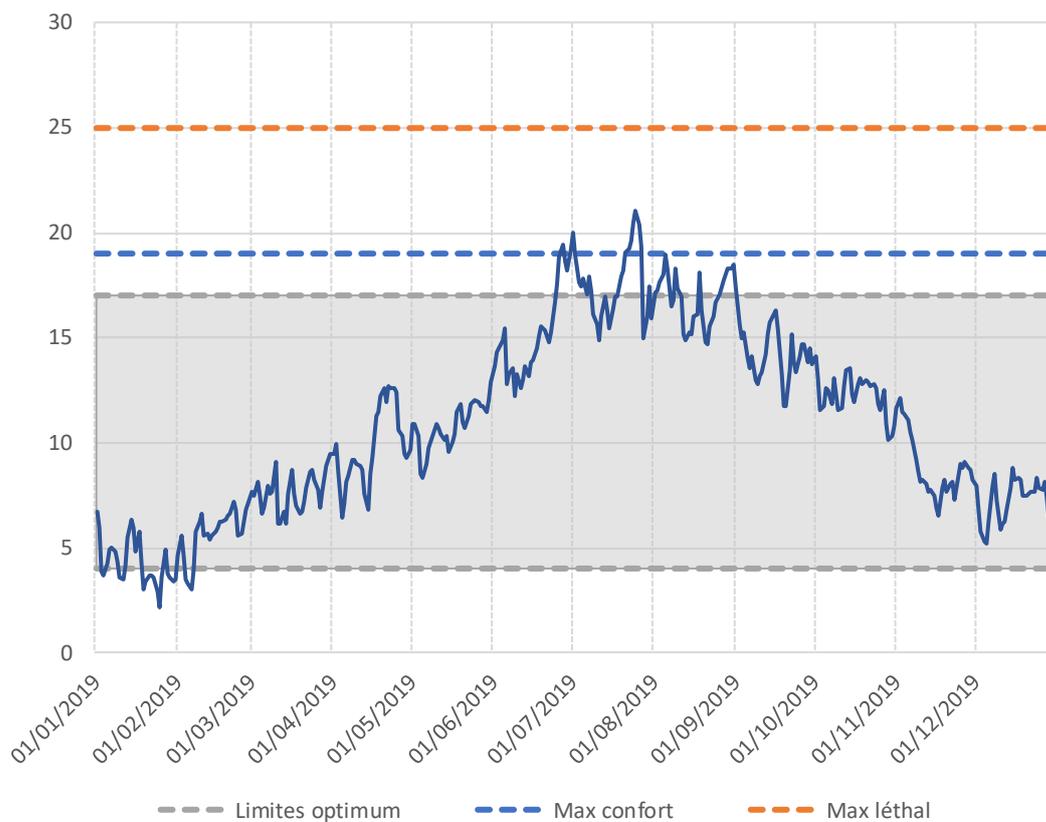
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Levoncourt	LG01	Largue

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	361	3	0	0	2,73
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,47	25/01/2019	25/07/2019	3,61833333	17,78325	14,1649167	15,2008778



Largue - Courtavon - LG02



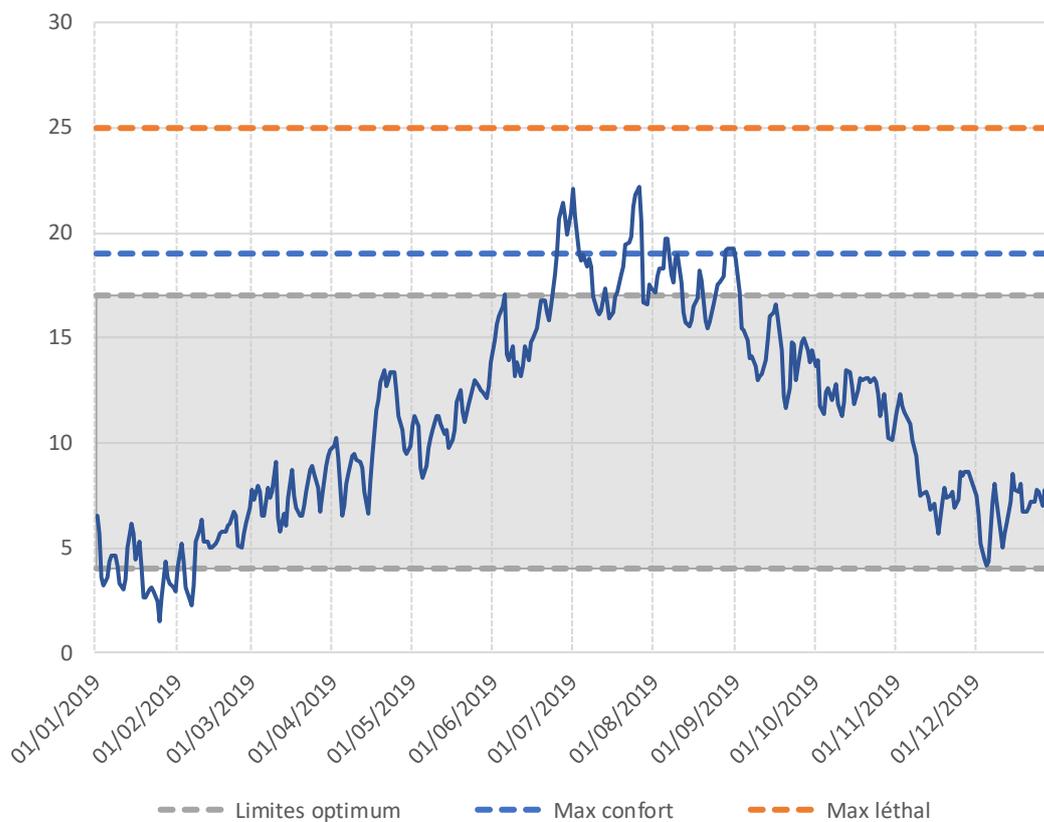
--- Limites optimum
 --- Max confort
 --- Max léthal

Station	Code	Bassin
Courtavon	LG02	Largue

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	304	31	10	0	1,22
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,91	25/01/2019	25/07/2019	2,139	21,0373333	18,8983333	17,9141111



Largue - Plan Eau Courtavon - LG03

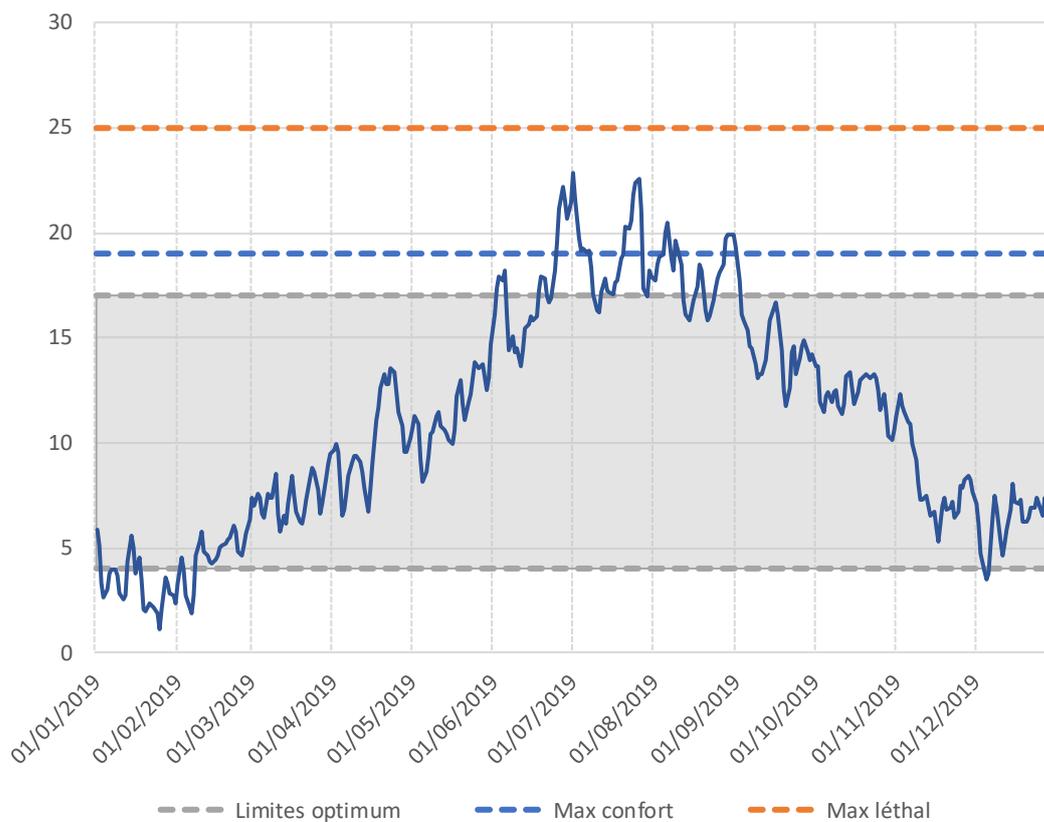


Station	Code	Bassin
Plan Eau Courtavon	LG03	Largue

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	22	290	31	22	0	0,89
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,35	25/01/2019	27/06/2019	1,50108333	22,1585	20,6574167	18,8235361



Largue - Pfetterhouse - LG04



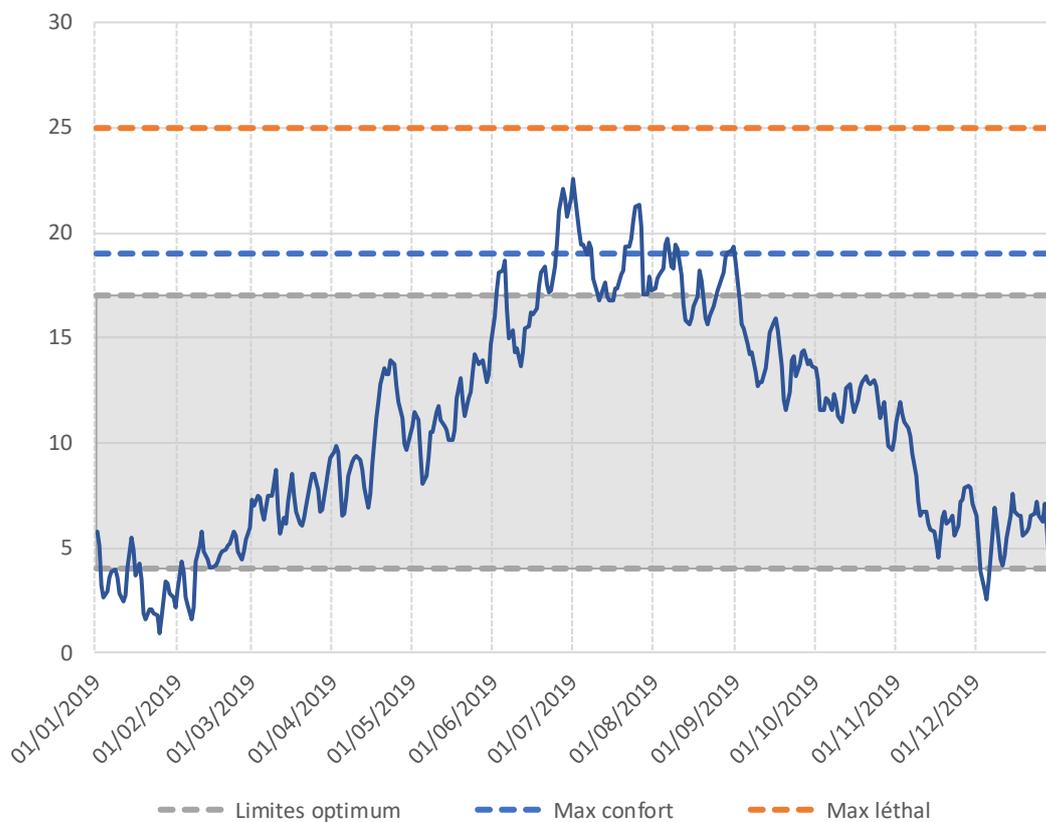
— Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Pfetterhouse	LG04	Largue

