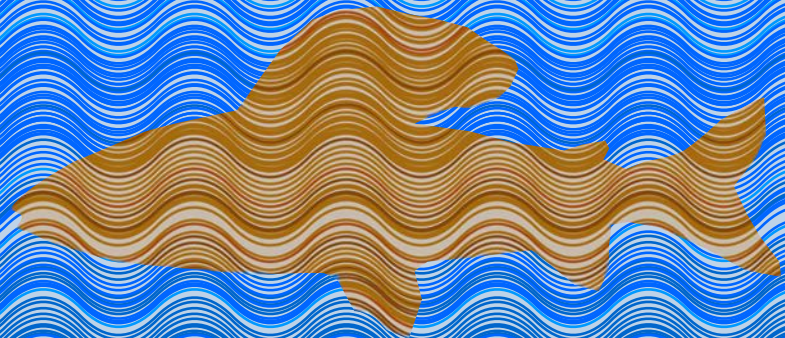


# Mesures de protection des poissons en cas de canicule



## Guide de travail

F.13

Adaptation aux changements climatiques  
PROGRAMME PILOTE, PHASE II  
Projet F.13 Mesures de protection des poissons en cas de canicules

**AquaPlus**

---

### Remarque/avertissement

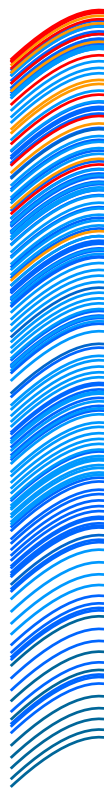
Ce guide est basé sur le rapport technique « Fachbericht zum best-practice Handbuch » (AquaPlus, 2021). Il présente les principaux résultats du projet F.13 du programme pilote d'adaptation aux changements climatiques « Mesures de protection des poissons en cas de canicules » sous une forme utile à la pratique.

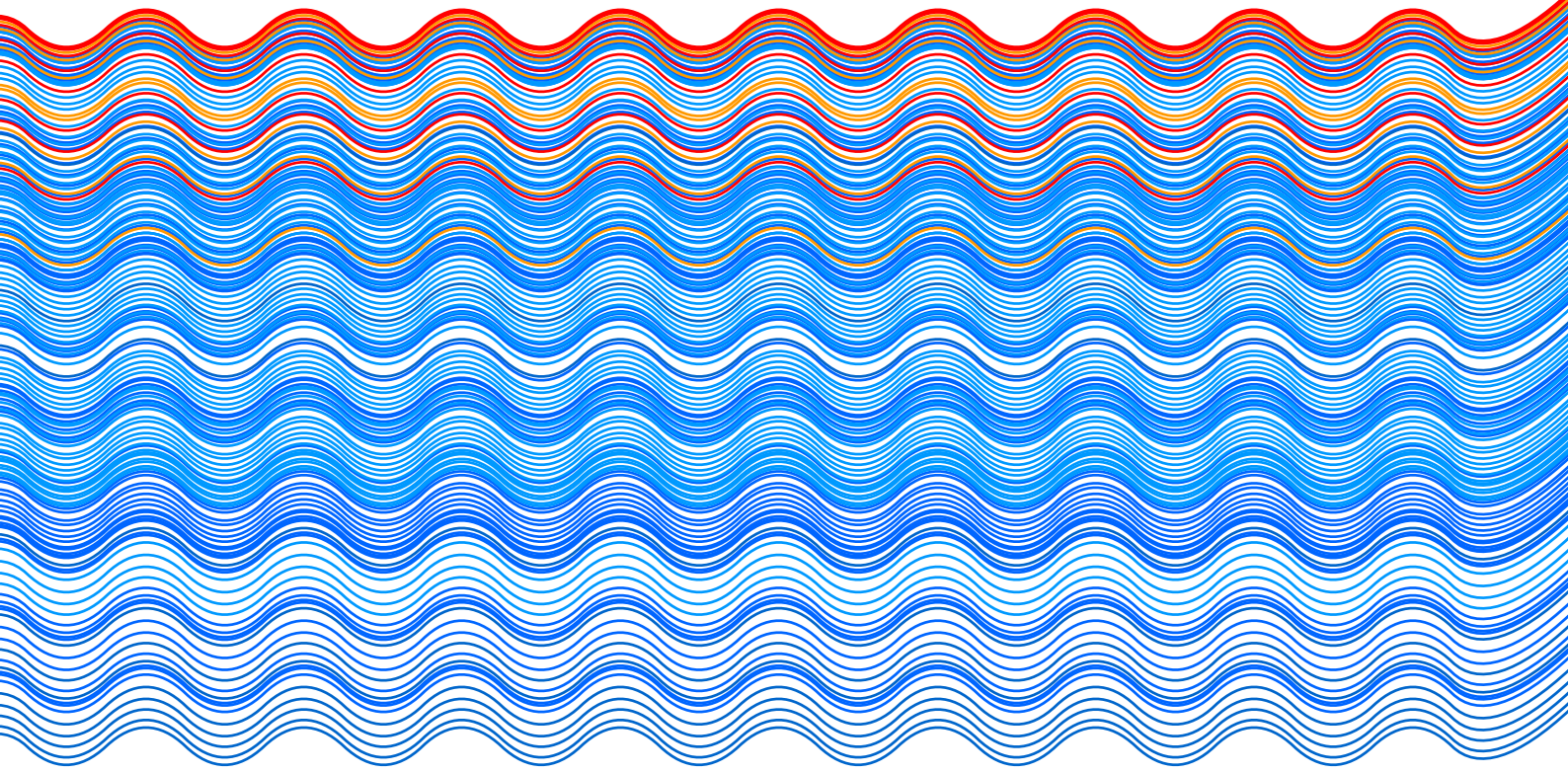
Les méthodes employées pour déterminer les bases de décision et les mesures sont présentées dans le rapport technique ainsi que de plus amples informations, illustrations et références bibliographiques.

---

### Impressum

Mandataire:	Office fédéral de l'environnement OFEV Worbentalstrasse 68 · CH-3062 Ittigen
Partenaires du projet:	Kt. Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Sektion Jagd und Fischerei · Kt. Basel-Landschaft, Amt für Wald beider Basel, Jagd und Fischerei · Kt. Basel-Stadt, Amt für Umwelt und Energie, Oberflächengewässer · Kt. Schaffhausen, Departement des Innern, Fischereiaufsicht, Jagd und Fischerei · Kt. Thurgau, Amt für Umwelt, Jagd- und Fischereiverwaltung · Kt. Zürich, Amt für Landschaft und Natur, Fischerei- & Jagdverwaltung.
Accompagnement:	Lukas Bammatter (canton de Zurich) Diego Dagani (OFEV) Dario Moser (canton de Thurgovie) Mirica Scarselli (canton de Bâle-Ville) Christian Tesini (canton d'Argovie) Patrick Wasem (canton de Schaffhouse) Daniel Zopfi (canton de Bâle-Campagne)
Commanditaire:	AquaPlus AG Gotthardstrasse 30 · CH-6300 Zug <a href="http://www.aquaplus.ch">www.aquaplus.ch</a> · <a href="mailto:admin@aquaplus.ch">admin@aquaplus.ch</a>
Auteurs:	Mathieu Camenzind · Tino Stäheli · Andres Hagmayer
Mise en page:	AquaPlus AG
Traduction:	Laurence Frauenlob
Citation:	AQUAPLUS 2022: Mesures de protection des poissons en cas de canicule. Guide de travail. Projet pilote F.13 dans le cadre du programme pilote d'adaptation aux changements climatiques.





# 1 Introduction

Pendant les canicules des étés 2003 et 2018, la température de l'eau du Rhin a dépassé les 25 degrés. Cela a provoqué un stress thermique chez les espèces de poissons sensibles à la chaleur comme l'ombre commun et des mortalités massives de poissons ont été à déplorer ces deux années-là. Lors de ces évènements météorologiques extrêmes, les autorités en charge de la pêche dans les cantons concernés ont pris un certain nombre de mesures d'urgence visant à protéger les poissons du stress causé par la chaleur et à accroître leurs chances de survie.

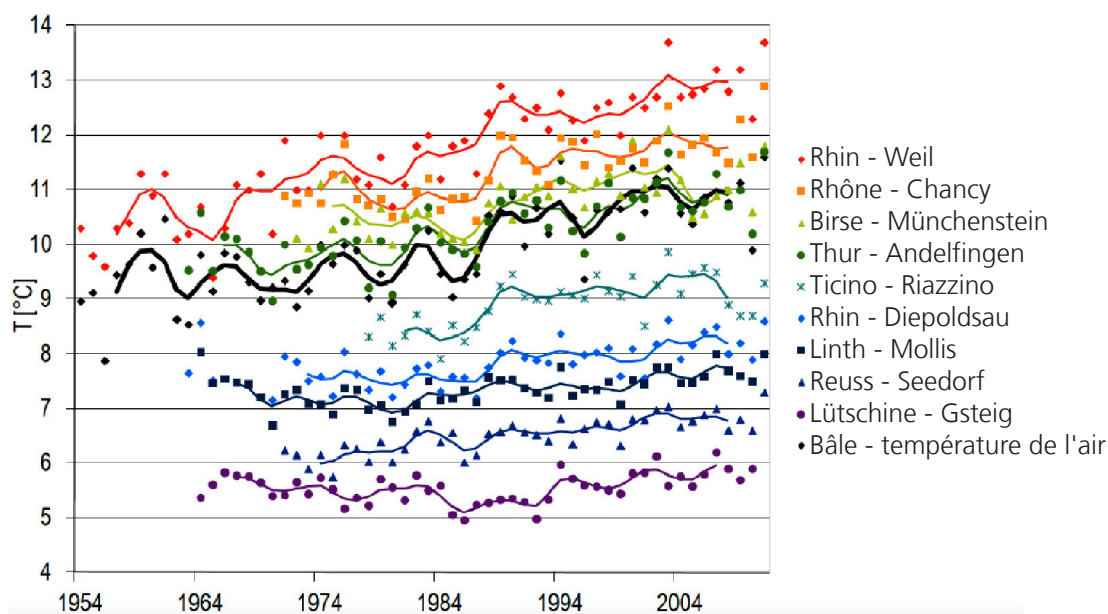
Avec le changement climatique, les épisodes de canicule et de sécheresse sont amenés à se produire plus souvent. En plus du haut Rhin, plusieurs cours d'eau de grande largeur ou de taille moyenne peuvent être touchés. Une bonne préparation peut aider à offrir la meilleure protection possible aux communautés piscicoles lors des futures canicules. Le présent guide s'appuie sur l'expérience des années 2003 et 2018. Après une introduction au problème, il propose des solutions pratiques pour surmonter les épisodes caniculaires en indiquant comment établir des plans d'urgence et en fournissant des fiches pratiques pour les différentes mesures.

