



# DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE DE LA THUR A CERNAY ET IMPACT D'UN TRONCON COURT- CIRCUITE 2022-2023



Rédaction : Ywen NAMOKEL, Responsable technique

Relecture : Emilien BORDIER, Directeur

Version finale du 23/02/2024

Dossier suivi par : Ywen NAMOKEL, Responsable technique

Contact : responsable.technique@peche68.fr

Partenaires techniques :



Référence à citer :

NAMOKEL Y., 2024. Diagnostic écologique de la Thur à Cernay & impact d'un tronçon court-circuité (2022-2023). Fédération du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. 124p.

## Résumé

### Chiffres clés

- ◆ 5km de cours d'eau étudiés – impact du TCC sur au moins 3km
- ◆ 55 espèces d'invertébrés et 15 espèces de poissons sur la Thur
- ◆ Passage du Bon état écologique au Moyen à partir du TCC
- ◆ Nombreux impacts sur les communautés biologiques (pertes de densités et de diversité), les débits et sur la température (+2°C en été)

Dans le département du Haut-Rhin, les aménagements des cours d'eaux et plus particulièrement les obstacles à l'écoulement sont particulièrement nombreux et structurants dans les paysages locaux mais aussi dans la fonctionnalité des hydrosystèmes. C'est notamment le cas des nombreux tronçons courts circuités en aval d'ouvrage de prise d'eau (TCC). La **Thur sauvage** est un TCC situé dans un secteur classé en arrêté de protection de biotope (APB). Il s'agit d'une des dernières zones à la dynamique fluviale active, qu'il est devenu rare d'observer en Alsace et très riches en enjeux de biodiversité (en plus d'être une zone conservatoire).

La présente étude fait suite à la mise en exergue de problématique de non-respect du débit réservé. Un comparatif est ainsi réalisé entre des stations de références (en amont et en aval) et une station située au cœur du TCC. Ceci à l'aide de plusieurs volets centrés autour de deux approches (physique et biologique). L'objectif est de pouvoir connaître l'état écologique de la Thur entre Vieux-Thann et Cernay d'une part, et d'identifier ou non des impacts du régime de TCC sur la Thur sauvage d'autre part.

Le diagnostic prend ainsi en compte plusieurs volets d'analyse (température, débit, hauteur d'eau, physico-chimie, habitats, communautés de poissons et d'invertébrés). L'étude menée sur 2 ans (2022-2023) a permis d'identifier et de quantifier de nombreux impacts du régime de TCC, de l'ouvrage de dérivation et de la gestion des niveaux d'eau.

**Il ressort des investigations que la situation est défavorable pour les poissons et les invertébrés au sein de la Thur sauvage lié au régime hydraulique actuel** (et à des pressions indirectes liées à l'ouvrage ROE1702). Les résultats mettent ainsi en lumière :

- ◆ La qualité biologique, qui est bonne à très bonne en amont, baisse à partir du TCC.
- ◆ Des communautés de poisson impactées, notamment à causes des assècs (2020-2021), de l'instabilité hydrologique, des hauteurs d'eau et des débits plus faibles dans le TCC qu'en amont et en aval. Ce qui induit une disparition d'espèce (dont l'ombre commun) et une densité diviser par deux.
- ◆ Des communautés d'invertébrés impactées par l'effet bief du seuil de répartition (ROE1702) et par l'instabilité hydrologique de la Thur sauvage (avec la disparition de nombreuses espèces dans le TCC).
- ◆ Le TCC ne semble pas avoir d'impact sur la physico-chimie (qui est globalement Bonne exceptée pour des concentrations élevées en phosphate mesurées dès l'amont).
- ◆ Un impact fort sur la température de l'eau avec une augmentation significative de +2°C en moyenne en été sur la Thur sauvage en aval de l'ouvrage. Si la Thur présente une température globalement favorable aux salmonidés en amont (80% des valeurs entre 4 et 19°C en amont), la température devient rapidement plus défavorable en aval de Vieux-Thann et Cernay avec parfois près de 25°C dans le TCC (seuil léthal de la truite).
- ◆ Les mesures de débits ont mis en avant un non-respect du débit réservé dans le TCC (770L/s) lors de 6 jaugeages réalisés entre 2022 et 2023.
- ◆ Les suivis des hauteurs d'eau réalisés à l'aide d'une sonde mettent en avant des débits estimés inférieurs à 704L/s ( $\pm 53$  L/s) plus de 75% du temps entre 2022 et 2023.
- ◆ Le protocole ESTIMHAB permet de proposer des valeurs de débits minimum biologique entre 1m<sup>3</sup>/s (en amont) et 1,2m<sup>3</sup>/s (dans la Thur sauvage).

Au regard des résultats, il est pertinent de poursuivre le suivi de ces sites mais aussi d'échanger autour de meilleures pratiques de gestion et de l'émergence d'actions en faveur d'une préservation des communautés de la Thur sauvage.

## SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION .....	8
II.	OBJECTIFS .....	10
III.	CONTEXTE.....	10
3.1.	Choix du secteur d'étude .....	10
3.2.	Le bassin versant de la Thur .....	11
3.3.	La « Thur sauvage » à Cernay.....	12
3.4.	Le canal usinier de Cernay ou canal de la Cartisane .....	13
3.5.	Problématiques .....	14
3.6.	Documents cadres .....	16
IV.	METHODOLOGIE.....	16
4.1.	Approche biologique.....	19
a)	Volet invertébré .....	19
b)	Volet piscicole .....	21
4.2.	Approche milieu physique .....	23
a)	Volet physico-chimique .....	23
b)	Volet thermie .....	24
c)	Volet débit et hauteur d'eau.....	27
d)	Volet ESTIMHAB.....	31
V.	Résultats : Approche biologique .....	34
5.1.	Volet invertébré benthique .....	34
a)	Analyse station amont (AME2) .....	35
b)	Analyse de la station médiane du TCC (MED2).....	36
c)	Analyse de la station aval (AV1).....	38
d)	Analyse des stations complémentaires (CC1 et AMBief).....	40
e)	Analyse globale .....	41
5.2.	Volet poisson.....	42
VI.	Résultats : approche physique .....	71
6.1.	Volet Physico-chimique.....	71
a)	Concentrations moyennes et concentrations maximales .....	71
b)	Analyse des paramètres en fonction du temps .....	73
6.2.	Volet thermie .....	76
a)	Profil thermique et température moyenne journalière .....	76
a)	Régime thermique mensuel (de juin à décembre2022) .....	79
b)	Identification de l'impact thermique sur la Thur .....	80
c)	Régime thermique annuel .....	81
d)	Quantification de l'impact thermique sur la Thur .....	82
e)	Moyennes des 30jours les plus chaud .....	83
a)	Optimum thermique des espèces.....	84

6.3.	Volet débit & hauteur d'eau .....	85
a)	Régime hydrologique .....	85
b)	Analyse des débits de la Thur de 2020 à 2023.....	87
c)	Jaugeages .....	89
d)	Relation hauteur / débit .....	90
e)	Suivi des hauteurs d'eau .....	92
6.4.	Volet ESTIMHAB.....	94
a)	Entrée des variables physiques.....	94
b)	Evolution des SPU en fonction du débit .....	94
VII.	Conclusions & Perspectives.....	99
7.1.	Diagnostic de la Thur entre Cernay et Vieux-Thann .....	99
7.2.	Perspectives et préconisations .....	100
VIII.	BIBLIOGRAPHIE.....	103
	<i>Annexes</i> .....	107

## Liste des figures

Figure 1 :	Illustrations de la diversité des habitats présent sur le tronç de la Thur sauvage (plat courant, mouille, raiders, atterrissement de galets & graviers, bras secondaires, arbres morts, etc.).....	12
Figure 2 :	Illustration de la prise d'eau sur la Thur, du canal usinier et des habitats en présence. ....	14
Figure 3a :	Illustration d'une portion de la Thur sauvage.....	15
Figure 3b :	Illustration de cette portion de la Thur totalement à sec le 14 août 2020.....	15
Figure 3c :	Panneau explicatif présentant le site auprès des randonneurs.....	15
Figure 6 :	Schéma des objectifs généraux et du phasage des études de la FDAAPPMA68.....	16
Figure 7 :	Schéma général des deux approches et des divers volets méthodologiques développés lors du diagnostic écologique de la Thur à Cernay 2022-2023. ....	17
Figure 8 :	Carte de la métrologie du diagnostic de la Thur à Cernay & Vieux-Thann (localisation des stations et volets appliqués).....	18
Figure 9 :	Illustration des prélèvements d'invertébré et de la détermination en laboratoire.....	20
Figure 10 :	Illustration des pêches électriques sur la Thur et la biométrie d'une truite fario. ....	22
Figure 11 :	classes de qualité de l'indice pathologique global.....	23
Figure 12 :	Boitier multiparamétrique WTW à gauche et Photomètre utilisé à droite (modèle : PF12). ....	24
Figure 13 :	Sonde thermique Hobo Pendant.....	24
Figure 14 :	Schéma des orientations des choix des tests statistiques de comparaisons de moyennes. ....	27
Figure 15 :	Présentation du Nivus FlowStick et son boitier wifi associé.....	27
Figure 16 :	Application de jaugeage sur la station (à gauche) et exemple d'interface smartphone de l'acquisition terrain du NivusFlowStick (à droite).....	29
Figure 17 :	Schéma du dispositif de mesure en temps réel « F'LOW » de SQUAMA. Avec en A & B capteur et en C le transmetteur. ....	29
Figure 18 :	Illustration et mise en situation du dispositif. ....	30
Figure 19 :	illustration de l'interface utilisateur (lecture des hauteurs à gauche et des températures au milieu). ....	30
Figure 20 :	Les capacités d'accueil des poissons peuvent fortement varier en fonction du débit (source : EPTB Loire).....	31
Figure 21 :	schéma de principe d'application du protocole ESTIMHAB sur le terrain (source : Guide méthodologique ESTIMHAB, IRSTEA 2011). ....	32
Figure 21 :	illustration des courbes produites par le modèle (SPU/100m <sup>2</sup> en fonction du débit) pour plusieurs espèces. ....	33
Figure 22 :	Synthèse des principaux résultats des I2M2 des 5 stations sur la Thur entre Vieux-Thann et Cernay. Avec : en a) l'illustration des 2 principaux groupes indicateurs (GI) les Leuctridae à gauche et les Leptoceridae à droite. En b) les résultats synthétiques généraux du volet invertébré sur la Thur. En c) les résultats complémentaires.....	34
Figure 23 :	diagramme des proportions des variables 24 (ordres d'insectes) et 11 (modes d'alimentation) sur AME2. ....	35
Figure 24 :	histogramme des degrés de trophie et de saprobie (AME2).....	35
Figure 25 :	Résultats de l'outil de diagnostic ODInvertébrés sur la station AME2. ....	36

Figure 26 : diagramme des proportions des variables 24 (ordres d’insectes) et 11 (modes d’alimentation) sur MED2. .... 37

Figure 27 : histogramme des degrés de trophie et de saprobie (MED2). .... 37

Figure 28 : Résultats de l’outil de diagnostic ODInvertébrés sur la station MED2. .... 38

Figure 29 : diagramme des proportions des variables 24 (ordres d’insectes) et 11 (modes d’alimentation) sur AV1 ..... 39

Figure 30 : histogramme des degrés de trophie et de saprobie (AV1). .... 39

Figure 31 : Résultats de l’outil de diagnostic ODInvertébrés sur la station AV1. .... 40

Figure 31 : Synthèse des résultats du volet invertébré sur la Thur. .... 42

Figure 32 : Résultats IPR+ à l’échelle du secteur (données 2022) et proportions d’espèces de poisson. .... 67

Figure 33 : Synthèse des résultats des pêches électriques et comparatif entre les 3 stations..... 67

Figure 34 : Les principales espèces de poissons en termes de proportions retrouvées sur la Thur entre Vieux-Thann et Cernay (dans l’ordre d’abondance : 1-Vairon 2-Loche franche 3-Chevesne 4-Truite fario 5-Chabot 6-Goujon – source : OPSN). ..... 68

Figure 35 : Histogramme des densités estimées par hectares des espèces de poissons par station (les vairons, loches franches et chevesnes sont représentés avec une autre échelle à droite). \* la densité de TRF au sein de T8/MED2 correspond uniquement à des truitelles 0+ de l’année 2022. .... 69

Figure 36 : Qualité physico-chimique sur la base des concentrations moyennes sur la Thur et paramètres déclassants associés. .... 72

Figure 37 : Qualité physico-chimique sur la base des concentrations maximales sur la Thur et paramètres déclassants associés. .... 72

Figure 38 : Concentration des paramètres physico-chimiques mesurés au cours du suivi (d’aout2022 à novembre 2023 – chaque paramètre est rappelé en abscisses). .... 74

Figure 39 : Localisation des sondes thermiques sur la Thur entre Thann et Cernay. .... 76

Figure 40 : profil thermique et températures moyennes journalières des 4 sondes thermiques (l’encart bleu représente la période sélectionnée pour les comparaisons statistiques ; soit de juin2022 à janvier2023). .... 78

Figure 41 : Boxplot des températures moyennes ..... 79

par mois des 3 stations de la Thur..... 79

Figure 42 : Boxplot des températures moyennes journalières sur les 4 mois de l’été 2022 (juin à septembre)..... 80

Figure 42 : Boxplots comparatifs des températures moyennes mensuelles entre l’amontT13 (en haut) et le TCC T14 (en bas) de la Thur à Cernay&Vieux-Thann..... 81

La ligne orange symbolise le seuil de stress thermique de la truite (19°C) et la rouge le seuil léthal (25°C). .... 81

Figure 43 : Boxplots des températures moyennes mensuelles en aval de Cernay sur T15. .... 82

Tableau 4 : Résultats des moyennes mensuelles et quantification de l’impact thermique sur la Thur et dans le TCC ..... 83

Figure 44 : Synthèse des moyennes des 30 jours les plus chauds et des températures extrêmes (min et max instantanés) sur la Thur entre Thann et Cernay en 2022..... 83

Figure 45 : Optimum thermique de la Truite dans la Thur entre Thann et Cernay. Proportions des plages de températures clefs pour l’espèce (Amont=T13, TCC=T14, Aval=T15 – sur 2022 à gauche et sur l’été 2022 à droite). .... 84

Figure 46 : Débits caractéristiques de la Thur à Willer-sur-Thur (données les plus valides de 1966 à 2024). .... 85

Figure 57 : Débit de la Thur à Willer-sur-Thur de 2020 à 2023..... 86

Figure 58 : Débit d’étiages et basses eaux de la Thur à Willer-sur-Thur de 2020 à 2023. Un rappel de quelques valeurs clefs est affichées avec : le débit réservé de l’ouvrage de Vieux-Thann/Cernay (770L/s), le débit d’armement des turbines et le débit prélevé par l’usine ETC (ICPE). .... 86

Figure 59 : Proportion des principales gammes de débits observées sur la Thur de 2020 à 2023..... 87

Figure 59 : diagramme des proportions des classes de débits de la Thur entre 2020 et 2023 ..... 87

Figure 60 : Courbe de tarage et valeurs de débit associés sur la station MED2 située dans la Thur sauvage au sein du TCC. 91

Figure 61 : Suivi des hauteurs d’eau dans le TCC de la Thur sauvage de 2022 à 2023. .... 92

Figure 62 : Proportion du débit supérieur ou inférieur à 704L/s±58 L/s (=30cm de hauteur d’eau) dans le TCC de la Thur à différentes périodes de 2022 à 2023. .... 93

Figure 63 : Evolution de la Surface Potentielle Utile (SPU) en m<sup>2</sup> pour 100 m de cours d’eau en fonction du débit (m<sup>3</sup>/s) sur AME2. Avec en a) pour la plage de débits de 0 à 10m<sup>3</sup>/s et en b) de 0 à 2m<sup>3</sup>/s (pour une meilleure lisibilité). .... 95

Figure 64 : Evolution de la Surface Potentielle Utile (SPU) en m<sup>2</sup> pour 100 m de cours d’eau en fonction du débit (m<sup>3</sup>/s) sur MED2. Avec en a) pour la plage de débits de 0 à 10m<sup>3</sup>/s et en b) de 0 à 2m<sup>3</sup>/s (pour une meilleure lisibilité). .... 97

## Liste des tableaux

<a href="#">Tableau 1 : Résumé de la métrologie du diagnostic de la Thur</a> .....	18
<a href="#">Tableau 2 : Listes des espèces patrimoniales retrouvées sur la Thur à Cernay et Vieux-Thann et statuts de protection</a> .....	68
<a href="#">Tableau 3 : Synthèse des résultats des analyses physico-chimiques de la Thur (avec les valeurs moyennes en haut et les valeurs extrêmes en bas – sur l'ensemble du suivi)</a> .....	71
<a href="#">Tableau 4 : Synthèse des données thermiques de T13, T14 et T15 du 01/01/22 au 01/01/23 (nombres de jours par gammes et extremums)</a> .....	78
<a href="#">Tableau 5 : principales caractéristiques hydrologiques de la Thur (source : hydroportail)</a> .....	86
<a href="#">Tableau 6 : Proportion des principales gammes de débits observées sur la Thur de 2020 à 2023. Les intervalles sont listés à gauche du tableau (en L/s)</a> .....	87
<a href="#">Tableau 7 : Proportion des principaux intervalles de débits « d'usages » observés sur la Thur entre 2020 et 2023</a> .....	88
<a href="#">Tableau 8 : Résultats des 6 campagnes de jaugeages sur les 4 stations de 2022 à 2023 (débits en L/s). NB : Les valeurs en rouge sont jugées non fiables mais sont présentées à titre comparatif</a> .....	89
<a href="#">Tableau 9 : variables d'entrées des deux stations ESTIMHAB étudiées</a> .....	94
<a href="#">Tableau 10 : rappel des codes utilisés par ESTIMHAB</a> .....	94

## Abréviations

AAPPMA : Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

AERM : Agende de l'Eau Rhin-Meuse

CENA : Conservatoire des Espaces Naturels d'Alsace

CSA : Conservatoire des Sites Alsaciens

DPF : Domaine Public Fluvial

EEE : Espèce exotique envahissante

FDAAPPMA68 : Fédération du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

PDPG : Plan Départemental pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles

TCC : Tronçon Court Circuité

## **I. INTRODUCTION**

L'énergie hydroélectrique, ou hydroélectricité, est une énergie électrique obtenue par conversion de l'énergie hydraulique des différents flux d'eau. En effet, l'énergie cinétique du courant d'eau est transformée en énergie mécanique par une turbine, puis en énergie électrique par un alternateur. En France, l'implantation de l'hydroélectricité est très présente (11% de l'électricité produite). Le parc hydroélectrique français a pratiquement atteint son maximum en termes de grand dispositif. Deux types de production se distinguent donc : petite et grande hydroélectricité.

L'Alsace quant à elle représente plus de 10% de la production nationale mettant ainsi en avant une zone géographique à enjeux vis-à-vis de cette énergie renouvelable. Si la grande hydroélectricité apporte une production indéniable en termes de proportion au parc national, il n'en est pas de même avec la petite hydroélectricité qui ne représente pas plus de 1,5% de la production. Actuellement ces diverses exploitations sont encadrées réglementairement pour réduire au mieux leurs impacts avérés sur de nombreux volets environnementaux (débits réservés, règlement d'exploitation, etc.). Néanmoins, la bibliographie scientifique fait état d'un grand nombre d'études mettant en avant des effets avérés et quantifiés de l'impact de l'activité hydroélectrique sur les cours d'eau, en France et dans le monde depuis plusieurs décennies (Fournier et al. 2016). Les impacts sont donc aujourd'hui relativement bien connus, que ce soit pour les grands ouvrages hydroélectriques supérieures à 15m ou 5m avec une retenue supérieure à 3Mm<sup>3</sup> (Ward & Stanford, 1979 ; Poff & Hart, 2002 ; Nilsson et al., 2005) ou les plus petites installations inférieures à 15m (Bilotta et al., 2016 ; Couto et al., 2018 ; Lange et al., 2019).

Les principaux impacts les plus couramment documentés de ces dernières décennies peuvent être rappelés et sont entre autres :

- ◆ Modification des écoulements (Nilsson & Jansson, 1995 ; Csiki & Rhoads, 2010 ; Mueller et al., 2011 ; Anderson et al., 2015)
- ◆ Modification du transfert sédimentaire (Phillips et al., 2005 ; Vericat & Batalla, 2006 ; Donati et al., 2020) ;
- ◆ Modification de la morphologie du paysage ;
- ◆ Influence sur la température de l'eau (Petts, 1984, 1986 ; Zaidel et al., 2021) ;
- ◆ Modification de la végétation riveraine (Greet et al., 2011 ; Tombolini et al., 2014) ;
- ◆ Impacts sur l'érosion des berges et de la côte ;
- ◆ Fragmentation des écosystèmes et perturbation sur la migration et les déplacements des espèces (Ovidio & Philippart, 2002 ; Baudoin et al., 2014) ;
- ◆ D'autres effets parallèles peuvent être cités et plus particulièrement de la « petite hydroélectricité » dont les effets sont plus variables (Fournier et al. 2016) avec :
  - Peu d'effet sur les flux (sauf dans le cas de TCC : tronçons court-circuités) ;
  - Rupture de la continuité écologique ;
  - Effet cumulatif selon le positionnement et la densité d'ouvrage ;
  - De même que la création de dérivations laisse un grand nombre de tronçons de rivières sous débits réservés.

Dans le département du Haut-Rhin, les aménagements des cours d'eaux et plus particulièrement les obstacles à l'écoulement sont particulièrement nombreux et structurants dans les paysages locaux mais aussi dans la fonctionnalité des hydrosystèmes (avec par exemple plus de 300 ouvrages recensés sur le ROE sur le bassin de la Thur ou encore une densité moyenne d'obstacles recensés sur le bassin de la Lièpvrette de 12 ouvrages par km (Fagot, 2021)).

Ainsi les impacts peuvent être particulièrement forts dans le cas de tronçons courts circuités en aval d'ouvrage de prise d'eau (TCC). En effet, la littérature permet de mettre en lumière un grand nombre d'observations notamment sur l'évolution des communautés tel que :

- ◆ Des baissent de densités piscicoles observées à l'aval des ouvrages de prises d'eau lorsque les débits réservés sont inférieurs ou égaux au 1/10e du module (FAAPPMA09, 2016 ; Ovidio et al., 2004 ; Baran et al. 1995) ;
- ◆ Des changements au niveau des classes d'âges et des disparitions de géniteurs ; (Benejam et al., 2014) ;
- ◆ Des modifications des peuplement d'invertébré benthiques et des cycles trophiques (Lagarrigue, 2000 ; Degiorgi et al. 2000) ;
- ◆ Des impacts plus modérés à faible dans le cadre de programme de tests avec des débits réservés plus élevés que le 1/10e du module (+17%) produit à l'aide de modèles spécifiques (ECOGEA 2016) ;
- ◆ Des impacts marqués sur les habitats ou même des mortalités aiguës des écarts de débits dans le cas d'éclusés ou de modification plus brutales (Bejerano et al., 2017 ; Korman et Campana 2009 ; Scruton et al. 2008) ;

Dans ce cadre, c'est l'article L214-18 du Code de l'Environnement qui détermine les conditions de fixation des débits minimums sous les prises d'eau. En 1984, la loi pêche a permis une avancé importante en instaurant la valeur seuil du 1/10 du module comme référence règlementaire (anciennement 2,5%). Si cette évolution est salubre, elle n'est, dans certains cas, pas suffisante ou non en adéquation avec le fonctionnement du cours d'eau.

Dans les Alpes et les Pyrénées, les débits d'étiage naturels sont par exemple de l'ordre de 25 à 40% du débit moyen annuel. Dans le Massif-Central, ils varient entre 10 et 20% (Baran, 2011).

Pour aller plus loin : un document de synthèse très complet est notamment proposé par l'OFB à travers la « *synthèse des principaux impacts écologiques engendrés par les aménagements hydroélectriques et de leurs conséquences sur le fonctionnement des cours d'eau* » (Richard et al 2022).

Après cet inventaire des impacts, s'il est possible de qualifier l'énergie hydroélectrique d'énergie renouvelable il est parfois plus complexe de la qualifier d'énergie verte. Ces observations mettent surtout en avant la nécessité de **connaitre plus précisément les impacts de certaines exploitations spécifiques sur l'écologie**, l'hydromorphologie et les cycles trophiques afin de concerter les usages. En effet, comme toute activité, l'exploitation des cours d'eau n'est pas neutre et il convient simplement d'avoir conscience de nos choix de modèle de développement.

C'est dans ce cadre très général que la FDAAPPMA68, en tant qu'association d'utilité publique, désire faire émerger des actions d'étude scientifique sur certains secteurs spécifiques à enjeux fort. Cette volonté fait suite à divers constats et observations *in situ* sur des zones fragiles parfois très impactées (comme le site de la « Thur sauvage » à Cernay).

L'objectif est de pouvoir analyser finement les impacts et les problématiques de certains sites aux regards des enjeux globaux. Ceci afin de mettre en avant des procédés de surveillance d'impact ou encore des principes de gestions concertées bénéfiques à tous. Nécessité qui apparait d'autant plus importante dans le cadre du changement climatique global et des problématiques liés aux enjeux de la gestions quantitative et qualitative de la ressource en eau que nous connaissons tous.

La présente étude fait suite à la mise en exergue de problèmes sur le site de la « Thur sauvage » à Cernay (site en arrêté de protection biotope au caractère remarquable qui a fait plusieurs fois l'objet de non-respect du débit réservé). Un comparatif est ainsi réalisé entre des stations de références et une station située au cœur du TCC à l'aide de plusieurs volets centrés sur des méthodes ou des compartiments biologiques (invertébrés et poissons).



## II. OBJECTIFS

Les objectifs de cette étude sont multiples :

- ✓ Connaitre la qualité écologique de la Thur à Cernay & l'état des peuplements ;
- ✓ Etudier la fonctionnalité de zones pilotes à enjeux ;
- ✓ Cerner, définir et quantifier l'impact des modifications hydrologiques sur l'écologie ;
- ✓ Définir des débits biologiques minimum en cohérence avec la fonctionnalité des sites ;
- ✓ **Permettre le déploiement de préconisations de gestion** ;
- ✓ **Additionner les données produites** lors des suivis de la FDAAPPMA68 avec les inventaires du CEN Alsace dans le cadre de la **révision du plan de gestion de la zone par le CEN Alsace en 2024**.
- ✓ **Sensibiliser les acteurs du territoire** et les fédérer afin de créer un contexte favorable pour la mise en œuvre d'actions, notamment à travers le COPIL de l'APB.

## III. CONTEXTE

### 3.1. Choix du secteur d'étude

Le choix du site d'étude fut conditionné par :

- ◆ Le caractère remarquable du bassin de la Thur et du tronçon entre les communes de Vieux-Thann et de Cernay (reliquat de cours d'eau de Piémont à forte mobilité latérale, très rare dans le département) ;
- ◆ Inclusion du secteur d'étude dans une dynamique territoriale et administrative pertinente (SAGE Thur – Liste 2 au titre du L214-17 – axe poisson migrateur) ;
- ◆ Zone soumise à Arrêté Préfectoral de protection de biotope (APB de 1992) ;
- ◆ Espace Naturel Sensible (propriété du département) ;
- ◆ Zone Conservatoire des Espaces Naturels d'Alsace ;
- ◆ Limite du Parc Naturel Régional du ballons des Vosges ;
- ◆ ZNIEFF de type 1 & 2 et SCEN ;
- ◆ Enjeux touristiques locaux (parcours de randonnée, zone d'animation et d'éducation à l'environnement et parcours de découverte du cycle de l'eau).
- ➔ Site situé en plein centre d'un des derniers plus grand noyau de population d'Ombre commun, classé VU sur liste rouge alsacienne (FDAAPPMA68, 2018) ;
- ➔ Site soumis à de forte pressions hydrologiques et un tronçon court-circuité sous influence d'ouvrage de prise d'eau (linéaire impacté annuellement d'environ 3km) ;

- ➔ Une forte demande d'actions des AAPPMA locales et de la volonté de trouver des solutions pérennes pour reconquérir une fonctionnalité plus optimale du secteur ;
- ➔ Plan de gestion du CEN Alsace en cours de révision sur la zone pour 2024.



Figure 0 : Orthophotographie du secteur d'étude (avec le cours principal de la Thur qui serpente au Sud et le canal usinier en dérivation situé au Nord).

### 3.2. Le bassin versant de la Thur

Le bassin versant de la Thur représente une superficie de 286 km<sup>2</sup>. La Thur prend sa source sur la commune de Wildenstein, à 1 048 m d'altitude, au pied du Rainkopf. Une grande partie de ce bassin versant est situé dans le massif des Vosges. La partie aval traverse la plaine alluvionnaire avant de rejoindre l'Ill sur la commune d'Ensisheim. Le module interannuel de la Thur à Willer-sur-Thur est de 5,09m<sup>3</sup>/s.

La vallée de la Thur est très aménagée et elle est caractérisée par une histoire industrielle importante.

Le bassin est découpé en deux contextes principaux vis-à-vis du PDPG avec :

- La Thur amont, qui est caractérisée par la vallée de Thann, présente des cours d'eau à fortes pentes et un réseau dense de ruisseau de tête de bassin. Le cours d'eau principal présente une granulométrie grossière et il s'élargie rapidement après Saint-Amarin. L'environnement du bassin est majoritairement forestier ou urbain avec les traversés des communes principales de la vallée (Oderen, Fellingring, Husseren, Mitzach, Saint-Amarin, Malmerspach, Moosh, Willer-sur-Thur et Thann).
- La Thur aval est comprise entre la zone de Piémont et de plaine, en aval de Thann. Cette zone est entourée de cultures (majoritairement des vignobles sur le Piémont puis du maïs en plaine). L'occupation du sol y est très différente de la vallée.

Le plus grand lac de montagne du versant alsacien, le lac de Kruth-Wildenstein, est situé en tête de bassin de la vallée de la Thur sur la commune de Wildenstein à une altitude de 545m. Ce lac a une profondeur de 35m pour une surface de 81Ha et revêt de nombreux enjeux en termes de tourisme, de loisir et de soutien au débit d'étiage. Le bassin est également caractérisé par de nombreux enjeux de protection au cœur du PNR du ballon des Vosges (zones Natura 2000, APB, ENS, ZICO et ZNIEFF).

Les principaux affluents de la Thur pouvant être cités sont : le Seebach, le Runscherunz, le Rammersbach, Hirzengrabenrunz, Vogelbach, Wissbachrunz, etc. D'autres cours d'eau sont

ensuite connectés au réseau de la Thur notamment des dérivations d'origine industrielle comme des canaux de moulins ou des canaux usiniers.

### 3.3. La « Thur sauvage » à Cernay

Entre les communes de Vieux-Thann et Cernay, la Thur présente une dynamique fluviale très active, qu'il est devenu rare d'observer en Alsace. Alors que le site est entouré de secteurs fortement urbanisés. Pourtant, sur ce tronçon de 2,5 km (soit 7 % de la longueur totale de la Thur), la rivière a pu conserver une dynamique fluviale quasi naturelle. C'est l'un des tronçons les plus remarquables du bassin du Rhin (source : « Plan de Gestion de la Thur à Cernay », CSA, 2012). Le tronçon correspond à la masse d'eau FRCR69 (THUR4).



Figure 1 : Illustrations de la diversité des habitats présent sur le tronçon de la Thur sauvage (plat courant, mouille, raiders, atterrissement de galets & graviers, bras secondaires, arbres morts, etc.).

Cette divagation spontanée caractéristique de la zone des tresses s'effectue dans un lit mineur à fond mobile, dans une mosaïque d'habitats très variés (figure1). La zone est également un des derniers grands champs d'expansion de crue du secteur.

Dès 1996, les zones humides remarquables du Haut-Rhin ont fait l'objet d'un inventaire par l'Atelier d'Ecologie Rurale et Urbaine. Cet inventaire historique recensait déjà plusieurs zones humides sur le périmètre du SAGE Thur. Ces zones humides figurent comme zones prioritaires au SDAGE du bassin Rhin-Meuse. Le secteur, resté naturel entre Vieux-Thann et Cernay, figure à cet inventaire et a fait l'objet d'un arrêté de classement pour protection du biotope depuis 1992 (source : SAGE de la Thur, 2001).