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	32	267	37	29	0	0,56
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,16	25/01/2019	01/07/2019	1,09291667	22,8455833	21,7526667	19,4012722



Largue - Mooslargue - LG05



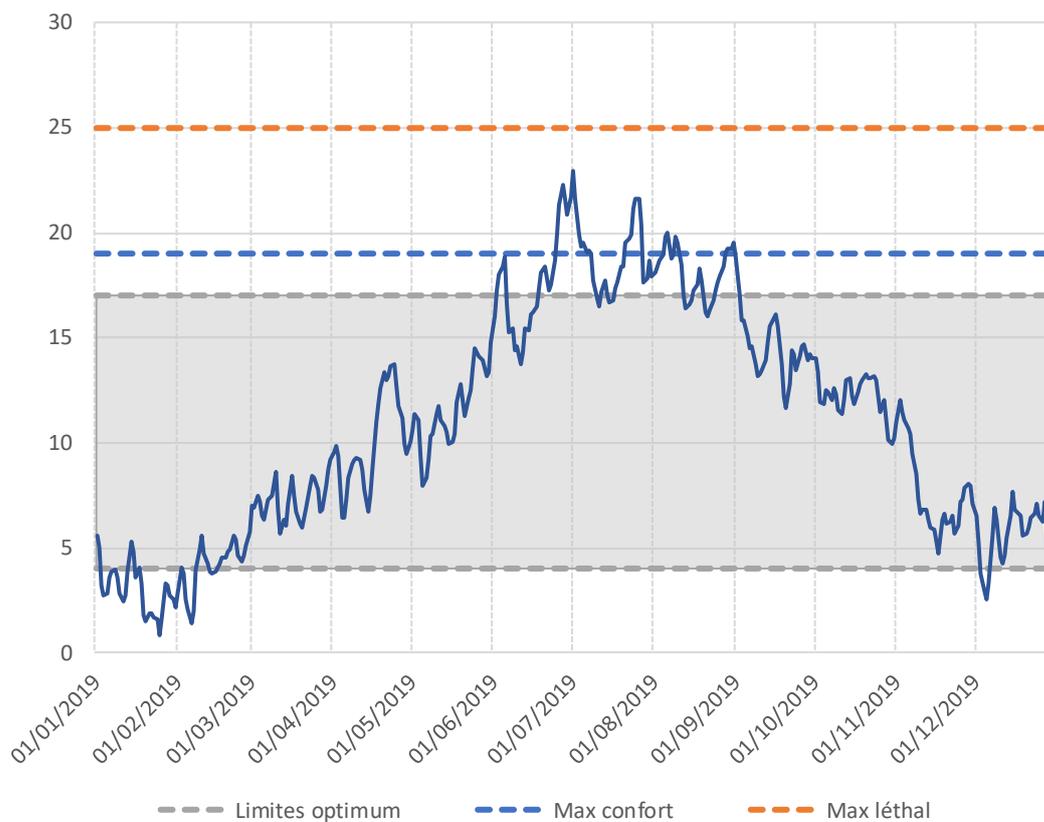
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Mooslargue	LG05	Largue

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	35	265	38	27	0	0,45
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,97	25/01/2019	01/07/2019	0,92916667	22,59025	21,6610833	19,2183778



Largue - Amont Seppois le Haut - LG06



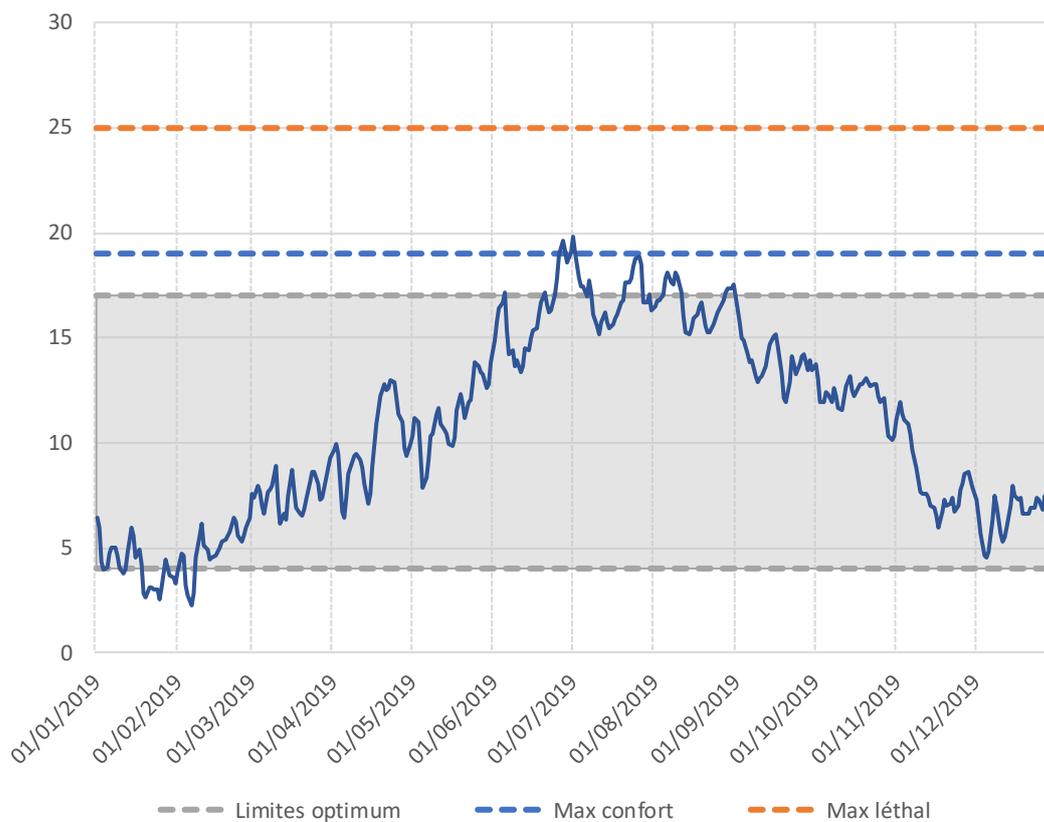
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Amont Seppois le Haut	LG06	Largue

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	41	254	42	28	0	0,34
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,87	25/01/2019	01/07/2019	0,81941667	22,9806667	22,16125	19,3057528



Largue - Aval Seppois le Haut - LG07

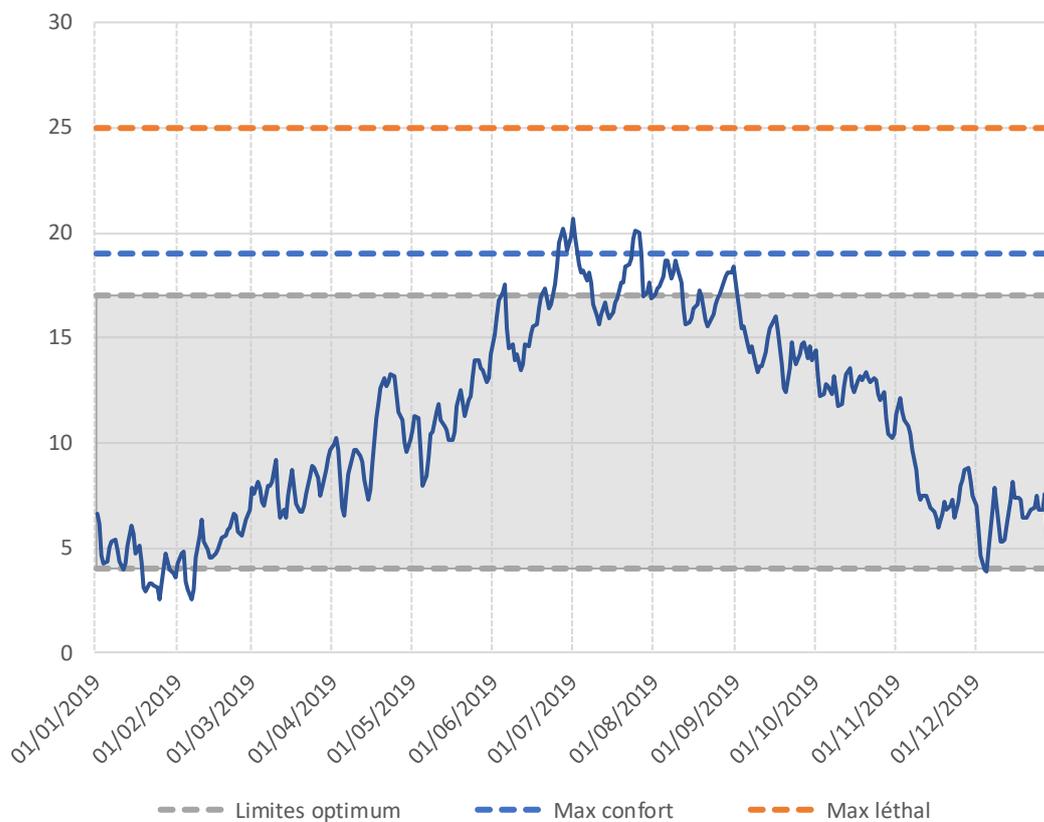


Station	Code	Bassin
Aval Seppois le Haut	LG07	Largue

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	309	32	5	0	1,55
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
20,81	06/02/2019	01/07/2019	2,25666667	19,8055	17,5488333	17,3516417