## 2 Problématique

### 2.1 Le changement climatique a déjà lieu – notre environnement se réchauffe

Ces 40 dernières années, la température des cours d'eau suisses a augmenté de façon nette et continue de 0,33 °C par décennie : depuis les années 1980, ils se sont ainsi réchauffés de plus d'un degré en moyenne et davantage en plaine [1] (Figure 1). Dans les lacs, le réchauffement des eaux de surface a été de 0,4 °C par décennie. Il a donc été plus rapide que dans les cours d'eau. Ce réchauffement des lacs a un effet sur le brassage et la stratification des eaux et accentue la hausse des températures dans les cours d'eau en aval. Dans la région alpine, la fonte accélérée des neiges et glaces a en revanche pour effet de freiner temporairement le réchauffement des cours d'eau.

Même dans le meilleur des scénarios possibles (avec toutes les mesures possibles de protection du climat), les prévisions annoncent encore un réchauffement important d'ici la moitié du siècle [1]. Ceci aura de fortes conséquences pour les écosystèmes aquatiques car certaines espèces ne seront pas en mesure de s'adapter à des changements aussi rapides. Les mesures de protection de la faune piscicole face aux événements météorologiques extrêmes revêtent donc une importance croissante en permettant au moins d'atténuer un tant soit peu les effets d'un réchauffement des eaux devenu inévitable.



**Figure 1 : Évolution de la température de l'eau au cours des dernières décennies** au niveau de 9 stations choisies ainsi que de la température de l'air à Bâle [2].

## 2.1.1 Jours de chaleur officiels et épisodes caniculaires

Les périodes de canicule ou vagues de chaleur sont des phases dans lesquelles les températures particulièrement élevées provoquent un stress et des changements de comportement temporaires chez un organisme [3].

Ces canicules sont particulièrement dangereuses pour les espèces sensibles à la chaleur car les milieux aquatiques ont la capacité de se réchauffer très fortement en assez peu de temps. Le nombre de jours de chaleur officiels (température de l'air de plus de 30 °C) a augmenté en Suisse au cours des dernières décennies (MeteoSuisse).

## 2.2 Nos poissons l'aiment frais

### 2.2.1 Pourquoi en est-il ainsi ?

La Suisse était autrefois couverte de forêts et la plupart de ses cours d'eau étaient reliés entre eux, bien structurés et bordés d'une végétation boisée. Ces conditions leur assuraient un ombrage permanent qui y maintenait des températures assez basses auxquelles les organismes aquatiques se sont adaptés de génération en génération.

Lorsque la température de l'eau se situe en dehors du domaine optimal, l'organisme peut se trouver en situation de stress ou même en danger de mort. Chez les poissons notamment, on parle de stress thermique. Les limites supérieures et inférieures de la gamme de températures optimales varient selon les espèces et les individus et dépendent notamment du stade de développement, de la durée d'acclimatation, de la saison, du degré d'oxygénation et de pollution de l'eau, de la présence d'agents pathogènes et des interactions avec les autres organismes [4] (Tableau 1).

**Tableau 1: Exigences thermiques de différentes espèces de poissons à différents stades de développement** [5,6,7].

	Truites	Ombre commun	Perche	Vairons	Nase
<b>Reproduction</b>	1–10 °C	5.5–7.2 °C	12 °C	Réchauffement de 6–11 °C	8–15 °C
<b>Stade embryonnaire</b>	2–9 °C	6–13 °C	12–18 °C	12–24 °C	12–18 °C
<b>Stade adulte</b>	5–18 °C	5–18 °C	–	–	5–18 °C
<b>Mort</b>	>25 °C	>25 °C	–	–	>23 °C

### 2.2.2 Effet des modifications prolongées de la température

Suite au réchauffement des milieux aquatiques, la composition des communautés piscicoles va probablement se modifier, du moins sur le Plateau. À la longue, un nouveau cortège d'espèces s'établira qui comprendra éventuellement, en plus des cyprinidés tolérants à la chaleur, des espèces exotiques qui sont adaptées. Les espèces inféodées aux eaux froides et bien oxygénées se décaleront vers les altitudes plus élevées — si le milieu s'y prête et si la connectivité des cours d'eau le permet — ou disparaîtront de certaines zones. Cette évolution est aujourd'hui irréversible. L'ampleur de la modification des communautés dépendra de la prise ou non de mesures efficaces de protection du climat.

Il faut également toujours veiller à ce que les ressources à disposition pour la protection des poissons soient employées le plus efficacement possible. Cela peut vouloir dire qu'il conviendra peut-être de privilégier les mesures de protection de la « future faune piscicole » plutôt que celle visant à protéger la « faune piscicole actuelle ». Il est donc important de comprendre que l'acceptation de nouveaux cortèges d'espèces participe aussi de la protection des poissons.

### 2.2.3 Effets du stress thermique sur les poissons

Les poissons sont dans l'incapacité de réguler leur température qui dépend donc de celle de l'eau. En général, les espèces d'eau froide ne tolèrent pas les températures de plus de 25 °C [8] (Figures 2 et 3 ; Tableaux 2 et 3).

La température de l'eau contrôle en effet diverses fonctions comme la synthèse des protéines, le rythme métabolique, l'isolation du corps ou le comportement [9] ; [10]. Lorsqu'elle est trop élevée, ces fonctions sont perturbées, ce qui peut notamment accroître la vulnérabilité face aux maladies [11]. D'un autre côté, le réchauffement de l'eau a également un effet indirect sur les poissons en modifiant les propriétés physico-chimiques de leur milieu de vie [12].

Différents types d'effets peuvent se manifester chez les poissons suite à une modification de la température :

- Effets létaux : les températures trop basses ou trop élevées entraînent la mort.
- Effets contrôlés : perturbations sub-létales des processus physiologiques ou biochimiques comme la croissance, le métabolisme de base ou la reproduction (Tableau 1).
- Effets directs : perturbations du comportement relatif à la nage et aux déplacements.

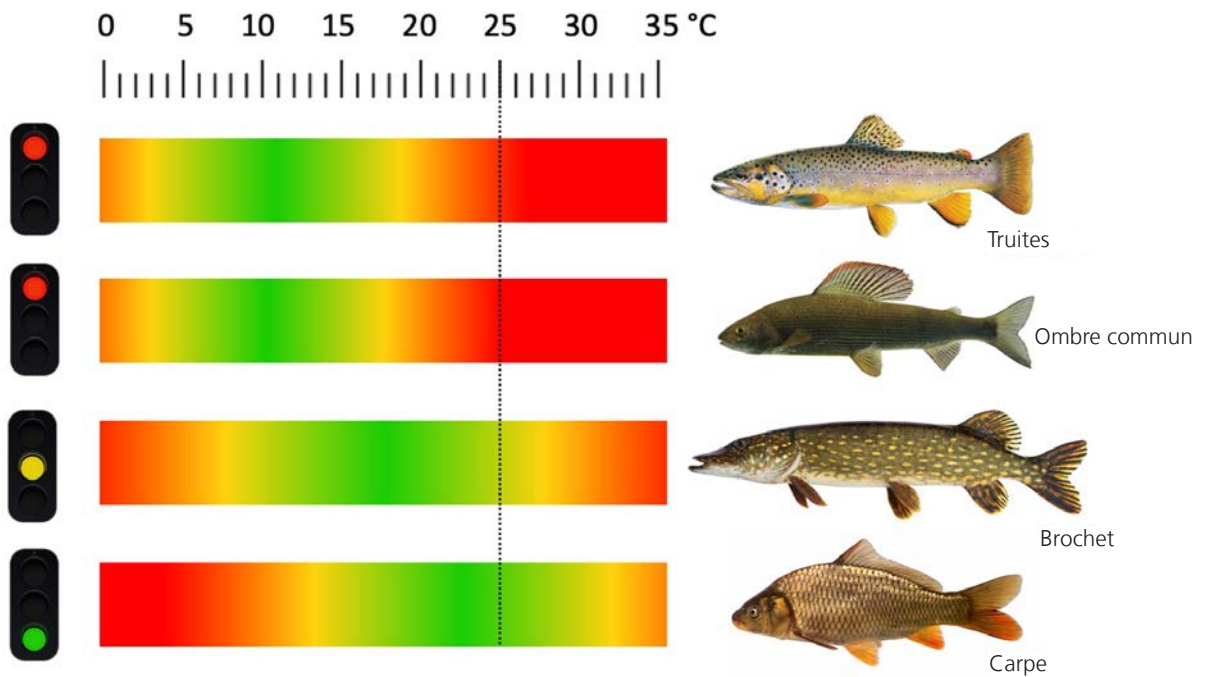


Figure 2 : Gammes de températures optimales (en vert) à critiques (en rouge) pour différentes espèces d'eau douce indigènes. En général, les espèces d'eau froide (comme les truites ou l'ombre commun) ne supportent pas les températures de plus de 25 °C (ligne en pointillés) [8].