L'APB représente une superficie de 106,55ha dont la gestion est revenue au CEN Alsace. Dans un souci de renforcement de cette protection et d'une gestion conservatoire, le Conseil Général du Haut-Rhin et le Conservatoire des Espaces Naturels d'Alsace (CEN Alsace – anciennement : Conservatoire des Sites Alsaciens) ont progressivement acquis ou loués des parcelles dans le secteur (CENA/CSA, 2012).

Le site est localisé sur les communes de Cernay et de Vieux-Thann.

### **3.4. Le canal usinier de Cernay ou canal de la Cartisane**

A l'aval de Vieux-Thann, une prise d'eau permet de dériver une partie des eaux dans le canal usinier de Thann-Cernay pour les besoins historique en eau industrielle (Textile, Teinture). La prise d'eau est liée à l'ouvrage ROE 1702.

Le canal, aussi appelé canal Cartisane, longe une piste cyclable en amont d'une zone de lotissement. Le canal rejoint ensuite la Thur après un parcours de 9 km au droit de Wittelsheim, tantôt en sous-terrain, tantôt à ciel ouvert (en passant par le Krebsbach en aval de Cernay). Néanmoins une proportion plus importante du débit rejoint la Thur avant la confluence finale, au niveau du skate-park de Cernay en aval de l'ouvrage ROE 1698 (soit 3,2km en aval de la prise d'eau).

Actuellement, le canal sert à alimenter une usine hydroélectrique ainsi qu'à répondre aux besoins en eaux de plusieurs industries. Il correspond à la masse d'eau FRCR76.

Le milieu est très homogène avec des berges abruptes, peu d'habitats et une ripisylve éparse principalement composée de Renoué du Japon ou de ronciers (figure2). Le tronçon semble revêtir peu d'enjeux pour la faune piscicole si ce n'est d'offrir une zone refuge potentiellement attractive pour des géniteurs de truites et chevesnes (observations de grands individus à plusieurs reprises). Les hauteurs d'eau étant relativement importantes et constantes dans le canal.



Figure 2 : Illustration de la prise d'eau sur la Thur, du canal usinier et des habitats en présence.

### 3.5. Problématiques

C'est à la suite de l'observation de perturbations diverses dans la zone à enjeu de la « **Thur sauvage** » à Cernay, que prend cadre la genèse de la présente étude.

Plusieurs perturbations ont pu être observées ces dernières années telles que (liste non exhaustive) :

- Un appauvrissement piscicole général de la zone (zone pratiquement totalement délaissée par les pêcheurs) ;
- Une mise à sec accidentelle du cours d'eau sur 3km à plusieurs reprises (notamment en aout 2020 et en novembre 2021 – épisode faisant l'objet d'un Procès Verbal dressé par l'OFB en octobre 2023 à la suite des infractions observées fin novembre 2021) ;
- Une passe à poisson non-fonctionnelle ;
- Un stress hydrique observable mais non-quantifié sur les essences arborés et arbustives de la ripisylve (source : comp. Pers. Alsace Nature 2022)



Figure 3a : Illustration d'une portion de la Thur sauvage.

Figure 3b : Illustration de cette portion de la Thur totalement à sec le 14 août 2020.

Figure 3c : Panneau explicatif présentant le site auprès des randonneurs.

## La Thur à sec sur 3 km : les pêcheurs portent plainte



L'état habituel de la Thur en amont de la prise d'eau à Vieux-Thann...  
Photo L'Alsace/Francois FROEHL



... et la même portion de rivière photographiée par un promeneur en novembre dernier. DR

Figure 4 : Illustration de fortes variations de débits observés dans la zone et article de l'Alsace de janvier 2022.



Figure 5 : Illustration de l'ouvrage ROE 1702 de prise d'eau le 29 juin 2022 à gauche et le 28 octobre 2022 à droite. On observe que la passe à poissons en rive gauche est infranchissable lié à de probables problèmes de manœuvre (ici débordement).

### 3.6. Documents cadres

Plusieurs documents cadres peuvent être listés concernant la zone d'étude tel que :

- Le **SAGE de la Thur** datant de 2001 mais actuellement au statut d'abandonné/inactif.
- **Arrêté** préfectoral n° 98247 **du 14 mai 1992** portant conservation du site biologique du champ d'inondation de la Thur sur le territoire de la commune de Cernay (APB).
- **Arrêté** préfectoral n° 991597 **du 9 juillet 1999** portant autorisation pour l'utilisation de l'énergie hydraulique de la Thur à Vieux-Thann-Cernay. Ce document fixe les côtes NGF à respecter pour l'exploitation ainsi que :
  - o le débit maximal de  $6\text{m}^3/\text{s}$  dans le canal ;
  - o le débit réservé minimal à laisser dans la Thur de  $7,70\text{m}^3/\text{s}$ .
- Le **PLAGEPOMI** pour la période 2022-2027 (le premier PLAGEPOMI du bassin Rhin-Meuse a été approuvé en 1996 et a été révisé une première fois pour la période 2016-2021). La Thur revêt en effet des enjeux de reconquête pour le Saumon.
- **L432-3 & protection des frayères**. L'article L432-3 a pour but de protéger les zones de frayères à poissons identifiées. Le fait de détruire les frayères ou les zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole est puni de 20 000 euros d'amende, à moins qu'il ne résulte d'une autorisation ou d'une déclaration dont les prescriptions ont été respectées (Légifrance). La Thur (secteur Cernay-Vieux Thann) représente notamment des frayères avérées pour la Truite fario et l'Ombre commun.

## IV. METHODOLOGIE

Pour répondre au mieux aux objectifs énoncés, le projet se découpe en **deux approches principales** (physique et biologique), elles-mêmes découpées en **plusieurs volets** (figure 7).

Les **objectifs généraux** de la méthodologie employée peuvent être résumés de manière à :

- ♦ permettre un diagnostic écologique de la Thur entre Vieux-Thann et Cernay ;
- ♦ permettre de lister et hiérarchiser des propositions d'actions visant à : préserver, corriger ou restaurer.

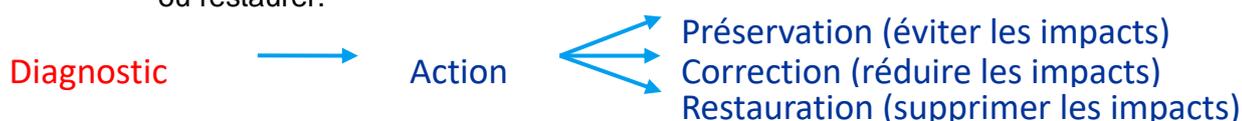


Figure 6 : Schéma des objectifs généraux et du phasage des études de la FDAAPPMA68.

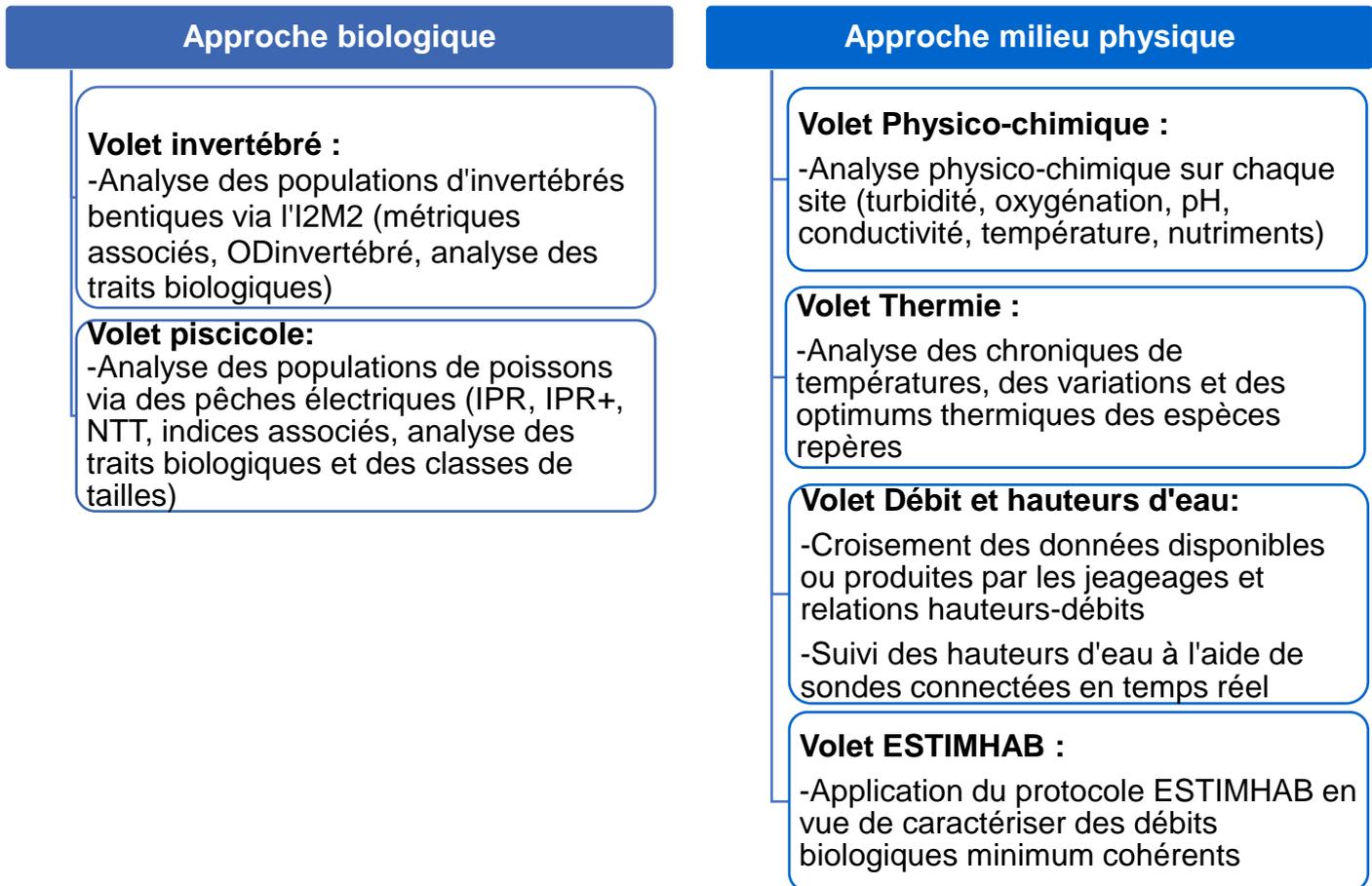


Figure 7 : Schéma général des deux approches et des divers volets méthodologiques développés lors du diagnostic écologique de la Thur à Cernay (2022-2023).

Dans ce cadre **7 stations sont suivies** (tableau 1) **dont 4 stations principales** :

- **AME2**, station située à l'amont éloigné du TCC à Vieux-Thann (aussi T7) ;
- **MED2**, station située en position médiane au sein du TCC et de l'APB (aussi T8) ;
- **CC1**, station située sur le contre canal de dérivation de la Thur à Cernay ;
- **AV1**, station située en position aval immédiat du TCC à Cernay (aussi T9) ;

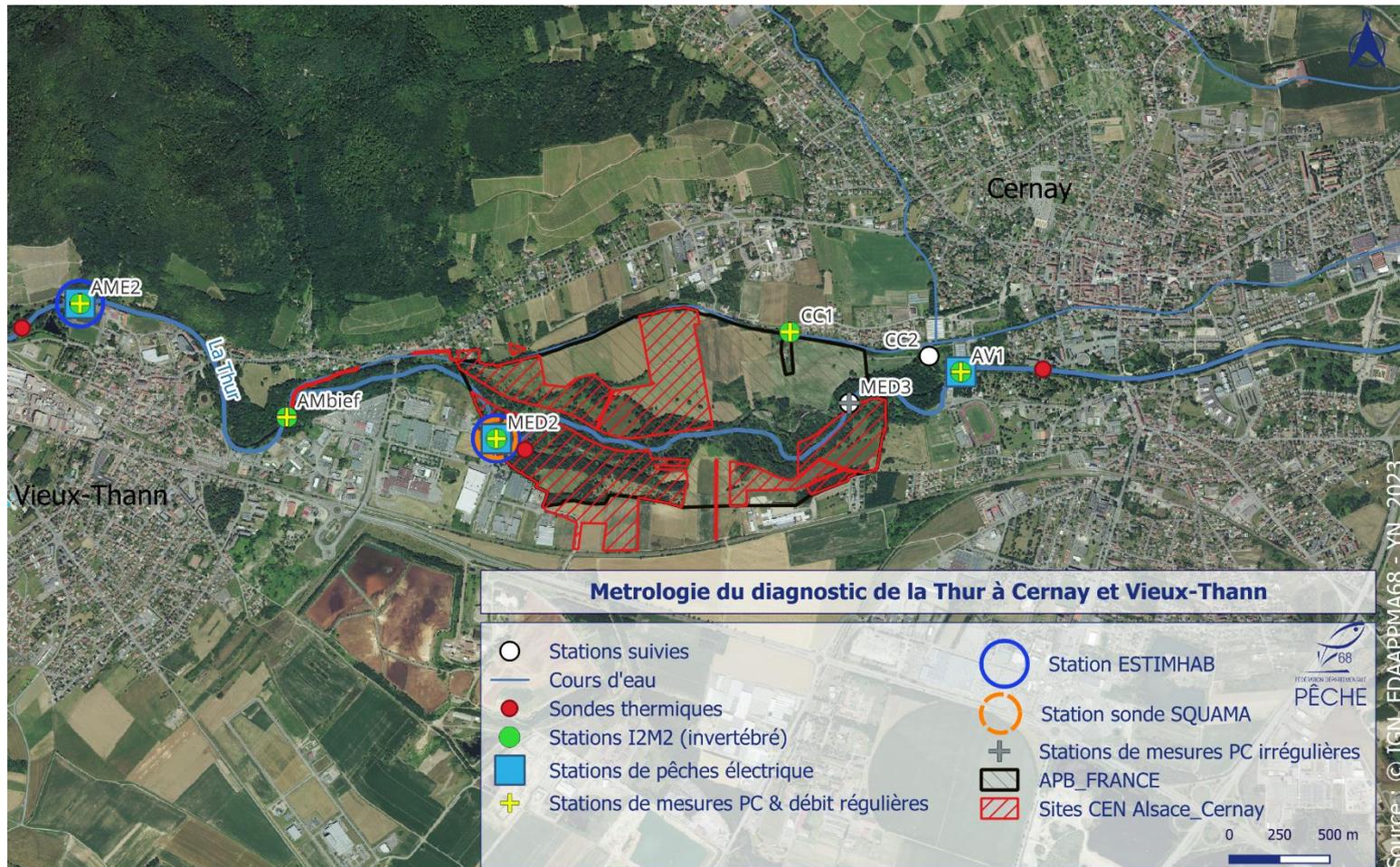


Figure 8 : Carte de la métrologie du diagnostic de la Thur à Cernay & Vieux-Thann (localisation des stations et volets appliqués).

Tableau 1 : Résumé de la métrologie du diagnostic de la Thur.

Station	Approche biologique		Approche milieux physique				
	Volet invertébré (I2M2)	Volet piscicole (pêche électrique)	Volet physico-chimique (analyse d'eau)	Volet thermie (sonde thermique proche)	Volet débit (jaugeage)	Volet hauteur d'eau (sonde SQUAMA)	Volet ESTIMHAB
AME2	X	X	X	X	X	N	X
AMbief	X	N	I	N	N	N	N
MED2	X	X	X	X	X	X	X
CC1	X	N	X	N	X	N	N
CC2	N	N	I	N	I	N	N
MED3	N	N	I	N	N	N	N
AV1	X	X	X	X	X	N	N

X volet appliqué et ou régulier  
 I volet appliqué mais irrégulier  
 N volet non appliqué

#### 4.1. Approche biologique

##### a) Volet invertébré

###### ❖ Principe

Les invertébrés benthiques sont à la base de la chaîne trophique des milieux aquatiques (consommateur primaire). Leur rôle est primordial dans les cycles de dégradation de la matière organique et l'équilibre fonctionnel d'une masse d'eau (Four, 2017). Ce sont également des bioindicateurs pertinents du fait de leur nature (forte diversité d'espèce, nombreuses espèces indicatrices, niches écologiques spécifiques, résilience, présence dans tous types de milieux, valeur patrimoniale de certaines espèces, facilité d'échantillonnage, etc.).

L'étude des règles d'assemblages de ces niches écologiques et des caractéristiques propres des traits bio-écologiques des espèces permet d'en apprendre beaucoup sur le fonctionnement des hydrosystèmes (Usseglio-Polatera et al., 2000 ; Mondy 2012 ; Johnson et Ringler 2014).

En 2000, l'entrée en vigueur de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), marquait une volonté de développer des pratiques de terrain comparables entre pays européens et de développer, surtout, des indices DCE compatibles. Pour répondre aux besoins et contrer les limites de l'IBG-DCE et plus anciennement de l'IBGN, le développement d'un indice multi-métrique était nécessaire. L'I2M2 a donc été créé pour répondre à ces attentes et est à présent appliqué pour la bioévaluation des cours d'eau (Mondy et al., 2012).

L'I2M2 ou l'IBG-DCE est un indice hydrobiologique permettant d'apprécier la qualité d'un cours d'eau à l'échelle d'une station de mesure via l'étude des macro-invertébrés benthiques. L'I2M2 donne une image plus précise des pressions subies par l'écosystème que l'ancien indice : l'IBGN (Eaufrance, nd).

###### ❖ Méthode

La méthode est encadrée par les normes :

- NF T90-333 (AFNOR, 2016) pour le prélèvement des invertébrés ;
- NF T90-388 (AFNOR, 2020) pour le traitement des échantillons en laboratoire.

Il s'agit dans un premier temps de déterminer les limites amont et aval de la station afin de définir la longueur totale (Lt). Celle-ci est définie en fonction de la largeur plein bord (Lpb) du cours d'eau. En moyenne, la longueur correspond à 18 fois la Lpb (pour les cours d'eau inférieur à 8m). Celle-ci peut être adaptée selon la configuration du site ou les enjeux (12 fois la Lpb si compris entre 8 et 25m ou 6 fois la Lpb si >25m). Il est préférable, en général, d'avoir au moins une séquence de 2 radiers et de 2 mouilles et d'être représentatif du tronçon étudié.

L'étape suivante consiste à l'identification des différents substrats présents dans la station selon leur proportion par rapport à l'ensemble de la superficie mouillée de la station et à réaliser le plan de station et le plan d'échantillonnage en conséquence.

Deux types de substrats sont à différencier selon leur pourcentage de recouvrement : les substrats marginaux dont la superficie maximale est inférieure à 5 %, et les substrats dominants dont la superficie est supérieure à 5%. Le plan d'échantillonnage est le suivant :

- Phase A : 4 prélèvements de substrats marginaux ;
- Phase B : 4 prélèvements de substrats dominants par ordre d'habitabilité ;
- Phase C : 4 prélèvements de substrats dominants au plus majoritaire restant (en suivant la règle des 10%).

Chaque phase (ou bocal) est donc constituée de 4 prélèvements élémentaires, chacun représentatif d'une surface de 1/20m<sup>2</sup>.

L'opérateur utilise ensuite un échantillonneur Surber (maille 500  $\mu\text{m}$ , longueur 600 mm et ouverture de cadre 250x200 mm). Un tamis (maille 500  $\mu\text{m}$ ) permet de transférer le contenu du Surber dans un flacon (1-2 L). L'échantillon ainsi prélevé est ensuite fixé avec de l'éthanol (concentration 95 %) pour un stockage en réfrigérateur.



Figure 9 : Illustration des prélèvements d'invertébré et de la détermination en laboratoire.

Les échantillons sont ensuite analysés en laboratoire dans les locaux de la FDAAPPMA68. Ils sont tout d'abord lavés et éluutriés puis placés dans plusieurs tamis en vue d'être triés. Les passages successifs en tamis de diverses mailles (12,5mm, 5mm, 4mm, 2mm, 1mm et 500 $\mu\text{m}$ ) ou l'usage de bacs quadrillés sont au choix selon le substrat et les préférences de l'opérateur. L'objectif du tri est d'extraire de l'échantillon le maximum de taxons présents. Un certain nombre doit être extrait au minimum selon les familles (effectifs variables selon familles mono ou multi-spécifique, comme précisé dans la norme NF-T90-388).

Par la suite les individus sont dénombrés et déterminés sous stéréo-microscope (loupe binoculaire). Leur identification peut être facilitée notamment avec l'usage d'ouvrages de références tels que :

- Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie ; Tachet et al. 2010 ;
- Waringer et al. 2004 ;
- Nilsson et al. 1996 ;
- Grand et al. 2006 ;
- Avec l'outil proposé par le site PERLA (<http://www.perla.developpement-durable.gouv.fr/>).

D'une manière générale les taxons sont comptés et identifiés au genre ou à l'espèce si cela est possible.

### ❖ Analyse

#### Analyse indicielle

Les indices de Shannon, de Simpson, de Pielou, la richesse spécifique et l'abondance sont des indices couramment utilisés en écologie. Ces indices nous permettent d'avoir une idée de la diversité du peuplement et de sa structure. Le pourcentage de taxon EPT (pour : Ephémère, Plécoptère et Trichoptère) est aussi souvent calculé dans le cadre d'études sur le compartiment macro-invertébré. En effet, il permet d'avoir une idée de la proportion de ces taxons qui sont en général les plus sensibles à la qualité de leur milieu (Usseglio-Polareta et Tachet, 1994 ; Mondy et al., 2012).

Les calculs des divers indices sont réalisés à l'aide d'une macro Excel construit en interne liée au SEEE pour le calcul de l'I2M2 en lui-même (scripts disponibles sur le site <http://seee.eaufrance.fr/>). Une fois la note et l'EQR calculés, il est possible d'attribuer une

classe de qualité à l'aide des bornes suivant l'arrêté du 27 juillet 2018 (en fonction de l'hydro-écocorégion et des variables environnementales locales).

#### Analyse multivariée

Toujours pour mettre en évidence les différences entre cours d'eau impactés ou non, les analyses multivariées sont un bon outil de statistique descriptive. Une analyse factorielle des correspondances est réalisée avec la liste faunistique obtenue après transformation logarithmique. L'AFC est une méthode de statistique multivariée qui permet de mettre en avant les divergences ou les correspondances entre les différentes variables. Le logiciel R Studio version 4.1.1 (2021-08-10) (RStudio Team, 2021) muni des packages .ade4, FactoMineR et .vegan est utilisé.

#### Analyse des traits bio-écologiques

Un travail sur les traits bioécologiques a ensuite été réalisé afin d'obtenir les abondances, les biomasses et les proportions pour chacun des traits. C'est 24 variables différentes qui sont ainsi étudiées.

#### ODinvertébrés

En complément des différentes analyses, l'outil de diagnostic ODinvertébrés a également été utilisé. Ce dernier est un outil de diagnostic (OD) qui permet d'identifier les probabilités d'impact par différentes pressions anthropiques à partir des caractéristiques biologiques des communautés de macro-invertébrés benthiques.

Dix-sept types de pressions liées soit à la qualité de l'eau, soit à la qualité de l'habitat physique au niveau du cours d'eau et de son bassin versant, sont compris dans la réalisation des modèles. Ces modèles ont été créés à partir de la procédure décrite dans C.Mondy et al, 2017.

#### b) Volet piscicole

Le protocole d'échantillonnage des poissons à l'électricité est encadré par les normes :

- NF T 90-344 (Afnor, 2011) ;
- XP T90-383 (Afnor, 2008 ; l'actualisation en NF T 90-383 est en cours d'application) ;
- NF EN 14962 (AFNOR, 2006) ;
- NF EN 14011 (AFNOR, 2003) ;
- Il est aussi possible de s'appuyer sur la « Notices de présentation et d'utilisation de l'IPR » (ONEMA, 2006) et sur le « Guide pratique de mise en œuvre des opérations de pêche à l'électricité » (Belliard et al., ONEMA, 2012) ;
- Depuis 2022, il est aussi possible de s'appuyer sur la mise à jour du dernier guide de l'OFB et de l'INRAE avec « La pêche scientifique à l'électricité dans les milieux aquatiques continentaux » (Pottier et al., 2022)

Deux protocoles de prospection sont classiquement utilisés selon la configuration des cours d'eau échantillonnés (notamment la largeur et la profondeur) : la pêche complète et la pêche partielle. Dans le cadre de l'étude ce sont uniquement des pêches complètes qui ont été réalisées dans un souci de pertinence et pour consolider les comparatifs.

#### ❖ Principe

La prospection se fait d'aval en amont à l'aide d'une ou de plusieurs anodes. Une anode pour 4 mètres de largeur environ est préconisée. La prospection est complète c'est-à-dire que tous les habitats sont prospectés sur la station d'étude et cela se fait en au moins deux passages successifs sans remise à l'eau des individus entre les passages (méthode d'échantillonnage par épuisement dite De Lury). Dans la mesure du possible, les limites de la station d'étude

sont bornées à l'aide de filets, de seuils naturels ou artificiels. La réalisation de plusieurs passages successifs permet d'estimer de façon statistique les densités de chacune des espèces rencontrées et donc d'avoir une analyse plus fiable du peuplement piscicole en place. L'extrapolation statistique est permise classiquement à l'aide des approches dites de De Lury ou de Carle & Strub.

Tous les individus sont capturés, triés par espèce, dénombrés, mesurés et pesés individuellement. Cependant, pour les espèces dont l'abondance est forte, des « lots » sont réalisés. Plusieurs types de lots sont possible (L, S, G et I).

Classiquement le lot est dénombré, pesé et un sous-échantillon représentatif à traiter de 30 individus est mesuré individuellement (permettant ainsi un assemblage du lot S et L pour s'affranchir d'une mesure individuelle systématique). L'ensemble des individus est remis à l'eau à la fin de la pêche, excepté les espèces nuisibles et susceptibles de causer des déséquilibres biologiques, qui sont détruites sur places. Lors des inventaires un certain nombre de mesures physiques se doivent d'être renseignées pour permettre une extrapolation des résultats la plus robuste possible. En premier lieu la longueur de station d'échantillonnage est déterminée en fonction de plusieurs critères (Belliard et al., 2012).

Ensuite, des mesures complémentaires de la station sont réalisées, d'une part pour permettre le calcul des divers indices déployés et d'autre part pour connaître avec précision la surface en eau. Les méthodologies employées sont adaptées des méthodes de Beaudou et al. (2004) pour les mesures de transect, de Delacoste et al. (1995) pour les déterminations de faciès et à l'aide de l'échelle de Wentworth pour la granulométrie.

Ainsi :

- La largeur en eau moyenne est calculée à partir de mesures régulières (au topofil ou au télémètre pour les grandes largeurs) réalisées sur plusieurs transects (généralement 10 pour un cours d'eau entièrement prospectable à pied) ;
- La profondeur moyenne de la station est calculée à partir de plusieurs valeurs mesurées sur chaque transect de largeur régulièrement réparties ;
- La granulométrie dominante et accessoire est notifiée pour chaque faciès ;
- Le maximum de données descriptives pouvant aider à l'interprétation sont renseignées (environnementales, hydromorphologie, halieutisme, habitats, météorologie, turbidité, etc.).



Figure 10 : Illustration des pêches électriques sur la Thur et la biométrie d'une truite fario.

❖ Analyse

En parallèle les Salmonidés ont fait l'objet de **prélèvements scalimétriques** (écailles) en vue de suivre leur taux de croissances et d'autres informations spécifiques.

Enfin, **l'analyse de l'état sanitaire des populations** a été réalisé à travers l'indice pathologique (Elie et Girard, 2014) via l'application de codes pathologiques.

L'indice pathologique global (IPG) de la population piscicole étudiée est la somme des indices pathologiques (IP) calculés comme suivant :

$$IP = P \times Q$$

Avec : P : prévalence des poissons atteints (nombre de poissons présentant des lésions / nombre de poissons examinés)

Q : intensité lésionnelle de 0 à 4 (estimée par le nombre de lésions ou le pourcentage de recouvrement)

$$IPG = \sum IP$$

L'IPG permet ensuite d'être relié à une classe de qualité définie.

0-0,04	Excellente
0,05-0,20	Bonne
0,21-0,80	Précaire
0,81-1,40	Dégradée
1,41-4,00	Mauvaise

Figure 11 : classes de qualité de l'indice pathologique global.

Les analyses des résultats des pêches électriques sont réalisées avec un logiciel interne à la FDAAPMA68 (« Logiciel Biométrie » version 1.2 ; Namokel, 2021). Son fonctionnement est similaire au système d'évaluation proposé sur le portail d'évaluation des eaux (SEEE) (Eaufrance, 2021). Plusieurs indices sont calculés afin de parfaire l'analyse des communautés (IPR, IPR+, NTT, indices associés, analyse des traits biologiques et des classes de tailles).

## 4.2. Approche milieu physique

### a) Volet physico-chimique

L'ensemble des paramètres analysés sont les suivants :

- Oxygène dissous (en mg/L)
- Saturation en oxygène (en %)
- pH
- Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
- Température ( $^{\circ}\text{C}$ )
- DBO5 (mg/L)
- Nitrite  $\text{NO}_2^-$  (mg/L)
- Nitrate  $\text{NO}_3^-$  (mg/L)
- Ammonium  $\text{NH}_4^+$  (mg/L)
- Phosphate  $\text{PO}_4^{3-}$  (mg/L)

Les mesures sont réalisées avec la sonde multiparamètres MultiLine® 3620 IDS et les sondes suivantes (Figure 11) : SenTix®940 (pH), TetraCon® (conductivité) et FDO 925-3 (oxygène dissous). Cet appareil permet de mesurer précisément la température, le pH, la conductivité et l'oxygène dissous en lecture directe (mg/L et %) puis la DBO5.



Figure 12 : Boitier multiparamétrique WTW à gauche et Photomètre utilisé à droite (modèle : PF12).

Les échantillons d'eau sont analysés avec un photomètre compact PF12 fabriqué par MACHEREY-NAGEL®. Cet appareil à filtres mono-faisceau (gamme entre 340 et 860 nm) détermine la concentration des nutriments dans les échantillons d'eau traités par des réactifs VISOCOLOR®. Ces réactifs sont spécifiques pour chaque nutriment analysé. Les solutions sont contenues dans des réceptacles en verre puis mesurées dans des cuves VISOCOLOR® ECO.

Les échantillonnages sur le terrain sont réalisés dans des récipients en pyrex préalablement lavés à l'eau distillée. Chaque réceptacle et son bouchon sont rincés plusieurs fois à l'eau prélevée avant l'échantillon final. L'opérateur, positionné face au courant, veille à prélever de l'eau claire au centre du cours d'eau.

Les échantillons sont mélangés avec des réactifs liquides et/ou solides (poudre) VISOCOLOR®, afin d'obtenir une coloration représentative selon la concentration du nutriment traité. L'opérateur sélectionne le programme correspondant au test VISOCOLOR® et insère le blanc. Il s'agit de l'échantillon original sans réactif, ce qui permet d'éliminer les erreurs dues à la turbidité de l'eau. L'échantillon traité est inséré après la calibration du blanc, puis l'appareil donne une valeur de concentration. Une analyse visuelle est également possible avec des fiches comparatives, cependant celle-ci est moins précise.

#### b) Volet thermie

##### ❖ Matériel et méthode



Le suivi thermique des cours d'eau et des plans d'eau a été réalisé à l'aide de sondes thermiques. Les sondes thermiques utilisées sont des enregistreurs de température avec un interface USB optique « HOBOWARE » (figure 58a). Le modèle utilisé est l'enregistreur « Onset Hobo Pendant 64K ». 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.

Figure 13 : Sonde thermique Hobo Pendant.

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  $-20^{\circ}\text{C}$  et  $+70^{\circ}\text{C}$ . 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. Les sondes sont disposées en cours d'eau dans les racines où sur des socles sur des secteurs représentatifs (amont/aval, à mi-hauteur d'eau et à l'ombre).