Largue - Seppois le Bas - LG08



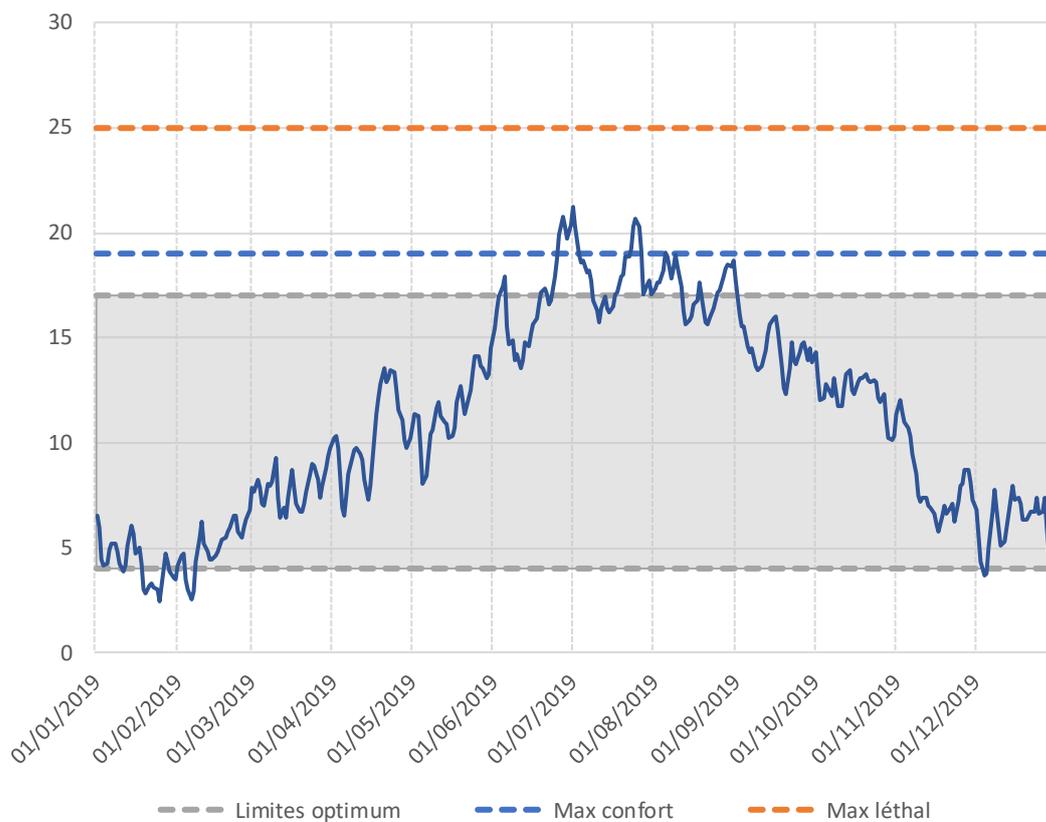
— — Limites optimum — — — — Max confort — — — — Max léthal

Station	Code	Bassin
Seppois le Bas	LG08	Largue

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	17	299	38	11	0	1,76
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,86	06/02/2019	01/07/2019	2,55916667	20,6310833	18,0719167	18,0514583



Largue - Friesen - LG10



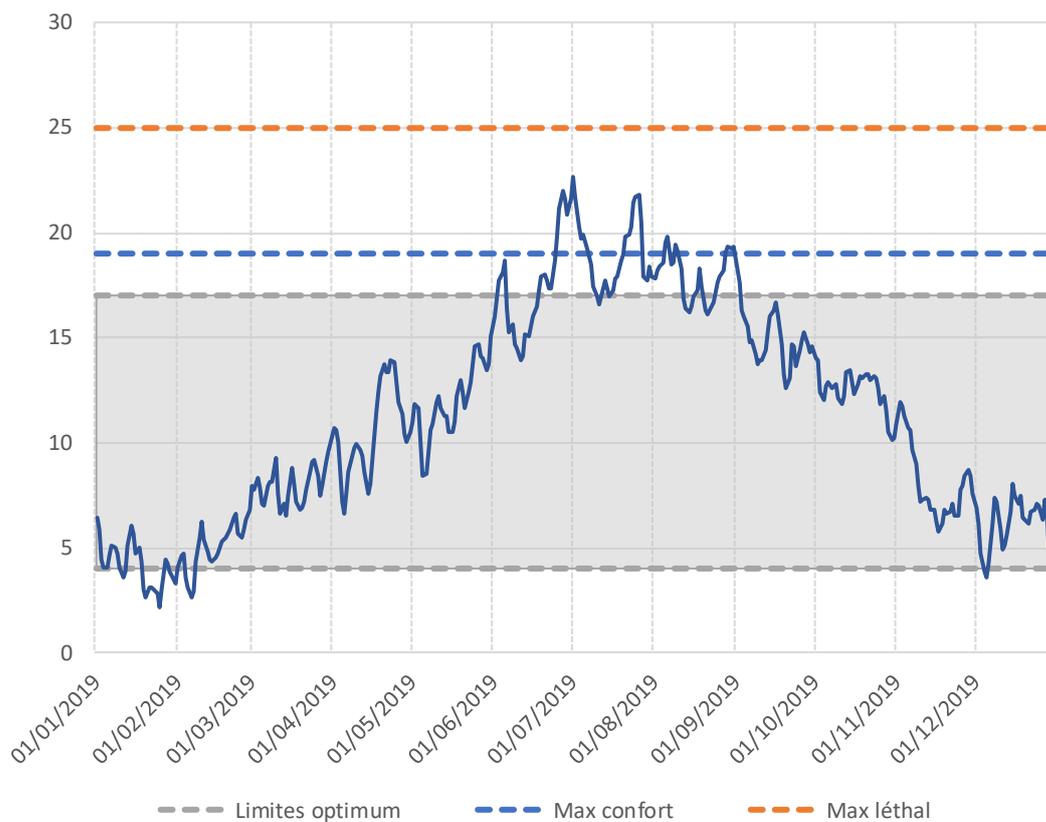
— — Limites optimum — — Max confort — — Max léthal

Station	Code	Bassin
Friesen	LG10	Largue

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	18	292	42	13	0	1,76
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,72	06/02/2019	01/07/2019	2,4355	21,2435833	18,8080833	18,4366833



Largue - Hindlingen - LG11



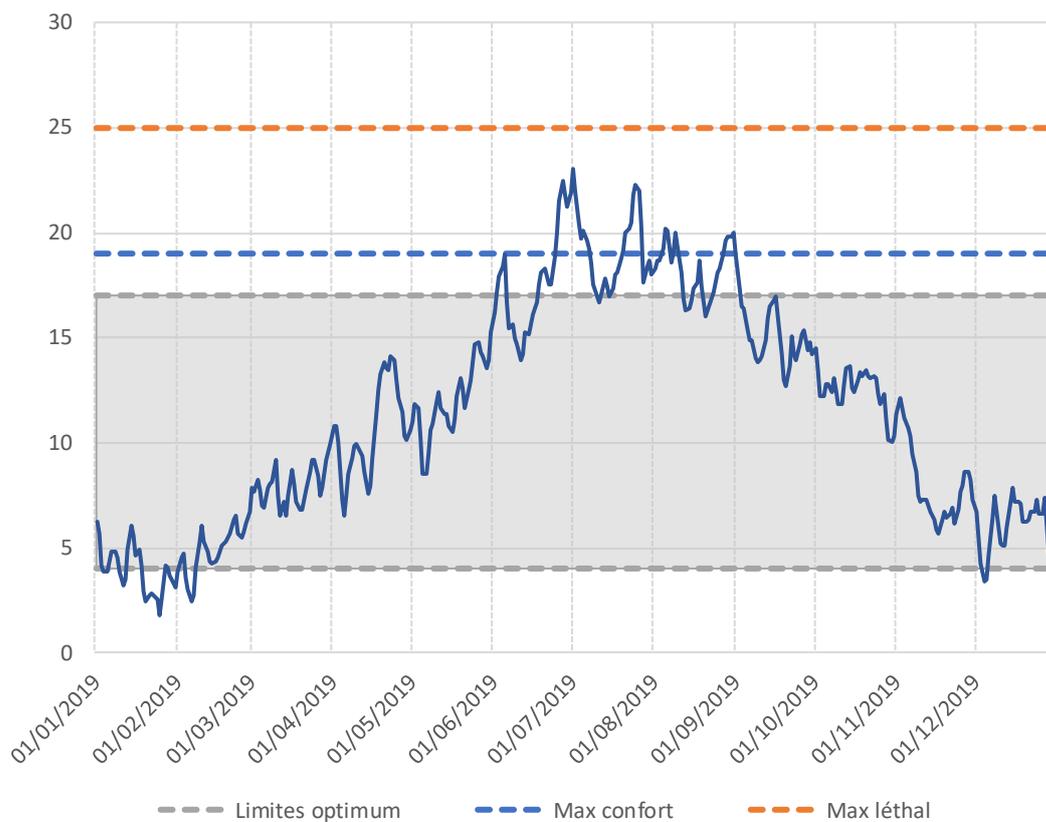
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Hindlingen	LG11	Largue

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	277	42	27	0	1,76
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,06	25/01/2019	01/07/2019	2,19466667	22,6460833	20,4514167	19,4231917



Largue - Amont Altenach - LG12



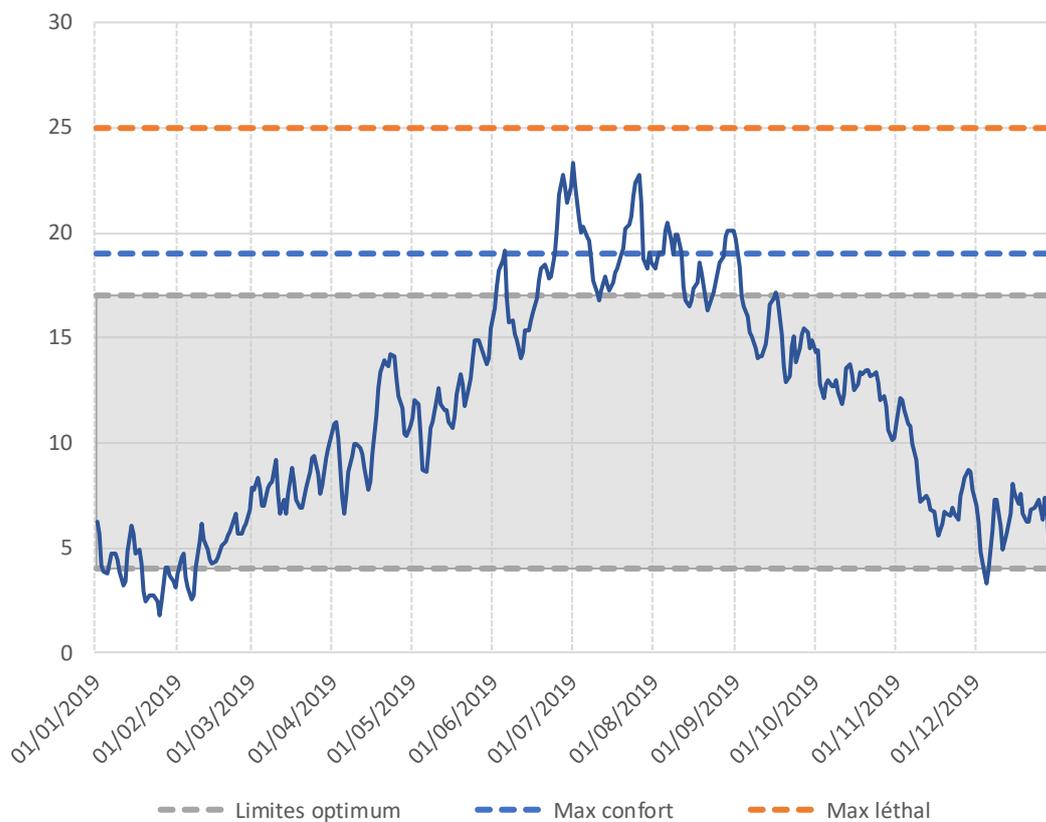
— Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Amont Altenach	LG12	Largue