2 Probématicque

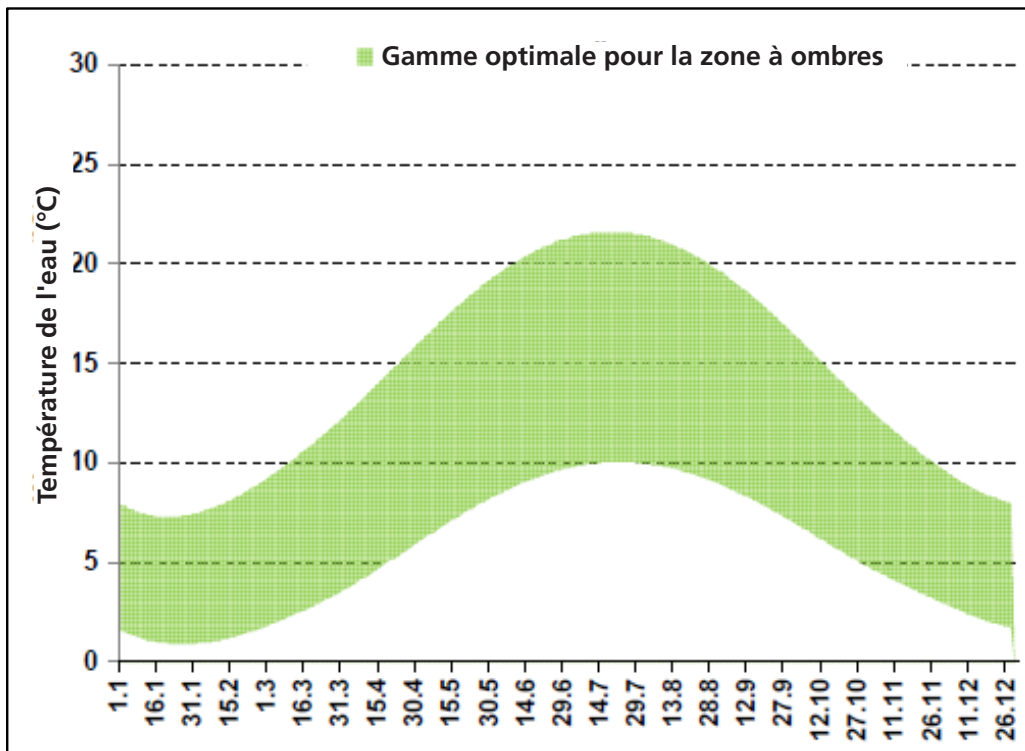


Figure 3 : Courbe de températures optimales pour la zone à ombres (objectif de bon état écologique d'un cours d'eau de moyenne montagne dans l'hyporhithron) [13].



Tableau 2 : Effets des modifications de la température sur les poissons

	Types de modifications de la température de l'eau	Effets directs	Domaine de températures létales
Effets physiologiques	Modifications subites de la température / températures hors du domaine optimal	Stress (modifications de la tension artérielle, de la température, de la glycémie, de la pression osmotique et de l'hydratation des tissus): choc, adaptation.	Stress : phase d'épuisement
		Altérations du comportement reproducteur	Arrêt de la reproduction
	Température au-dessus de la valeur limite	Effets négatifs sur le développement embryonnaire	Interruption du développement embryonnaire
Effets sur le comportement	Augmentation de la température dans le milieu	Évitement des milieux trop chauds, fuite, puis un blocage dû à la température à partir d'un réchauffement de 3-4 °C au-dessus de l'optimum	
	Température au-dessus de la valeur limite	Évitement des zones défavorables, modification de la répartition des poissons dans la masse d'eau	En l'absence de refuges ou de possibilités de fuite, mort à plus ou moins longue échéance

Tableau 3 : Effets du stress thermique sur les poissons

	Effets à mesure que la température augmente	Domaine de températures sub-létales	Domaine de températures létales
Effets abiotiques (physicochimiques)	Baisse de la saturation en oxygène de l'eau, hausse des besoins des poissons en oxygène	< 6 mg/l	< 3-4 mg/l
	Transformation de l'ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) en ammoniac toxique (NH <sub>3</sub> )	L'ammoniac est toxique même à faible concentration	À forte concentration, l'ammoniac est mortelle
	Augmentation de la toxicité de diverses substances comme les HAP ou les métaux lourds	Effets variables selon les substances	Effets variables selon les substances
Effets physiologiques	Accélération du métabolisme	Augmentation des besoins en nourriture et en oxygène	Défaillance des organes vitaux
	Augmentation du rythme respiratoire, d'où absorption accrue de polluants	Effets variables selon les substances	Effets variables selon les substances

## 3 Comment résoudre le problème ?

Nous n'allons pas ici énumérer toutes les mesures générales pouvant être prises pour lutter contre le changement climatique. Nous nous limiterons à la gestion des situations de stress thermique.

De la même manière que nous nous préparons aux situations de crue en construisant des ouvrages de protection et en mettant en place des plans d'urgence, nous pouvons nous préparer aux situations de stress thermique chez les poissons. Il convient alors grossièrement de faire la distinction entre les mesures de court terme et les mesures de long terme. Ces deux types de mesures doivent être planifiés. Pour pouvoir déployer efficacement les mesures immédiates, il faut disposer d'un plan d'urgence. Ce dernier peut être élaboré spécifiquement pour un cours d'eau ou pour le bassin versant ou encore revêtir un caractère plus général.

### 3.1 Éléments et informations de base

Pour pouvoir protéger les poissons de la canicule, il est impératif de disposer d'informations et d'éléments de décision ou de se les procurer. D'une part, ils permettent de bien programmer et prioriser les mesures afin d'utiliser au mieux les ressources matérielles et humaines à disposition. D'un autre côté, certaines informations sont nécessaires pour pouvoir prévoir et identifier une canicule susceptible de se produire (mesures de température et de débit, prévisions météorologiques, etc.). Enfin, si l'on dispose d'éléments de décision adéquats, il est possible d'envisager des mesures de plus grande portée comme des restrictions des usages de l'eau — modulées en fonction de la disponibilité de la ressource — dans le bassin versant des affluents importants.

→ Voir **ELEMENTS DE BASE NECESSAIRES** à la page suivante



## Éléments et informations de base nécessaires

Les éléments et informations suivants sont nécessaires pour programmer et prioriser les actions, prévoir les canicules et élaborer des mesures de plus grande portée :

- Prévisions spécifiques de la météo et de la température de l'eau, concepts d'utilisation de ces données (surveillance, seuils de vigilance, seuils d'alerte).
- Documentation et géoréférencement des zones du cours d'eau avec résurgence de nappe (de versant ou alluviale).
- Documentation et géoréférencement des zones profondes du fond du lit (mouilles et fosses) susceptibles d'offrir un refuge thermique aux poissons.
- Documentation et géoréférencement des structures couvrantes pouvant servir d'abri aux poissons.
- Documentation et géoréférencement de toutes les perturbations morphologiques du lit susceptibles d'empêcher la protection des poissons (obstacles à la migration, par exemple).
- Cartes et documents indiquant l'emplacement et l'étendue des perturbations hydrologiques du cours d'eau (tronçons à débit résiduel, zones de retenue, zones d'infiltration, etc.).
- Cartes et documents indiquant les usages de l'eau (prélèvements, déversements, délestages, etc.) et leur réglementation (concessions).
- Informations sur les populations de poissons.
- Informations sur les apports d'eau des affluents (frais) (régime hydrologique, débits, etc.).
- Inventaire des sources (captées/non captées, débits).
- Inventaire des nappes d'eau souterraine, des prélèvements d'eau souterraine et de leur réglementation (concessions) ; état du niveau des nappes.
- Cartographie de la végétation riveraine/informations sur l'ombrage.
- Informations sur les zones humides pouvant servir à retenir l'eau/à faire tampon.
- Réseau de mesures (débit, température, degré d'oxygénation, saturation en oxygène, etc.)?
- Concept d'adaptation des mesures de gestion halieutique au réchauffement des eaux.
- Informations d'actualité sur la qualité de l'eau, la présence de maladies (MRP, Saprolegnose, etc.), l'avancée des néobiotes, etc.

### 3.2 Élaboration d'un plan d'urgence

Un plan d'urgence bien conçu est le fondement de toute bonne gestion de crise. Il permet de mettre en œuvre rapidement et sans formalités toutes les mesures nécessaires à la protection des poissons.

Les plans d'urgence précisent toutes les étapes d'intervention et la manière dont elles doivent se dérouler (de la répartition des compétences à la démarche concrète en passant par l'organisation du personnel et du matériel) et garantissent que les mesures de court terme soient mises en œuvre rapidement et efficacement. Les aspects suivants doivent être traités dans un « Plan d'urgence de protection des poissons en cas de canicule » :

- Bases légales
- Organisation, hiérarchie et compétences
- Financement
- Stratégie de communication et relations publiques
- Planification et priorisation des mesures
- Autorisations relatives aux mesures
- Octroi des mandats aux entreprises
- Recrutement et mobilisation du personnel
- Acquisition et préparation du matériel et de l'outillage
- Définition des seuils d'alerte
- Mise en œuvre des mesures
- Élimination adéquate d'éventuelles dépouilles de poissons
- Contrôle des résultats

Les aspects cités seront abordés plus en détail dans les pages qui suivent.