#### ❖ Analyse de données

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 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) ;
- ♦ L'analyse des différences de température moyenne des cours d'eau entre l'amont et l'aval.

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

- **Variables thermiques générales du milieu :**
  - Température instantanée minimale (Ti min) = valeur de la température instantanée minimale relevée sur la plage de données étudiées
  - Température instantanée maximale (Ti max) = valeur de la température instantanée maximale relevée sur la plage de données étudiées
  - Température moyenne journalière minimale (Tmj min)
  - Température moyenne journalière maximale (Tmj max)
  - Amplitude thermique sur la période
  - Amplitude thermique journalière maximale = la valeur d'amplitude thermique journalière la plus élevée obtenue sur la plage de données étudiées
  - Amplitude thermique des moyennes journalières = différence entre les moyennes journalières maximales et minimales
  - Température moyenne de la période = calcule la moyenne des températures instantanées relevées pendant le suivi
  - Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tmoy30J) = calcule, à partir des températures moyennes journalières, la température moyenne sur les 30 jours les plus chauds
  - Les dates des diverses périodes étudiées (dates amplitudes, dates 30 jours consécutifs les plus chauds, etc.)
- **Variables liées aux optimums et préférendums thermiques des espèces :**
  - Préférendum thermique de la truite fario (pour le contexte salmonicole) avec :
    - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 4 et 19 °C
    - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est inférieure à 4 °C
    - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est supérieure à 25°C
    - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 4 et 17 °C
    - Nombre total de jours et pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 17 et 19 °C

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

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.

#### ❖ Tests statistiques

C'est sur le logiciel R Studio version 4.1.1 (2021-08-10) (RStudio Team, 2021) et la collection (Vaissie et al., 2021) que sont traitées les moyennes journalières, hebdomadaires et mensuelles de température.

Le but est de déterminer si la différence entre l'amont et l'aval est significative (lié à l'effet du réchauffement des eaux des plans d'eau) et non due au hasard.

Avant d'utiliser le test de comparaison de Student l'opérateur se doit de vérifier (figure14) :

- Dans le cas du test de Student pour un échantillon unique :
  - Si les données suivent la loi normale
- Dans le cas du test de Student indépendant :
  - Si les deux groupes d'échantillons (x et y), à comparer, suivent une loi normale et si les variances des deux groupes sont égales ou pas
- Pour le test de Student apparié :
  - Si la différence d (= x-y) suit une loi normale

➔ Le théorème central limite nous dit que, la distribution de l'échantillonnage tend à suivre la loi normale lorsque la taille est grande ( $n > 30$ ).

Le test choisi est un test de Student apparié (et le test de Wilcoxon-Mann-Whitney dans le cas des échantillons de moyennes <30 individus) avec les hypothèses suivantes :

- ➔ H0 = Pas de différence entre l'amont et l'aval, intervention du hasard
- ➔ H1 = Différence entre l'amont et l'aval, non due au hasard

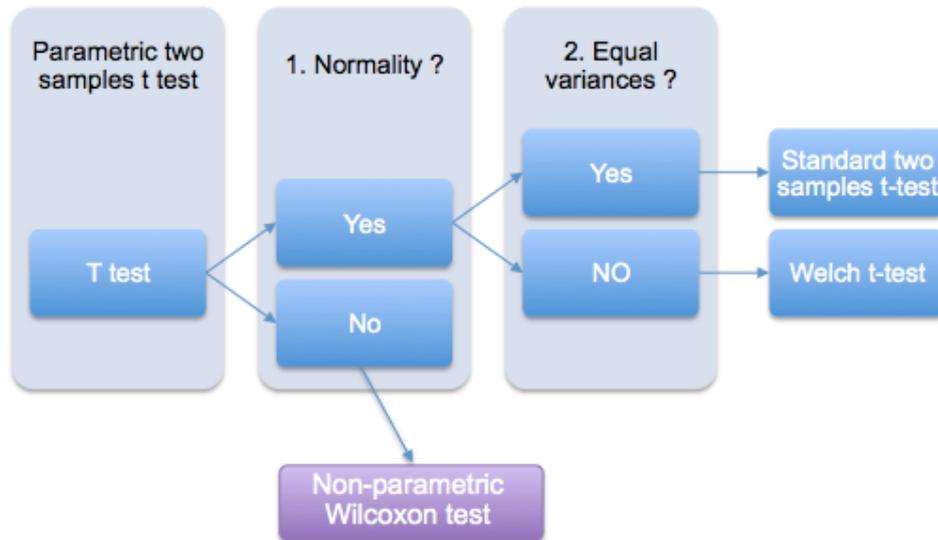


Figure 14 : Schéma des orientations des choix des tests statistiques de comparaisons de moyennes.

### c) Volet débit et hauteur d'eau

#### ❖ Jaugeage au courantomètre

Les débits sont obtenus par jaugeage par exploration du champ des vitesses (écoulement à surface libre). Cette méthode de mesure de vitesse des fluides est conventionnée par la norme ISO 748 : 2007 (AFNOR, 2007). Non empirique, elle repose sur deux types de données : la vitesse moyenne d'écoulement (m/s) et la section mouillée (m<sup>2</sup>). Leur produit permet d'obtenir un débit (m<sup>3</sup>/s).

Dans notre cas pour déterminer la vitesse, on utilise un courantomètre NIVUS FlowStick. Le NivusFlow Stick est un système de mesure mobile pour la mesure du débit dans les eaux courantes. A l'inverse d'autres appareil de mesure classique, l'outil ne fonctionne pas par mesures électromagnétiques, ce qui permet de s'affranchir de certaines limites. En effet, le débit est défini par corrélation croisée à ultrasons avec mesure du profil d'écoulement réel

Les diffuseurs présents dans le milieu (particules, minéraux ou inclusions de gaz) sont scannés avec des impulsions ultrasoniques puis enregistrés sous forme de motif d'écho. D'autres balayages sont effectués dans la plage de la milliseconde. La position des particules est déterminée via le temps de transit des ultrasons. Une corrélation des signaux décalés dans le temps permet de calculer la vitesse d'écoulement. Il en résulte un profil des vitesses d'écoulement du bas vers la surface, en temps réel et sous forme de colonne unique.



Figure 15 : Présentation du Nivus FlowStick et son boîtier wifi associé

## Méthode

La norme courantomètre préconise d'effectuer les mesures sur un site typique, représentatif du cours d'eau. Il est, de plus, nécessaire de choisir un tronçon en ligne droite, le plus long possible. La zone de mesure doit également être la plus homogène possible, éviter les écoulements divergents et convergents ainsi que les obstacles à l'écoulement, les zones mortes et les zones en aval d'un ouvrage. Quant à l'opérateur, il se positionne en aval du courantomètre, jambes écartées pour influencer au minimum l'écoulement sur l'appareil. Au début et à la fin des mesures, le niveau d'eau doit être relevé afin de prendre en compte d'éventuelles variations de hauteur d'eau lors des calculs.

Les mesures sont effectuées sur une section perpendiculaire à l'écoulement le long d'un décimètre tendu entre les deux berges. Chaque mesure correspond à une distance par rapport à la berge, liée à une profondeur et 3 ou 1 mesure(s) de vitesse. Les mesures s'effectuent à 20, 40 et 80 % de la profondeur et uniquement 40 % au niveau des berges ou lorsque la profondeur est inférieure à 25 cm. L'opérateur s'attend à trouver des vitesses plus élevées au niveau du centre et proche de la surface, là où l'écoulement n'est pas influencé par les frottements.

La vitesse moyenne pour chacun des points est déterminée à l'aide de la formule :

$$\frac{1}{4} \times (V_{0,2} + 2 \times V_{0,4} + V_{0,8}) \text{ avec :}$$

- ◆  $V_{0,2}$  : la vitesse à 20% de la profondeur ;
- ◆  $V_{0,4}$  : la vitesse à 40% de la profondeur ;
- ◆  $V_{0,8}$  : la vitesse à 80% de la profondeur ;

La section à laquelle s'applique cette vitesse correspond à la moitié de chaque section adjacente au point de mesure. L'aire entre les points est calculée avec la formule suivante :

$$[(A + B) / 2] \times D, \text{ soit la surface d'un trapèze avec :}$$

- ◆ D : la distance verticale entre les deux points de mesure
  - ◆ A : la grande base
  - ◆ B : la petite base

La vitesse moyenne est appliquée de part et d'autre du point de mesure ce qui permet d'obtenir le débit moyen sur chacune des sections. Le débit total est calculé par la somme des débits moyens. Plus le nombre de point de mesure est élevé, plus le débit final sera précis.

Un des avantages du courantomètre NIVUS est de pouvoir s'affranchir des 3 mesures à 20, 40 et 80%, lié à la nature du signal en colonne.

## Incertitudes

Les mesures de vitesse des fluides présentent cependant un pourcentage d'incertitude. L'opérateur doit être vigilant à son positionnement (écart des jambes derrière le courantomètre) et rigoureux dans ses mesures. D'après la littérature, le coefficient de vitesse (ratio entre la vitesse réelle et théorique) aurait une incertitude comprise entre 5 et 10% (Le Coz et al., 2010) et est estimée à 7.5% d'après la norme ISO 748 (AFNOR, 2007).

L'estimation des sous-sections mouillées n'est jamais exacte : la mesure donne une profondeur moyenne à laquelle est appliquée une vitesse, néanmoins ces sections varient avec le relief du fond.

Les mesures sont donc par définition des extrapolations, auxquelles il est possible d'améliorer la précision en ajoutant des verticales intermédiaires entre chaque point de mesure (Cohn et al., 2013).



Figure 16 : Application de jaugeage (à gauche) et exemple d'interface smartphone de l'acquisition terrain du NivusFlowStick (à droite)

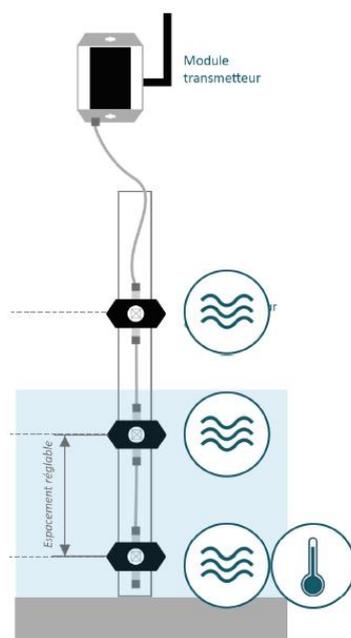
#### ❖ Suivis des hauteurs d'eau

La surveillance et l'analyse à distance des paramètres tel que la température et les niveaux d'eau revêtent aujourd'hui des enjeux prépondérants. Ceci à la fois pour :

- Mieux réguler les usages en période critique ;
- Limiter les impacts sur les milieux aquatiques ;
- Gagner en réactivité sur les phases de gestion.

Le dispositif utilisé (solution « F'LOW2 » de SQUAMA) est destiné à suivre des niveaux d'eau caractéristiques (débits seuils, cotes à respecter...) elle s'appuie sur des capteurs de niveau de type on/off qui informent en temps réel la présence d'eau ou non.

Chaque module capteur est réglable en hauteur, de manière indépendante, pour être installé aux profondeurs souhaitées. En complément, un capteur de température est associé à un des capteurs de niveau (figure 17).



Une solution F'LOW est personnalisable en nombre de modules pour répondre au mieux aux besoins et aux objectifs de suivi. La lecture des données est permise en temps réel via une interface utilisateur (compatible pc et smartphone). Enfin, il est possible de paramétrer l'interface comme avec le réglage des mesures, la mise en place d'alerte automatisé ou encore d'exporter les données sous diverses formes et périodes (figure 19).

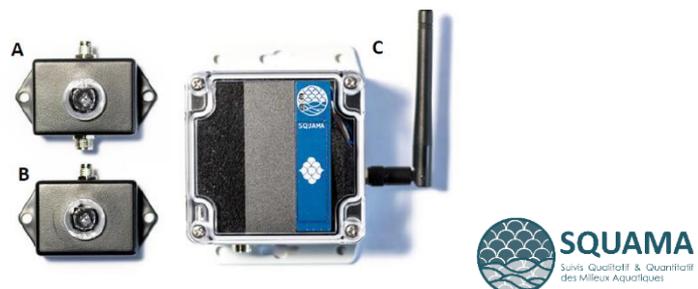


Figure 17 : Schéma du dispositif de mesure en temps réel « F'LOW » de SQUAMA. Avec en A & B capteur et en C le transmetteur.



Figure 18 : Illustration et mise en situation du dispositif.

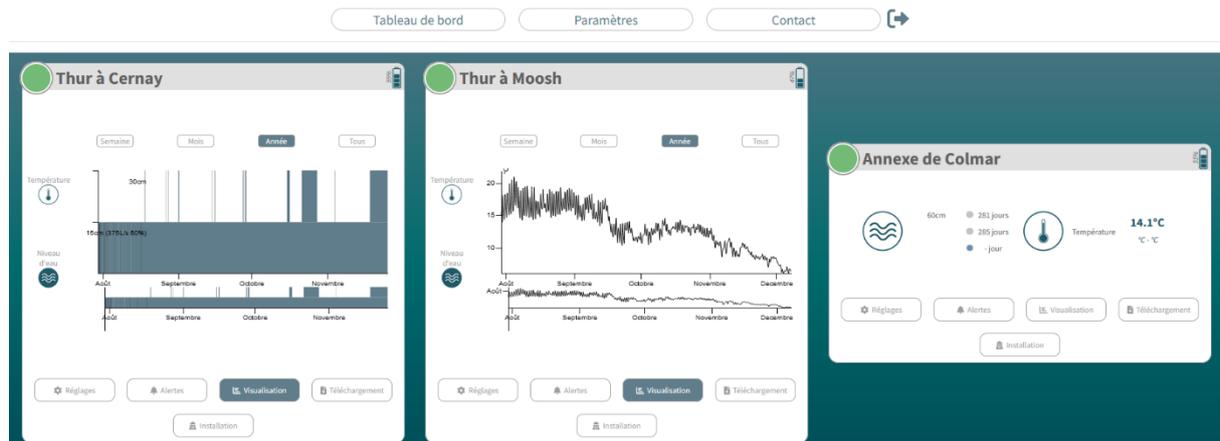


Figure 19 : illustration de l'interface utilisateur (lecture des hauteurs à gauche et des températures au milieu).

### ❖ Relation hauteur - débit

Le suivi des hauteurs d'eau sur la station au sein du TCC a été mesurée à l'aide de capteurs SQUAMA placées à 2 hauteurs différentes. Afin de faire correspondre ces 2 hauteurs à des valeurs cohérentes et utiles à l'étude (à savoir : le débit réservé et 50% du débit réservé), il a fallu produire une relation hauteur-débit fiable.

La **définition d'une relation hauteur-débit** est faite à l'aide de deux approches :

- ◆ Courbes de tarage produites avec des jaugeages réalisés sur place (équation nécessitant plusieurs jaugeages correspondants à plusieurs conditions hydrologiques) ;
- ◆ Formule de Manning-Strickler.

La formule de Manning-Strickler permet d'estimer :

- ◆ une vitesse (m/s) avec le rayon hydraulique (m) : section mouillée (m<sup>2</sup>) / périmètre mouillé (m) ;
- ◆ le coefficient de rugosité K (sans unité)
- ◆ la pente (m/m).

Soit :

$$K \times \text{rayon hydraulique}^{(2/3)} \times \text{pente}^{(1/2)}.$$

Le débit (m<sup>3</sup>/s) est issu du produit de la section (m<sup>2</sup>) et de la vitesse (m/s).

Le coefficient de rugosité peut être choisit visuellement sur le site d'étude ou calculé avec le tableau de CHOW (Chow, 1959).

Le site internet BedloadWeb résulte d'une collaboration entre l'INRAe et l'OFB. Il offre la possibilité de réaliser des simulations avec la formule de Manning-Strickler et nécessite un coefficient de rugosité, les coordonnées x et z de la section, la pente et une hauteur d'eau variable selon les besoins. Ces simulations permettent d'extrapoler les débits en fonction de la hauteur d'eau avec la possibilité de choisir des coefficients de rugosité variables pour les berges notamment.

La formule de Formule de Manning-Strickler a été utilisée dans un premier temps car trop peu de jaugeages ont été fait avant le placement des sondes.

Dans un deuxième temps, la définition de cette relation via la courbe de tarage permet (après quelques ajustements), de **suivre le respect ou non du débit réservé en temps réel** via les sondes SQUAMA.

#### d) Volet ESTIMHAB

##### ❖ Principe

Le modèle micro-habitats ESTIMHAB pour « ESTIMATION d'HABitats » est un outil créé par l'IRSTEA (anciennement CEMAGREF). Son objectif est d'estimer les impacts écologiques de la gestion hydraulique des cours d'eau sur les habitats aquatiques (comme des modifications des débits, ajout/suppression de seuils). Ceci dans le but d'aider à la détermination de débits réservés et à la gestion du lit des cours d'eau.



L'approche Estimhab est un modèle statistique dérivé des applications de méthodes de micro-habitats conventionnelles. Ces méthodes ont pour objectif de définir les habitats aquatiques potentiels d'un cours d'eau à partir du croisement de données physiques (topographie, hydraulique, hydrologie) et des préférences écologiques de modèles biologiques de référence. Estimhab se distingue des modèles conventionnels (Phabsim, Evha) par sa simplicité d'application. En effet, ce modèle a été développé afin de pallier la relative complexité de mise en place des modèles conventionnels de type Evha (Lamouroux et al 2002 ; Snelder et al., 2011). Le protocole s'affranchi notamment de mesure topographique. L'outil a été créé en 2002 et a fait l'objet de plusieurs mises à jour et de production de guide méthodologique notamment en 2008 et 2011.

*Figure 20 : Les capacités d'accueil des poissons peuvent fortement varier en fonction du débit (source : EPTB Loire).*

Avec le modèle Estimhab, les estimations sont basées sur la mesure ou la connaissance de 5 paramètres :

- Le débit journalier médian naturel (Q50) ;
- Le débit du cours d'eau à deux dates différentes (Q1, un débit bas et Q2, un débit moyen) ;
- La largeur du cours d'eau à deux débits différents (n≥15) ;
- La profondeur du cours d'eau à deux débits différents (n≥100) ;
- La taille du substrat dominant.

A partir de ces informations, le modèle va permettre de réaliser des courbes d'évolution d'une qualité ou d'une quantité d'habitats en fonction du débit. On parlera alors de VH pour Valeur d'Habitat ou SPU pour Surface Pondérée Utile.

❖ Méthode

La méthode Estimhab s'applique sur une station linéaire, de type tronçon de cours d'eau. Le secteur est retenu à l'aide de différents paramètres de sélection (pente, diversités des écoulement, représentativité et longueur de la station supérieure à 15 fois la largeur du cours d'eau plein bord). La géométrie hydraulique moyenne de la station est ensuite estimée. Deux campagnes sont nécessaires afin de recueillir les informations sur le tronçon étudié pour 2 débits différents (le débit le plus bas possible (Q1) et le débit plus proche du débit médian (Q2)).

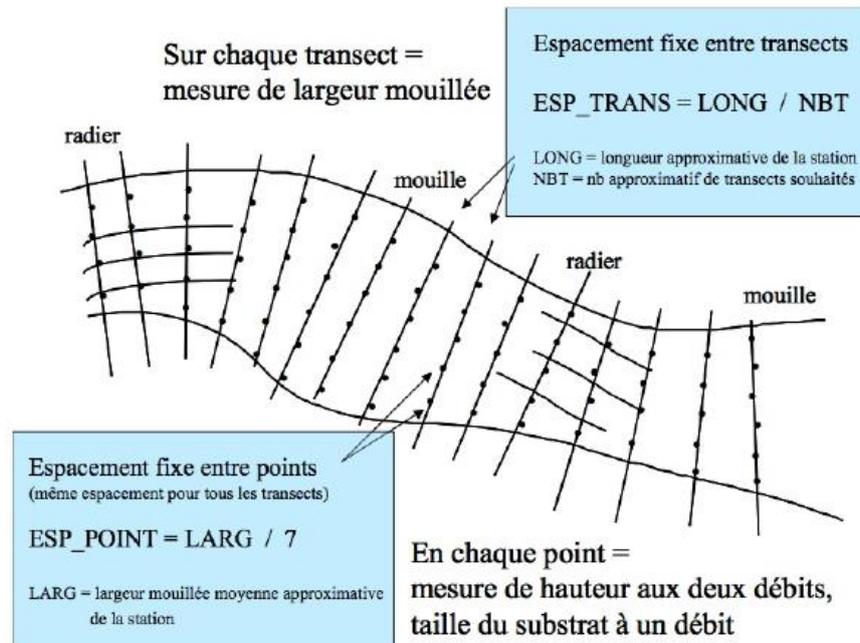


Figure 21 : schéma de principe d'application du protocole ESTIMHAB sur le terrain (source : Guide méthodologique ESTIMHAB, IRSTEA 2011).

La mise en œuvre de la méthode repose ensuite sur la mesure des paramètres suivants :

- Débit du cours d'eau le jour des mesures ;
- Largeur mouillée moyenne ( $\geq 15$  transects) ;
- Hauteur d'eau moyenne ( $\geq 100$  mesures) ;
- Evaluation de la taille moyenne des éléments du substrats à une campagne (estimation de la taille du substrat à chacune des mesures)

Les conditions limites pour l'application du protocole Estimhab sont :

- Climat Tempéré
- Morphologie Naturelle ou peu modifiée
- Pente  $< 5\%$
- Surface hydrauliquement influencée  $< 40\%$
- Débit médian Q50 (m<sup>3</sup>/s)  $0,2 < x < 13,1$
- Largeur à Q50 (m)  $5,15 < x < 39,05$
- Hauteur à Q50 (m)  $0,18 < x < 1,45$
- Substrat D50 (m)  $0,02 < x < 0,64$

Les stations respectent l'ensemble des conditions d'utilisation.

❖ Analyse

A partir de ces informations, le modèle va permettre de réaliser des courbes d'évolution. En fonction de la problématique abordée, deux approches sont possibles quant à l'utilisation du modèle :

- Une approche par espèce quand la gestion a pour objectif de favoriser le développement d'une espèce particulière (espèce menacée, à forte valeur patrimoniale, économique...);
- Une approche par guildes prenant en compte plusieurs espèces inféodées à un habitat particulier. Cette méthode permet d'étudier les rivières non salmonicoles qui ont une diversité plus importante.

L'outil Estimhab permet d'évaluer la Surface Pondérée Utile (=surface utilisable) pour plusieurs espèces piscicoles en fonction du débit. L'illustration ci-dessous montre un exemple des courbes obtenues via Estimhab pour les paramètres hydrauliques moyens d'une station (hauteur d'eau, largeur mouillée et vitesse moyennes) et pour différentes espèces-cibles.

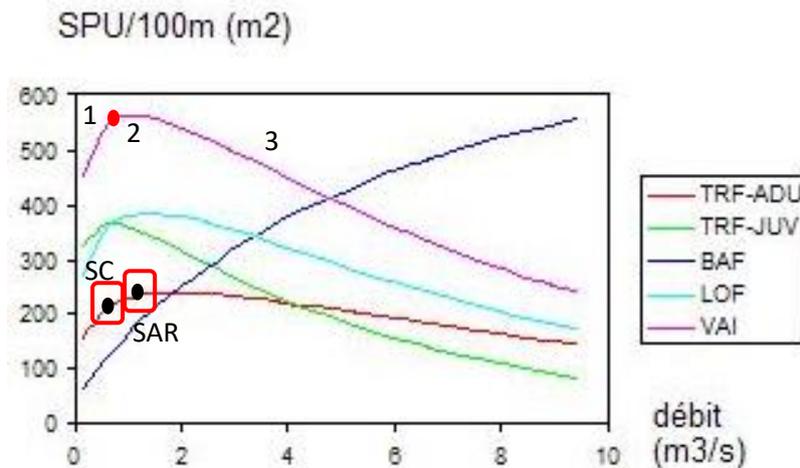


Figure 21 : illustration des courbes produites par le modèle (SPU/100m<sup>2</sup> en fonction du débit) pour plusieurs espèces.

En fonction des paramètres renseignés, plusieurs zones sont visibles sur la courbe ESTIMHAB :

- une plage de forte croissance ou une zone de gain de surface utile rapide (1),
- une plage de croissance modérée et de stabilisation ou une zone de gain régulier (2),
- une plage de décroissance (3) ou une zone relativement stable voire de régression.

Le point de rupture entre la zone de gain rapide et la zone de gain plus régulier est le seuil critique (SC). Le point de rupture à la fin de la zone de gain régulier est le seuil d'accroissement du risque (SAR). Lors de l'estimation d'un débit minimum biologique cohérents avec les résultats il est donc nécessaire de :

- Choisir le point dans la zone de gain régulier et pas trop s'éloigner du QMNA5 non influencé, qui constitue le potentiel d'accueil naturel de la rivière en étiage sévère.
- Ne pas être en dessous de 80% du QMNA5 (risque de mettre à sec les cours d'eau).
- Identifier le débit seuil (SAR) en dessous duquel on note une chute dangereuse de la qualité d'habitat. Le débit minimum peut être choisi entre le SC et le SAR. Idéalement avant le point de rupture (exemple : au point rouge de la figure 21).

Bien que très utilisé, le modèle Estimhab présente également des limites que l'opérateur doit garder en tête lors de l'analyse. Des améliorations doivent être apportées et une réflexion est en cours à travers un travail collaboratif entre l'OFB, l'INRAE, la ZABR et EDF.

Il est important de rappeler qu'il n'existe pas de valeur « magique », le DMB est une plage de débit en dessous duquel la qualité de l'habitat chute fortement (estimé dans notre cas avec un intervalle de 12,5% d'incertitude). De plus on ne cherche pas à cibler le débit « optimum » mais bien « minimum » ce qui conduit inévitablement à faire des concessions.

## V. Résultats : Approche biologique

### 5.1. Volet invertébré benthique

L'analyse des populations d'invertébrés benthiques a été réalisée sous couvert du protocole I2M2 sur 5 stations (tableau1).

Un focus est réalisé sur les 3 stations principales situées en amont, en aval et dans le TCC (les autres stations CC1 & AMBief sont hors normes, mais servent d'aide à l'interprétation\*\*).

Les prélèvements ont eu lieu entre le 27/07/2022 et le 02/08/2022. Les analyses en laboratoire ont été réalisées en octobre 2023.



a)

	AME2	MED2	AV1	CC1**	AM Bief**
Nombre de taxons :	33	20	27	22	14
Classe de variété :	10	6	8	7	5
Groupe Faunistique Indicateur (/9):	7	7	7	7	4
Taxon Indicateur :	<i>Leuctridae</i>	<i>Leuctridae</i>	<i>Leuctridae</i>	<i>Leuctridae</i>	<i>Leptoceridae</i>
Equivalent I.B.G.N. / 20 :	16	12	14	13	8
Taille du cours d'eau /HER /EQR	MP18 1	MP18 0,73	MP18 0,87	MP18 0,8	MP18 0,47
Qualité biologique *IBG-DCE	Très bon	Moyen	Bon	Bon**	Médiocre**
EQR I2M2	0.8237	0.60	0.6106	0.64	0.42
Qualité biologique *I2M2	Très bon	Bon	Bon	Bon**	Moyen**

b)

\* suivant l'arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologiques des eaux de surface.

\*\* Stations complémentaires utilisées pour mieux comprendre la répartition des populations d'invertébrés mais hors cadre DCE compatible. Les indices sont donc présentés à titre indicatif mais ne peuvent donner lieu à l'application d'une classe de qualité biologique valide. On remarque par exemple une très forte dégradation des peuplements dans le bief amont.

	AME2	MED2	AV1
Robustesse /20	15	11	13
Taxon indicateur robustesse	<i>Goeridae</i>	<i>Sericostomatidae</i>	<i>Nemouridae</i>
Equitabilité	0,59	0,76	0,61
Diversité (Indice de Shannon)	3,37	3,60	3,29
Diversité maximale	5,67	4,75	5,43
EPT %	19,12%	25,73%	22,81%
EPT (nb à la famille/%)	18/19,12	10/25,73	12/22,81
EPT (diversité au genre)	25	12	16
Taxon dominant rang 1	<i>Chironomidae</i> 36,85%	<i>Chironomidae</i> 29,73%	<i>Chironomidae</i> 37,21%
Taxon dominant rang 2	<i>Elmidae</i> 34,80%	<i>Elmidae</i> 20,00%	<i>Elmidae</i> 19,33%
Densité / effectif	4708 / 2825	1542 / 925	2777 / 1666

c)

Figure 22 : Synthèse des principaux résultats des I2M2 des 5 stations sur la Thur entre Vieux-Thann et Cernay. Avec : en a) l'illustration des 2 principaux groupes indicateurs (GI) les *Leuctridae* à gauche et les *Leptoceridae* à droite. En b) les résultats synthétiques généraux du volet invertébré sur la Thur. En c) les résultats complémentaires

→ Les résultats sont détaillés ci-après par station puis en comparant les stations entre elles. Mais on observe clairement une perte de qualité entre l'amont et l'aval au niveau du TCC.

a) Analyse station amont (AME2)

La station de la Thur à l'amont de Vieux Thann obtient une note de 16/20 au regard de l'IBGN, un EQR de 1 au regard de l'IBG-DCE et un EQR de 0,8237 au regard de l'I2M2. La qualité biologique de cours d'eau est donc qualifiée de **très bonne**. Le groupe indicateur (G.I.) est représenté par les *Leuctridae* (du genre *Leuctra*), des plécoptères polluosensibles (GI 7/9) préférant les zones oxygénées. La diversité est élevée avec 33 taxons différents. La robustesse est bonne puisque que la note ne perd qu'un point après la suppression du groupe indicateur. Le taxon indicateur de robustesse est *Goera*, un Tricoptère à fourreau relativement polluosensible (GI 7/9) privilégiant des zones oxygénées aux substrats caillouteux. Dans l'ensemble la communauté est diversifiée et moyennement équilibrée (0,59). L'effectif est de 2825 individus (densité = 4708ind/m<sup>2</sup>).

Les taxons les plus polluosensibles (les EPT pour : Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères) sont représentés par 19,1% du peuplement avec 25 taxons sur les 33, ce qui est élevé. Les *Chironomidae* sont la famille dominante (36,35%), ce sont des petits diptères très commun, ubiquiste et peu sensibles (souvent majoritaire dans ce type de cours d'eau). Les *Elmidae* sont également très représentés (34,8% - ce sont de petits coléoptères) suivi par les *Leuctridae*, le groupe de Plécoptère indicateur (5,5%). La présence du groupe indicateur dans les 3 taxons les plus présent est encourageante et synonyme d'une bonne qualité d'eau. On note néanmoins la présence sporadique de *Potamopyrgus antipodarum*, un mollusque exotique invasif polluorésistant appréciant les milieux riches en nutriments (seulement 2 individus mais cette observation reste importante).

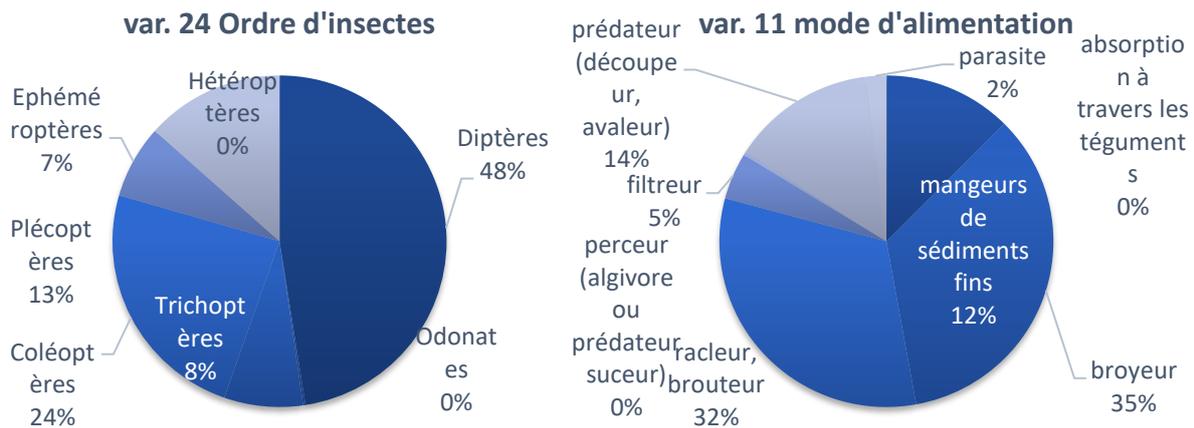


Figure 23 : diagramme des proportions des variables 24 (ordres d'insectes) et 11 (modes d'alimentation) sur AME2.