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	23	270	40	32	0	1,44
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,06	25/01/2019	01/07/2019	1,81775	22,9974167	21,1796667	19,6293194



Largue - Manspach - LG13



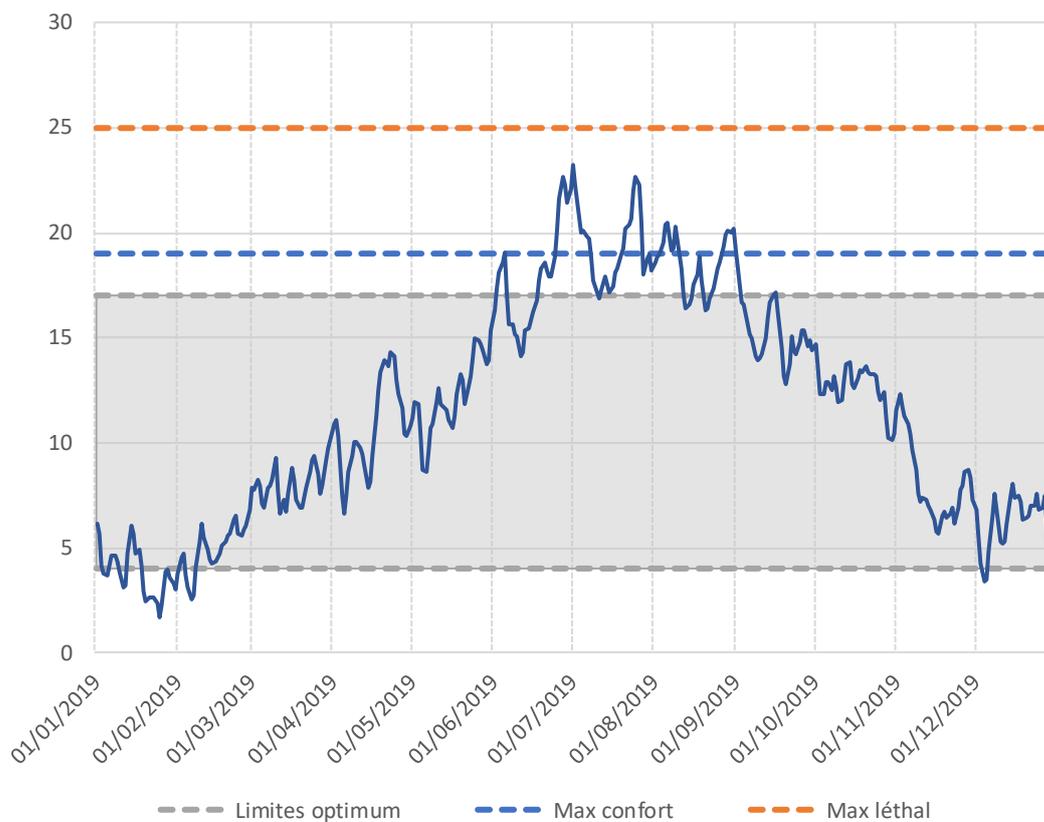
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Manspach	LG13	Largue

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	24	266	38	37	0	1,33
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,26	25/01/2019	01/07/2019	1,76358333	23,309	21,5454167	19,8515611



Largue - Dannemarie - LG14



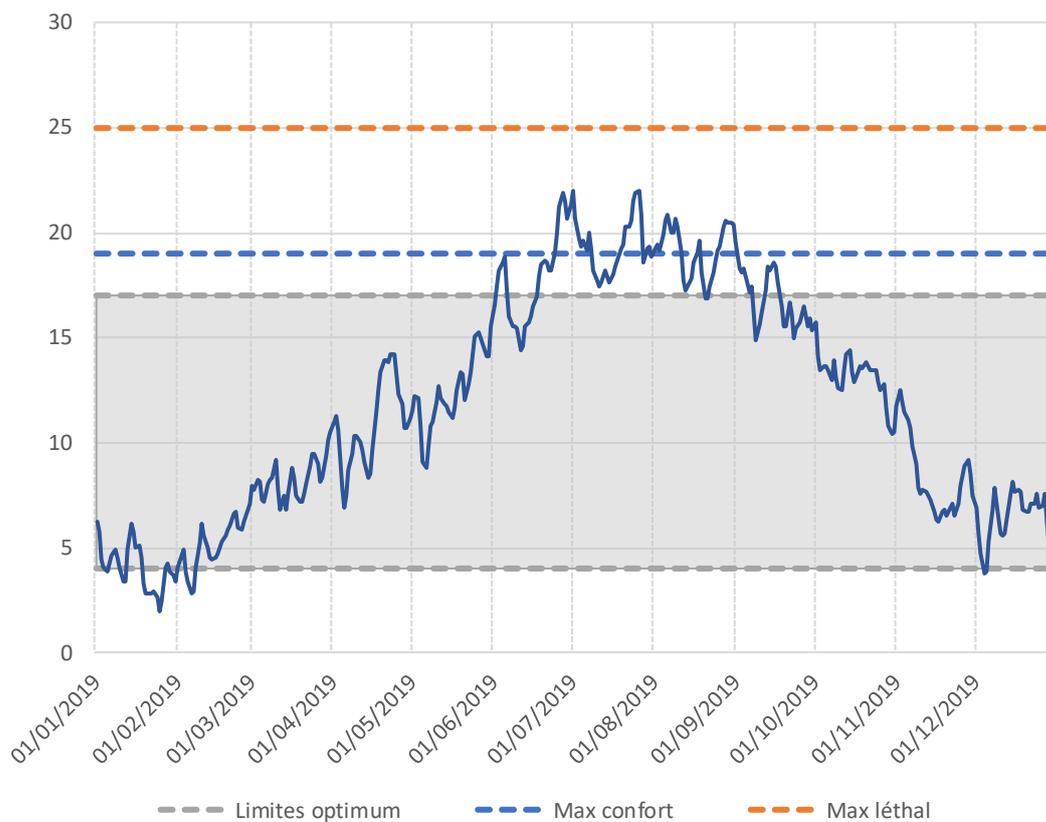
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Dannemarie	LG14	Largue

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	25	263	42	35	0	1,22
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,06	25/01/2019	01/07/2019	1,65541667	23,24475	21,5893333	19,8360528



Largue - Wolfersdorf - LG15



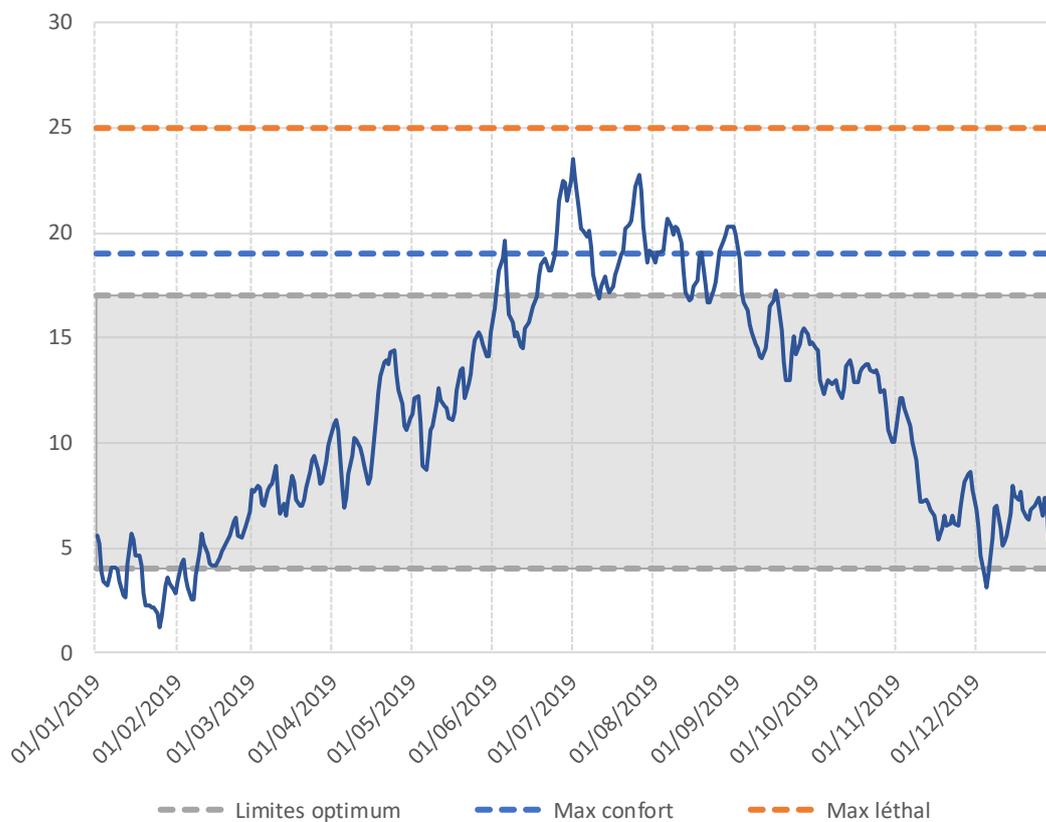
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Wolfersdorf	LG15	Largue

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	254	44	47	0	1,55
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,00	25/01/2019	30/06/2019	2,0245	22,03875	20,01425	19,6799611