### 3.2.1 Bases légales

Les mesures de protection des poissons face à la canicule doivent être prises dans le cadre de la législation en vigueur. Au niveau fédéral, diverses lois imposent aux autorités (en particulier aux cantons) d'ordonner ou du moins d'avaliser de telles mesures. La loi fédérale du 21 juin 1991 sur la pêche (LFSP, RS 923.0) exige des cantons qu'ils prennent des mesures adéquates (et notamment de court terme) pour protéger la faune piscicole:

- Selon l'art. 5, al. 2 de la loi fédérale du 21 juin 1991 sur la pêche (LFSP, RS 923.0), les cantons peuvent prendre des mesures afin de protéger les biotopes des espèces et des races menacées. Selon cet article, ils peuvent prendre d'autres mesures, en plus de réglementer les captures ou d'interdire la pêche.
- Selon l'art. 7 LFSP, les cantons doivent assurer la préservation des ruisseaux, des rives naturelles et de la végétation aquatique servant de frayères aux poissons ou d'habitat à leur progéniture. Ils doivent prendre si possible des mesures pour améliorer les conditions de vie de la faune aquatique et pour reconstituer localement les biotopes détruits.
- Selon l'art. 12 LFSP, la Confédération peut allouer des aides financières, couvrant jusqu'à 40 pour cent des frais, pour les mesures visant à améliorer les conditions de vie de la faune aquatique et à reconstituer localement les biotopes détruits.

Les dispositions légales relatives aux mesures de long terme sont précisées dans la loi fédérale du 14 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.0), la loi fédérale du 21 juin 1991 sur l'aménagement des cours d'eau (LACE, RS 721.100), la loi fédérale du 1er juillet 1996 sur la protection de la nature et du paysage (LNP, RS 451) et de nombreuses lois cantonales.

### 3.2.2 Organisation, hiérarchie et compétences

Les milieux aquatiques et la pêche sont de la compétence des cantons. Il est donc de la responsabilité des services de la pêche, des offices de l'environnement ou des services de la protection des eaux d'échelon cantonal de mettre en œuvre des mesures adéquates pour protéger la faune piscicole en cas de canicule. Pour plus d'efficacité, il est très utile de coopérer entre cantons voisins ou affectés en même temps afin de coordonner les actions entreprises de part et d'autre.

La structure hiérarchique et la répartition des compétences doivent être déjà clairement définies dans le plan d'urgence. Dans l'idéal, la direction des opérations d'urgence doit être confiée par le service de la pêche à une personne expérimentée du service des gardes-pêche. Cette personne dirige et coordonne

ne les interventions. Lorsque les mesures d'urgence ont été préparées, leur mise en œuvre peut être accélérée grâce à la mise à contribution de bénévoles. Ces derniers peuvent être recrutés via les associations locales de pêche ou de protection de la nature.

### 3.2.3 Financement

Pour qu'elles puissent être mises en œuvre rapidement, il est indispensable que le financement des mesures d'urgence soit assuré à l'avance. Ses modalités doivent donc également être définies dans le plan d'urgence.

La façon la plus simple de mettre des moyens à disposition pour ces mesures exceptionnelles est certainement de la grever sur le budget ordinaire des services de la pêche. Alors que les canicules exigeant réellement des mesures de protection étaient assez rares par le passé, la planification financière peut être aujourd'hui plus délicate puisque, dans un budget déjà âprement discuté, de nouveaux postes doivent être créés. Le même problème se pose si un financement sur le budget ordinaire d'entretien des cours d'eau est envisagé.

Il est recommandé de mettre en place un fonds spécial pour les interventions d'urgence en cas de canicule, qui serait alimenté en premier lieu par des contributions annuelles des services de la pêche et de la protection des eaux. Ces contributions annuelles peuvent être prélevées sur le budget ordinaire. En complément, d'autres sources peuvent intervenir : autres institutions publiques, dons de particuliers et d'ONG, fonds de loterie, etc.

### 3.2.4 Stratégie de communication et relations publiques

Il est très important de bien informer sur les mesures à prendre pour qu'elles puissent être acceptées par la population et en particulier par les milieux impactés par les restrictions éventuelles (interdictions de baignade, limitations des prélèvements pour l'agriculture, etc.).

Le plan d'urgence doit préciser les canaux de communication à utiliser (médias locaux ou régionaux, panneaux d'information, affiches, etc.) ainsi que le contenu global des informations. Si une vague de chaleur se profile et qu'il est prévisible que des mesures devront être prises pour protéger les poissons, il est souhaitable, dans la mesure du possible, d'informer la population à l'avance.

### 3.2.5 Planification et priorisation des mesures

Partant des informations disponibles sur le bassin versant (cf. Chapitre 3.1. « Éléments et informations de base nécessaires »), des zones d'intervention peuvent être localisées, ce qui permet de planifier et de prioriser correctement les mesures de protection des poissons. Il est alors important d'organiser à l'avance le matériel et le personnel nécessaires pour pouvoir réagir très rapidement (dès l'atteinte des seuils prédéfinis). Cette précaution permet d'éviter que les mesures ne puissent être mi-

ses en œuvre qu'une fois que la crise est au plus fort, accroissant en cela le stress subi par les poissons.

Une fois les zones d'intervention possible localisées, il convient de les prioriser. On adressera alors en premier les lieux et les mesures offrant le plus fort potentiel de sauvetage, soit du plus grand nombre de poissons, soit d'espèces rares ou menacées. Il convient en particulier de considérer le rapport coût/bénéfice. Pour cela, il est utile de disposer de données d'actualité sur les peuplements de poissons (statistiques de pêche, pêches de frais, pêches de sauvegarde avant travaux, études scientifiques, etc.).

### **3.2.6 Autorisations relatives aux mesures**

Les interventions mécaniques dans et au bord des milieux aquatiques sont réglementés par la loi sur la protection des eaux (LEaux) et la loi fédérale sur la pêche (LFSP). Les mesures de court terme pouvant être effectuées à la main, comme l'installation de bâches, de barrières et de panneaux d'information ou le creusement de fosses à la pelle et à la pioche dans le fond du lit, ne nécessitent en général pas d'autorisations. Si des engins plus lourds, comme des pelleteuses, doivent intervenir dans ou au bord de l'eau ou si les interventions touchent des zones sensibles (zones protégées, végétation riveraine, etc.) ou des périodes critiques (fraie, par exemple), des autorisations doivent être demandées à l'avance aux services cantonaux de la protection des eaux ou de la pêche compétents.

### **3.2.7 Octroi des mandats aux entreprises**

Dans le cas idéal, les entreprises qui se chargeront de la réalisation des mesures immédiates de protection des poissons sont identifiées dès la planification des mesures. Il est judicieux de choisir des entreprises locales qui connaissent le milieu et, étant sur place, peuvent intervenir rapidement avec flexibilité. Comme pour tous les travaux touchant les milieux aquatiques, les prescriptions en vigueur devront être respectées (en matière de manipulation des substances dangereuses, par exemple). Il est également important de travailler avec les pêcheurs locaux : ils savent à quoi faire attention lors de la réalisation des mesures. Il faut également veiller à ce que l'entreprise reste à disposition à la suite des travaux au cas où des améliorations seraient nécessaires.

### **3.2.8 Recrutement et mobilisation du personnel**

Il convient de prendre contact assez tôt avec les associations de pêche pour pouvoir disposer, le moment venu, de suffisamment de personnes ayant une bonne connaissance des exigences biologiques des poissons. Si nécessaire, une annonce dans les journaux et un affichage peuvent également aider à trouver des volontaires. Le travail des bénévoles doit être bien coordonné. Les responsables ayant de l'expérience doivent impérativement les instruire sur place avant les interventions. Dans l'idéal, au moins une personne expérimentée sera présente lors de la réalisation des mesures pour donner des instructions et répondre aux questions des bénévoles. Dans la mesure du possible, les différen-

tes mesures (et les améliorations éventuelles) seront toujours effectuées par les mêmes personnes puisqu'elles connaissent déjà le terrain. Les cours de FIBER ou de SANA, accessibles à tout un chacun, sont une bonne solution pour acquérir des connaissances de base sur les problèmes rencontrés par les poissons face à la chaleur et à la sécheresse.

### 3.2.9 Acquisition et préparation du matériel et de l'outillage

Le matériel et l'outillage nécessaires à l'exécution des mesures d'urgence doivent être acquis et préparés à l'avance. Il est conseillé d'emballer tout le matériel nécessaire (bâches, ruban de clôture et de signalisation, panneaux d'information, aérateur à pales, matériel d'amarrage tel que des cordes, des sangles et des pieux, etc.) et les outils (marteau-piqueur, pelles, crochets, pinces, etc.) avec leur mode d'emploi sous forme de ballots prêts à transporter (sur des palettes, par exemple). Les paquets ainsi préparés doivent être stockés à proximité de leur lieu d'utilisation ou chez les personnes appelées à intervenir (dans les locaux de l'association de pêche par exemple).

#### 3.2.10 Définition des seuils d'alerte

Les mesures d'urgence doivent être mises en œuvre avant que la température de l'eau ne dépasse le niveau critique pour les espèces à protéger. La définition de seuils d'alerte facilite la tâche des responsables pour ordonner la préparation et l'exécution des mesures d'urgence.

Dans l'idéal, les seuils d'alerte sont déterminés en fonction de la zone piscicole et des espèces concernées. Dans le haut Rhin, par exemple, les espèces sensibles à la chaleur sont principalement l'ombre commun et la truite de rivière.

Le déclenchement de l'alerte peut s'effectuer en deux étapes:

- (1) Mise en **vigilance** quand la température de l'eau atteint le niveau supérieur du domaine de températures critiques de l'espèce à protéger (18–24 °C chez l'ombre commun, par exemple, cf. Tableau 1). Dès cet instant, l'évolution de la météo dans les prochains jours est suivie très attentivement et les derniers préparatifs sont effectués pour l'exécution des mesures d'urgence.
- (2) Déclenchement des **mesures** dès que la température dépasse la limite supérieure du domaine de températures critiques de l'espèce à protéger (>24 °C pour l'ombre, par exemple, cf. Tableau 1) et que les prévisions météo sont mauvaises (plusieurs jours de canicule sans pluie prévus).