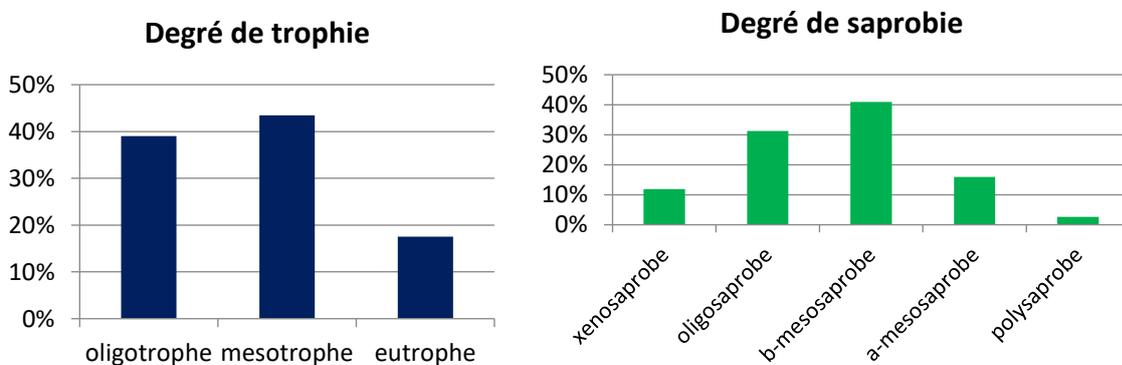


Figure 24 : histogramme des degrés de trophie et de saprobie (AME2).

Les broyeur et les racleurs/brouteurs sont les plus nombreux (tous deux représentés principalement par les *Chironomidae* et les *Gammarus*, très présent sur la station). Ces deux catégories représentent 67% de la répartition trophique (figure23). Celle-ci correspond habituellement à celle d'un cours d'eau situé en partie amont du bassin avec une plus grande part de broyeur qu'attendus (face aux collecteurs).

Les graphiques semblent indiquer un milieu mésotrophe à oligotrophe et une communauté plutôt b-mésosaprobe à oligosaprobe, ce qui met en évidence une charge modérée en nutriment et en matière organique dans le cours d'eau (figure 24).



Figure 25 : Résultats de l'outil de diagnostic ODInvertébrés sur la station AME2.

L'outil de diagnostic « ODInvertébrés » permet de mettre en évidence des probabilités associées à chaque type d'altération (6 pour la qualité physico-chimique de l'eau : matières organiques, matières phosphorées, matières azotées (hors nitrates), nitrates, HAP, pesticides et 6 relatives à l'hydromorphologie ou à l'utilisation de l'espace dans le bassin versant : ripisylve, voies de communication, urbanisation, colmatage, instabilité hydrologique, anthropisation du bassin versant).

Dans le cas de la station située en amont de Vieux-Thann (AME2), les pressions sont relativement modérées et concernent principalement :

- Les Pesticides (probablement corrélé à la présence importante de vignobles sur les coteaux situés juste au Nord de la station) ;
- Les Nitrates, dans une moindre mesure ;
- L'anthropisation du bassin versant (bassin versant et vallée à la pression foncière forte) ;
- Des problématiques concernant la ripisylve, dans une moindre mesure (pouvant être mises en relation avec l'ouverture du milieu dans la zone amont ou encore la forte implantation de la renoué du japon) ;

#### b) Analyse de la station médiane du TCC (MED2)

La station MED2 est située au sein du TCC (à respectivement 2,8km de AME2 et 1km en aval de l'ouvrage de répartition). Elle obtient une note de 12/20 au regard de l'IBGN, un EQR de 0,73 au regard de l'IBG-DCE et un EQR de 0,60 au regard de l'I2M2. C'est la plus mauvaise note des 3 stations principale.

La qualité biologique de cours d'eau est donc qualifiée de **bonne** vis-à-vis de l'I2M2. Malgré tout, des divergences importantes sont mises en évidence avec l'amont puisque la qualité biologique associée à l'IBG-DCE n'est que **moyenne**. Cette différence est principalement liée au fait que l'IBG-DCE ne prend en compte que les prélèvements A et B.

Néanmoins, c'est l'I2M2 qui s'applique depuis 2018 pour l'attribution d'une classe de qualité valide au regard de l'arrêté du 28 juillet 2018. Mais même si la classe de qualité est définie comme bonne, de nombreuses différences peuvent être observées avec l'amont (très bon).

Le groupe indicateur (G.I.) est donc représenté par la même famille pour les 3 stations ce qui est encourageant (malgré une baisse des densités de Plécoptères – environ deux fois moins). Il s'agit des *Leuctridae*, des plécoptères relativement pollusensible (GI 7/9).

La diversité est moindre de 13 taxons par rapport à l'amont avec 20 taxons différents dénombrés à l'aval. La diversité est ainsi moyenne. Les peuplements sont moyennement équilibrés (0,76). La robustesse est de 11/20 (soit une perte d'un point) avec le taxon indicateur de robustesse des *Séricostomatidae* (GI 6/9), un tricoptère à fourreau moyennement sensible et commun dans les rivières à truite.

Les taxons les plus polluosensibles (Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères) sont représentés par 25,7% du peuplement avec 12 taxons sur les 20.

En termes de proportion, les *Chironomidae* dominent le peuplement à hauteur de 29,7%, suivi par les *Elmidae* (20%), et par les *Leuctridae* (11,8%), ce qui est une observation encourageante. L'effectif est de 925 individus (densité = 1542ind/m<sup>2</sup> soit 3 fois moindre qu'en amont).

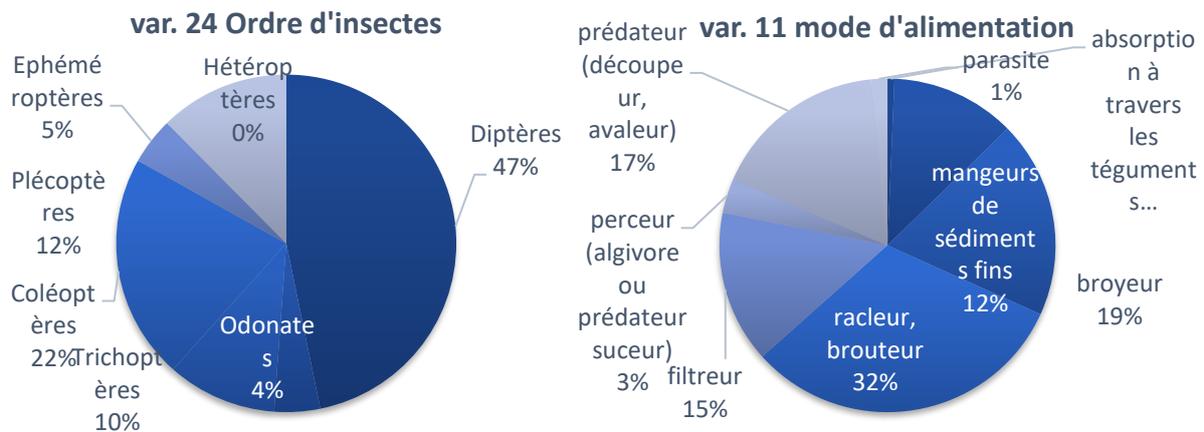


Figure 26 : diagramme des proportions des variables 24 (ordres d'insectes) et 11 (modes d'alimentation) sur MED2.

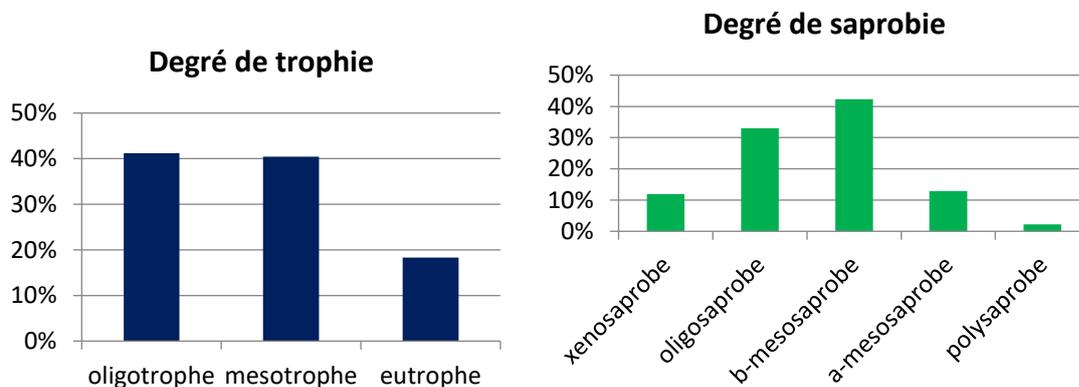


Figure 27 : histogramme des degrés de trophie et de saprobie (MED2).

Une observation peu commune et alarmante est l'absence totale de certains taxon pourtant attendu dans ce type de cours d'eau (et présent en grand nombre en amont et en aval) comme les Crustacés (du genre *Gammarus*) ou les Mollusques. L'absence du peuplement de certains cortège nous renseigne sur de graves problèmes structurants. Il est admis que l'absence d'espèce qui doivent réaliser tout leur cycle de vie dans l'eau (et n'ont donc pas de mode de dispersion/déplacement efficace comme les vers, mollusques ou les crustacés) est en général liée : à des assècs récurrents, une instabilité hydrologique ou encore des cours d'eau intermittent. Cette hypothèse est corroborée par l'outil de diagnostic (ODInvertébré – figure 28). Le peuplement est plutôt à tendance meso-oligo-trophe et b-mesosaprobe, ce qui met en

evidence une probable charge organique modérée. Enfin, on observe également un changement des guildes trophiques (mode d'alimentation principaux des individus). En effet, les filtreurs et les racleurs sont majoritaire dans le TCC. Cette observation met en évidence un possible changement de la chaîne alimentaire (lié au ressource) en lien avec le seuil présent en amont. Les ouvrage de taille conséquente comme celui-ci, ont en général tendance à augmenter le colmatage et les matières fines en suspension.

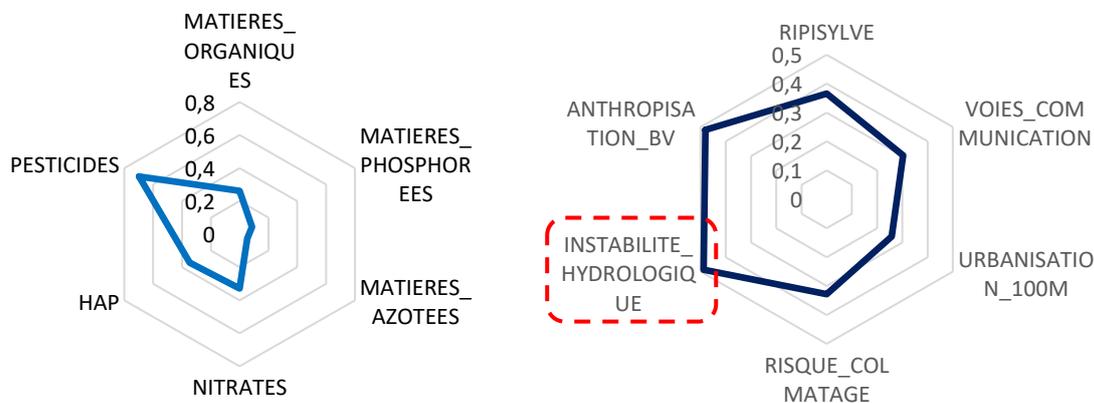


Figure 28 : Résultats de l'outil de diagnostic ODInvertébrés sur la station MED2.

En effet, on peut clairement observer sur la figure 28, que le peuplement du TCC fait face à plusieurs pressions dont une **instabilité hydrologique forte et très visible**. Si cette observation était attendue (pour rappel, la station est plusieurs fois tombée à sec en lien avec des problèmes de gestion en 2020 et en 2021) ce n'était pas le cas d'une manière aussi marquée. Cette observation sous-entend que des problèmes d'instabilités hydrologiques sont vraisemblablement plus courant et commun sur ce secteur qu'attendue.

Des variations de niveau multiples semblent donc avoir durablement marquer les populations d'invertébrés du secteur (absence de plusieurs espèces).

L'outil de diagnostic « ODInvertébrés » permet également de mettre en évidence les typologies de pression suivantes :

- Les pesticides ;
- L'anthropisation du bassin (le secteur amont de quelques km est très urbanisé) ;
- Et dans une moindre mesure : des nitrates, de la ripisylve, du colmatage et des voies de communication.

### c) Analyse de la station aval (AV1)

La station de la Thur à Cernay en aval du TCC (en aval du seuil du skate parc) obtient une note de 14/20 au regard de l'IBGN, un EQR de 0,87 au regard de l'IBG-DCE et un EQR de 0,61 au regard de l'I2M2. La qualité biologique de cours d'eau est donc qualifiée de **bonne**. Le groupe indicateur (G.I.) est représenté encore une fois par les *Leuctridae* (GI 7/9). La diversité est plus élevée que sur le TCC mais moindre par rapport à l'amont avec 27 taxons différents. La robustesse est bonne puisque que la note ne perd qu'un point après la suppression du groupe indicateur. Le taxon indicateur de robustesse est *Nemouridae*, un petit plécoptère relativement pollusensible (GI 6/9). Dans l'ensemble la communauté est diversifiée et moyennement équilibrée (0,61).

Les taxons les plus polluosensibles (Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères) sont représentés par 22,81% du peuplement avec 16 taxons sur les 27. Les *Chironomidae* sont la famille dominante (29,7%), ce sont des petits diptères très commun, ubiquiste et peu sensibles. Ils sont suivis par les *Elmidae*, des coléoptères très commun (19,33%).

On note à nouveau la présence de Crustacés par rapport au TCC (*Gammarus*) et de Mollusques (3 espèces). Néanmoins on notifie à nouveau la présence sporadique de *Potamopyrgus antipodarum*, un mollusque exotique invasif pollueurésistant appréciant les milieux riches en nutriments (seulement 7 individus mais cette observation reste importante).

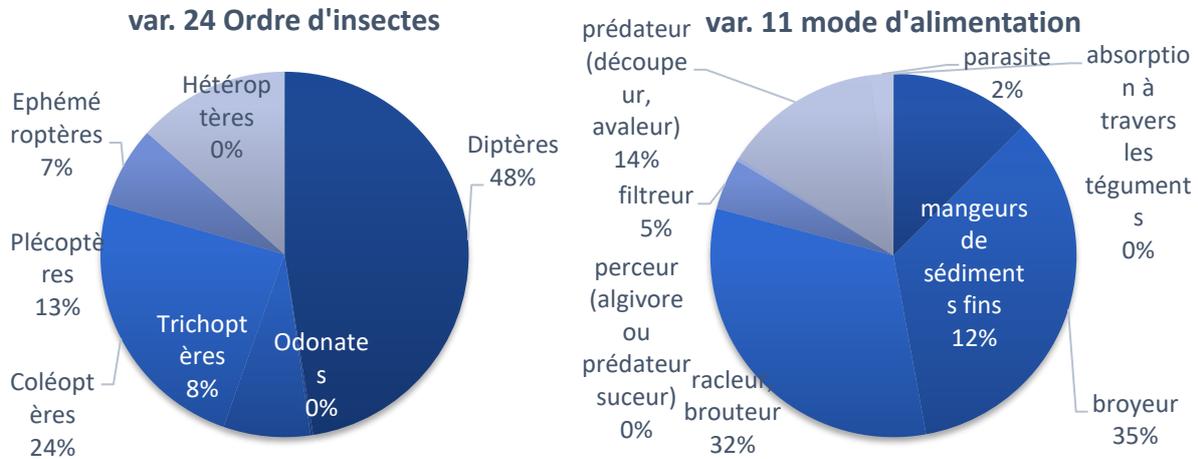


Figure 29 : diagramme des proportions des variables 24 (ordres d'insectes) et 11 (modes d'alimentation) sur AV1

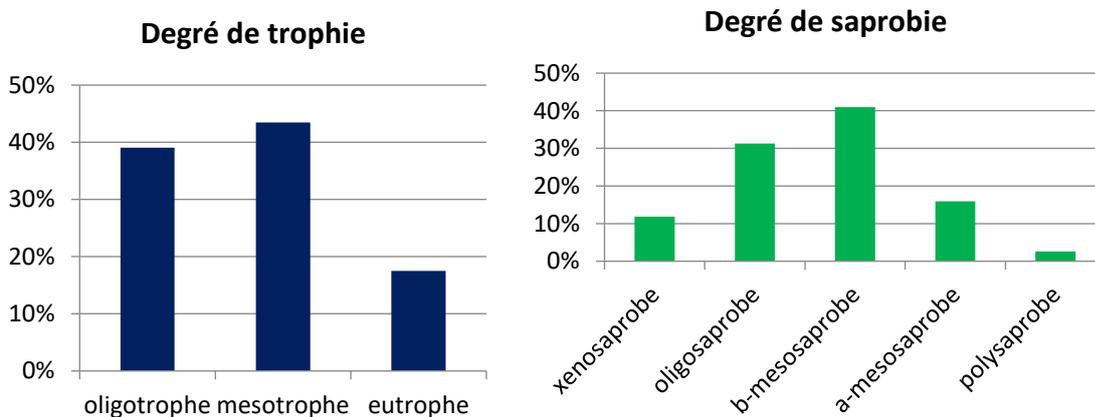


Figure 30 : histogramme des degrés de trophie et de saprobie (AV1).

Les graphiques semblent indiquer un milieu mésotrophe à oligotrophe et une communauté plutôt b-mésosaprobe, ce qui met en évidence une charge modérée en nutriment et en matière organique dans le cours d'eau.

Les broyeurs et les racleurs/broueurs sont les plus nombreux. Ces deux catégories représentent 67% de la répartition trophique et est assez semblable à l'amont. Celle-ci correspond habituellement à celle d'un cours d'eau situé en partie amont du bassin avec une plus grande part de broyeur (individus se nourrissant par exemple de litière de feuille ou d'éléments plus grossiers, etc.) qu'attendus.

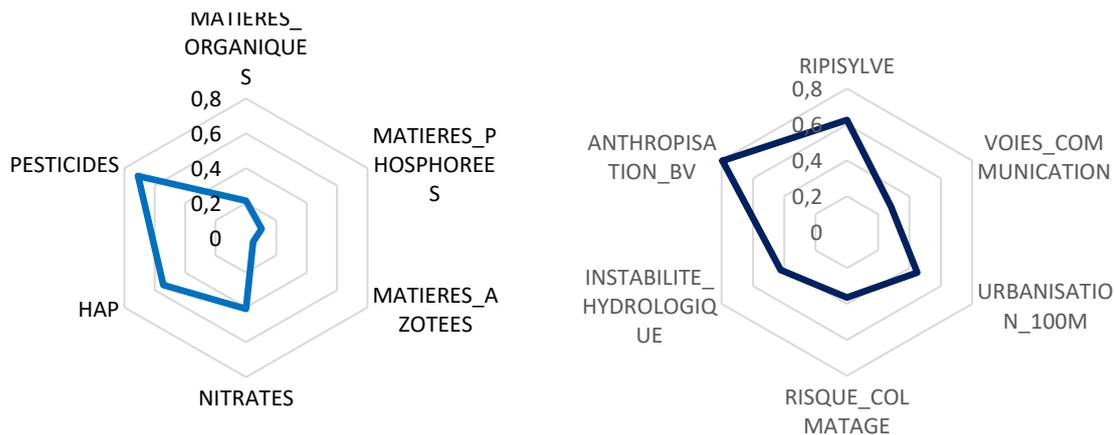


Figure 31 : Résultats de l'outil de diagnostic ODInvertèbres sur la station AV1.

L'outil de diagnostic « ODInvertèbres » permet de mettre en évidence des probabilités associées à chaque type d'altération. Dans le cas de la station située en aval (AV1), plusieurs pressions sont mises en lumière et concernent principalement :

- Les Pesticides (probablement corrélé à la présence importante de vignobles sur le piémont) ;
- Les Nitrates et HAP, dans une moindre mesure ;
- L'anthropisation du bassin versant plus forte qu'en amont et que sur le TCC (bassin versant et vallée à la pression foncière forte) ;
- Des problématiques concernant la ripisylve, (pouvant être mises en relation avec l'ouverture du milieu dans la zone urbaine ou encore la forte implantation de la renoué du japon en berge) ;

On note enfin que l'indicateur d'instabilité hydrologique est bien moindre que sur le TCC.

#### d) Analyse des stations complémentaires (CC1 et AMBief)

Les stations CC1 (canal) et AMBief (en amont immédiat de l'ouvrage) sont hors cadre DCE compatible (longueur trop courte, dans un canal et un effet bief, norme non-applicable), mais ces stations sont complémentaires. Leur analyse peut être utilisée pour mieux comprendre la répartition des populations d'invertébrés sur la Thur. Les indices sont donc présentés à titre indicatif et ne peuvent donner lieu à l'application d'une classe de qualité biologique valide.

#### ❖ Effet bief de l'ouvrage ROE 1702

On remarque par exemple une très forte dégradation des peuplements dans le bief amont (AMBief). En effet, l'ensemble des indices chutent fortement au sein du bief (zone lenticule dans les 100m en amont de l'ouvrage ROE1702) dont :

- Baisse du nombre de taxon avec 14 taxons contre 33 en amont par exemple ;
- Baisse du groupe indicateur (GI) avec la famille des *Leptoceridae* (GI4/9 contre 7/9 en amont) ;
- Très forte dominance de groupe peu polluosensible et ubiquiste comme les Diptères *Chironomidae* (44,2% du peuplement) ;
- L'outil de diagnostic liste de nombreuses pressions dont :
  - Matières organiques
  - Colmatage
  - Anthropisation
  - Voies de communication
  - Pesticides
  - Urbanisation des 100m

- Les traits bio-écologiques du peuplement changent fortement avec une majorité d'espèce avec des préférences pour les matières fines en suspensions (filtreur, racleur, etc.).

❖ Communauté d'invertébré du canal

Au vu de la diversité de profil du canal (certaines zones sont bétonnées, d'autres busées, d'autres plus ouvertes comme le secteur échantillonné), ces résultats sont informatifs mais pas forcément représentatifs ou extrapolables à l'entièreté du canal.

Si le nombre d'espèce est plus faible dans le canal que sur les autres stations, le groupe indicateur reste néanmoins le même que sur la Thur amont (GI7/9). Cette observation est intéressante mais logique car l'eau du canal proviens de la Thur en amont. De plus, le canal présente des caractéristiques plutôt lotique sur ce secteur (eau courante pratiquement toute l'année). On retrouve donc plusieurs espèces d'intérêt comme les Plécoptères du genre *Leutra* ou encore des Tricoptères de la famille des *Leptoceridae* (GI 7/9). Les densités et effectif sont de 2672 ind/m<sup>2</sup> pour 1603 individus. Ces indicateurs sont ainsi relativement similaires à la station AV1 située en aval du TCC.

On note néanmoins des populations à tendance plus mesotrophe mettant en avant une potentielle charge en matière organique. Enfin, l'outil de diagnostic liste des pressions multiples comme :

- Matières organiques
- Colmatage
- Anthropisation et instabilité
- Voies de communication
- Pesticides, Nitrates et HAP
- Urbanisation des 100m

Ainsi, si le canal peu présenter une certaine résilience avec des populations d'invertébrés relativement polluosensible, cette observation est aussi à relativiser au regard des pressions importantes misent en évidence. Le peuplement est résilient mais fragile comme en témoigne la diversité et la robustesse moyenne ainsi que l'outil de diagnostic.

e) Analyse globale

La comparaison entre les résultats obtenus à l'amont, dans le TCC et à l'aval, met en évidence plusieurs points (figure 31) :

- ➔ **Des peuplements diversifiés, riches et polluosensibles, sur la Thur amont** (AME2). L'outil d'analyse (diagramme pression) montrent néanmoins quelques pressions liées aux pesticides, aux nitrates et à l'anthropisation du bassin.
- ➔ **Des peuplements d'invertébrés fortement impactés et déséquilibrés dans la Thur sauvage** (TCC). L'outil d'analyse met en avant un impact fort d'une **instabilité hydrologique** du site. La présence de plécoptères est néanmoins un signe encourageant qui met en avant la résilience des populations de la Thur sauvage.
- ➔ Un **fort impact du seuil ROE1702** avec des peuplements déséquilibrés dans l'effet bief en amont de la prise d'eau (colmatage, eutrophisation, changement des modes d'alimentation et perte importante de diversité et de polluosensibilité).
- ➔ **Des peuplements à nouveau plus équilibrés observés en aval**, signe d'une amélioration possible de l'état biologique de la Thur avec des pressions réduites (comme l'instabilité hydrologique).
- ➔ Des peuplements résilients et polluo-sensibles dans le canal malgré des pressions.

L'analyse des populations d'invertébrés indique ainsi un impact important sur les communautés de la Thur sauvage à cause de deux facteurs principaux :

- du seuil ROE1702 et de l'effet bief ;
- d'une instabilité hydrologique très forte au sein du TCC.

Enfin, au vu de l'amélioration de la qualité biologique en aval et de la résilience des peuplements, si des améliorations ou des efforts de gestion sont consentis et effectifs, les peuplements de la Thur sauvage pourraient potentiellement fortement et facilement s'améliorer.

Les **pistes d'amélioration** les plus efficaces seraient donc vraisemblablement :

- 1- Amélioration de la gestion hydrologique du site (débit plus important et plus stable)
- 2- Un respect constant du débit réservé et du débit biologique minimal
- 3- Des travaux sur l'ouvrage ROE1702 afin d'améliorer la franchissabilité des espèces et/ou réduire son impact ou son effet bief.

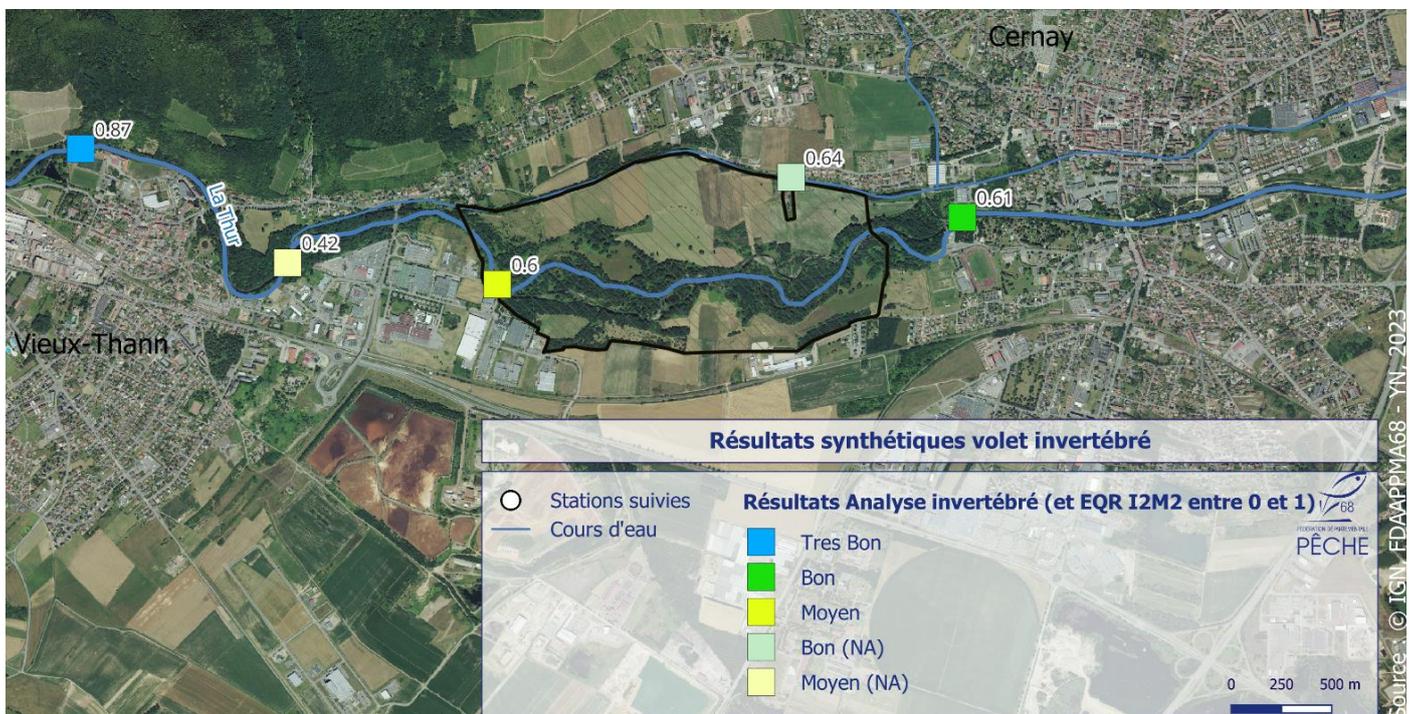


Figure 31 : Synthèse des résultats du volet invertébré sur la Thur.

## 5.2. Volet poisson

Trois pêches électriques complètes (par épuisement complet avec plusieurs passages successifs ; dite « De Lury ») ont été réalisées le 13/10/2022 et le 11/10/2022 :

- Sur AME2, situé en amont éloigné à environ 1,5km en amont du TCC;
- Sur MED2 situé au sein du TCC dans la Thur sauvage, à environ 2,4km en aval de AME2 ;
- Sur AV1, en aval immédiat du TCC au sein de la commune de Cernay et en aval de la confluence d'une partie des eaux du canal via le Erzenbach en rive gauche.

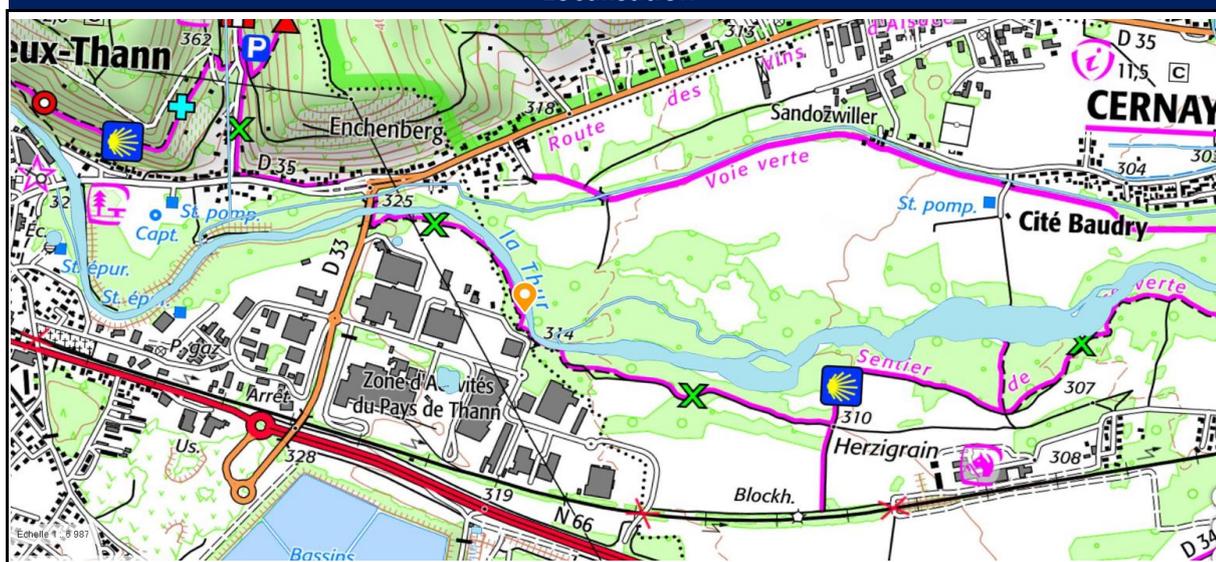
➔ Les résultats à l'échelle de la station sont présentés sous forme de fiche de synthèse par stations (ci-après) puis d'un point vue global.