Largue - Ueberkummen - LG16



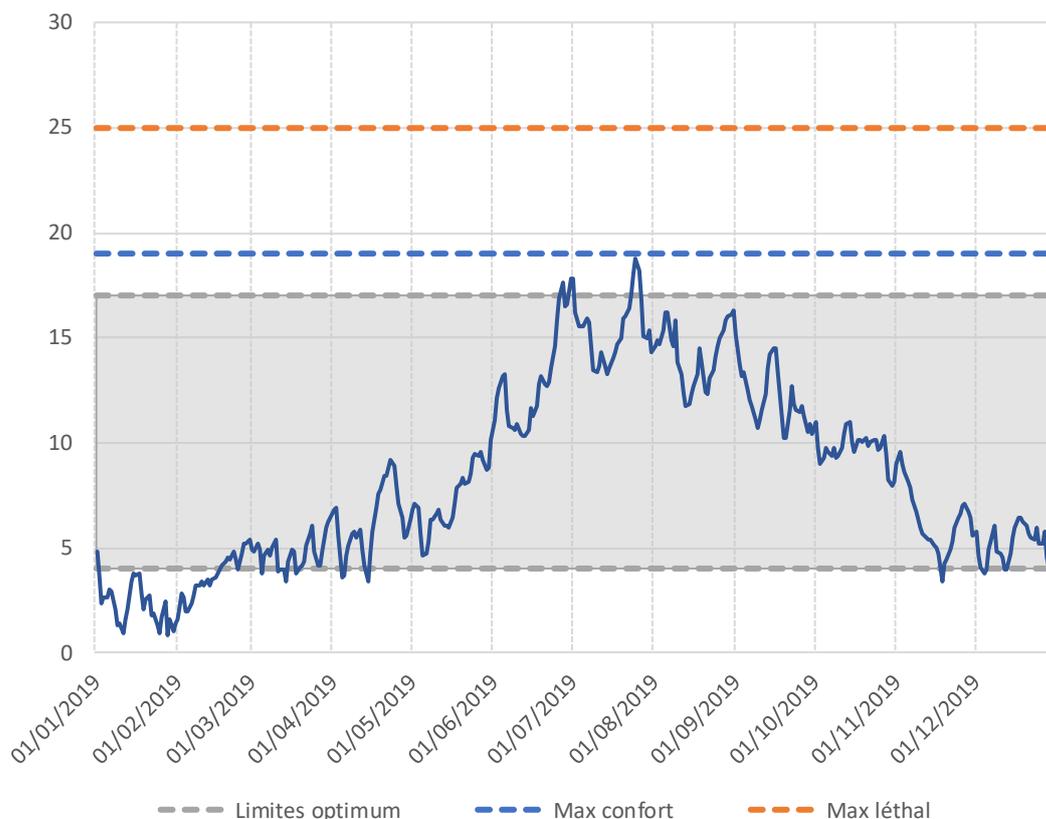
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Ueberkummen	LG16	Largue

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	30	256	34	45	0	1,00
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,13	25/01/2019	30/06/2019	1,25733333	23,4779167	22,2205833	19,8937361



Thur - Wildenstein - T1



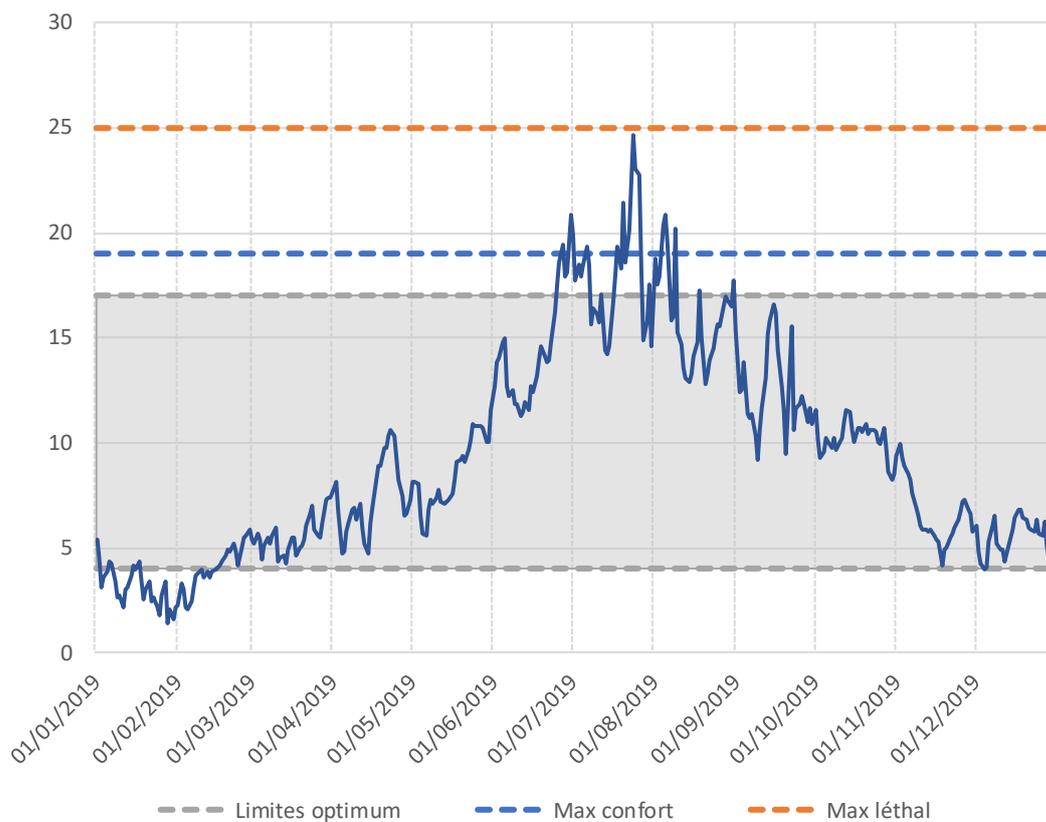
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Wildenstein	T1	Thur

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	60	298	7	0	0	0,3
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
19,8	28/01/2019	25/07/2019	0,9	18,8	17,9	15,6



Thur - Amont LKW - T2



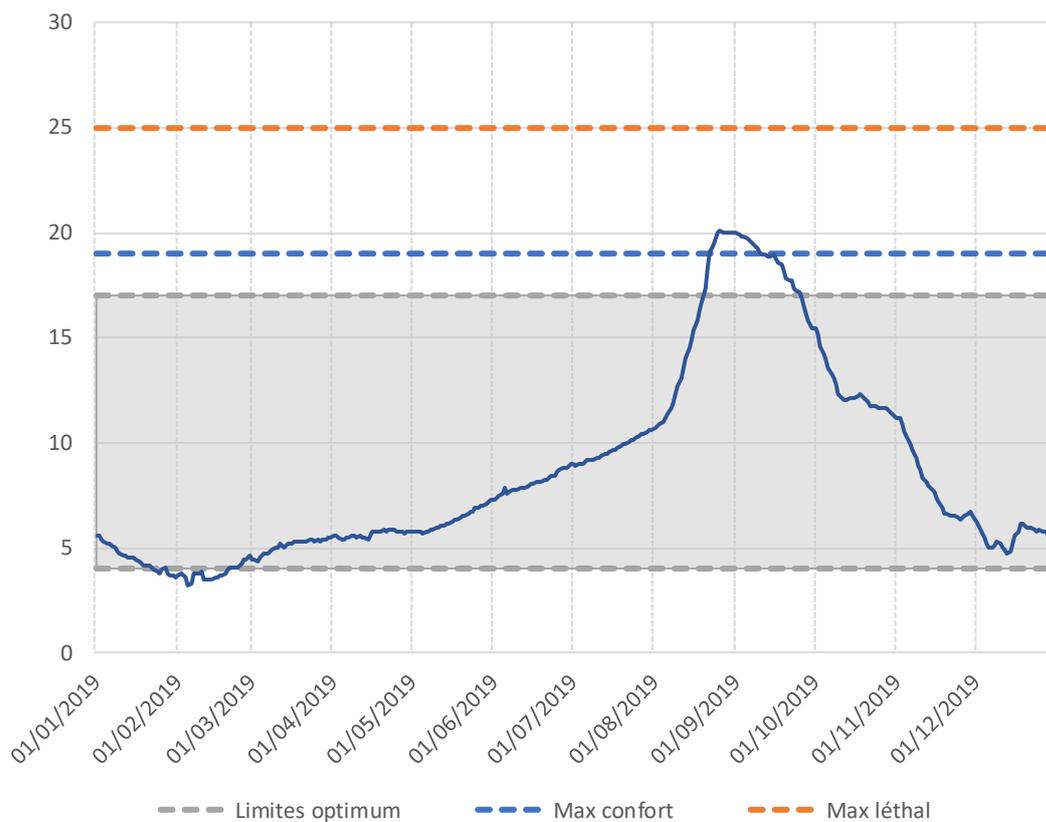
--- Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Amont LKW	T2	Thur

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	39	291	20	14	1	0,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
34,2	30/01/2019	25/07/2019	1,4	26,5	25,1	18,7



Thur - Aval Lac Kruth - T3

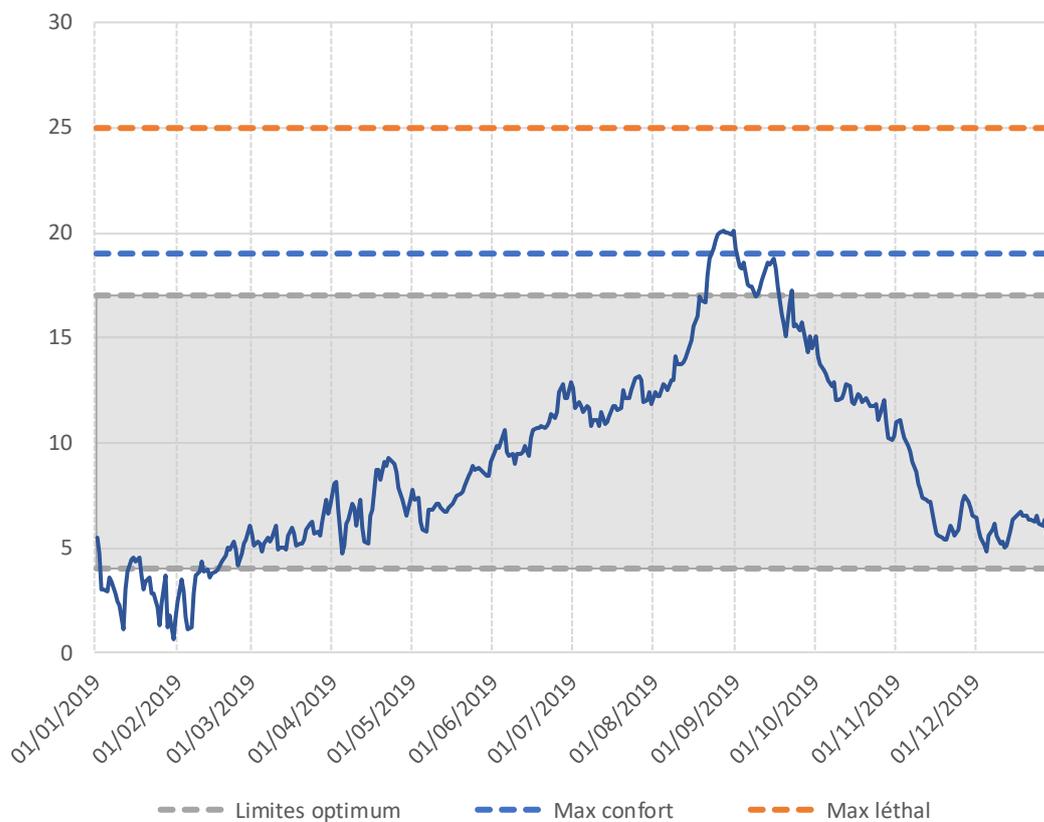


Station	Code	Bassin
Aval Lac Kruth	T3	Thur

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	28	300	17	20	0	2,5
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
20,2	28/01/2019	30/08/2019	3,2	20,1	16,9	19,4