### 3.2.11 Mise en œuvre des mesures

Lors de la mise en vigilance (premier niveau d'alerte), toutes les personnes (collaborateurs, bénévoles, etc.) et entreprises prévues sont averties de l'imminence possible d'une intervention. À ce stade, il est judicieux d'instruire les bénévoles des mesures prévues et du déroulement approximatif des travaux. De même, la population doit être avertie par divers canaux (journaux, radio, Internet, etc.) des mesures envisagées et des restrictions qui pourraient la toucher.

S'il est nécessaire de déclencher l'exécution des mesures (deuxième niveau d'alerte), toutes les personnes prévues doivent être mobilisées et les tâches concrètes déléguées aux responsables respectifs. La mise en œuvre des mesures doit être la plus rapide possible.

Les mesures d'urgence doivent être contrôlées quotidiennement pour pouvoir, si nécessaire, opérer d'éventuelles modifications.

### 3.2.12 Élimination adéquate d'éventuelles dépouilles de poissons

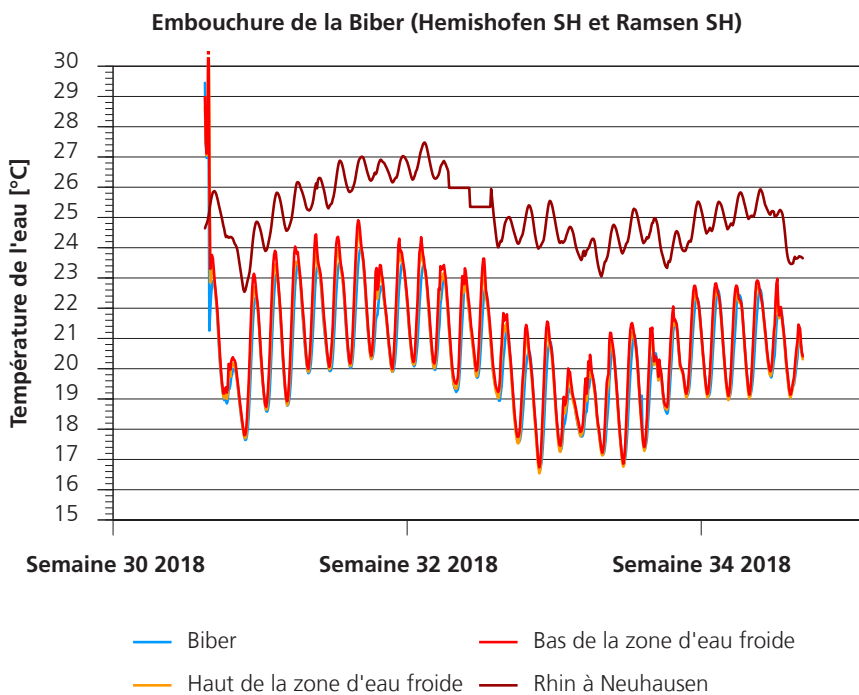
Si, malgré les mesures d'urgence, des mortalités devaient se produire, il convient de collecter les dépouilles des poissons et de les éliminer de manière adéquate. Les pêcheurs locaux ou la protection civile peuvent être déployés pour organiser l'élimination correcte des animaux morts et les acheminer vers un centre d'incinération des cadavres d'animaux.

### 3.2.13 Contrôle des effets

Pour vérifier l'efficacité des mesures prises, un contrôle des effets doit être, si possible, effectué. L'expérience acquise lors de tels contrôles permet de mieux prioriser les mesures et, éventuellement, d'apporter des améliorations aux mesures déjà réalisées.

On pourra par exemple estimer si la création d'une zone d'eau froide a fonctionné. Cela peut être contrôlé par de simples mesures de la température (via l'installation d'enregistreurs ou par des mesures manuelles à intervalles réguliers) (Figure 4).

Le contrôle peut aussi permettre d'évaluer si les refuges prévus ont été utilisés par les poissons (par une surveillance vidéo ou par des inspections régulières par une personne expérimentée). Cette évaluation permet de savoir si les refuges peuvent être repérés par les poissons, s'ils sont accessibles et s'ils sont assez grands. L'usage de la pêche électrique pour ces contrôles est cependant à éviter.



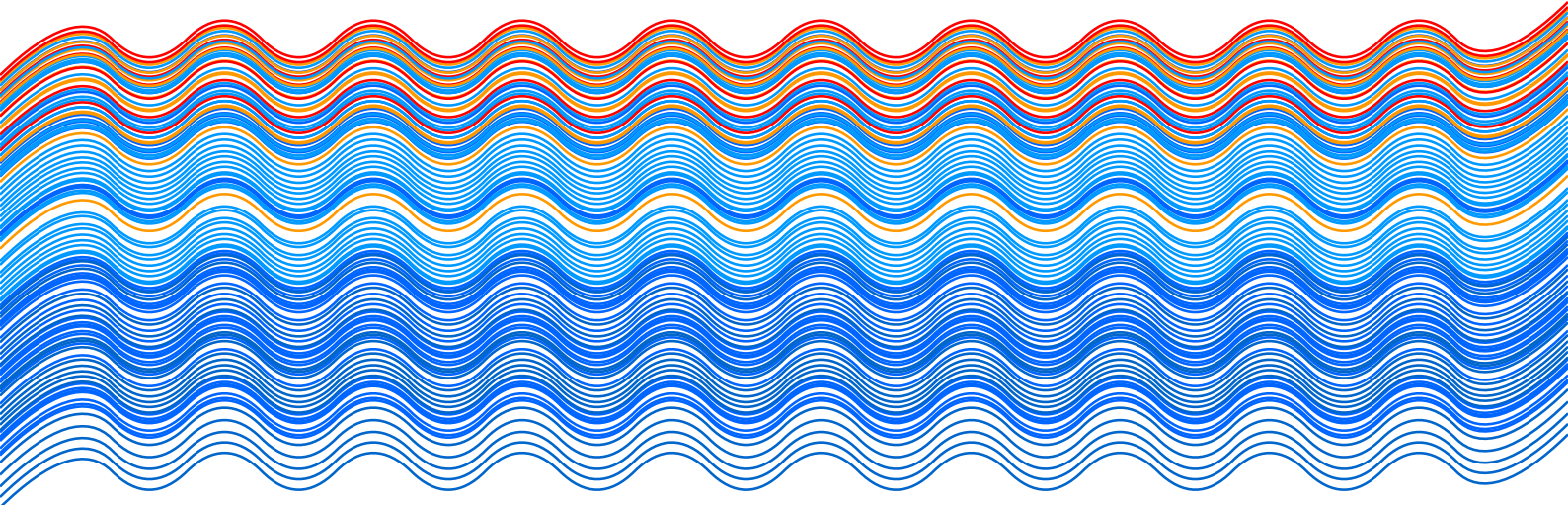
**Figure 4 : Mesures de température dans une zone d'eau froide artificiellement créée au niveau de l'embouchure de la Biber** (communes d'Hemishofen SH et de Ramsen, SH) lors de la canicule de l'été 2018. L'évolution de la température dans la structure créée suit celle de la Biber et se situe à un niveau très inférieur à celle du Rhin, légèrement en dessous du seuil de température critique de 25 °C (données: AquaPlus AG).

3 Comment résoudre le problème ?

## Remerciements

Un grand merci à Adrian Auckenthaler, Adrian Aeschlimann, Guido Derungs, Thilo Herold, Thomas Lang, Pius Niederhauser, Armin Peter, Philipp Sicher et Pascal Vonlanthen pour leur contribution et leur expertise. Nous remercions également les membres du groupe d'accompagnement Lukas Bammatter, Diego Dagani, Dario Moser, Mirica Scarselli, Christian Tesini, Patrick Wasem et Daniel Zopfi pour avoir accompagné le projet et permis d'entrevoir le travail mené dans leurs cantons respectifs. Enfin, nous tenons à remercier Peter Rey et Mirco Müller pour leur aide compétente dans le cadre du workshop.

# Mesures de protection des poissons en cas de canicule



Fiches de mesures

## Fiches de mesures

Meilleures pratiques pour la protection des poissons en cas de canicule:

### Mesures de court terme

- RA Reconnexion des affluents
- LD Limitation des dérangements
- AA Aération artificielle
- ZF Zones artificielles d'eau froide
- OA Création artificielle d'ombrage
- AP Arrêt des prélèvements d'eau
- PS Pêches de sauvetage

### Mesures de court et de long terme

- CE Rétablissement de la continuité écologique
- AE Création d'abris sous l'eau

### Mesures de long terme

- ON Création d'ombrage par boisement des berges
- AS Amélioration structurelle du lit

RA

*Mesures de court terme*

## Reconnexion des affluents

Les zones d'embouchure des affluents ont un rôle particulier à jouer dans la protection des poissons contre la chaleur étant donné que les affluents de petite et moyenne dimension sont souvent beaucoup plus frais que le cours d'eau principal. En cas de stress thermique, les poissons cherchent automatiquement refuge dans ces ruisseaux plus frais.

À l'heure actuelle, les affluents sont souvent isolés du cours d'eau principal par des ouvrages (chutes artificielles, seuils, voûtages, etc.) ou des obstacles naturels (formation de deltas par déplacement des sédiments). La baisse du niveau de l'eau rend leur accès encore plus difficile. La reconnexion des affluents — permanente ou temporaire en mesure d'urgence — permet d'accroître le nombre de refuges disponibles pendant les vagues de chaleur.

Lors des travaux de reconnexion des affluents, il faut veiller à ce que ces derniers restent accessibles aux poissons venant du cours d'eau principal même lors d'une baisse du niveau de l'eau dans ce dernier. Au besoin, il conviendra de creuser et d'entretenir un chenal préférentiel d'étiage pour garantir une voie d'accès aux affluents pendant toute la canicule.