## Analyse piscicole - PQ2022 - Thur à Cernay - T8 - 2022

### Caractéristiques de la station

Code opération :	PE_PQ_2022	Nom station :	Cernay
Code station :	T8	Cours d'eau :	Thur
Date échantillonnage :	11/10/2022	Commune :	Cernay

### Localisation



Latitude (X):

1009863.25

Longitude (Y):

6752996.29

Projection :

RGF93-



### Données environnementales

Régime hydrologique :	reg_pm	Largeur moy. en eau (m):	10,76
Superficie bassin :	175	Pente du cours d'eau (‰):	10
Géologie dominante :	s	Stratégie échantillonnage :	COMP
Surface échantillonnée(m <sup>2</sup> ):	1291,2	Bassin hydrologique :	H1
Distance à la source (km):	30,2	Temp. Moy. bassin (C°):	10,02
Pronfondeur moyenne (m):	16,0185185	Précip. moy. bassin (mm):	1112,03
Altitude (m):	314	Temp. Ampli. station (C°):	17,6
Temp. Moy. janvier (C°):	1,16	Temp. Moy. station (C°):	9,06
Temp. Moy. juillet (C°):	19,71	Catégorie piscicole :	1ère catégorie
Niveau typologique :	B5	Zonation de Huet :	Ombre
Station hydro proche :	La Thur à Willer sur Thur	Débit (QMM en m3/s) :	4,67
Module interan. (en m3/s) :	5,09	Débit (QjM en m3/s) :	3,88

### Renseignements généraux sur la pêche

Hydrologie :	Moyenne eaux	Heure début opération :	14:00:00
Turbidité :	Nulle (fond visible)	Heure fin opération :	17:00:00
Tendance du débit :	En hausse	Durée du chantier :	03:00:00
Longueur station (m):	120	Nombre participants :	0
Météorologie :	Nuageux	Chef de chantier :	YN

## Analyse piscicole - PQ2022 - Thur à Cernay - T8 - 2022

Renseignements mise en œuvre matériel			
Nombre passage (si D.Lury):	2	Protocole de pêche :	De Lury
Nombre de points (si EPA) :	0	Tension (U en V) :	600
Nombre anode :	3	Intensité (I en A) :	2
Nombre époussettes :	6	Puissance (W = AxV) :	1200
Moyen de prospection :	A pied	Isolement amont :	Filet
Matériel utilisé :	Fixe	Isolement aval :	Filet
Modèle du matériel :	EFKO FEG 8000	Efficacité de pêche (%) :	71,59

### Commentaires sur le chantier

Pêche réalisée dans le cadre d'une formation aux bénévoles (efficacité moindre sur le CHA)

### Mesures physico-chimiques basiques

Conductivité (µs/cm) :	130	Saturation O <sup>2</sup> (%) :	100,2
pH :	7,5	* Concentration O <sup>2</sup> (mg/l) :	10
Température eau (C°) :	14,5		

### Mesures physico-chimiques complémentaires (si réalisées)

Nitrites (NO <sub>2</sub> -mg/l) :	0,05	Phosphore total (P mg/l) :	NR
Nitrates (NO <sub>3</sub> -mg/l) :	4	* PO <sub>4</sub> 3- (mg/l) :	0,3
Ammonium (NH <sub>4</sub> +mg/l) :	0,1	Sulfate (SO <sub>4</sub> -mg/l) :	<20

Rappel des codes couleurs des classes de qualités associées :

Très bon
Bon
Moyen
Médiocre
Mauvais

\* classes de qualité suivant l'arrêté du 27 juillet 2018 pour les paramètres référencés sinon SEQ-eau V2

### Caractéristiques hydromorphologiques

Type d'écoulement	Proportion (%)	Profondeur moy. (m)	Granulométrie* du substrat	Colmatage* du fond	Végétation* aquatique dominante	
					Dominante	Recouvre.
Plat Courant	70	0	6 - Pierres	0	NR	NR
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

\***Granulométrie** : 1-argile 2-limon 3-sable 4-gravier 5-caillou 6-pierre 7-blocs 8-dalles

\***Colmatage** : 1-pas de colmatage 2-sable 3-vase 4-fines 5-recouv. bio. 6-débris vgtx 7-litière

\***Végétation** : 1-bactéries/champ. 2-microphytes 3-algues fila. 4-bryophytes 5-hydrophytes 6-hélophytes

### Caractéristiques habitats (classes d'abondances)

Sinuosité	Ombrage	Trous, fosses	Sous-berges	Abris rocheux	Embâcles, souches	Végétation aquatique
Faible	Moyen	Nul	Nul	Faible	Faible	Nul

Lit majeur : Forestier Ripisylve RD : Arboricole Ripisylve RG : Arboricole

### Halieutisme

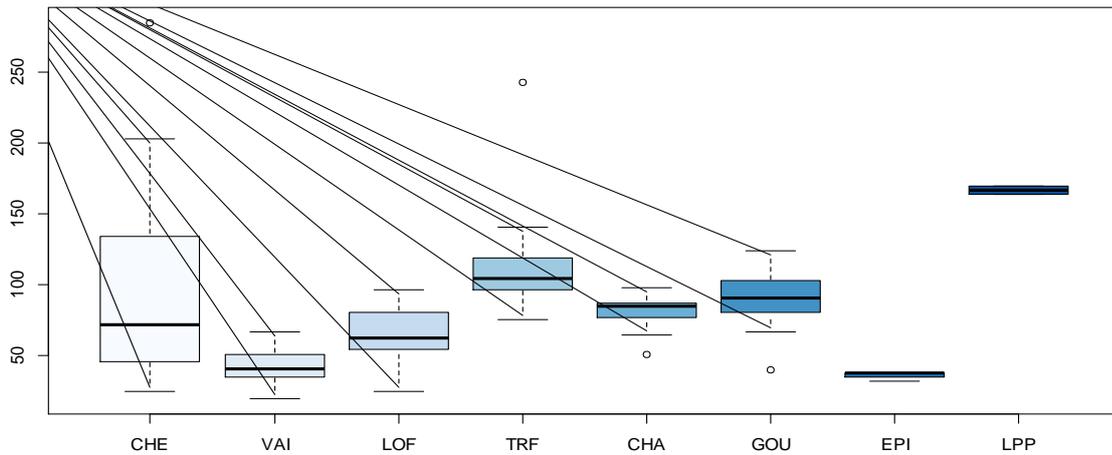
AAPPMA si droit de pêche : Vallée de la Thur      Féquentation : NR

### Autres informations et/ou schéma de la station

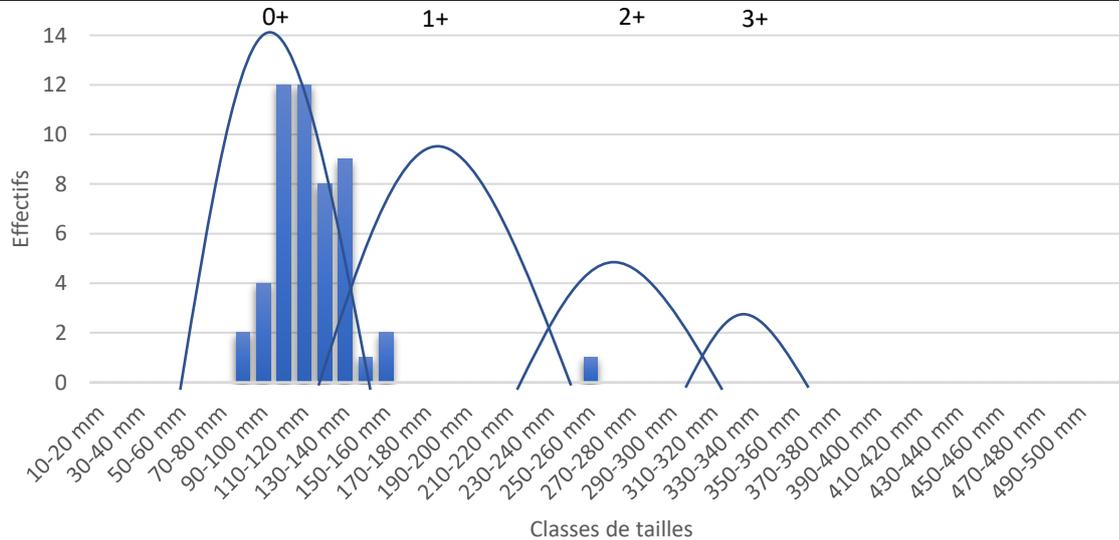




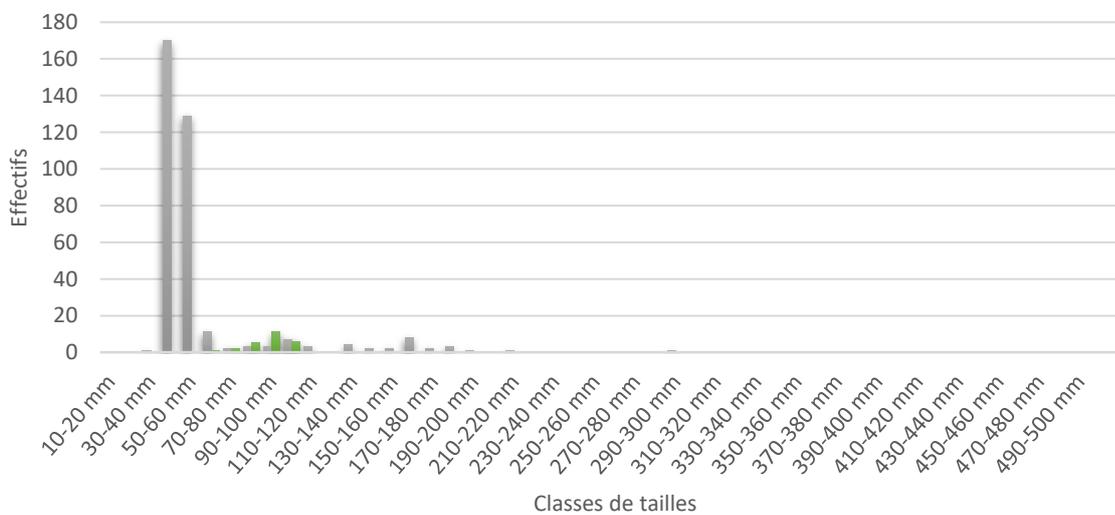
Analyse classe de tailles (boxplot global)



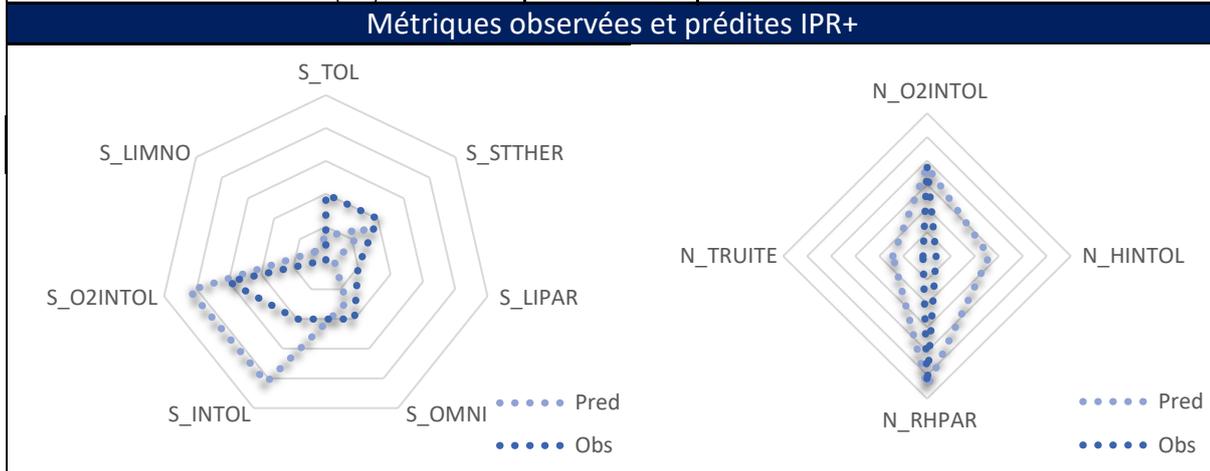
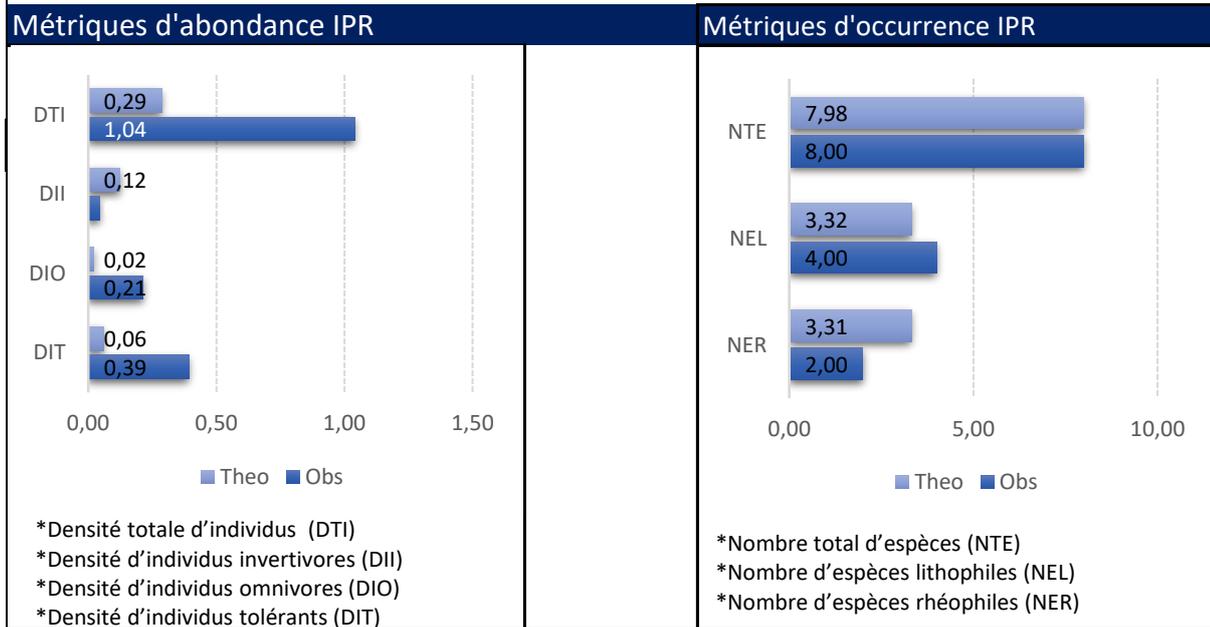
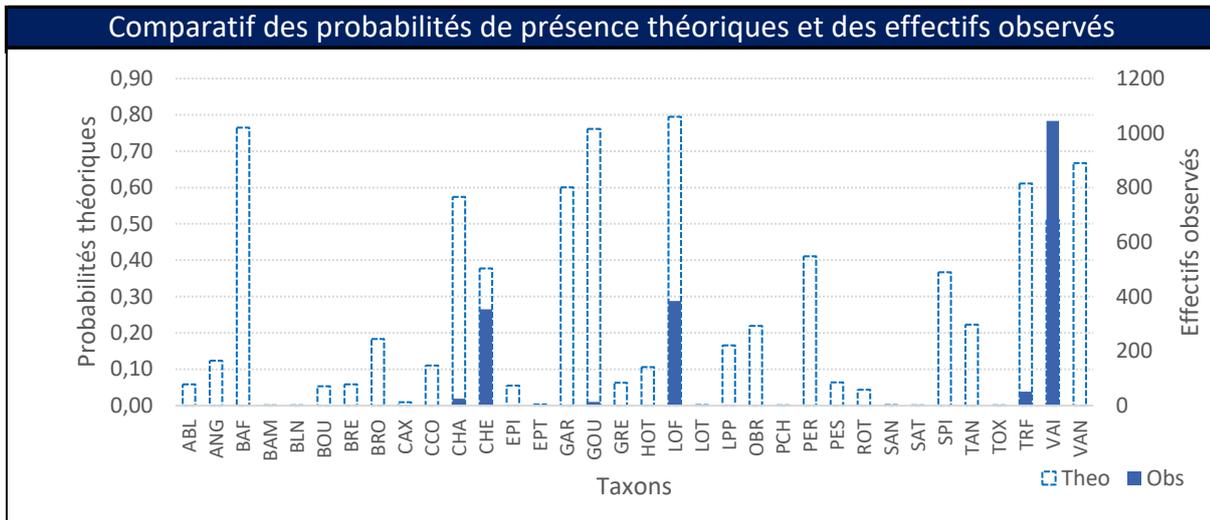
Analyse classe de tailles (TRF)



Analyse classe de tailles (CHA en vert et CHE en gris)

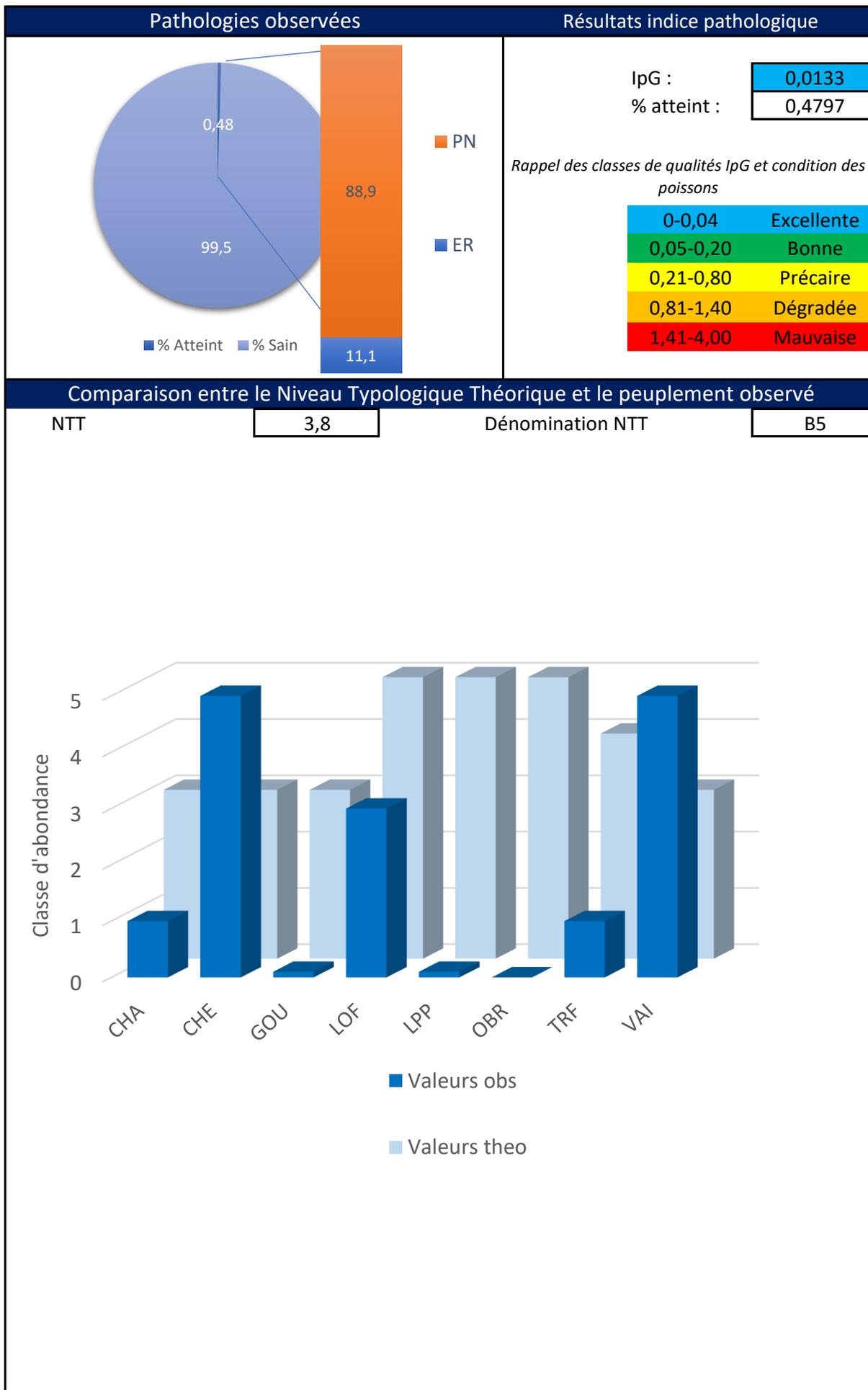


## Analyse piscicole - PQ2022 - Thur à Cernay - T8 - 2022



- S\_TOL (Métrique de richesse de tolérance à la qualité générale de l'eau)
- S\_STTHER (Métrique de richesse de tolérance à de faible variation de température)
- S\_LIPAR (Métrique de richesse de lieu de ponte préférentiellement en eaux stagnantes)
- S\_OMNI (Métrique de richesse de régime alimentaire généraliste)
- S\_INTOL (Métrique de richesse d'intolérance à la qualité générale de l'eau)
- S\_O2INTOL (Métrique de richesse d'intolérance à de basse concentration en oxygène)
- S\_LIMNO (Métrique de richesse du lieu de vie préférentiellement en eaux calmes voir stagnantes)
- N\_O2INTOL (Métrique d'abondance d'intolérance à de basse concentration en oxygène)
- N\_HINTOL (Métrique d'abondance d'intolérance à la dégradation de l'habitat)
- N\_RHPAR (Métrique d'abondance de lieu de ponte préférentiellement en eaux courantes)

## Analyse piscicole - PQ2022 - Thur à Cernay - T8 - 2022



## Commentaires

La station MED2 (ou T8) est située au sein du TCC à Cernay et se trouve au cœur de la zone en APB. La section échantillonnée représente 11m de largeur mouillée moyenne pour 120m de linéaire. Elle est plus diversifiée que les autres avec des alternances de radiers et des habitats rocheux attractifs. Une ripisilve diversifiée est présente avec notamment un groupement de saules qui baigne dans l'eau. La lame d'eau est globalement plus faible que sur toutes les autres stations (environ 15cm en moyenne).

La diversité est de 8 espèces différentes (4 de moins qu'en amont et 5 de moins qu'en aval). Les espèces capturées (par ordre de proportions) sont : le vairon (56% pour 1044ind), la loche franche (20% pour 384ind), le chevesne (19% pour 353ind, surtout des juvéniles), la truite fario (3% avec 51ind, surtout des juvéniles). Le chabot, le goujon, la lamproie de planer et l'épinoche furent comptabilisés dans une moindre mesure. La biomasse totale est dominée par le chevesne (44%) et la truite fario (33%). 3 espèces patrimoniales sont ainsi retrouvées avec : le chabot (annexe 2 Directive Habitat Faune Flore), la lamproie de planer (annexe II de la DHFF et en annexe II de la convention de Berne) et la truite fario (espèce repère). On note que l'ombre commun (espèce patrimoniale) est absent de la station malgré un positionnement entre deux des plus grands noyaux de population de la Thur (en amont et en aval) et un début de la zone à ombre (typologie de Huet).

L'approche indicielle par l'IPR+ et l'IPR nous permet de classer la station en moyen état biologique.

Globalement, les métriques sont plus élevées pour les valeurs observées que théoriques (notamment : densité totale et densité d'individus tolérants). La tendance est la même pour l'IPR+, avec principalement une richesse de tolérance à la qualité de l'eau trop importante. Les espèces les plus attendues au regard de la typologie de milieux sont : la loche franche (0,8), le goujon (0,8 – qui est très peu présent), le barbeau (0,7 – qui est absent de la station), le chabot (0,6 – qui est très peu présent), le chevesne (0,4 – très présent), la truite (0,6), et le vairon (0,5 – très présent).

La densité de l'espèce repère du contexte (la truite fario) est jugé faible avec 395 ind/ha sur ce secteur (soit 3,9ind/100m<sup>2</sup>). Concernant l'analyse des classes de taille des truites fario, les truites capturées sont exclusivement des truitelles de l'année (0+) , exceptée la présence d'une seule truite de 24cm. Ainsi, même si la densité est légèrement plus importante qu'en amont (mais beaucoup plus faible qu'en aval), la population en place ne semble pas viable et est vraisemblablement très impactée par des événements extérieurs (absence totale des autres classes de tailles). En effet, au regard de l'hydromorphologie de la station il apparaît étonnant de ne pas avoir capturé d'individus plus grands. Cette observation témoigne d'une population de truite mal implantée et non-fonctionnelle mais avec un fort potentiel de recolonisation. En effet, il est probable que des événements extérieurs ont fait disparaître les autres classes de tailles. Il est ensuite possible que quelques géniteurs aient entrepris une reproduction réussie. En effet, un seul couple de truite (dans des conditions favorables) peut potentiellement recoloniser plusieurs centaines de mètre de rivière avec leur descendance. Les hypothèses pouvant être avancées sont les suivantes : impact fort des assecs observés ces dernières années liées à des problèmes de gestion, impact d'un débit globalement plus faible qu'en amont à cause du TCC, éventuelles pollutions aiguës (non connue) ou mortalités extrêmes via d'autres sources (non connue).

L'approche des NTT quant à elle, semble indiquer un très important décalage entre la capacité d'accueil du milieu théorique et observée. Si les occurrences d'espèces sont proches de ce qui est attendu ce n'est pas le cas des classes de densités. En effet, les densités de plusieurs espèces sont bien plus faibles qu'escomptés (chabot, goujon, lamproie, ombre et truite).

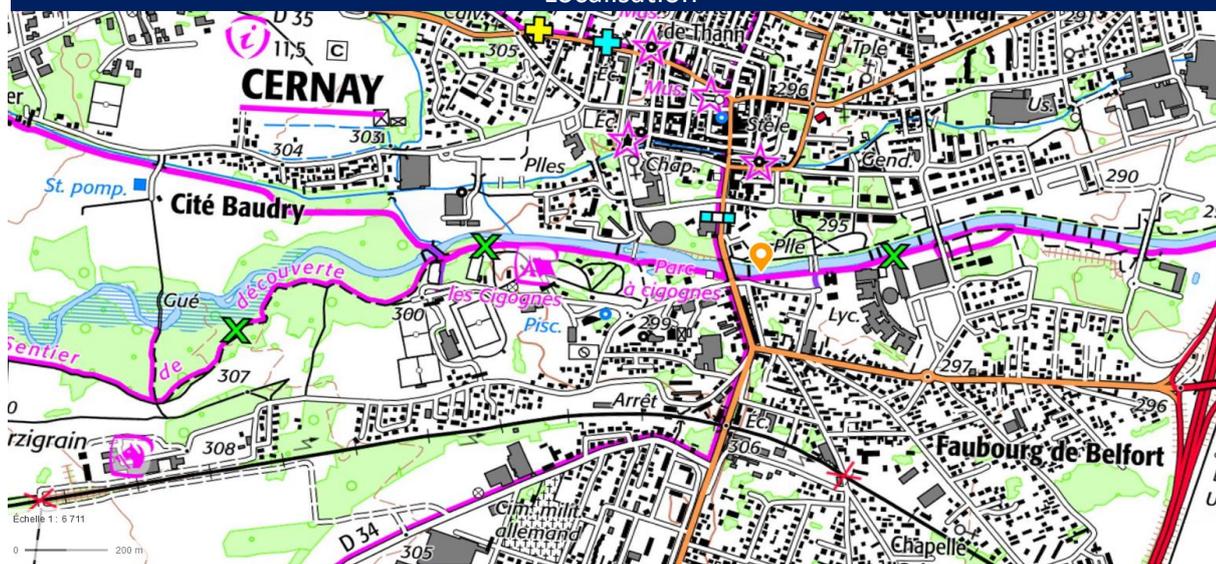
Ces indications nous renseignent donc sur des pressions fortes pesant sur les populations de poissons de TCC (observations étayées par l'étude des invertébrés). Néanmoins, au regard des résultats, la résilience et l'attractivité de la Thur sauvage reste certaine (pour rappel, recolonisation après plusieurs assec). Il apparaît donc particulièrement pertinent de surveiller ce site (suivis réguliers) et d'échanger autour de meilleures pratiques de gestion et de conservation, au regard du potentiel piscicole du cours d'eau.