Thur - Kruth - T4



— Limites optimum - - - Max confort - - - Max léthal

Station	Code	Bassin
Kruth	T4	Thur

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	40	296	19	10	0	0,0
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,3	05/02/2019	30/08/2019	0,7	20,1	19,5	18,5



Thur - Fellingering - T6



— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Fellingering	T6	Thur

Nombre de jours enregistrés	Nombre de jours 0 < T < 4°C	Nombre de jours 4 < T < 17°C	Nombre de jours 17 < T < 19°C	Nombre de jours 19 < T < 25°C	Nombre de jours T > 25 °C	Tmin inst
365	12	333	12	8	0	2,5
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,0	06/02/2019	30/08/2019	3,1	19,4	16,4	17,6



Thur - H.-Wesserling - T7

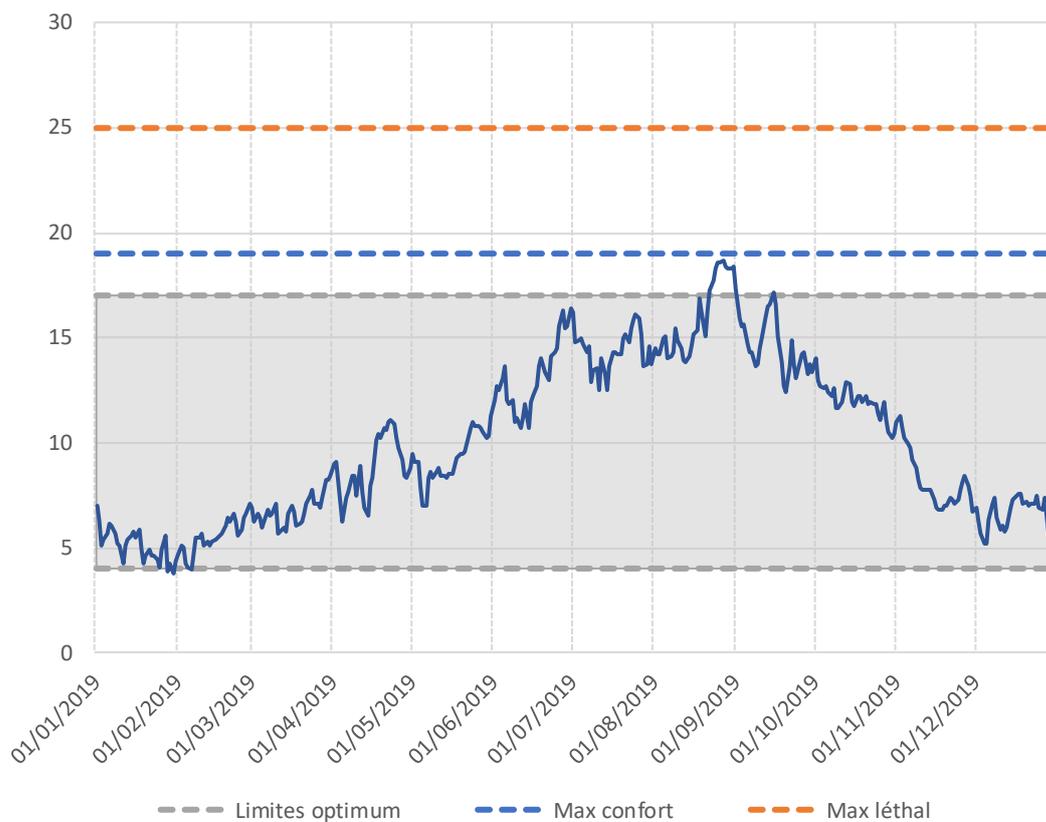


Station	Code	Bassin
H.-Wesserling	T7	Thur

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	339	9	7	0	2,5
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,5	06/02/2019	30/08/2019	3,3	19,4	16,1	17,2



Thur - St-Amarin - T8



— — Limites optimum — — — — Max confort — — — — Max léthal

Station	Code	Bassin
St-Amarin	T8	Thur

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	350	12	0	0	2,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
20,6	06/02/2019	26/08/2019	3,8	18,7	14,9	16,5



Thur - Moosch - T9

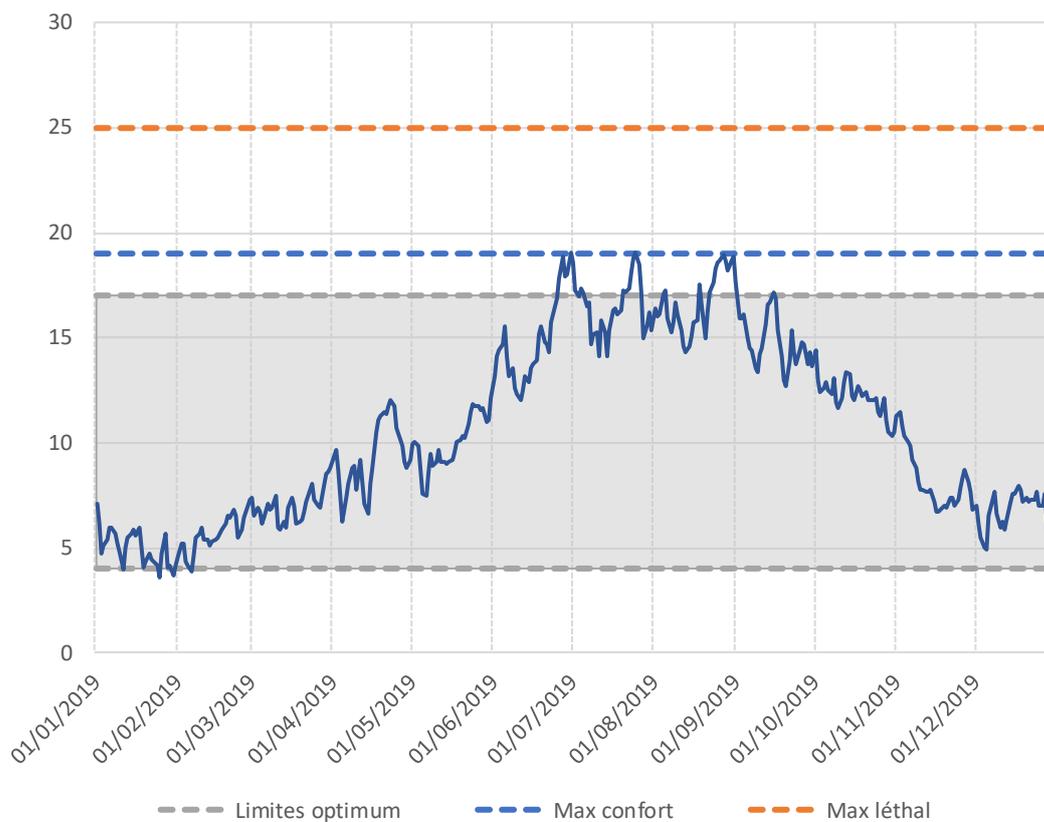


Station	Code	Bassin
Moosch	T9	Thur

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	343	20	0	0	3,2
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
23,3	25/01/2019	21/09/2019	3,9	18,7	14,8	16,4



Thur - Bitschwiller - T11

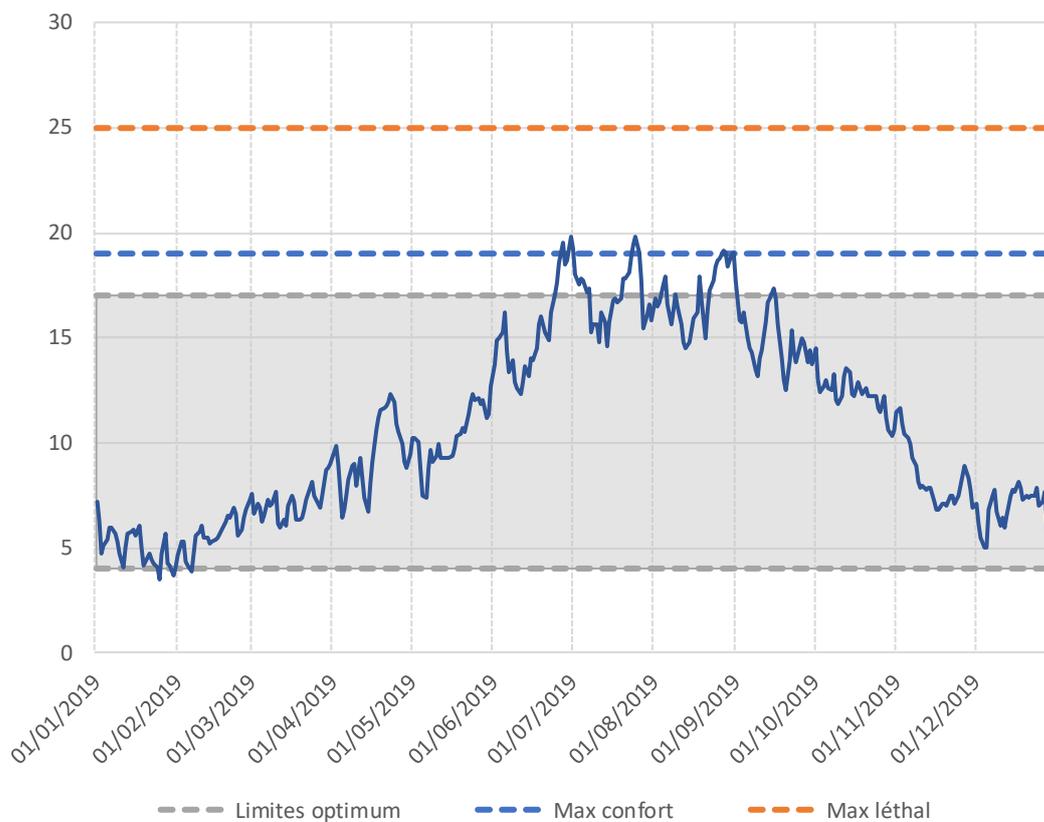


Station	Code	Bassin
Bitschwiller	T11	Thur

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	330	30	2	0	2,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,2	25/01/2019	25/07/2019	3,6	19,1	15,5	16,9