### Bonnes pratiques pour la «reconnexion des affluents»

- Rétablir la **connexion entre le cours d'eau principal et les affluents** déconnectés (de façon permanente ou temporaire en mesure d'urgence).
- Les affluents doivent rester accessibles aux poissons même **si le niveau d'eau baisse fortement**.
- **Traiter en priorité les affluents frais présentant une bonne qualité de l'eau.**

LD

Mesures de court terme

## Limitation des dérangements

La limitation des dérangements subis par les poissons est l'une des mesures les plus importantes pour les protéger en cas de canicule. En cas de stress thermique, les poissons sensibles à la chaleur – qui se sont réfugiés dans des zones plus fraîches – sont très vulnérables aux dérangements causés par les bateaux, les baigneurs, les chiens, etc. En même temps, la pression exercée par les humains en quête de fraîcheur est particulièrement forte pendant les vagues de chaleur. Les zones connues pour servir de refuge aux poissons doivent être, autant que possible, temporairement protégées de ces perturbations.



L'expérience a montré l'efficacité du train de mesures suivant :

- Panneaux d'information pour sensibiliser la population et faciliter l'acceptation des mesures restrictives
- Installation de rubans ou de grilles pour empêcher l'accès aux zones d'eau froide où les poissons ne doivent pas être dérangés
- Installation de bâches ou de filets à la surface de l'eau pour offrir un abri (visuel) aux poissons, en particulier face aux oiseaux piscivores
- Déviation ou restriction de la circulation des bateaux
- Contrôles par les gardes-pêche ou les services de police
- Sanctions (amendes) en cas de non-respect des consignes

### Bonnes pratiques pour la « limitation des dérangements »

- **Protéger** les zones refuges — naturelles ou artificielles — **des perturbations** pendant les périodes de canicule. Accroître et entretenir les connaissances à propos de ces lieux particuliers.
- **Informé et sensibiliser** la population concernée par les restrictions.
- **Contrôler et imposer** le respect des restrictions d'accès temporaires.

AA

*Mesures de court terme***Aération artificielle**

La solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue à mesure que la température augmente. En même temps, les besoins des poissons en oxygène augmentent du fait de l'accélération de leur métabolisme. De plus, dans les milieux riches en végétation aquatique, la teneur en oxygène de l'eau peut fortement varier au cours d'un cycle de 24 h et atteindre, dans la deuxième partie de la nuit, des concentrations inférieures au seuil de 3-4 mg/l, critique pour les poissons. Dans certains cas bien spécifiques, il peut donc être indiqué d'effectuer des apports artificiels d'oxygène.

Pour enrichir l'eau en oxygène (dans les zones d'eau froide, par exemple), les aérateurs à pales utilisés en aquaculture ont fait leurs preuves dans le haut Rhin en 2018. Ces appareils ont l'avantage de remuer la surface et donc d'offrir une protection visuelle aux poissons par rapport aux dangers venus du ciel. Mais l'oxygène peut également être apporté par insufflation d'air via un diffuseur immergé. Les appareils nécessitent généralement une alimentation électrique mais il existe également des solutions autonomes avec des panneaux solaires.

**Bonnes pratiques pour «l'aération artificielle»**

- **Surveiller la teneur en oxygène dans le milieu aquatique** (elle devient critique pour les poissons en dessous de 3-4 mg/l).
- Aération particulièrement **judicieuse pendant la deuxième partie de la nuit**. Cela permet d'éviter un réchauffement supplémentaire de l'eau (par incorporation de l'air chaud extérieur) et de compenser la consommation d'oxygène des végétaux.
- **Tester** et acheter l'aérateur **suffisamment tôt**. Résoudre la question de **l'alimentation en électricité** (tension de 400 V parfois nécessaire).



ZF

*Mesures de court terme***Zones artificielles d'eau froide**

Les zones artificielles d'eau froide sont des espaces créés dans le cours d'eau pour offrir une eau relativement fraîche. Cette eau plus froide provient des affluents ou de résurgences de nappes alluviales ou de versant. En dernière extrémité, elle peut aussi être fournie par le réseau d'eau potable. Un creusement du lit permet d'optimiser ces zones en augmentant leur volume et en limitant le mélange de l'eau fraîche avec l'eau réchauffée du cours d'eau.

Toute zone artificielle d'eau froide doit impérativement être accompagnée d'un train de mesures visant à limiter les dérangements (panneaux d'information, ruban de délimitation, bâches ou filets couvrant la zone, contrôles par les gardes-pêche, etc. – cf. «Limitation des dérangements»). Si le niveau baisse trop dans le cours d'eau, des travaux de terrassement peuvent être nécessaires pour rétablir les connexions.

**Bonnes pratiques pour les «zones artificielles d'eau froide»**

- **Tenir compte des autres objectifs de protection** existant éventuellement sur le site (protection des eaux souterraines, végétation riveraine, etc.).
- **Empêcher les dérangements par des mesures adéquates** (panneaux d'information, ruban de délimitation, bâches ou filets couvrant la zone, contrôles par les gardes-pêche).
- Veiller à l'accessibilité de la zone par les poissons par des contrôles fréquents. Améliorer les conditions au besoin.

OA

*Mesures de court terme***Création d'ombrage par l'installation de bâches perméables ou autres**

Pour créer rapidement de l'ombrage, une bonne solution consiste à recouvrir les affluents avec des bâches, des filets ou des textiles. Ces protections sont vite installées et assez bon marché (en termes de coûts de matériaux et de moyens humains). Celles utilisées en maraîchage se prêtent bien à cet usage. En plus de créer de l'ombre, elles offrent également un écran visuel et protègent des prédateurs ailés.

Pour éviter de déranger inutilement les poissons, ces protections doivent être mises en place avant que les températures n'atteignent un niveau critique. Elles doivent être solidement fixées sur les bords et régulièrement contrôlées. Il faut également veiller à ce que les filets ou les cordes d'attache ne représentent pas de danger pour les promeneurs et les animaux (risque de trébucher ou de s'entortiller).

Lors de l'installation de bâches ou de filets sur un cours d'eau, il convient de veiller à maintenir un certain espace entre l'eau et la protection pour garantir une bonne circulation d'air.

**Bonnes pratiques pour la «création d'ombrage par l'installation de bâches ou autres»**

- **Création d'ombrage pour les affluents fortement exposés au soleil par l'installation à leur surface de protections en matériaux adéquats** (matériaux perméables à l'eau et à l'air comme ceux utilisés en maraîchage).
- Mettre en œuvre la mesure de protection **avant que les températures n'atteignent un niveau critique.**
- **Bien fixer les protections**, assurer une **bonne circulation de l'air**, limiter les **risques** pour les promeneurs et les animaux.

AP

Mesures de court terme

**Arrêt des prélèvements d'eau**

L'eau douce de surface fait l'objet de multiples usages (production d'électricité, irrigation, refroidissement et chauffage, etc.). En période de canicule, les prélèvements sont particulièrement problématiques, notamment ceux effectués pour l'agriculture et le refroidissement des installations

**Irrigation**

*Si aucune mesure efficace de protection du climat n'est mise en œuvre, les cultures agricoles déjà irriguées aujourd'hui auront besoin d'environ deux fois plus d'eau d'ici à la fin du siècle. Toutefois, par temps chaud et sec, de nombreux cours d'eau et nappes d'eaux souterraines de petite taille ne fournissent, déjà à l'heure actuelle, presque plus d'eau pour l'irrigation.*

(...)

*Des infrastructures d'irrigation sont en cours de planification et de construction dans de nombreuses régions de production agricole. La raréfaction des ressources en eau à l'avenir ne permet cependant pas d'étendre les systèmes d'irrigation actuels, peu économes en eau, ni d'intensifier l'agriculture (en cultivant davantage de légumes, par exemple). Pour éviter toute surexploitation des ressources en eau, il est par ailleurs nécessaire de procéder à une planification des ressources au niveau régional. Pour prévenir les incitations économiques contre-productives, il serait en outre judicieux d'établir une représentation transparente des coûts liés à l'eau.*

Site Web de l'OFEV, National Centre for Climate Services NCCS, 2022.

(causant respectivement une réduction des débits et un réchauffement de l'eau).

Selon toute probabilité, les surfaces agricoles devant être irriguées artificiellement vont augmenter avec le réchauffement climatique (voir encart). Dans les périodes de besoins accrus pour l'irrigation — c'est-à-dire en période de sécheresse et de canicule —, il convient cependant, pour le bien des biocénoses aquatiques, de renoncer aux prélèvements d'eau dans les cours d'eau. Pour éviter les conflits, des mesures de moyen et de long terme doivent être prises.

Si, pendant une vague de chaleur, les débits atteignent un niveau particulièrement bas et la température de l'eau une valeur critique, il peut être justifié de suspendre les prélèvements ou les usages de l'eau de surface.

**Bonnes pratiques pour «l'arrêt des prélèvements d'eau»**

- **Désamorcer les conflits** potentiels entre protection et utilisation des eaux.
- **Définir les conditions d'une restriction ou d'une suspension des prélèvements d'eau ainsi que les responsabilités et les modalités de contrôle correspondantes** (législation, concessions, etc.).
- **Informersuffisamment tôt** sur la restriction ou la suspension des prélèvements et **l'ordonner à temps**.