# Analyse piscicole - PQ2022 - Thur à Cernay aval - T9 - AV1 - 2022

## Caractéristiques de la station

Code opération :	PE_PQ_2022	Nom station :	Cernay aval
Code station :	T9	Cours d'eau :	Thur
Date échantillonnage :	44847	Commune :	Cernay

## Localisation



Latitude (X):

1011729.56

Longitude (Y):

6753247.89

Projection :

RGF93-



## Données environnementales

Régime hydrologique :	reg_pm	Largeur moy. en eau (m):	10,9533333
Superficie bassin :	192	Pente du cours d'eau (‰):	10
Géologie dominante :	s	Stratégie échantillonnage :	COMP
Surface échantillonnée(m <sup>2</sup> ):	1643	Bassin hydrologique :	H1
Distance à la source (km):	33,2	Temp. Moy. bassin (C°):	9,98
Pronfondeur moyenne (m):	41,3412698	Précip. moy. bassin (mm):	1110,72
Altitude (m):	298	Temp. Ampli. station (C°):	17,6
Temp. Moy. janvier (C°):	1,41	Temp. Moy. station (C°):	10,49
Temp. Moy. juillet (C°):	19,76	Catégorie piscicole :	1ère catégorie
Niveau typologique :	B5	Zonation de Huet :	Ombre
Station hydro proche :	Thur à Pulversheim	Débit (QMM en m3/s) :	5,29
Module interan. (en m3/s) :	5,62	Débit (QjM en m3/s) :	1,33

## Renseignements généraux sur la pêche

Hydrologie :	Moyenne eaux	Heure début opération :	14:00:00
Turbidité :	Moyenne	Heure fin opération :	20:00:00
Tendance du débit :	Stable	Durée du chantier :	06:00:00
Longueur station (m):	150	Nombre participants :	0
Météorologie :	Nuageux	Chef de chantier :	YN

## Analyse piscicole - PQ2022 - Thur à Cernay aval - T9 - AV1 - 2022

Renseignements mise en œuvre matériel			
Nombre passage (si D.Lury):	2		Protocole de pêche : De Lury
Nombre de points (si EPA) :	0		Tension (U en V) : 600
Nombre anode :	2		Intensité (I en A) : 2
Nombre époussettes :	4		Puissance (W = AxV) : 1200
Moyen de prospection :	A pied		Isolement amont : Filet
Matériel utilisé :	Fixe		Isolement aval : Filet
Modèle du matériel :	0		Efficacité de pêche (%) : 70,61

**Commentaires sur le chantier**

Pêche réalisée dans le cadre d'une formation aux bénévoles (efficacité moindre sur le CHA)

Mesures physico-chimiques basiques			
Conductivité (µs/cm) :	350		Saturation O <sup>2</sup> (%) : 95
pH :	0	*	Concentration O <sup>2</sup> (mg/l) : 9,38
Température eau (C°) :	15		

Mesures physico-chimiques complémentaires (si réalisées)			
Nitrites (NO <sub>2</sub> -mg/l) :	0,1		Phosphore total (P mg/l) : 0,2
Nitrates (NO <sub>3</sub> -mg/l) :	5	*	PO <sub>4</sub> 3- (mg/l) : NR
Ammonium (NH <sub>4</sub> +mg/l) :	0,1		Sulfate (SO <sub>4</sub> -mg/l) : 99

Rappel des codes couleurs des classes de qualités associées :

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

\* classes de qualité suivant l'arrêté du 27 juillet 2018 pour les paramètres référencés sinon SEQ-eau V2

Caractéristiques hydromorphologiques						
Type d'écoulement	Proportion (%)	Profondeur moy. (m)	Granulométrie* du substrat	Colmatage* du fond	Végétation* aquatique dominante	
					Dominante	Recouvre.
Plat Courant	80	50	6	0	NR	0
Profond	5	60	6	4	NR	0
Radier	15	30	7	0	NR	0

\***Granulométrie** : 1-argile 2-limon 3-sable 4-gravier 5-caillou 6-pierre 7-blocs 8-dalles

\***Colmatage** : 1-pas de colmatage 2-sable 3-vase 4-fines 5-recouv. bio. 6-débris vgtx 7-litière

\***Végétation** : 1-bactéries/champ. 2-microphytes 3-algues fila. 4-bryophytes 5-hydrophytes 6-hélophytes

Caractéristiques habitats (classes d'abondances)						
Sinuosité	Ombrage	Trous, fosses	Sous-berges	Abris rocheux	Embâcles, souches	Végétation aquatique
Nulle	Moyen	Faible	Faible	Fort	Moyen	Nulle

Lit majeur : Urbain Ripisylve RD : Arboré Ripisylve RG : Arbustive

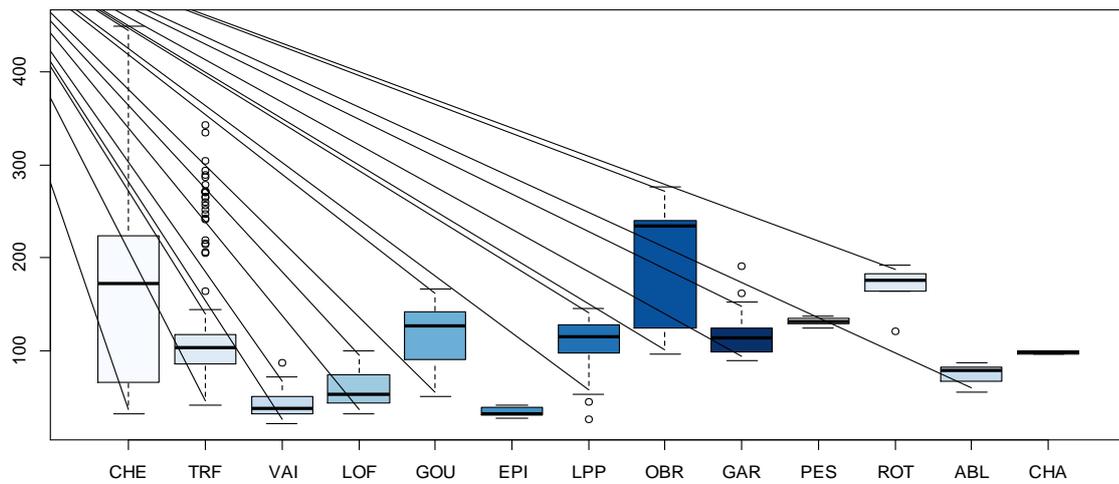
Halieutisme			
AAPPMA si droit de pêche :	Vallée de la Thur	Féquentation :	NR

**Autres informations et/ou schéma de la station**

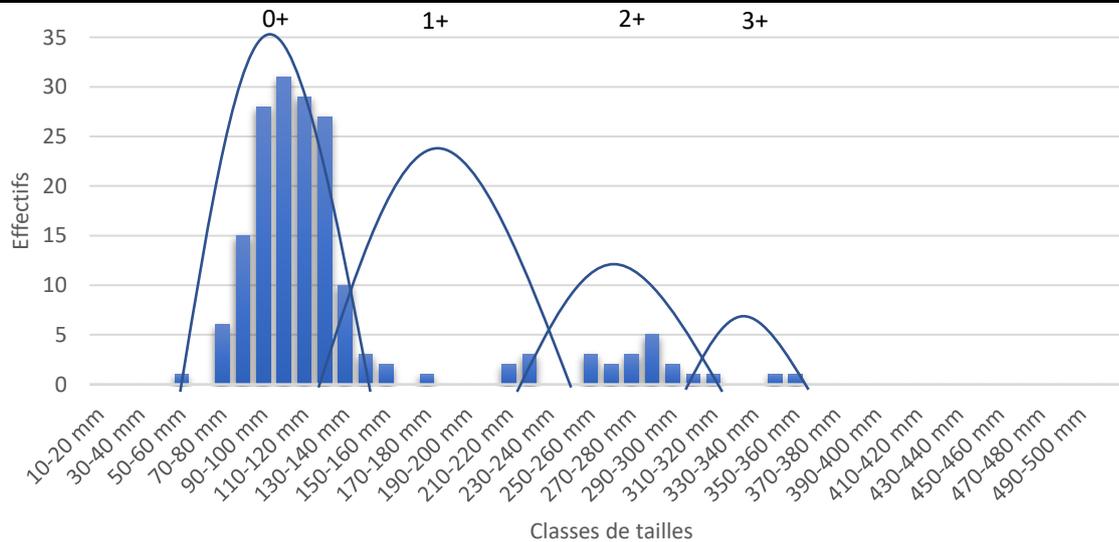




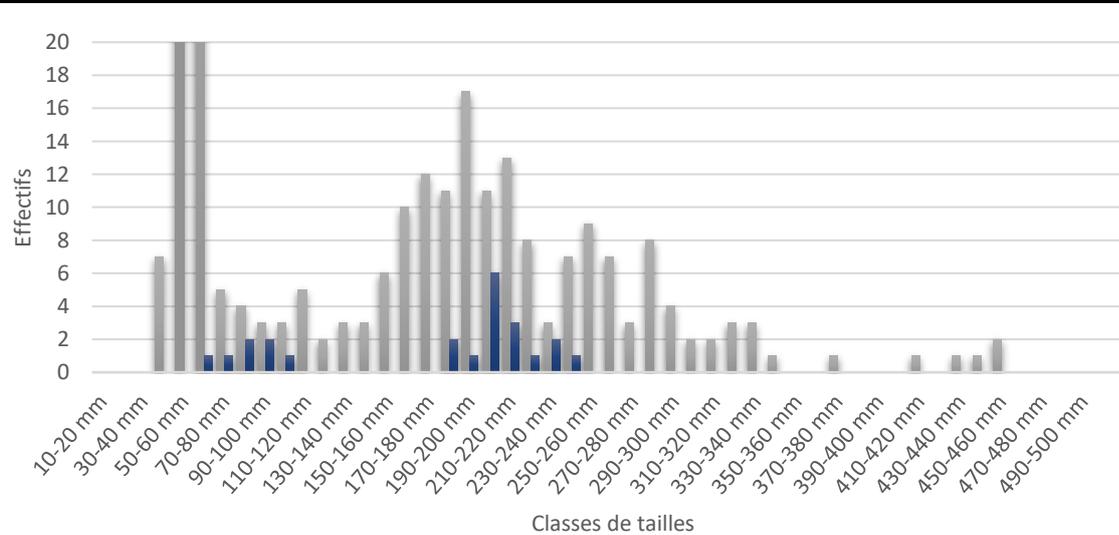
Analyse classe de tailles (boxplot global)

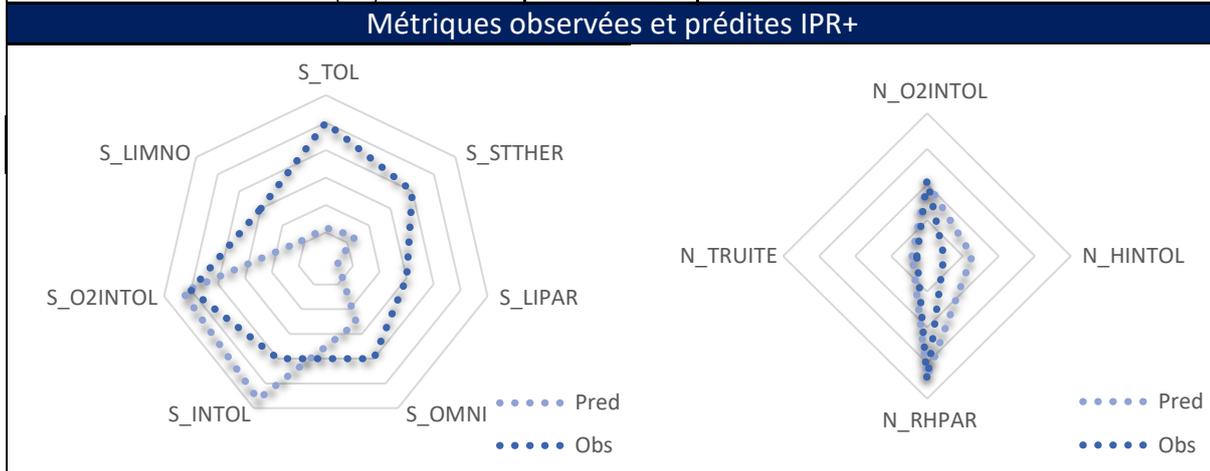
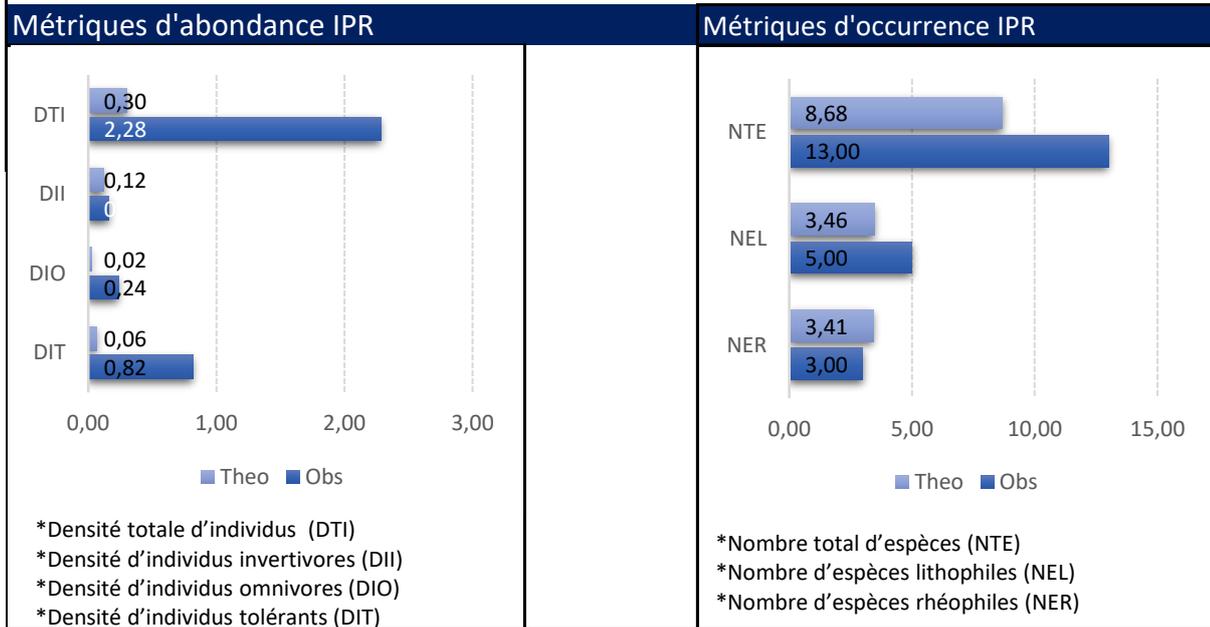
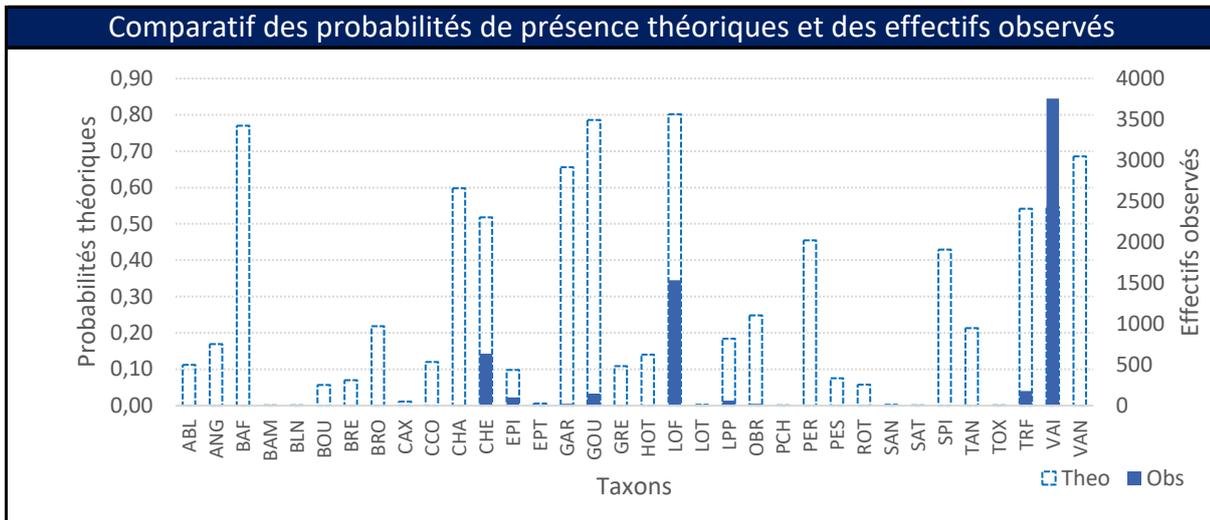


Analyse classe de tailles (TRF)



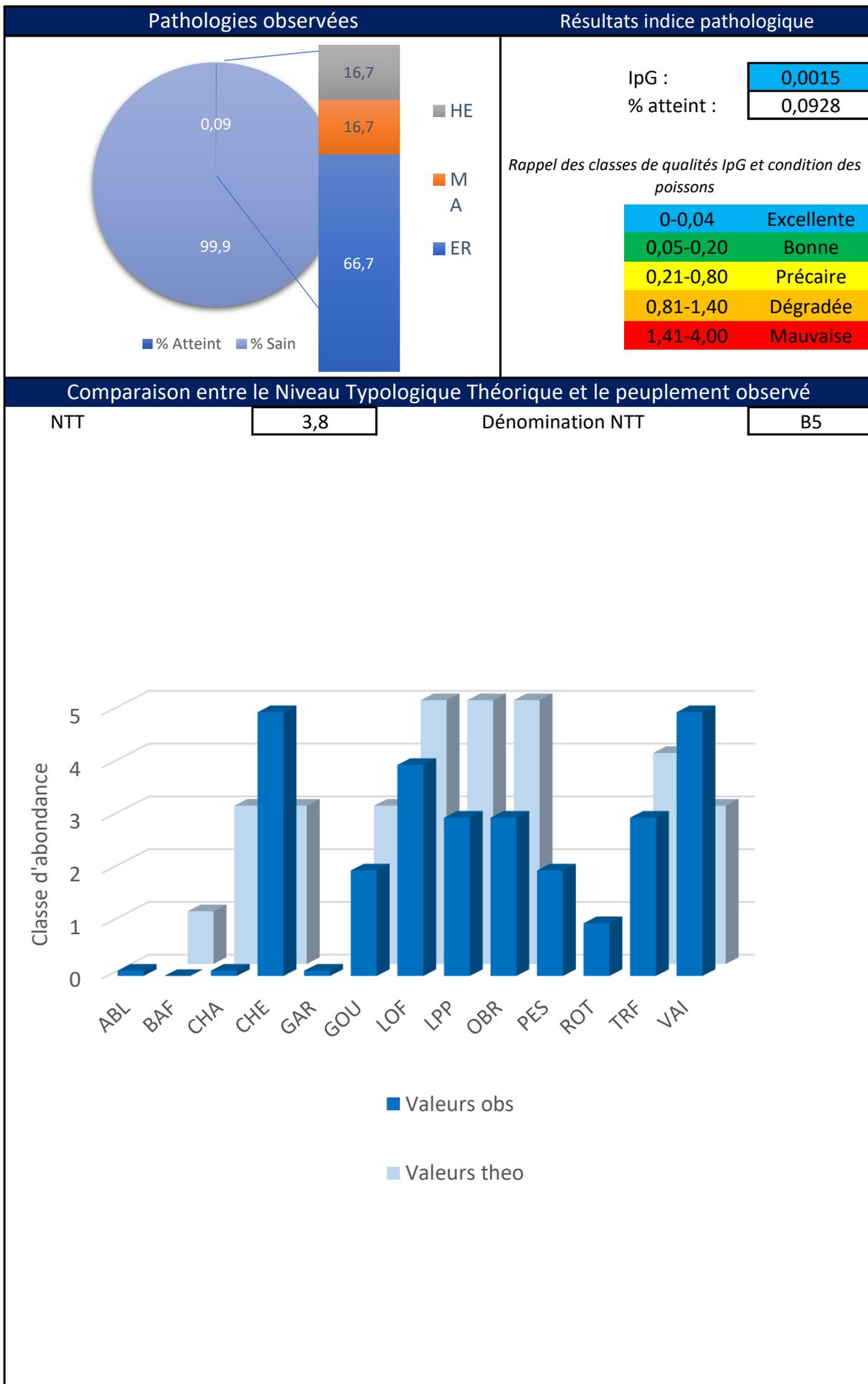
Analyse classe de tailles (OBR en bleu et CHE en gris)





S\_TOL (Métrique de richesse de tolérance à la qualité générale de l'eau)  
 S\_STTHER (Métrique de richesse de tolérance à de faible variation de température)  
 S\_LIPAR (Métrique de richesse de lieu de ponte préférentiellement en eaux stagnantes)  
 S\_OMNI (Métrique de richesse de régime alimentaire généraliste)  
 S\_INTOL (Métrique de richesse d'intolérance à la qualité générale de l'eau)  
 S\_O2INTOL (Métrique de richesse d'intolérance à de basse concentration en oxygène)  
 S\_LIMNO (Métrique de richesse du lieu de vie préférentiellement en eaux calmes voir stagnantes)  
 N\_O2INTOL (Métrique d'abondance d'intolérance à de basse concentration en oxygène)  
 N\_HINTOL (Métrique d'abondance d'intolérance à la dégradation de l'habitat)  
 N\_RHPAR (Métrique d'abondance de lieu de ponte préférentiellement en eaux courantes)

## Analyse piscicole - PQ2022 - Thur à Cernay aval - T9 - AV1 - 2022



## Commentaires

La station AV1 (ou T9) est située en aval de la zone en APB, après un ouvrage et la confluence avec une partie des eaux du canal usinier. La section échantillonnée représente 11m de largeur mouillée moyenne pour 150m de linéaire. Elle est peu diversifiée (à l'instar de T7) mais présente un important radier en amont ainsi que plusieurs sous-berges rocheuses en rive gauche. La lame d'eau est globalement plus profonde que sur les autres stations (environ 50cm en moyenne).

Une ripisilve moyennement diversifiée est présente avec notamment un groupement de saules qui baigne dans l'eau. La station est implantée dans un environnement urbain. La diversité est plutôt élevée avec 13 espèces différentes. Les espèces capturées (par ordre de proportions) sont : le vairon (58% pour 3754ind), la loche franche (24% pour 1532ind), le chevesne (10% pour 634ind, surtout des juvéniles et 1 individus de 45cm), la truite fario (3% avec 177ind), l'épinoche (2% avec 100ind) et le goujon (3% avec 146ind). D'autres espèces sont présentes en moindre proportion comme l'ablette, le chabot, le gardon, la lamproie de planer, l'ombre, la perche soleil et le rotengle.

On note la présence de 4 espèces patrimoniales qui sont ainsi retrouvées avec : le chabot (annexe 2 Directive Habitat Faune Flore) l'ombre commun (statut VU en Alsace), la lamproie de planer (annexe II de la DHFF et en annexe II de la convention de Berne) et la truite fario (espèce repère). En revanche une espèce exotique est dénombrée avec la présence de 8 perches soleil.

La densité estimée de l'espèce la truite fario est jugée élevée avec 1132 ind/ha sur ce secteur (soit 11,3ind/100m<sup>2</sup> ou plus d'une truite par mètre linéaire). Concernant l'analyse des classes de taille des truites fario, l'ensemble des classes de taille typiques est observé (0+, 1+, 2+ et 3+/4+). Cette observation témoigne d'une population de truite bien implantée et fonctionnelle. Néanmoins les individus 1+ (issu de la reproduction de 2021) sont déficitaires au regard des autres classes de tailles. La majorité des truites capturées étaient des individus de l'année (0+). Cette observation peut témoigner d'un recrutement plus faible en 2021 (saturation des habitats par les 2+/3+, crue printanière/estivale, mortalité, etc.) ou, être lié au gabarit et à la localisation de la station. Vis-à-vis de l'ombre commun qui est également une espèce à enjeux sur le secteur, plusieurs classes de tailles sont observés (majoritairement entre 50 et 100mm et entre 190 et 260mm notamment). La présence de l'espèce est avérée dans le secteur et a notamment fait l'objet d'études thématiques et de suivis spécifiques par le passé (2014-2018). Ces études historiques ont mis en évidence un noyau de population d'ombre commun viable sur la Thur entre Bitshwiller-les-thann et Ensisheim (avec un noyau principal localisé à Vieux-Thann). Cette observation valide le fait que le secteur allant de Vieux-Thann à Cernay revêt des enjeux de conservation fort pour cette espèce vulnérable.

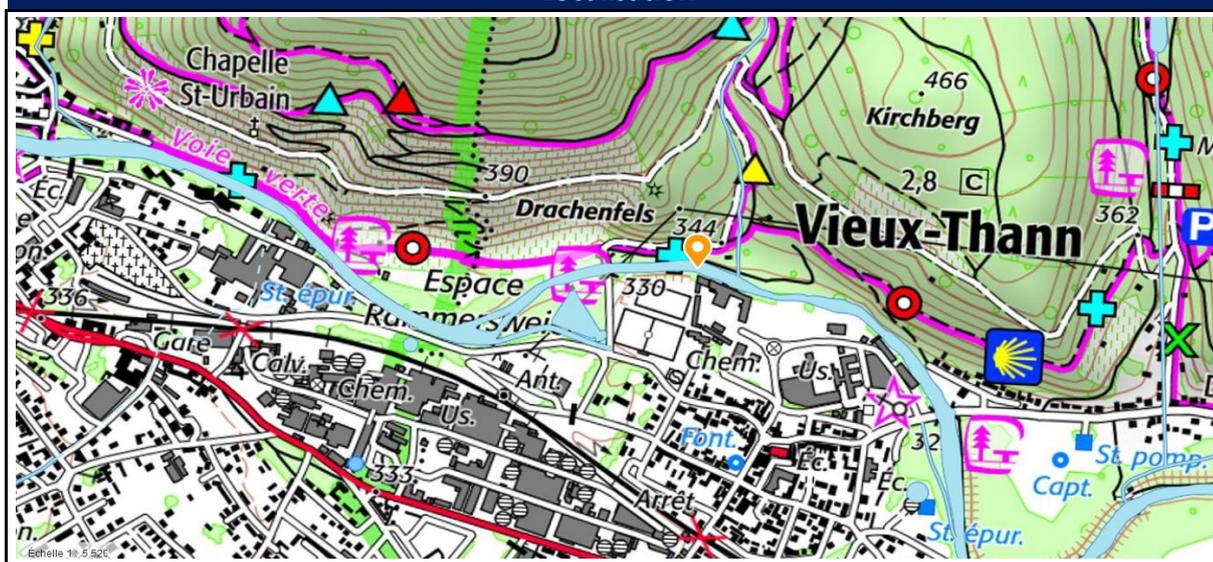
L'approche indicielle par l'IPR+ et l'IPR nous permet de classer la station en moyen état biologique. Globalement, les métriques sont plus élevées pour les valeurs observées que théoriques (notamment : densité totale, densité d'individus tolérants et nombre d'espèces). La tendance est la même pour l'IPR+, avec principalement une richesse de tolérance à la qualité de l'eau trop importante. Les espèces les plus attendues au regard de la typologie de milieux sont : la loche franche (0,8), le goujon (0,8), le barbeau (0,7 – qui est absent de la station), le chabot (0,6 – qui est très peu présent), le chevesne (0,5), la truite (0,6 – très présente), et le vairon (0,55 – très présent). Globalement les espèces présentes sont en adéquations avec les espèces attendues sauf certaines. On note notamment la présence de plusieurs espèces non attendues typiques d'eau stagnante et plus chaude comme la perche soleil mais aussi l'ablette, le gardon et le rotengle. La simple absence de 2 de ces 4 espèces suffit à faire passer l'IPR et l'IPR+ en bon état biologique. La classe de qualité attribué est donc fortement à relativiser (espèces non attendues qui proviennent probablement d'étang situés en amont ou qui sont probablement des reliquats des travaux de vidanges passés du lac de Kruth. Travaux qui ont laissé dévaler plusieurs espèces inféodées au lac ces dernières années). Vis-à-vis des NTT, les observations sont ici similaires avec des occurrences et des classes d'abondances proches de ce qui est attendu excepté pour les quelques espèces non-attendues citées plus haut (gardon, ablette, rotengle, perche soleil).

Ces indications nous renseignent donc sur des pressions potentielles pouvant peser sur les communautés locales mais avant tout sur un très fort potentiel du secteur qui présente une bonne fonctionnalité malgré un IPR Moyen (à cause de quelques espèces). Ce type de tronçon, particulièrement biogène, est surveiller (quantité et qualité de l'eau et diversité des habitats à sauvegarder ou à améliorer). De plus, l'implantation de l'ombre commun dans le secteur allant de Vieux-Thann à Cernay revêt des enjeux de conservation fort pour cette espèce vulnérable.

### Caractéristiques de la station

Code opération :	PE_PQ_2022	Nom station :	Vieux-Thann
Code station :	T7	Cours d'eau :	Thur
Date échantillonnage :	13/10	Commune :	Vieux-Thann

### Localisation



Latitude (X):

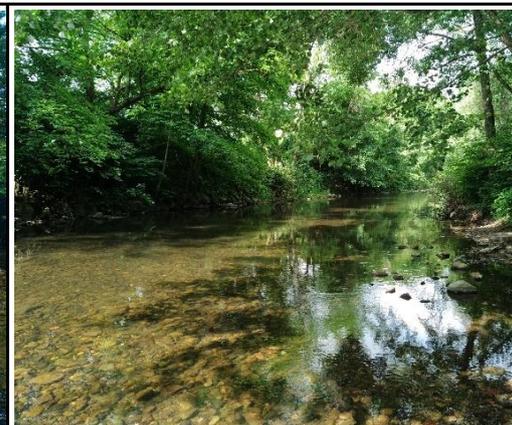
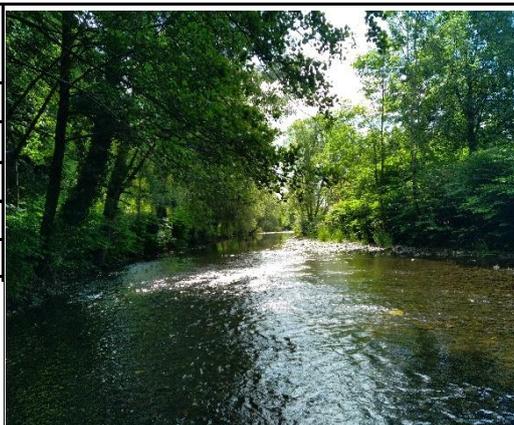
1008240.87

Longitude (Y):

6753552.10

Projection :

RGF93-



### Données environnementales

Régime hydrologique :	reg_pm	Largeur moy. en eau (m):	13
Superficie bassin :	171	Pente du cours d'eau (‰):	10
Géologie dominante :	s	Stratégie échantillonnage :	COMP
Surface échantillonnée(m <sup>2</sup> ):	1560	Bassin hydrologique :	H1
Distance à la source (km):	28,5	Temp. Moy. bassin (C°):	10,02
Pronfondeur moyenne (m):	26,5609756	Précip. moy. bassin (mm):	1112,03
Altitude (m):	326,72	Temp. Ampli. station (C°):	17,6
Temp. Moy. janvier (C°):	1,16	Temp. Moy. station (C°):	9,06
Temp. Moy. juillet (C°):	19,71	Catégorie piscicole :	1ère catégorie
Niveau typologique :	B3+	Zonation de Huet :	Truite
Station hydro proche :	La Thur à Willer sur Thur	Débit (QMM en m3/s) :	4,67
Module interan. (en m3/s) :	5,09	Débit (QjM en m3/s) :	1,26

### Renseignements généraux sur la pêche

Hydrologie :	Moyenne eaux	Heure début opération :	9h
Turbidité :	Moyenne	Heure fin opération :	12h
Tendance du débit :	Stable	Durée du chantier :	3h
Longueur station (m):	120	Nombre participants :	20
Météorologie :	Nuageux	Chef de chantier :	YN

## Analyse piscicole - PQ2022 - Thur à Vieux-Thann - T7 / AME2 - 2022

Renseignements mise en œuvre matériel			
Nombre passage (si D.Lury):	2	Protocole de pêche :	De Lury
Nombre de points (si EPA) :	0	Tension (U en V) :	600
Nombre anode :	4	Intensité (I en A) :	2
Nombre épouissettes :	8	Puissance (W = AxV) :	1200
Moyen de prospection :	A pied	Isolement amont :	Filet
Matériel utilisé :	0	Isolement aval :	Filet
Modèle du matériel :	EFKO FEG 8000	Efficacité de pêche (%) :	68,80

### Commentaires sur le chantier

Pêche réalisée dans le cadre d'une formation aux bénévoles (efficacité moindre sur le CHA)

### Mesures physico-chimiques basiques

Conductivité (µs/cm) :	137,4	Saturation O <sup>2</sup> (%) :	91,1
pH :	7,5	* Concentration O <sup>2</sup> (mg/l) :	9,37
Température eau (C°) :	13		

### Mesures physico-chimiques complémentaires (si réalisées)

Nitrites (NO <sub>2</sub> -mg/l) :	0,04	Phosphore total (P mg/l) :	NR
Nitrates (NO <sub>3</sub> -mg/l) :	5	* PO <sub>4</sub> 3- (mg/l) :	0,1
Ammonium (NH <sub>4</sub> +mg/l) :	0,1	Sulfate (SO <sub>4</sub> -mg/l) :	NR

Rappel des codes couleurs des classes de qualités associées :

Très bon
Bon
Moyen
Médiocre
Mauvais

\* classes de qualité suivant l'arrêté du 27 juillet 2018 pour les paramètres référencés sinon SEQ-eau V2

### Caractéristiques hydromorphologiques

Type d'écoulement	Granulométrie* du substrat	Profondeur moy. (m)	Granulométrie* du substrat	Colmatage* du fond	Végétation* aquatique dominante	
					Dominante	Recouvre.
Plat Courant	80	0,4	7 6	1	NR	NR
Plat Lent	15	0,5	7 6	1	NR	NR
0	0	0	0	0	0	0

\***Granulométrie** : 1-argile 2-limon 3-sable 4-gravier 5-caillou 6-pierre 7-blocs 8-dalles

\***Colmatage** : 1-pas de colmatage 2-sable 3-vase 4-fines 5-recouv. bio. 6-débris vgtx 7-litière

\***Végétation** : 1-bactéries/champ. 2-microphytes 3-algues fila. 4-bryophytes 5-hydrophytes 6-hélophytes

### Caractéristiques habitats (classes d'abondances)

Sinuosité	Ombrage	Trous, fosses	Sous-berges	Abris rocheux	Embâcles, souches	Végétation aquatique
Faible	Moyen	Nul	Faible	Moyen	Faible	Nul