Thur - Thann - T12



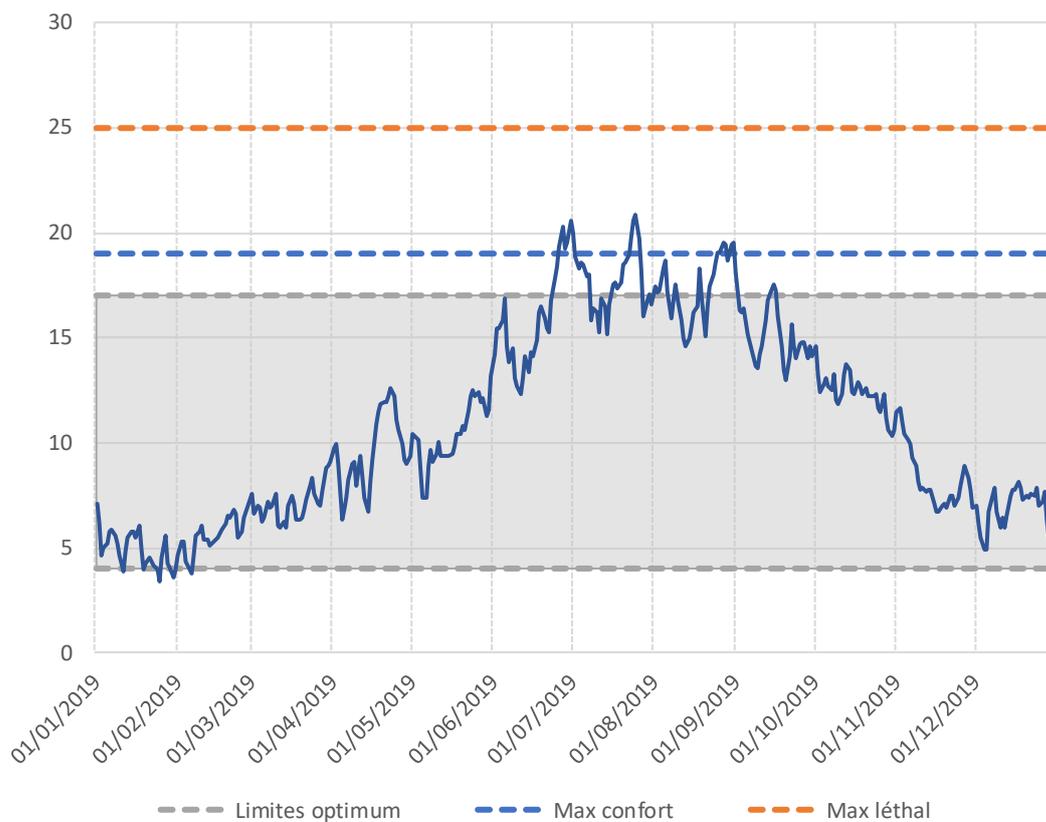
— — Limites optimum — — Max confort — — Max léthal

Station	Code	Bassin
Thann	T12	Thur

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	324	29	9	0	2,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
21,4	25/01/2019	27/06/2019	3,5	19,8	16,3	17,4



Thur - Thann Athanor - T13



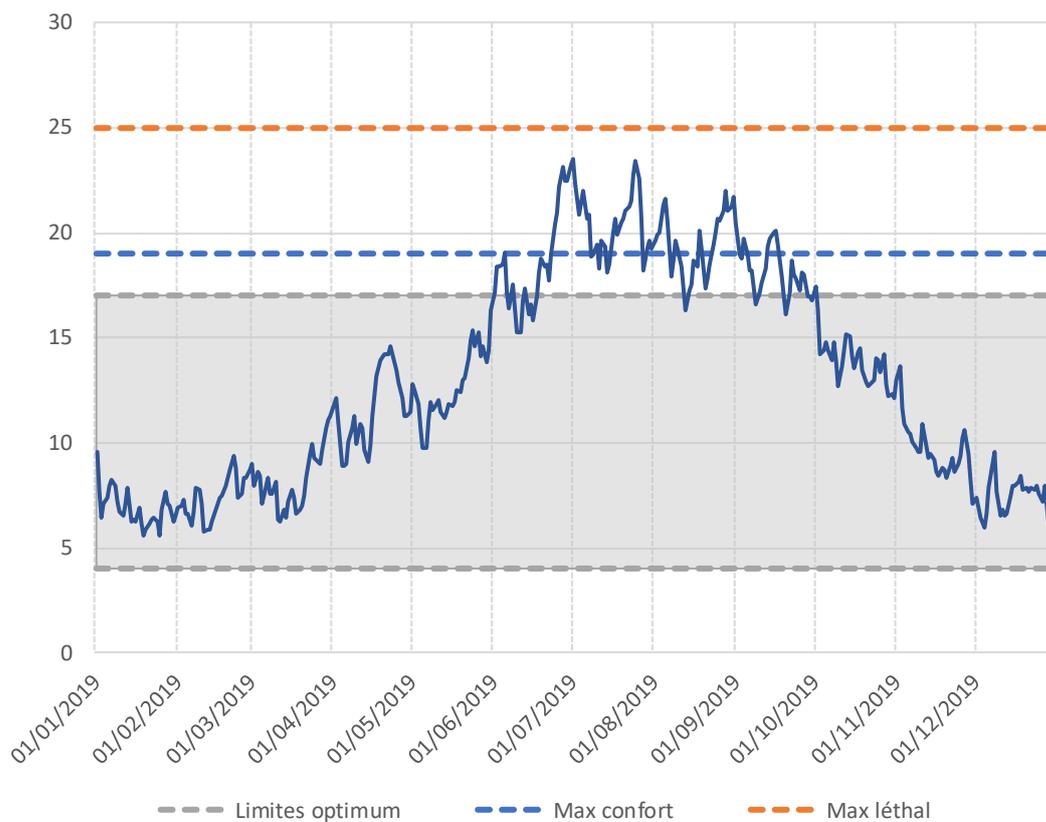
— — Limites optimum — — Max confort — — Max léthal

Station	Code	Bassin
Thann Athanor	T13	Thur

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	310	33	16	0	2,6
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
22,7	25/01/2019	25/07/2019	3,4	20,9	17,5	18,2



Thur - Vieux-Thann - T14



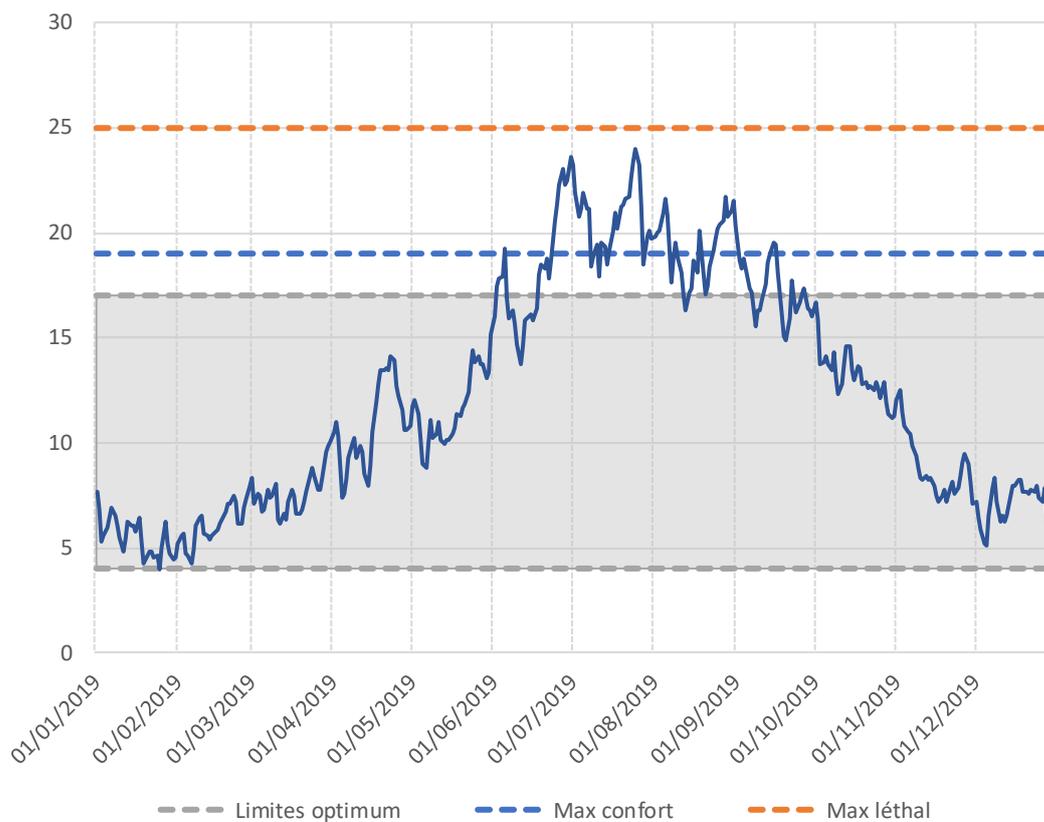
--- Limites optimum
 --- Max confort
 --- Max léthal

Station	Code	Bassin
Vieux-Thann	T14	Thur

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	259	47	59	0	4,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,6	25/01/2019	25/07/2019	5,6	23,6	18,0	21,0



Thur - Cernay Am. STEP - T16



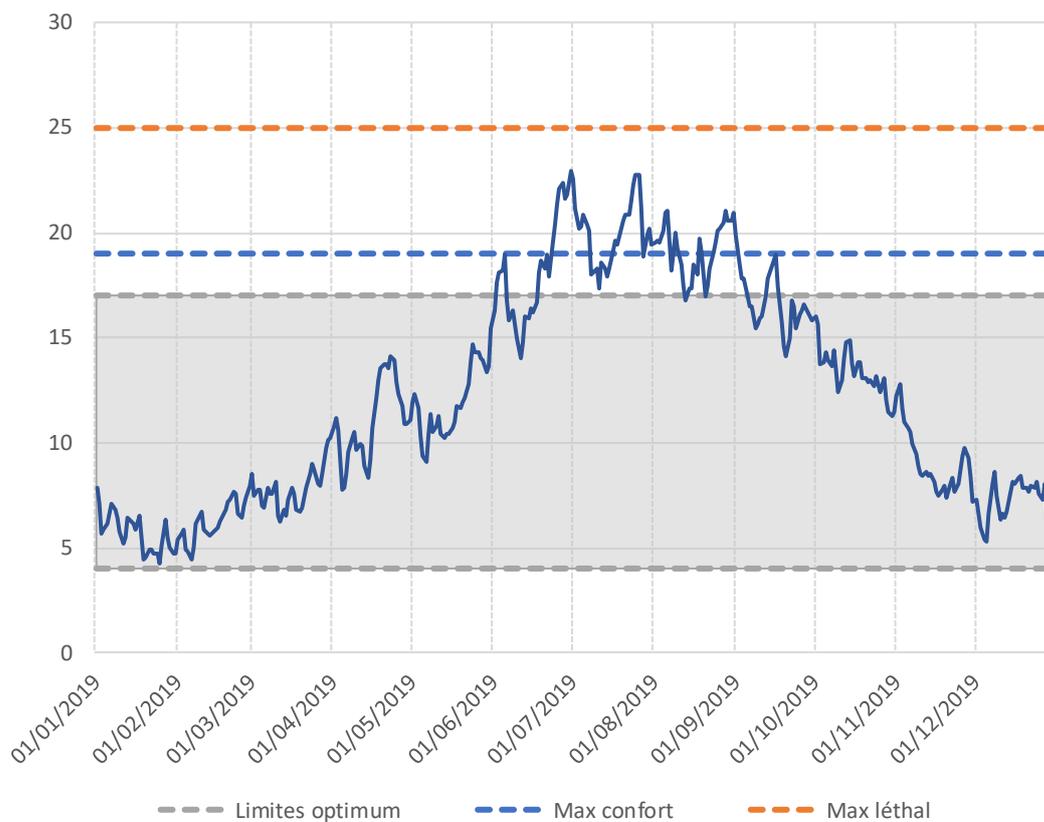
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Cernay Am. STEP	T16	Thur