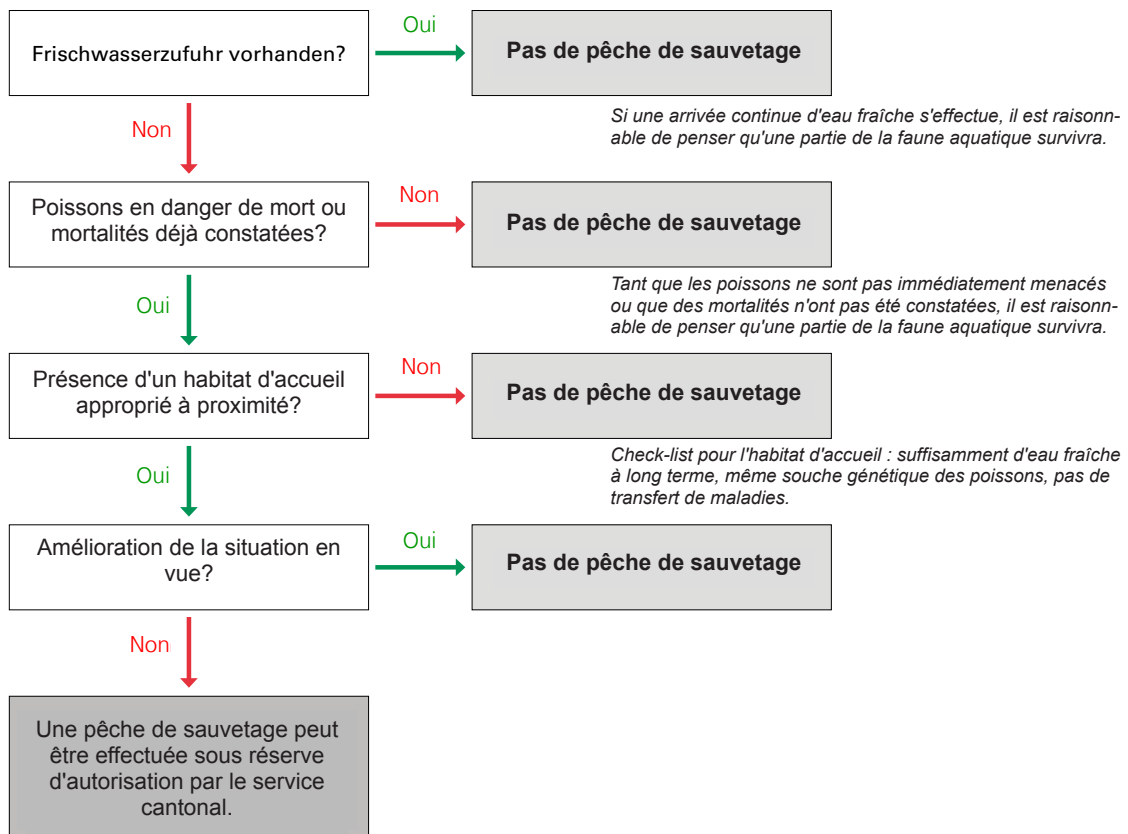
PS

Mesures de court terme

**Pêches de sauvetage**

Par le passé, des pêches de sauvetage ont souvent été effectuées à l'électricité dans de larges zones pour extraire les poissons des cours d'eau en train de se réchauffer et de s'assécher. L'exposition au courant électrique constitue cependant un stress pour les poissons déjà mis à mal par la situation météorologique. Les chances de survie des poissons déplacés s'en trouvent fortement réduites. Par ailleurs, le transfert des poissons peut contribuer à la propagation des maladies.

Il convient donc de ne procéder à une pêche de sauvetage à l'électricité qu'après avoir bien pesé le pour et le contre à l'aide, par exemple, de l'arbre de décision proposé ci-dessous (extrait de la fiche Sécheresse éditée par les cantons d'Argovie, de Saint-Gall, de Thurgovie et de Zurich). Si une telle pêche est décidée, elle doit être effectuée à des températures les plus fraîches possible et le transfert des poissons ne doit se faire qu'à l'intérieur du même système hydrologique local.

**Bonnes pratiques pour les «pêches de sauvetage»**

- N'effectuer que si **l'ensemble du peuplement pisciaire est en danger imminent**.
- Il faut qu'un **milieu d'accueil approprié** soit disponible (proche, frais, pas de transfert de maladies).
- Réaliser la pêche à la **température la plus basse possible** (la nuit ou tôt le matin).

CE

*Mesures de court et de long terme***Rétablissement de la continuité écologique**

La plupart des cours d'eau suisses sont fragmentés par toute une série d'obstacles artificiels comme des seuils ou des barrages qui empêchent les poissons de pouvoir les parcourir entièrement. Le rétablissement des possibilités de libre migration des poissons dans les cours d'eau est prévu par la loi sur la protection des eaux. Pour de nombreuses espèces, ces possibilités de franchissement sont primordiales pour les déplacements entre les différents habitats occupés par exemple pour la prise de nourriture et pour la reproduction. En situation de canicule, les poissons peuvent trouver refuge dans les affluents, à condition qu'ils soient accessibles et leur permettent de circuler librement.

Le rétablissement, à long terme, de la continuité écologique dans le corridor fluvial — par le remplacement de seuils infranchissables par des ouvrages franchissables comme des rampes en enrochement, par exemple — demande un important travail de planification et de réalisation. À court terme, il est également possible d'installer des dispositifs temporaires de franchissement (comme des passes à poissons Steffstep, par exemple).

Dans une optique de protection des poissons sensibles à la chaleur en situation de canicule, l'objectif du rétablissement de la continuité écologique doit être de reconnecter une portion aussi longue que possible de l'affluent avec le cours d'eau principal. Les obstacles situés le plus en aval doivent donc être éliminés en premier.



Passé à poissons Steffstep dans la Töss: il s'agit d'une passe à poissons amovible et temporaire développée par la société WRH Walter Reist Holding qui peut être installée au niveau de petites centrales hydrauliques ou d'autres ouvrages transversaux (source: WRH).

**Bonnes pratiques pour le «rétablissement de la continuité écologique»**

- Accélérer le **rétablissement de la libre migration des poissons** dans les cours d'eau, en particulier ceux aux eaux propres et fraîches.
- Évaluer les possibilités de mettre en place des **dispositifs de franchissement temporaires** si aucune solution permanente n'est en vue.
- **Les obstacles situés le plus en aval** doivent être éliminés en premier pour permettre l'accès aux affluents.

AE

*Mesures de court et de long terme***Création d'abris sous l'eau**

L'installation dans l'eau de structures à espaces et interstices irréguliers (comme des amas de bois mort, des souches, des structures artificiellement créées de type Engineered-Log-Jam, etc.) peut considérablement améliorer l'offre permanente en abris pour les poissons. En particulier dans les zones d'eau froide, elle peut être très profitable aux espèces sensibles à la chaleur. Les petites espèces et les espèces nécessitant des milieux structurés comme la truite de rivière, notamment, sont alors mieux protégées des prédateurs tolérant bien la chaleur (comme le silure ou le chevaine) et des oiseaux piscivores.

Si elles sont correctement installées, de telles structures peuvent activer des phénomènes d'érosion et d'accumulation d'alluvions et, ainsi, contribuer à diversifier localement le lit et favoriser la formation de fosses durables. Cette mesure doit être planifiée avec le concours de bureaux d'études expérimentés car elle peut aussi entraîner des risques hydrauliques.



Même dans les grands cours d'eau, les structures installées dans l'eau comme les amas de bois mort peuvent créer des abris durables et activer les processus d'érosion et d'alluvionnement dans le lit.

**Bonnes pratiques pour la «création d'abris sous l'eau»**

- **Créer des abris permanents** au niveau des zones présentant une eau relativement fraîche.
- Les structures installées doivent rester fonctionnelles même **lorsque le niveau de l'eau est bas**.
- **En confiant la réalisation à des spécialistes**, on peut s'assurer d'atteindre la **diversification souhaitée du lit** (création de mouilles) et d'éviter les risques (entraînement par le courant).

ON

*Mesures de long terme***Création d'ombrage par boisement des berges**

La mesure la plus prometteuse pour protéger les poissons de la chaleur est, de loin, la reconstitution de l'ombrage naturel par la plantation d'une végétation dense dont les essences adaptées au lieu peuvent constituer un toit de verdure au dessus du cours d'eau. L'effet de l'ombre sur la température des cours d'eau est si fort que le reboisement des berges dépourvues de végétation doit être considéré comme une priorité absolue.

Bien que le reboisement des rives des cours d'eau soit inscrit dans la loi, il entre souvent en conflit avec les impératifs de la protection contre les crues et de l'agriculture. Une prise en compte précoce de cet aspect dans la planification des projets de protection contre les crues permet cependant de résoudre ce conflit assez simplement.

Si elle est dense, la végétation riveraine a un effet durable sur la température de l'eau et peut limiter significativement le réchauffement en période de canicule ; une différence de 4 °C peut être atteinte pour la température maximale journalière. L'effet refroidissant des affluents bien ombragés est mesurable même dans le cours d'eau principal qui, en raison de sa largeur, ne peut être entièrement ombragé.

Les nouvelles plantations n'ont un effet en matière d'ombrage qu'au bout de quelques années. Il est donc important de suivre les recommandations suivantes autant que possible:

- Remplacer ou ajouter immédiatement les arbres ou arbustes manquants.
- Choisir des arbres et arbustes à croissance rapide et adaptés au site.
- Planter le plus près possible de l'eau.
- Éventuellement planter des arbres ou arbustes déjà grands (particulièrement efficace sur la rive sud des cours d'eau orientés est-ouest).
- Lors des travaux d'entretien, garder à l'esprit l'objectif d'un ombrage maximal.
- Préserver les arbres et arbustes en place (protégés par la LNP), également dans les projets d'aménagement des cours d'eau lorsque cela est possible.

**Bonnes pratiques pour la «création d'ombrage par boisement des berges»**

- Le reboisement des berges dépourvues de végétation doit être considéré comme une **priorité absolue**.
- **Prendre en compte suffisamment tôt la question de l'ombrage** dans la planification des projets d'aménagement des cours d'eau.
- Lors des travaux de plantation ou d'entretien, poursuivre **l'objectif d'un effet rafraîchissant maximal et rapide** par le développement d'ombrage et éviter les défrichements.