Lit majeur : Urbanisé Ripisylve RD : Arboricole Ripisylve RG : Arboricole

### Halieutisme

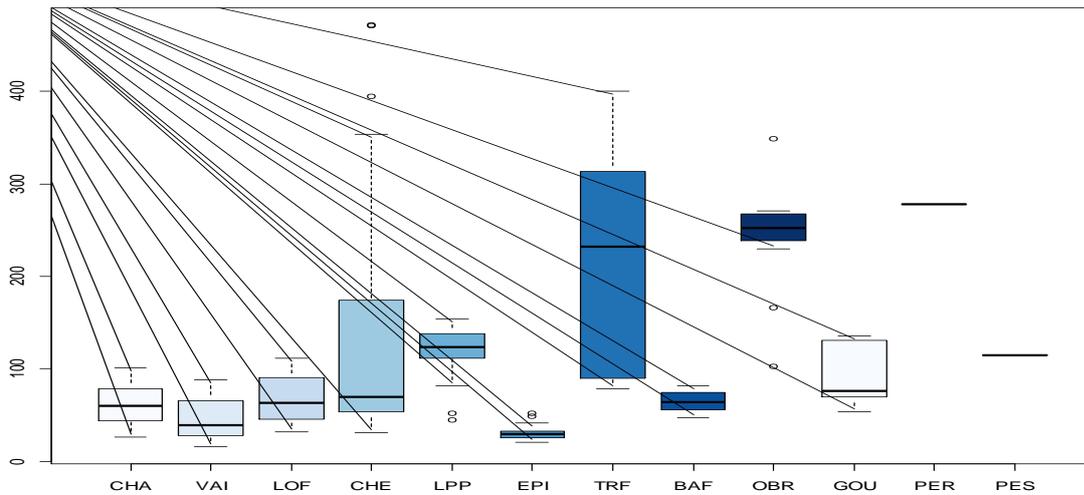
AAPPMA si droit de pêche : Vallée de la Thur      Féquentation : NR

### Autres informations et/ou schéma de la station

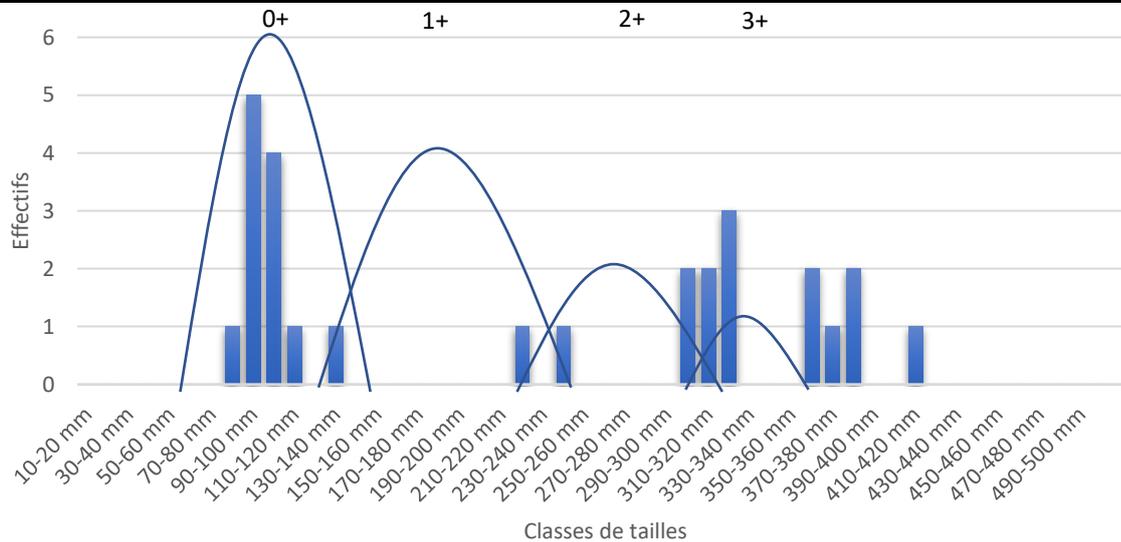




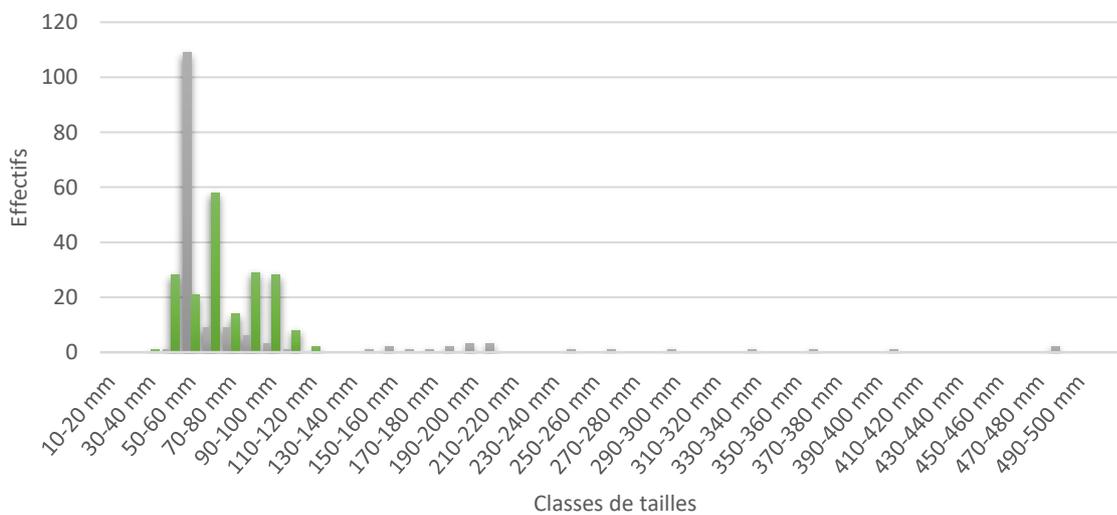
Analyse classe de tailles (boxplot global)

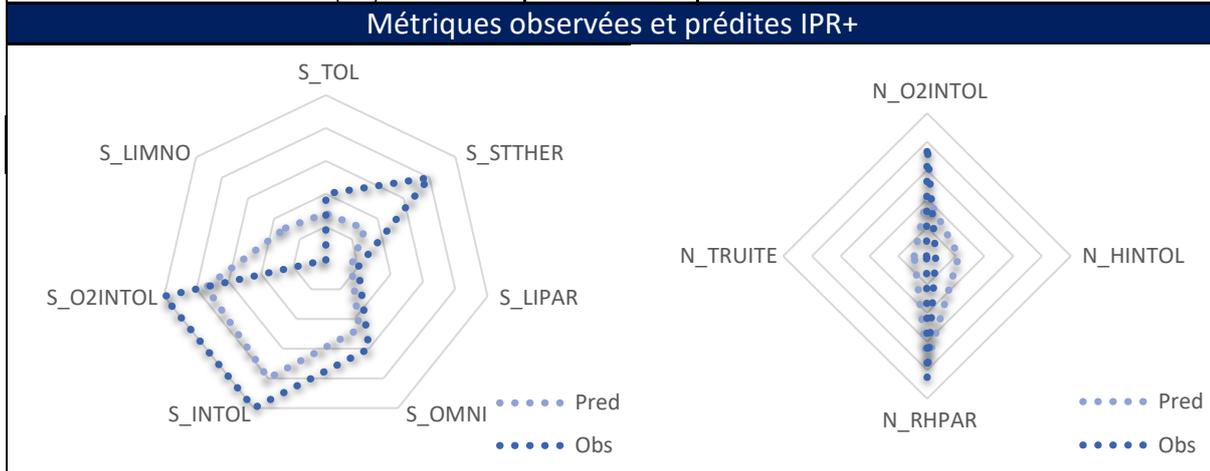
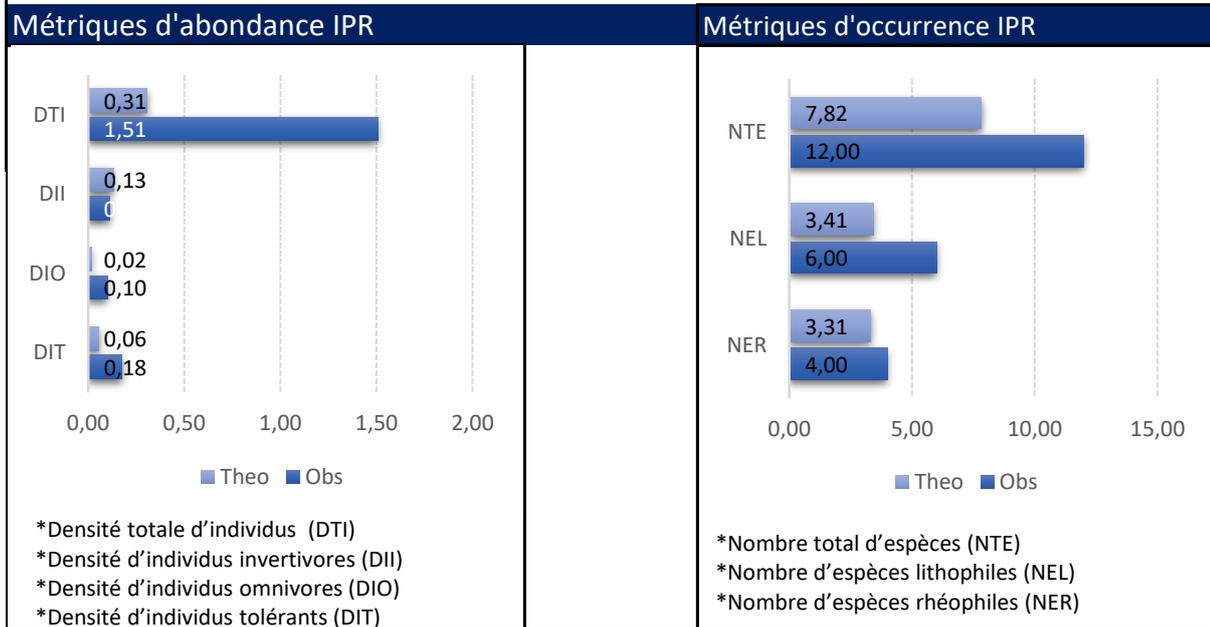
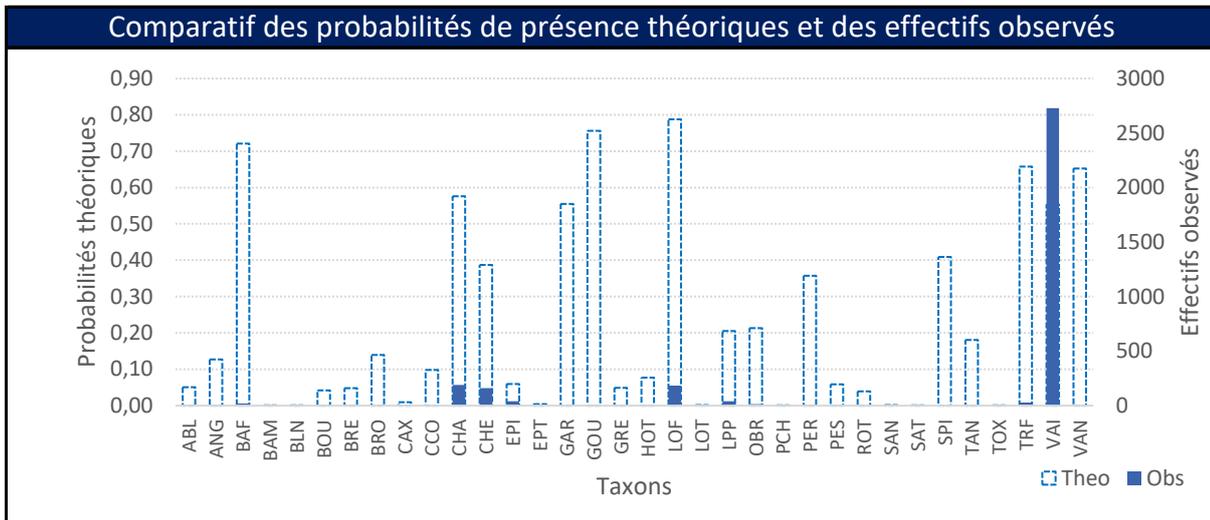


Analyse classe de tailles (TRF)

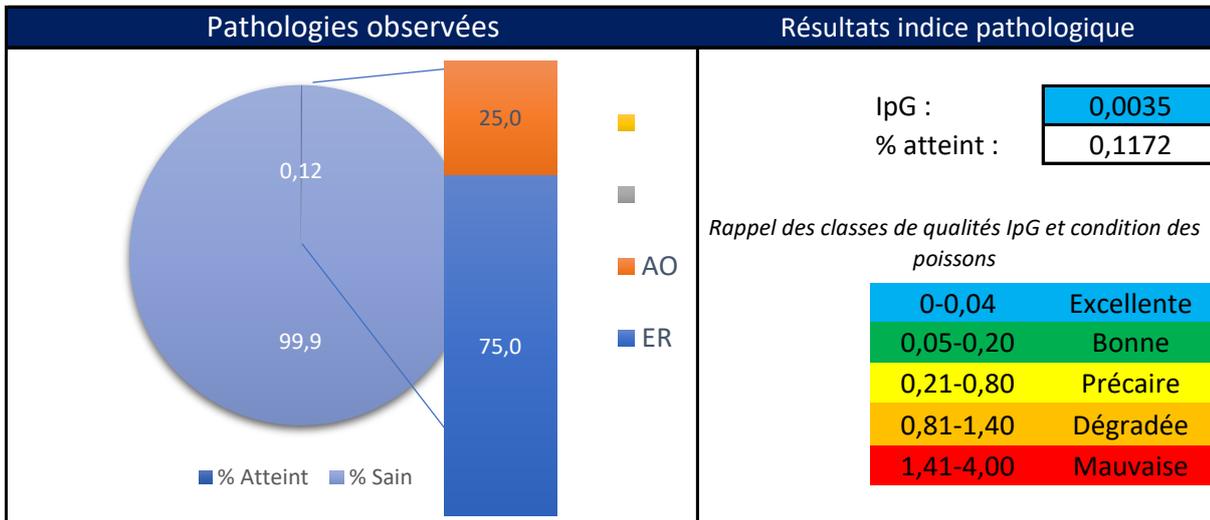


Analyse classe de tailles (CHA en vert et CHE en gris)



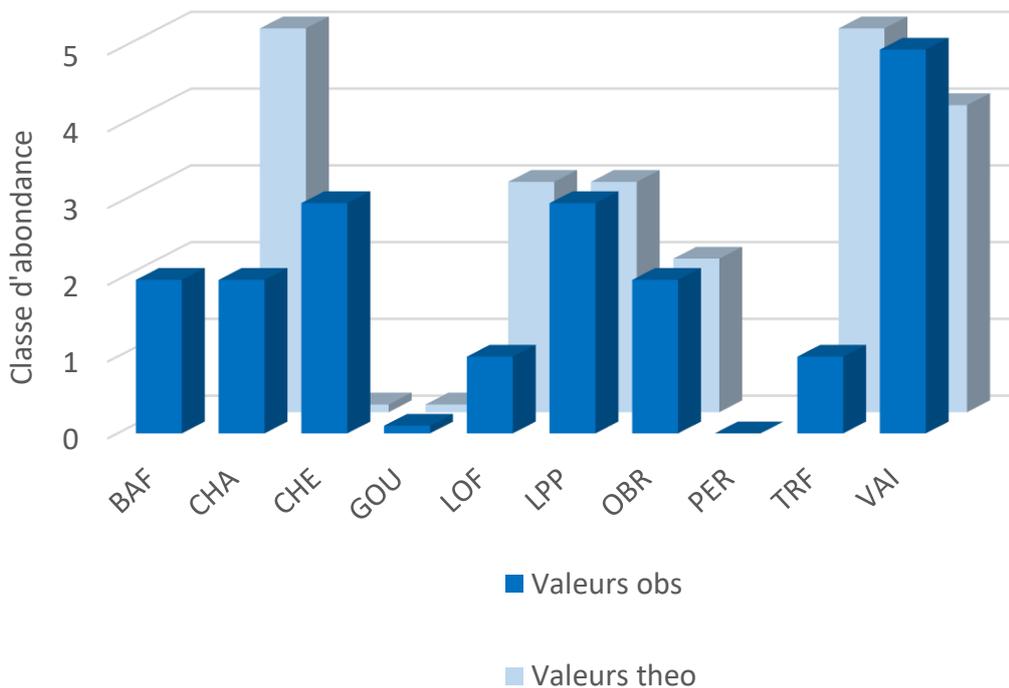


- S\_TOL (Métrique de richesse de tolérance à la qualité générale de l'eau)
- S\_STTHER (Métrique de richesse de tolérance à de faible variation de température)
- S\_LIPAR (Métrique de richesse de lieu de ponte préférentiellement en eaux stagnantes)
- S\_OMNI (Métrique de richesse de régime alimentaire généraliste)
- S\_INTOL (Métrique de richesse d'intolérance à la qualité générale de l'eau)
- S\_O2INTOL (Métrique de richesse d'intolérance à de basse concentration en oxygène)
- S\_LIMNO (Métrique de richesse du lieu de vie préférentiellement en eaux calmes voir stagnantes)
- N\_O2INTOL (Métrique d'abondance d'intolérance à de basse concentration en oxygène)
- N\_HINTOL (Métrique d'abondance d'intolérance à la dégradation de l'habitat)
- N\_RHPAR (Métrique d'abondance de lieu de ponte préférentiellement en eaux courantes)



Comparaison entre le Niveau Typologique Théorique et le peuplement observé

NTT 3,8      Dénomination NTT B3+



## Commentaires

La station AME2 ou T7 est située en amont des autres sites étudiés (à environ 2km de MED2), au niveau de la commune de Vieux-Thann. La section échantillonnée représente 13m de largeur mouillée moyenne pour 120m de linéaire. Elle est plus homogène que les autres avec un radier de faible hauteur d'eau en aval et un radier plus profond présentant des blocs rocheux au niveau de la limite amont. Le substrat est majoritairement constitué de blocs et de pierres-galets. Le reste de la station est très homogène (chenal plat courant d'environ 40cm de profondeur).

La diversité est de 12 espèces différentes, ce qui est élevé. Les espèces majoritairement capturées (par ordre de proportion) sont : le vairon (80% pour 2728ind – très dominant), le chabot (6% pour 189ind), la loche franche (5% pour 185ind), le chevesne (5% pour 156ind), l'épinoche (1% pour 40ind), la lamproie de planer (1% pour 40ind), la truite fario (1% avec 27ind). Le barbeau, l'ombre commun et la perche sont présent dans une moindre mesure. C'est donc au total 3414 individus qui furent comptabilisés pour une densité estimée de 27554ind/ha, ce qui est particulièrement élevé. C'est notamment le cas des densités estimées de vairon (22313ind/ha) qui sont particulièrement importante (en comparatif avec d'autres stations et d'autres bassins versant haut-rhinois). En revanche la biomasse totale est dominée par le chevesne (39%), la truite fario (37%) et l'ombre commun (14%). 4 espèces patrimoniales sont ainsi retrouvées avec : le chabot (annexe 2 Directive Habitat Faune Flore) l'ombre commun (statut VU en Alsace), la lamproie de planer (annexe II de la DHFF et en annexe II de la convention de Berne) et la truite fario (espèce repère).

La densité de l'espèce repère de contexte (la truite fario) est jugé faible avec 178 ind/ha sur ce secteur (soit 1,7ind/100m<sup>2</sup>). Concernant l'analyse des classes de taille des truites fario, l'ensemble des classes de taille typiques de ces milieux (rivière froide) est observé (0+, 1+, 2+ et 3+/4+). Cette observation témoigne d'une population de truite bien implantée et fonctionnelle. Néanmoins les individus 1+ (issu de la reproduction de 2021) sont déficitaires au regard des autres classes de tailles. La majorité des truites capturées étaient des individus de l'année (0+). Cette observation peut témoigner d'un recrutement plus faible en 2021 (saturation des habitats par les 2+/3+, crue printanière/estivale, mortalité, etc.) ou, plus vraisemblablement, être lié au gabarit et à la localisation de la station. Une forte croissance des truites semble également être mise en avant par le décalage des classes de tailles observées par rapport à la théorie (lignes bleues). Pour certifier cette observation, une étude scalimétrique future reste néanmoins nécessaire.

Au regard des probabilités d'occurrences théoriques, les espèces présentes sont proches de celles attendues avec respectivement la loche franche (0,8), le barbeau (0,7), la truite fario (0,7), le chabot (0,6), le vairon (0,6). Malgré des occurrences proches, certains indices propres à l'IPR divergent fortement ce qui témoigne d'un certain déséquilibre des populations de poissons de la Thur dès cette station en amont. C'est le cas de la densité d'espèce (DTI) ainsi que le nombre d'espèce (NTE) qui sont bien plus important qu'attendus. Ces divergences classe l'IPR en Moyen. En revanche, l'IPR+ classe la qualité biologique de la station en Bon état en lien avec des métriques observées proches des métriques théoriques. Cette observation reste encourageante. On note en effet que l'IPR est très proche d'être classé en Bon état. Il aurait suffi de ne pas avoir capturé l'unique perche et l'unique perche soleil pour passer en Bon état (poissons qui proviennent probablement d'étang situés en amont ou qui sont des reliquats des travaux de vidanges passés du lac de Kruth. Travaux qui ont laissé dévaler plusieurs espèces inféodées au lac ces dernières années).

L'approche des NTT quant à elle, semble indiquer que les caractéristiques du milieu sont proches de la réalité en termes d'occurrence d'espèce mais pas de classes de densités. Des densités bien plus importantes furent attendues pour les truites, chabots et loches franches notamment. Ces indications nous renseignent sur des pressions pouvant peser sur les communautés locales difficiles à quantifier (hydrologie, chimie, etc.). Ces indications nous renseignent sur donc sur des pressions potentielles pouvant peser sur les communautés locales mais avant tout sur un très fort potentiel du secteur qui présente une bonne fonctionnalité malgré un IPR Moyen (à cause d'une perche pour rappel). Ce type de tronçon, particulièrement biogène, est surveiller (quantité et qualité de l'eau et diversité des habitats à sauvegarder ou à améliorer).

## ❖ Analyse à l'échelle globale

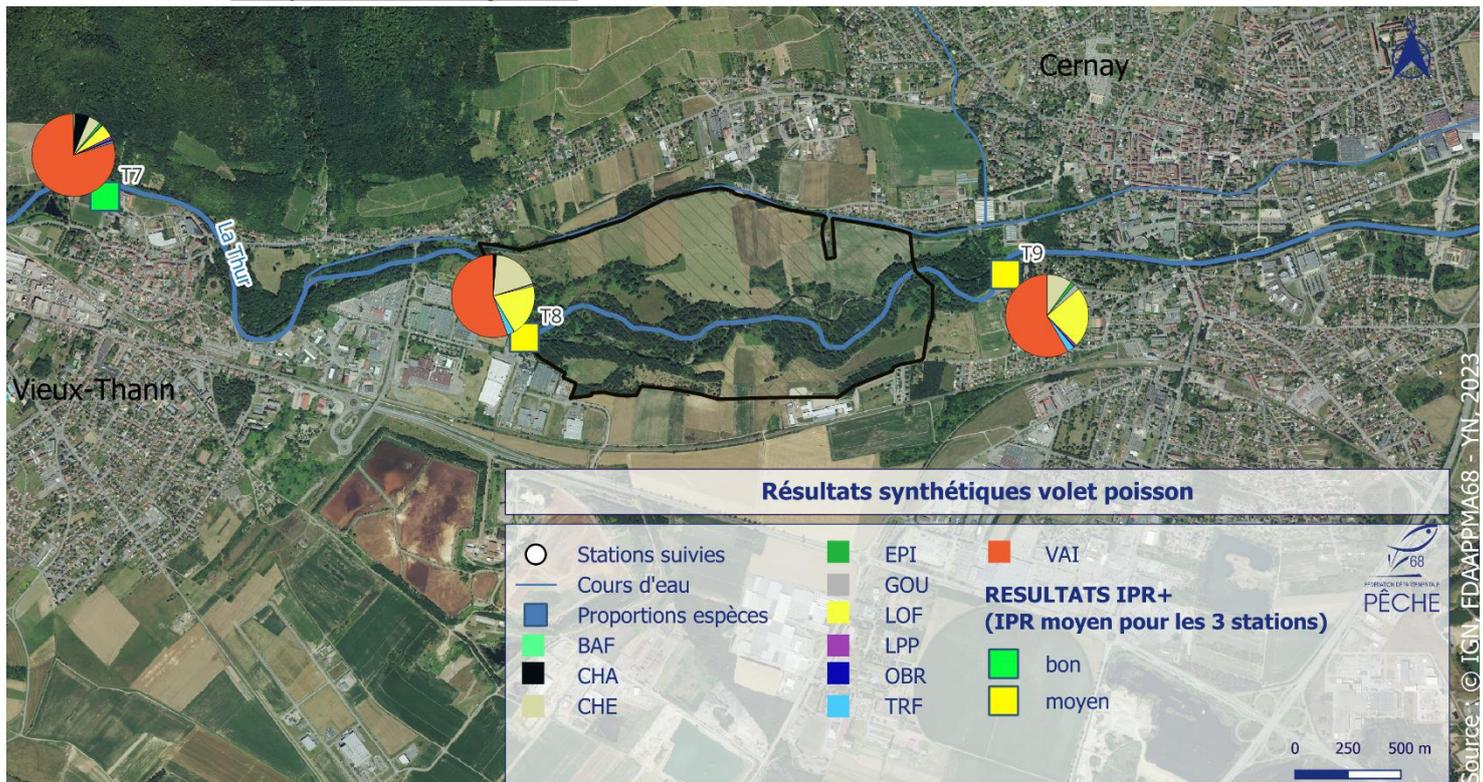


Figure 32 : Résultats IPR+ à l'échelle du secteur (données 2022) et proportions d'espèces de poisson.

	AME2	MED2	AV1
Nombre de taxons :	12	8	13
Espèces patrimoniales :	4	3	4
Taxon majoritaire (densité) :	VAI	VAI	VAI
Taxon majoritaire (biomasse) :	CHE	CHE	CHE
<b>Qualité biologique *IPR</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>
Note IPR	17,99	20,99	24,86
EQR IPR+	0,71	0,64	0,61
<b>Qualité biologique *IPR+</b>	<b>Bon</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>

\* suivant l'arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologiques des eaux de surface

Figure 33 : Synthèse des résultats des pêches électriques et comparatif entre les 3 stations.

### La comparaison entre les résultats obtenus sur les 3 stations : amont, médiane et aval de la Thur, met en évidence plusieurs points :

- ➔ **15 espèces de poissons différentes sont retrouvées entre Vieux-Thann et Cernay** à travers ces 3 inventaires. 12 espèces sont présentes en amont, 13 en aval et 8 au sein du TCC. Les espèces majoritaires sont : le vairon (très largement majoritaire), la loche franche, le chevesne, la truite, le chabot, le goujon et la lamproie de planer (figure 34).
- ➔ **5 espèces patrimoniales sont retrouvées en amont et en aval** (lamproie de planer, truite fario, vairon, ombre commun et chabot) mais uniquement 4 **dans le TCC** à cause de **l'absence de l'ombre commun dans la Thur sauvage**, une espèce rare à enjeux. (Tableau 2).

→ Les indices IPR classent globalement les 3 stations en **Moyen état biologique**. L'IPR+ classe en revanche la station amont en **Bon état**. Néanmoins, les stations amont et aval seraient classées en bon état avec l'absence de quelques poissons seulement, qui sont inféodés aux eaux lentes (gardon, rotengle et perche soleil, des espèces provenant d'étangs ou de la vidange du lac de Kruth entre 2020 et 2022 en amont).

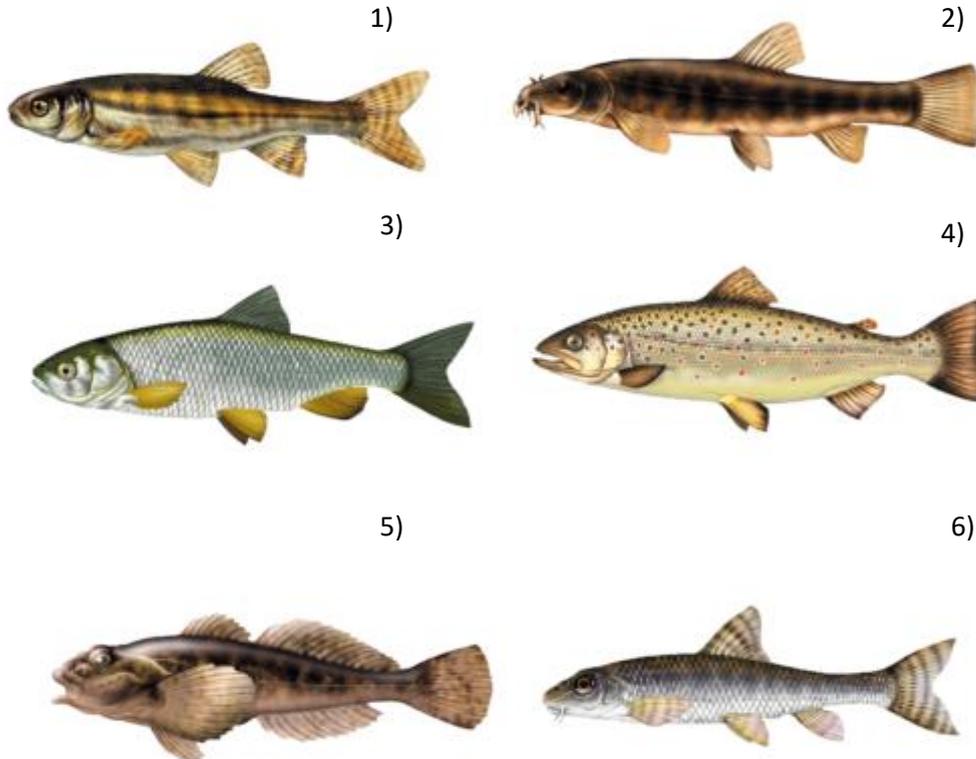


Figure 34 : Les principales espèces de poissons en termes de proportions retrouvées sur la Thur entre Vieux-Thann et Cernay (dans l'ordre d'abondance : 1-Vairon 2-Loche franche 3-Chevesne 4-Truite fario 5-Chabot 6-Goujon – source : OPSN).

Tableau 2 : Listes des espèces patrimoniales retrouvées sur la Thur à Cernay et Vieux-Thann et statuts de protection.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statuts UICN
<i>Cottus sp.</i>	Chabot	LC
<i>Lampetra planeri</i>	Lamproie planer	LC ; Annexe II DHFF ; Annexe III Berne
<i>Salmo trutta</i>	Truite Fario	LC ; Annexe II DHFF
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Vairon	LC
<i>Thymallus thymallus</i>	Ombre commun	VU (Alsace) et CR (Monde) ; Annexe III Berne ; Annexe V DHFF
<i>Barbus barbus</i>	Barbeau	LC ; Annexe II DHFF ; Annexe III Berne

→ 1 espèce de poissons exotique envahissante est retrouvée en amont et en aval **uniquement** (la perche soleil à raison de quelques individus, provenant probablement d'étangs situés proches des stations).

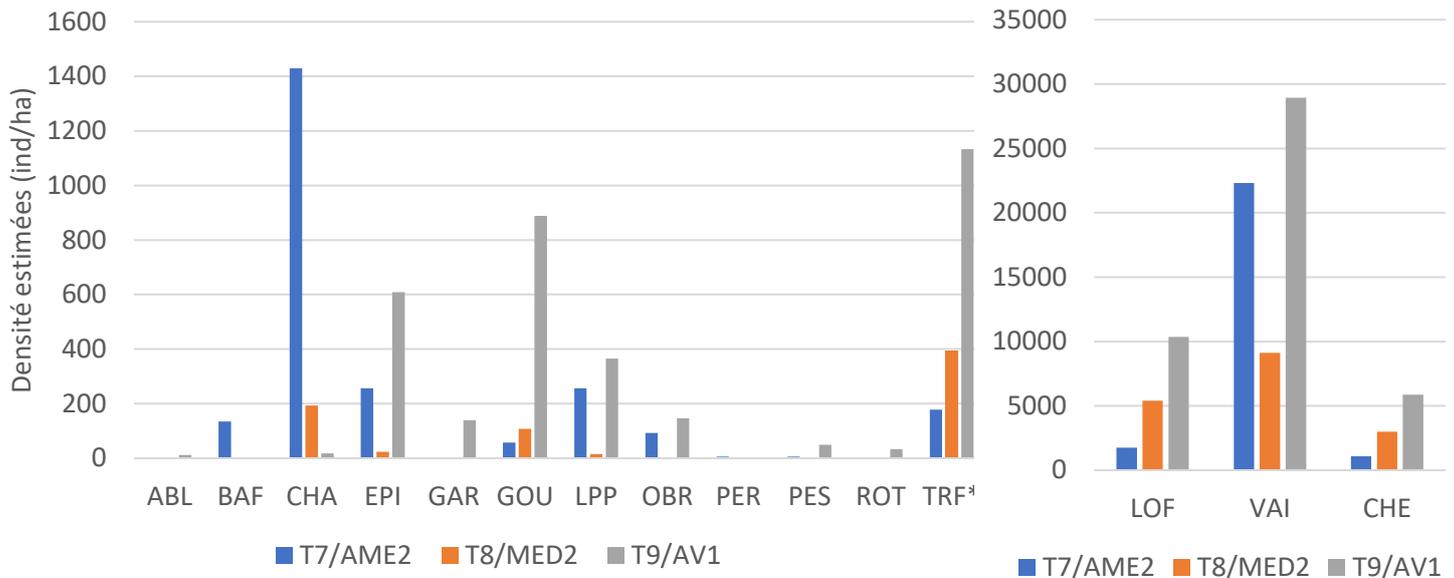


Figure 35 : Histogramme des densités estimées par hectares des espèces de poissons par station (les vairons, loches franches et chevesnes sont représentés avec une autre échelle à droite). \* la densité de TRF au sein de T8/MED2 correspond uniquement à des truitelles 0+ de l'année 2022.