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	270	39	55	0	3,6
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
27,0	25/01/2019	25/07/2019	4,0	24,0	20,1	21,2



Thur - Wittelsheim - T17



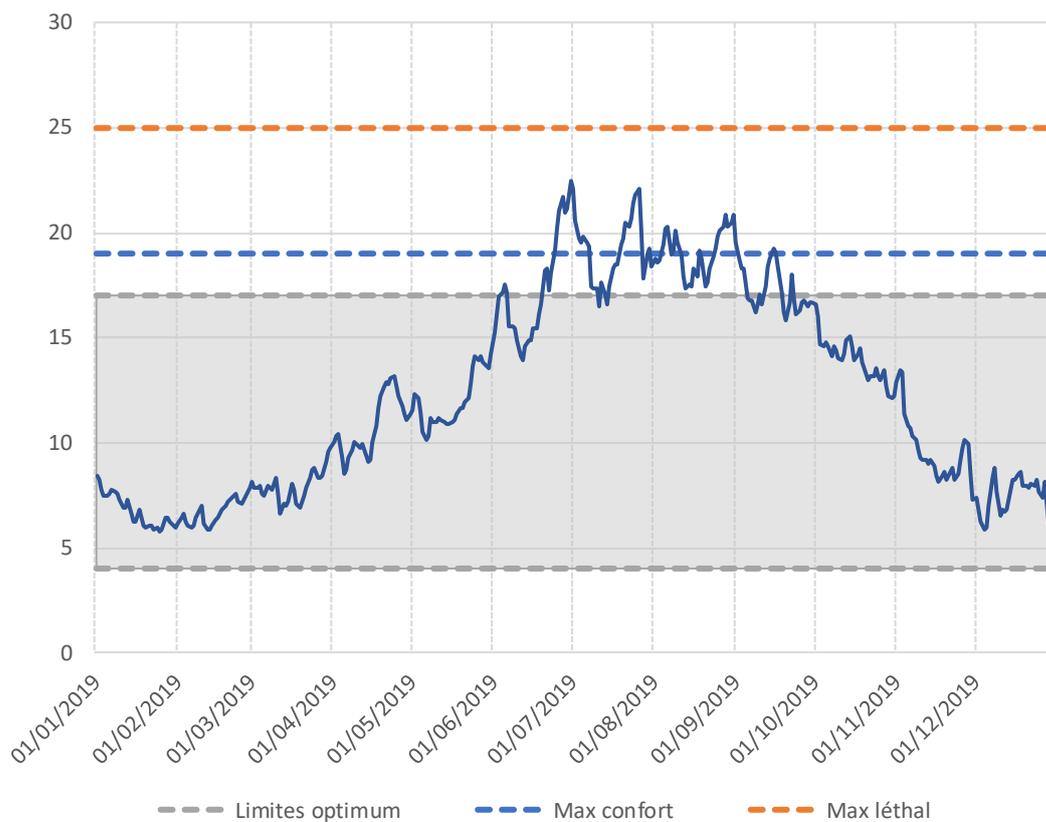
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Wittelsheim	T17	Thur

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	279	36	50	0	3,9
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
24,6	25/01/2019	25/07/2019	4,2	22,9	18,7	20,3



Thur - Staff D19 - T18

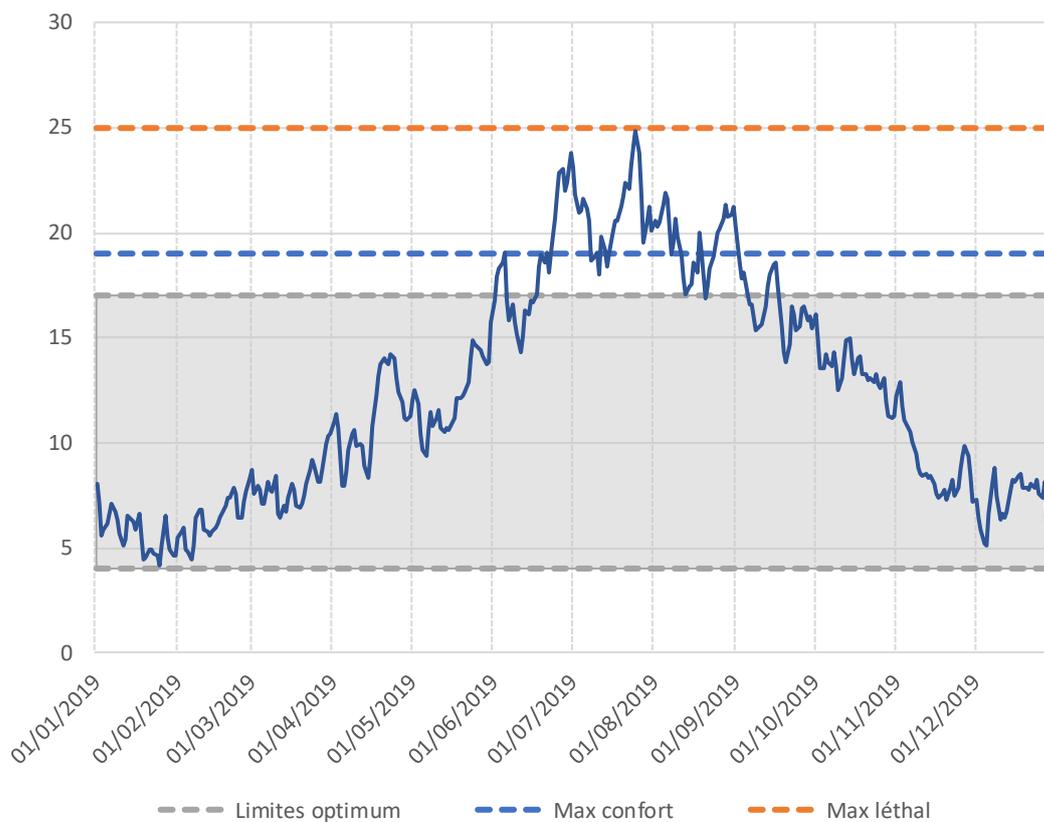


Station	Code	Bassin
Staff D19	T18	Thur

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	278	45	42	0	5,5
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,3	04/12/2019	30/06/2019	5,7	22,5	16,8	19,4



Thur - Staffelfelden - T20



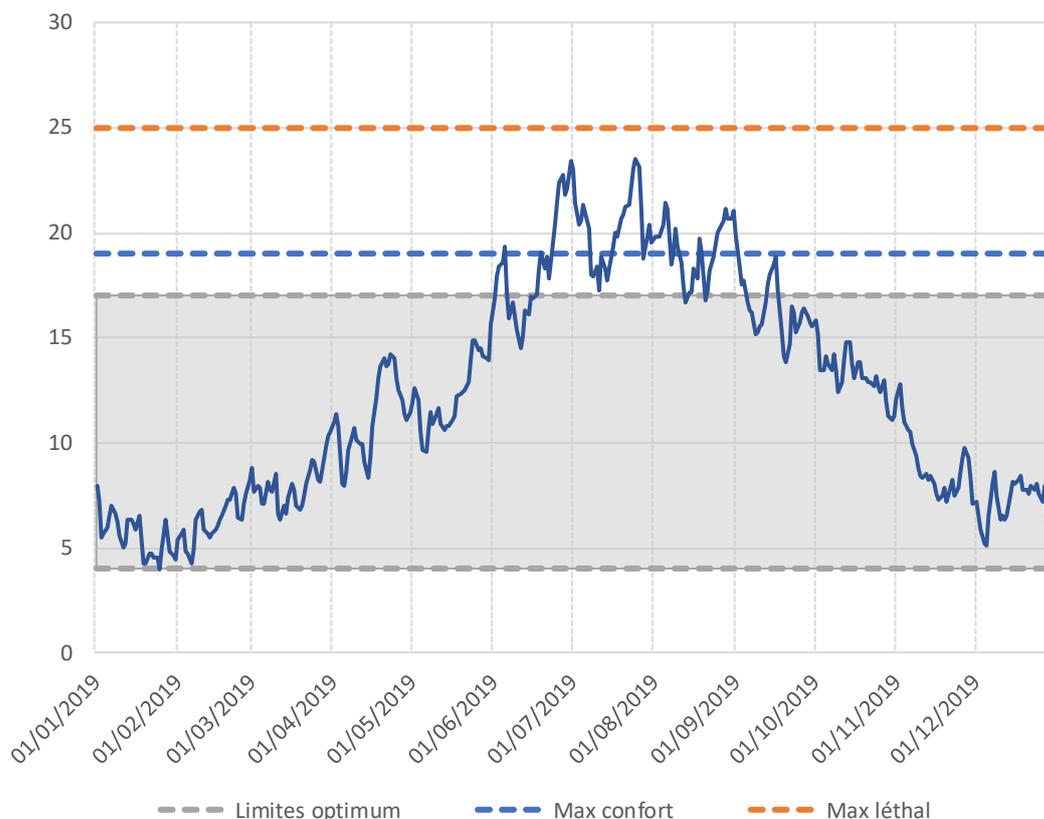
— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Staffelfelden	T20	Thur

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	276	32	57	0	3,8
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
26,9	25/01/2019	25/07/2019	4,1	24,9	20,7	21,2



Thur - Ensisheim - T19



— Limites optimum — Max confort — Max léthal

Station	Code	Bassin
Ensisheim	T19	Thur

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	277	37	51	0	3,7
Tmax inst	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Amplitude moy sur la période	Tm30j
25,3	25/01/2019	30/06/2019	4,0	23,5	19,5	20,6