AS

Mesures de long terme

**Amélioration structurelle du lit**

Les cours d'eau diversifiés dans leur structure offrent aux organismes aquatiques, dont les poissons, de meilleures conditions d'habitat que les milieux monotones. Cet avantage se traduit souvent par une plus grande biodiversité et une plus forte production de biomasse. Les peuplements pisciaires des cours d'eau morphologiquement diversifiés présentent une meilleure résistance aux épisodes caniculaires.

Les cours d'eau doivent être revitalisés dans tous les endroits où cela est possible. Autrement dit, un état quasi naturel doit être restauré avec sa diversité structurelle, sa dynamique, son boisement riverain, etc. Si le milieu ne le permet pas ou si la revitalisation se fait attendre, il est possible de réaliser des mesures ponctuelles dans le courant pour améliorer la morphologie des tronçons monotones. L'installation d'éléments ancrés dans le courant, tels que des souches, des amas de bois mort ou des rochers, etc., crée des abris pour les poissons et permet ainsi de réduire les dérangements et le stress auxquels ils sont exposés.

**Une diversité structurelle insuffisante**

*Un quart des cours d'eau présentent aujourd'hui un état écomorphologique insatisfaisant (peu naturel/artificiel, très atteint, mis sous terre). Plus de 100'000 obstacles artificiels de plus de 50 cm de haut entravent par ailleurs la connectivité longitudinale. Les cours d'eau les plus atteints sont ceux situés à faible altitude. Sur le Plateau où prédomine l'exploitation agricole intensive, près de la moitié des cours d'eau n'ont guère plus rien à voir avec leur état naturel.*

Site Web de l'OFEV, 2022.

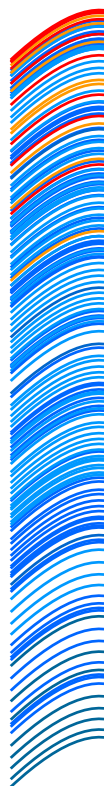
**Bonnes pratiques pour «l'amélioration structurelle du lit»**

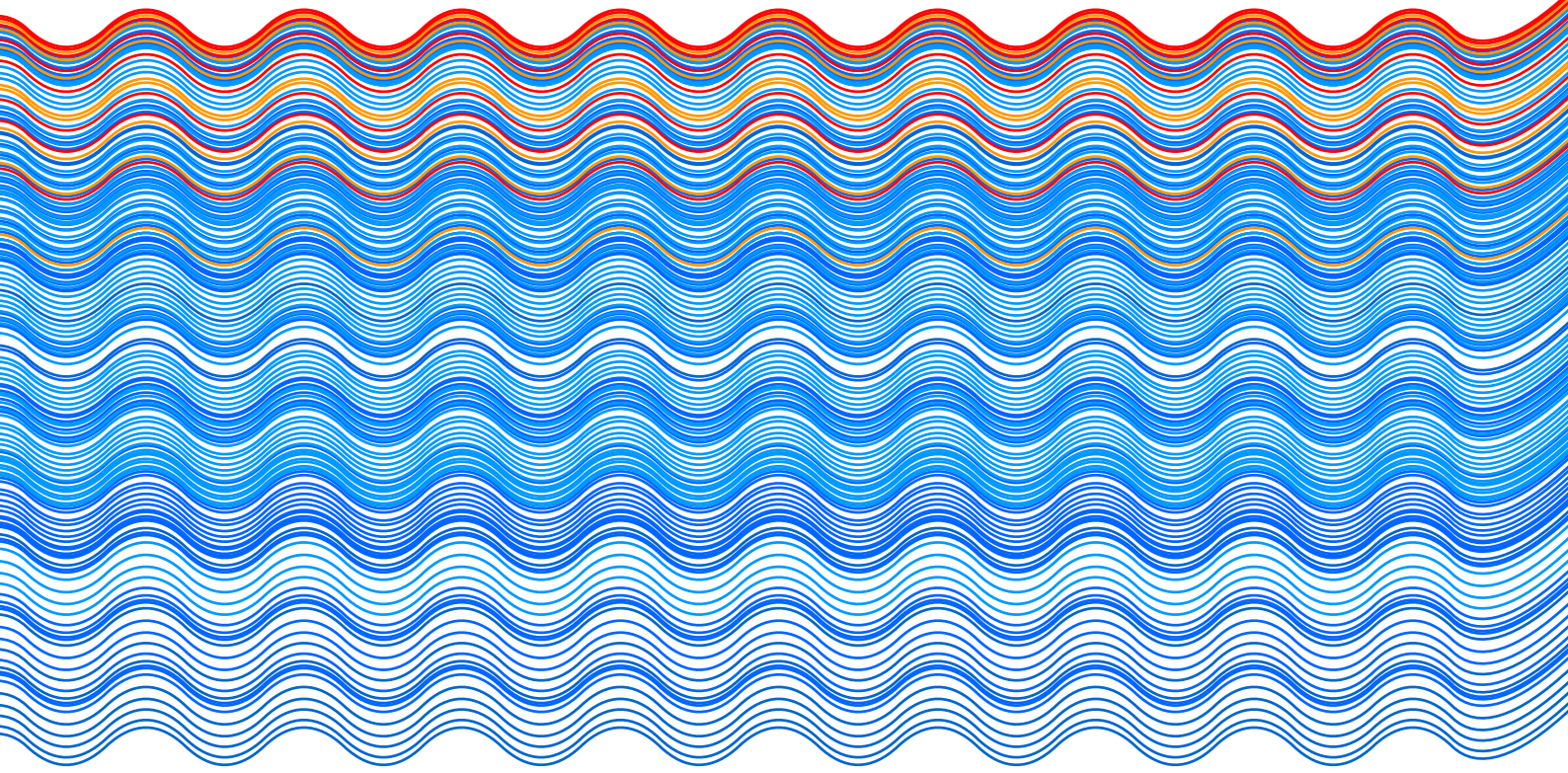
- **Prévoir en priorité une revitalisation en bonne et due forme du cours d'eau.** Les mesures ponctuelles dans le courant ne doivent être mises en œuvre que là où une revitalisation n'est pas envisageable dans un délai raisonnable.
- Lors de la planification de mesures ponctuelles dans le courant, prendre en compte **l'ensemble de la communauté** du cours d'eau.




## Références bibliographiques

- [1] Michel A., Råman Vinnå L., Bouffard D., Epting J., Huwald H., Schaepli B., Schmid M., & Wüest A. (2021). Evolution of stream and lake water temperature under climate change. Hydro-CH2018 Project. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. 71 p.
- [2] OFEV (ed.) (2021). Effets des changements climatiques sur les eaux suisses. Hydrologie, écologie et gestion des eaux. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. Connaissance de l'environnement n° UW-2101-F: 134 p.
- [3] Robinson, P.J. (2001). On the definition of a heat wave. *Journal of Applied Meteorology*, 40(4): 762–775.
- [4] Gaudard, A., Schmid, M., Wüest, A. (2017). Utilisation thermique des eaux superficielles. Aperçu des éventuels impacts physiques et écologiques. *Aqua & Gas*, 95(3), p. 44–49.
- [5] Lahnsteiner, F. (2012). Effect of temperature on the reproductive potential of teleost fish. Blue Globe Foresight. Klima- und Energiefonds.
- [6] Küttel, S., Peter, A., Wüest, A. (2002). Rhône Revitalisierung, Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten schweizerischer Fließgewässer. Eawag Publikation Nummer 1.
- [7] WFN (2013): Fisch und Temperatur. Leiden unsere Fische bald unter Hitzestress? Conférence Cercl'eau 2013. Juin 2013, La Neuveville.
- [8] Lessard, J.L. & Hayes, D.B. (2003). Effects of elevated water temperature on fish and macroinvertebrate communities below small dams. *River Research and Applications* 19: 721–732.
- [9] Fry, F.E.J. (1967). Thermal effects on fish ecology. Pages 375–409 in A.H.Rose, editor. *Thermobiology*. Academic Press, London, New York.
- [10] Coutant, C.C. (1999). Perspectives on temperature in the Pacific Northwest's fresh waters. Oak Ridge National Laboratory, Environmental Sciences Division Publication 4849 (ONRL/TM-1999/44), Oak Ridge, Tennessee, USA.
- [11] Marcos-Lopez, M., Gale, P., Oidtmann, B.C., Peeler, E.J. (2010). Assessing the impact of climate change on disease emergence in freshwater fish in the United Kingdom. *Transboundary and emerging diseases*, 57(5): 293–304.
- [12] Hunziker, S. & Wüest, A. (2011). Anthropogene Temperaturveränderungen in Flüssen und Seen – eine Literaturanalyse. Eawag.
- [13] Mende, M., Sieber, P. (2020). Temperaturverlauf in Fließgewässern. Untersuchung und Visualisierung von Temperatureinflüssen, Ableitungen von Massnahmevorschlägen.







Les épisodes de canicule et de sécheresse menacent déjà aujourd'hui les populations de poissons sensibles à la chaleur des grands cours d'eau suisses. Les scénarios climatiques prédisent que le réchauffement de nos rivières va se poursuivre de façon continue et que les épisodes de températures et de précipitations extrêmes vont se multiplier. Ce guide de travail expose le problème, fait la synthèse des principales connaissances de base sur le stress thermique chez les poissons et émet des recommandations pour leur protection en situation de canicule. Les meilleures pratiques sont présentées sous une forme claire et concise dans douze fiches de mesures. Ce guide de travail a pour ambition d'aider les acteurs concernés à réduire à court terme et à long terme le stress et la mortalité causés chez les poissons par un réchauffement excessif de l'eau.