➔ Vis-à-vis de l'étude des populations et des densités estimées :

- ◆ **La densité de poissons est entre 1,5 et 2,7 fois inférieure au sein du TCC** (densités estimées de AME2=27 553 ind/ha ; MED2=18 248 ind/ha ; AV1=48 556 ind/ha).
- ◆ **La densité de chabot s'effondre après le TCC.**
- ◆ Le barbeau est présent uniquement à l'amont.
- ◆ **Un impact sur les populations est visible au niveau du TCC** (vraisemblablement lié aux deux mises à sec (2020-2021) et à la gestion des niveaux d'eau – les autres paramètres étant similaires entre les trois stations. Les divergences sont surtout visibles sur les densités de :
  - Lamproie de Planer (quasi-disparition) ;
  - Chabot ;
  - Vairon ;
  - Ombre commun (disparition) ;
  - Truite (disparition des adultes).
- ◆ Mais on note aussi une **forte résilience du milieu** avec une recolonisation de certaines espèces notamment :
  - Recolonisation par les **petites espèces** comme le vairon et la loche, nécessitant une hauteur d'eau moins importante pour se maintenir. Le vairon et la loche sont certes des espèces bien représentées dans les sites de suivi mais ces espèces préfèrent les vitesses de courant faibles et seront donc plutôt avantagées par des réductions de débit (Baran et al. 2015).
  - Recolonisation par des **truitelles** de l'année à travers une reproduction de jeunes truites réussie en 2022.  
En effet, lors d'épisode critique (pollution, mortalité, crue, etc.), la truite sauvage peut recoloniser des secteurs entiers quand les conditions sont favorables (Beaudou et al 1995). Cette caractéristique est liée à la nature densité-dépendante de sa population et à sa capacité colonisatrice (grossman et al 2017 ; Lobon Cervia 2007 ; Richard et al 2015). En revanche, si les conditions ne sont plus adaptées ou que les épisodes critiques sont trop récurrents, la viabilité de la population peut s'effondrer.
- ◆ **Plusieurs espèces semblent donc fortement impactées par l'instabilité du régime hydrologique et par les hauteurs d'eau et le débit plus faible dans le TCC** comme :

- L'ombre commun, qui a totalement disparu de la zone malgré une localisation au sein du plus grand noyau de population de la Thur (espèce VU). L'espèce a en effet besoin de zone avec une plus grande hauteur d'eau et stable.
- La truite fario avec une population instable en densité faible (absence totale de géniteur ; les truites présentes sont uniquement des truitelles de l'année).
- Le vairon, la lamproie de planer & le chabot sont aussi présent en densités inférieures dans le TCC.

Ces indications nous renseignent donc sur **des pressions pesant sur les populations de poissons** dès l'amont mais surtout sur le TCC. Néanmoins, au regard des résultats, la résilience et l'attractivité de la Thur sauvage reste certaine (pour rappel, une recolonisation a eu lieu après plusieurs assec). Il apparaît donc d'autant plus pertinent de surveiller ce site (suivis réguliers) et d'échanger autour de meilleures **pratiques de gestion et de conservation**, au regard du potentiel piscicole que peut avoir ce cours d'eau et de la présence d'espèces à enjeux comme l'ombre commun.

## *Ce qu'il faut retenir : approche biologique*

- Lors de l'approche biologique, l'analyse des communautés d'invertébré et de poissons ont permis d'en apprendre plus sur le fonctionnement de la Thur et sur son état écologique entre Cernay et Vieux Thann. La Thur est de :
  - Qualité moyenne partout vis-à-vis de l'IPR ;
  - Qualité très bonne en amont puis moyenne sur le TCC puis à nouveau bonne en aval vis-à-vis de l'I2M2.
- Plus de 55 espèces (« taxons ») d'invertébrés et 15 espèces de poissons ont été échantillonnées sur la Thur dont plusieurs espèces patrimoniales mais aussi des espèces exotiques.
- Les analyses des communautés et des indices montrent clairement des perturbations observées sur les populations du TCC avec :
  - Un impact fort sur les communautés d'invertébrés de l'effet bief du seuil de répartition (ROE1702) et de l'instabilité hydrologique de la Thur sauvage (avec la disparition de nombreuses espèces dans le TCC) ;
  - Un impact sur les communautés de poisson, notamment à causes des assecs (2020-2021), de l'instabilité hydrologique et des hauteurs d'eau et débit plus faibles dans le TCC qu'en amont et en aval (disparition d'espèce et densité deux fois moindre).
- Au regard des résultats, il est pertinent de poursuivre le suivi de ces sites mais aussi d'échanger autour de meilleures pratiques de gestion et de l'émergence d'actions en faveur d'une préservation des communautés de la Thur sauvage.

## VI. Résultats : approche physique

### 6.1. Volet Physico-chimique

Lors du volet physico-chimique, 41 analyses d'eau ont pu être réalisées entre 2022 et 2023 sur les 7 stations suivies lors de deux principales campagnes (tableau1). Les deux campagnes s'échelonnent ainsi entre juillet et novembre 2022 et entre juillet et novembre 2023. Les analyses d'eau sont réalisées environ toutes les 2-3 semaines lors de ces campagnes.

Un focus est réalisé en termes d'analyse sur les 4 stations principales à savoir :

- AME2 : l'amont éloigné situé en amont du TCC ;
- MED2 : station médiane située dans le TCC ;
- AV : station située à l'aval du TCC après la confluence à Cernay ;
- CC1 : station située au milieu du canal.

La connaissance de la qualité physico-chimique sous-tendant la biologie a été permise à travers plusieurs approches via :

- L'étude des concentrations moyennes (mesurées de juillet 2021 à novembre 2022) ;
- L'études des concentrations maximales (mettant en évidence les épisodes critiques ou des pics de concentrations maximales) ;
- L'étude des diverses concentrations en fonction du temps.

L'évaluation des classes de qualité de ces différents paramètres est réalisée à l'aide de « l'arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ».

#### a) Concentrations moyennes et concentrations maximales

Tableau 3 : Synthèse des résultats des analyses physico-chimiques de la Thur (avec les valeurs moyennes en haut et les valeurs extrêmes en bas – sur l'ensemble du suivi).

#### THUR - valeurs MOYENNES

Code station	Température (°C)	pH	Conductivité (uS/cm)	O2 (%)	O2 (mg/L)	DBO5	Nitrite NO2- (mg/L)	Nitrate NO3- (mg/L)	Amonium NH4+ (mg/L)	Phosphate PO4-P (mg/L)	Sulfate (mg/L)
	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy
AM	19,0	6,8	484,8	93,1	8,7	0,5	0,03	6,5	0,1	0,8	36,5
AME2	14,8	7,3	114,9	96,5	9,5	0,8	0,05	5,8	0,1	0,4	20,6
AV	17,1	7,3	675,2	100,1	9,6	2,2	0,04	5,5	0,1	0,3	103,4
CC1	17,1	7,3	473,4	97,4	9,2	1,0	0,04	6,0	0,1	0,3	31,7
CC2	NR	6,6	849,0	94,6	7,9	-0,3	0,02	4,0	0,1	0,4	79,0
MED2	16,4	7,6	283,1	100,8	9,6	2,1	0,05	5,8	0,1	0,4	28,1
MED3	22,1	6,8	1082,3	102,0	9,0	0,8	0,06	5,8	0,1	0,4	123,5

Qualité Physico-Chimique	Paramètre déclassant
Moyen	Phosphate
Bon	
Moyen	Température

#### THUR - valeurs EXTREMES (MAXouMIN)

Code station	Température (°C)	pH	Conductivité (uS/cm)	O2 (%)	O2 (mg/L)	DBO5	Nitrite NO2- (mg/L)	Nitrate NO3- (mg/L)	Amonium NH4+ (mg/L)	Phosphate PO4-P (mg/L)	Sulfate (mg/L)
	Max	Max	Max	Min	Min	Max	Max	Max	Max	Max	Max
AM	19,0	7,0	779,0	89,6	8,0	1,1	0,04	7,0	0,1	0,9	53,0
AME2	18,7	8,2	151,7	86,3	7,8	3,0	0,12	9,0	0,2	0,7	25,0
AV	23,3	7,8	1373,0	95,0	8,6	8,0	0,07	7,0	0,3	0,7	149,0
CC1	21,4	8,2	924,0	91,0	8,2	2,3	0,06	9,0	0,2	0,8	58,0
CC2	NR	6,6	849,0	94,6	7,9	-0,3	0,02	4,0	0,1	0,4	79,0
MED2	21,1	8,3	752,0	91,4	8,6	8,7	0,09	8,0	0,4	0,7	48,0
MED3	23,7	6,9	1247,0	99,9	8,4	1,3	0,08	7,0	0,2	0,6	131,0

Qualité Physico-Chimique	Paramètre déclassant
Moyen	Phosphate
Bon	
Moyen	Phosphate
Moyen	Phosphate

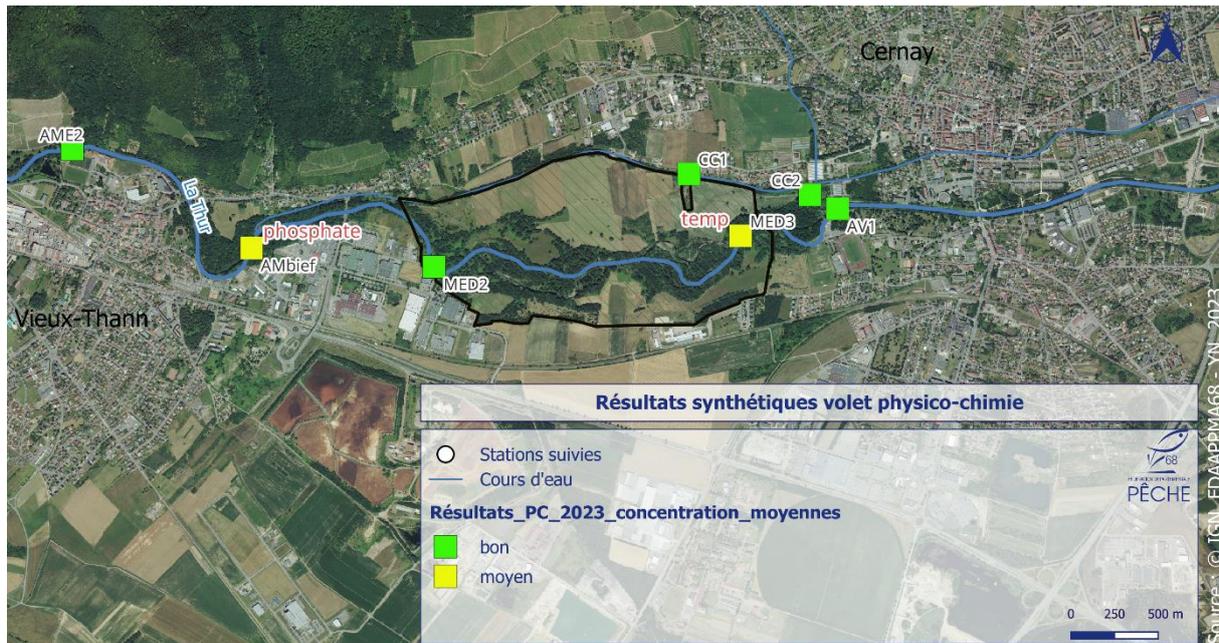


Figure 36 : Qualité physico-chimique sur la base des concentrations moyennes sur la Thur et paramètres déclassants associés.

Globalement, la qualité physico-chimique sur la base des concentrations moyennes est bonne pour 5 stations sur 7 (tableau3 et figure36). Néanmoins deux stations se démarquent des autres avec des classes de qualités moyennes :

- Sur « AMbief » : des concentrations moyennes importantes en phosphate (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) sont mesurées tout au long du suivi sur la zone comprise dans l'effet bief de l'ouvrage de répartition.
- Sur « MED3 » : des températures trop élevées sont mesurées dans la partie aval du TCC (mesures réalisées en été 2022 uniquement).

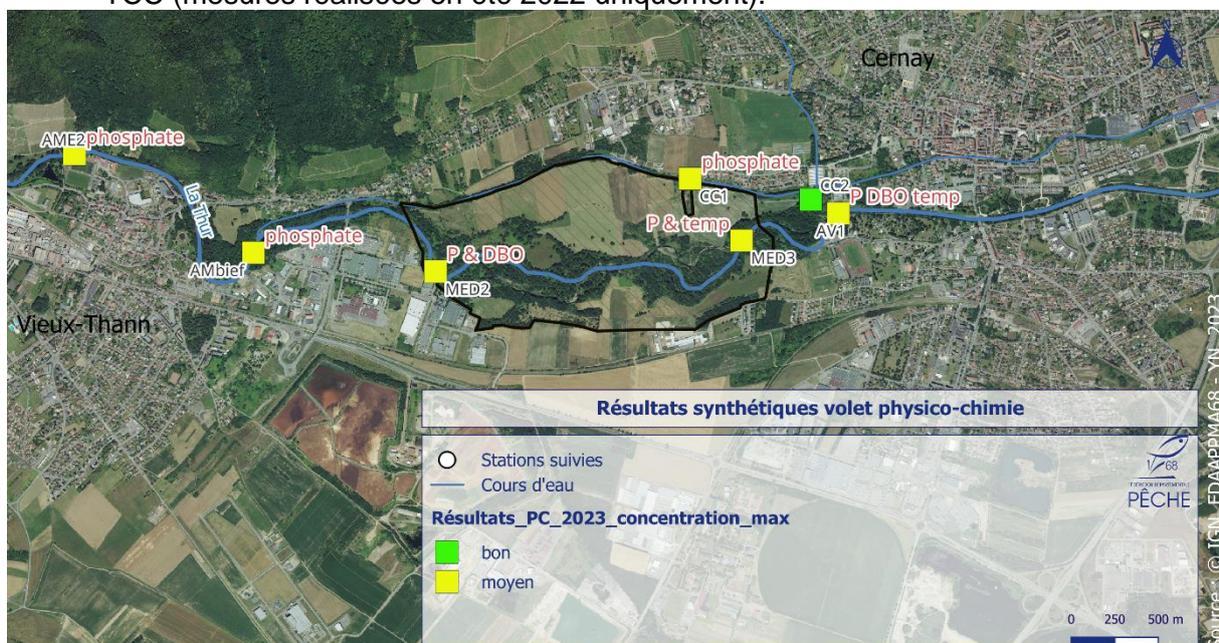


Figure 37 : Qualité physico-chimique sur la base des concentrations maximales sur la Thur et paramètres déclassants associés.

Sur la base des concentrations maximales, presque aucune station étudiée n'atteint le bon état physico-chimique.

Cette observation est particulièrement alarmante et met en évidence une problématique au niveau des concentrations en phosphates qui peuvent être importantes sur tout le secteur. Les concentrations maximales sont plus élevées dans l'effet bief et dans le canal (entre 0,9 et 0,8 mg/L) que dans la Thur (entre 0,7 et 0,6 mg/L).

La présence excessive de phosphates et de nitrates, en particulier, favorise le phénomène d'eutrophisation. Celui-ci consiste en une prolifération anarchique d'algues, un phénomène qui touche de plus en plus de lacs et rivières d'Europe. Le phosphore contaminant les eaux de surface provient principalement de l'activité humaine et industrielle mais il peut aussi avoir des sources naturelles (fond géochimique). Des analyses ou réflexions complémentaires devront être menées afin de mieux comprendre sa provenance.

Enfin, la température mesurée en aval du TCC semble être très chaude en été (proche du seuil léthal de la truite), ces observations sont à coupler avec le volet thermique mais mettent en exergue un réchauffement important du TCC. Ce réchauffement (encore visible en aval) peut être dû à plusieurs facteurs comme : des hauteurs d'eau plus faibles dans le TCC, l'ombrage faible, les débits estivaux plus faibles, les ouvrages (« effet bief »), etc.

#### b) Analyse des paramètres en fonction du temps

Afin de mieux appréhender d'éventuelles problématiques d'ordre physico-chimique sur la Thur, les concentrations des divers paramètres sont présentées tout au long des campagnes (figure 38).

##### ❖ Oxygène

Le profil des concentrations en Oxygène est relativement stable et similaire entre les stations. Elle est globalement comprise entre 8 et 10 mg/L en fonction de la saison et de l'heure de la journée (en fonction de la production d'oxygène par les plantes, les algues ou le phytoplancton ainsi que sa dilution en fonction de la température). L'oxygénation est légèrement inférieure dans le canal. Mais globalement ce paramètre est tout à fait satisfaisant. La saturation ou encore le pH (compris entre 6,7 et 8) présentent les mêmes tendances et ne sont pas présentés ici (résultats en annexe).

##### ❖ Nitrite

L'azote est présent dans les plans d'eau et les cours d'eau sous diverses formes (à différents degrés d'oxydations) à travers les nitrites, les nitrates et l'ammonium. La concentration de nitrite (azote nitreux ou NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) est en général négligeable par rapport aux concentrations en ammonium (azote ammoniacal ou NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ou en nitrates (azote nitrique ou NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Les nitrites sont en général immédiatement métabolisés dans les écosystèmes naturels fonctionnels. Par conséquent ils sont en général observables qu'en concentrations faibles, notamment à l'échelle de l'étude.

Néanmoins, un léger pic de concentration est observable le 21/07/2022 dès l'amont.

##### ❖ Nitrate

Globalement, les concentrations en Nitrates furent faibles durant la période étudiée, n'excédant pas le seuil de détection du test (>4 mg/L), ou elles étaient comprises entre 4 et 9 mg/L. Les concentrations les plus importantes sont observées :

- A l'amont sur AME, notamment le 21/07/2022 (9 mg/L) et le 9/11/2023 (8 mg/L) ;
- Sur le canal (CC1), notamment le 21/07/2022 (8 mg/L) et le 9/11/2023 (9 mg/L).

Un pic semble donc avoir été observé à cette période. Les valeurs mesurées dans le TCC et en aval sont plus faibles (<8 mg/L pour MED2 et <7 mg/L pour les autres).

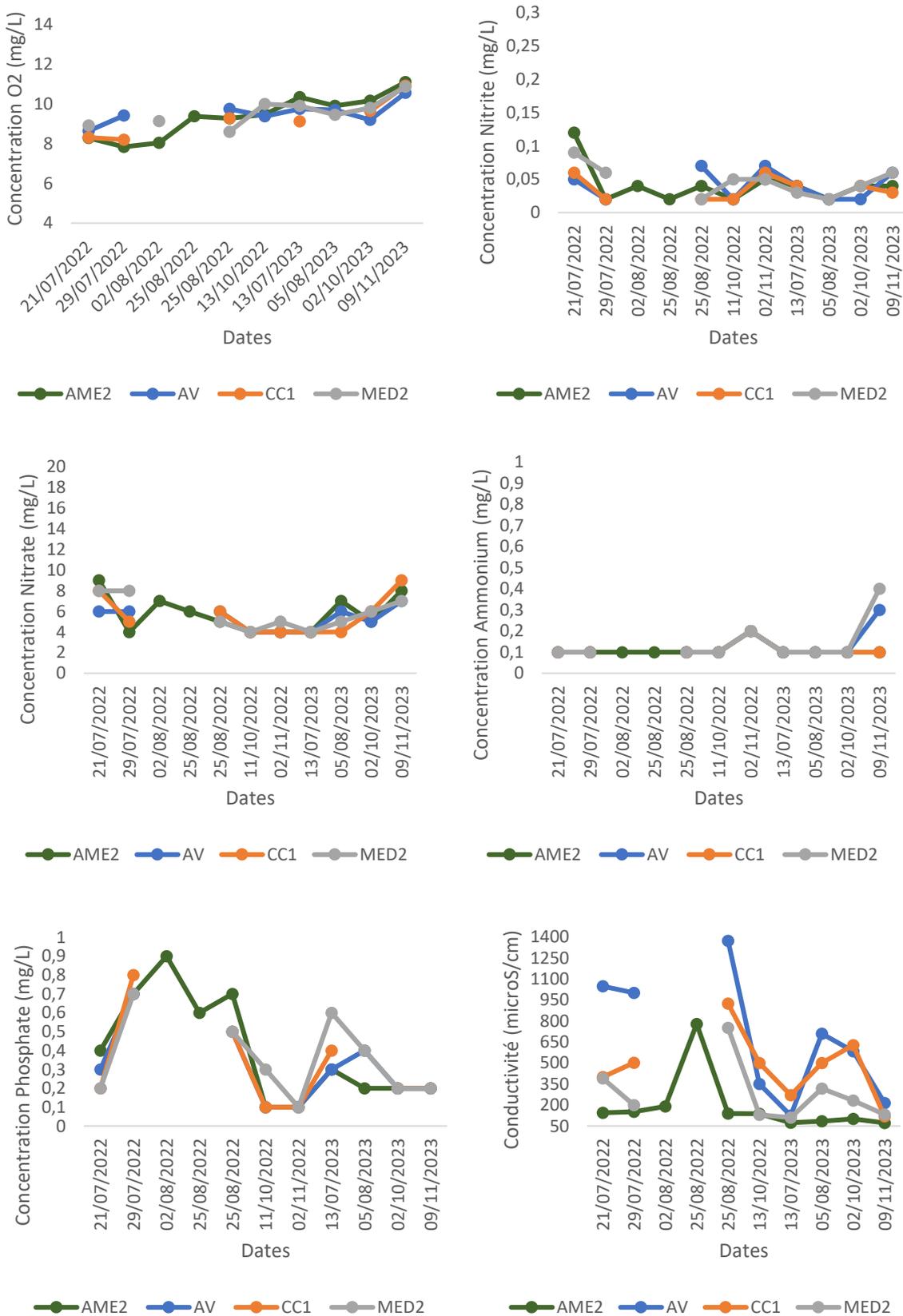


Figure 38 : Concentration des paramètres physico-chimiques mesurés au cours du suivi (d'aout2022 à novembre 2023 – chaque paramètre est rappelé en abscisses).

### ❖ Ammonium

Globalement la concentration en ammonium est faible et stable sur la période étudiée n'excédant pas la limite du bon état et la limite de quantification ( $>0,1\text{mg/L}$ ) sauf sur 3 stations :

- MED2 le 09/11/2023 avec  $0,4\text{mg/L}$  et le 02/11/2022 avec  $0,2\text{mg/L}$  ;
- AV le 09/11/2023 avec  $0,3\text{mg/L}$  et le 02/11/2022 avec  $0,2\text{mg/L}$  ;
- AME le 09/11/2023 avec  $0,2\text{mg/L}$  et le 02/11/2022 avec  $0,2\text{mg/L}$  ;
- On note également un pic à  $0,2\text{mg/L}$  sur l'ensemble des stations le 02/11/2022.

La présence d'ammonium est en général la résultante d'un processus de dégradation de la matière organique (azotée) incomplète. En effet l'ammonium s'oxyde lentement en nitrate (phénomène de nitrification) par des bactéries aérobies. Ainsi, la dégradation de l'ammonium consomme de l'Oxygène et en condition anoxique, cette réaction n'a en général pas lieu. Néanmoins des apports d'ammonium peuvent aussi résulter de pollutions organiques. Le  $\text{NH}_4^+$  est un bon indicateur chimique de pollution, fréquemment lié à une pollution via les ruissellements, aux déversoirs d'orages ou aux épandages.

L'ammonium est particulièrement dangereux pour la faune aquatique notamment piscicole.

### ❖ Conductivité

Concernant la conductivité, elle est très variable en fonction des campagnes, de la localisation et de la période. La conductivité est globalement plus importante en aval (AV) sur l'ensemble de la période et sur le canal (dans une moindre mesure). La conductivité moyenne de la Thur entre Thann et Cernay est de  $467\ \mu\text{S/cm}$  et est comprise entre 70 et  $1400\ \mu\text{S/cm}$ . Ces valeurs sont globalement élevées.

En effet, la conductivité dans les lacs et les cours d'eau varie généralement entre 0 et  $200\ \mu\text{S/cm}$ , tandis que dans les grands fleuves, la conductivité peut atteindre  $1000\ \mu\text{S/cm}$ . Une conductivité jugée très élevée ( $1\ 000$  à  $10\ 000\ \mu\text{S/cm}$ ) est un indicateur de conditions salines (« eaux salées »).

Ainsi si on observe lors des suivis une conductivité majoritairement comprise entre 70 et  $500\ \mu\text{S/cm}$  (50% du temps), de nombreux pics supérieurs à 500, voir  $1000\ \mu\text{S/cm}$  sont observables. Ces résultats mettent en exergue des potentielles problèmes dont il reste complexe de définir la source (vraisemblablement un rejet externe à la Thur, des variations saisonnières notamment lors des sécheresses, le fond géochimique, etc.). Néanmoins il paraît étonnant que de telles variations aient une origine naturelle. Il paraît ainsi important de mener des investigations supplémentaires afin de connaître l'origine de ces importantes variations.

Les principaux pics sont identifiés :

- En aval, le 25/08/2022, avec une conductivité de  $1373\ \mu\text{S/cm}$ . C'est la plus forte valeur observée en 2 ans. Finalement, seules les valeurs issues du 13/10/2022 et du 13/07/2023 sont inférieures à  $500\ \mu\text{S/cm}$ .
- Le même jour (25/08/2022) les concentrations sont également importantes sur : CC1 ( $924\ \mu\text{S/cm}$ ) et MED2 ( $752\ \mu\text{S/cm}$ ) ;
- En amont (AME2), la conductivité est globalement bien plus faible qu'en aval exceptée le 25/08/2022 où elle atteint  $779\ \mu\text{S/cm}$ .

### ❖ Phosphore

Le phosphore est également présent sous diverse forme dans les plans d'eau et les rivières. Le phosphore réactif (soluble) est représenté par les orthophosphates ( $\text{P}_04^{3-}$ ). Lors de la période étudiée, les concentrations en phosphates sont globalement proches de  $0,2\text{mg/L}$  soit dans la classe du bon état en cours d'eau (la limite du très bon état étant fixée à  $0,1\text{mg/L}$ ). Mais de nombreux pics de concentrations sont observés à plusieurs périodes (entre  $0,5$  et  $1\text{mg/L}$ , soit la classe de moyen état) comme sur :

- Le canal (CC1), le 29/07/2022 avec  $0,8\text{mg/L}$ .

- Sur la station médiane (MED2) le 13/07/2023, dans une moindre mesure avec une concentration de 0,6mg/L.
- Les concentrations sont également plus importantes à la même période (du 29/07/2022 au 25/08/2023) sur l'ensemble des stations.

Un épisode de hausse importante de la concentration en  $P04^{3-}$  est ainsi observé sur la Thur de fin juillet à août 2022 avec des concentrations proches de 1mg/L. Il paraît ainsi important de mener des investigations supplémentaires afin de connaître l'origine de ces importantes variations (les sources de phosphore pouvant être multiples, sols à nus, ruissèlements, engrais, rejets d'eaux usées, etc.).

## 6.2. Volet thermie

Afin de suivre les variations thermiques de la Thur et du TCC, mais aussi dans le but d'identifier et de quantifier l'impact thermique de la dérivation du canal (et de l'effet bief), 4 stations (figure 39) ont été suivies du 01/01/22 au 30/06/23 avec :

- L'amont éloigné, sur la Thur à Thann (T12) ;
- L'amont immédiat, proche de la station AME2 (T13) ;
- La position médiane au sein du TCC, proche de la station MED2 (T14) ;
- L'aval, après la confluence, le skate-park de Cernay et la station AV (T15) ;
- La station « aval éloignée », située en aval de Cernay est malheureusement tombée en panne sur la période des suivis, ses données ne seront pas traitées ici (T16).

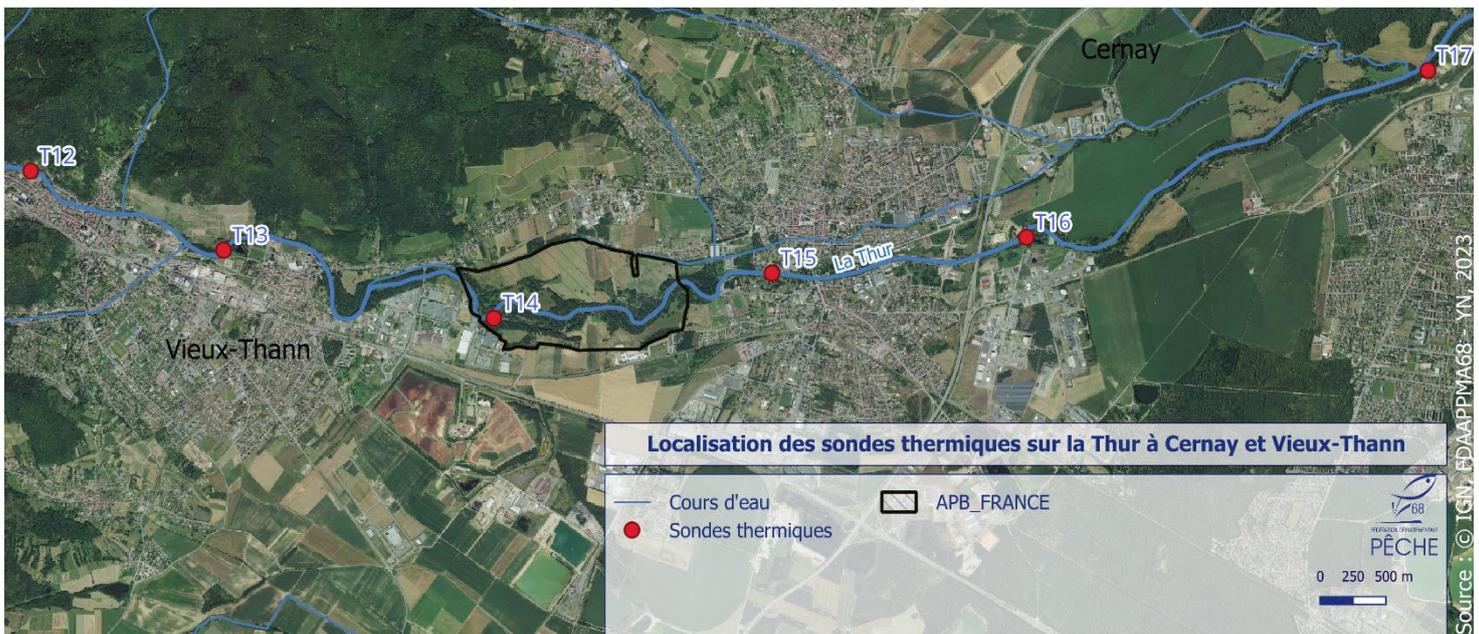


Figure 39 : Localisation des sondes thermiques sur la Thur entre Thann et Cernay.

L'analyse des résultats est réalisée avec plusieurs approches :

- L'analyse des profils des moyennes journalières ;
- L'analyse des régimes thermiques mensuels ;
- Analyse des optimum thermiques des espèces et des moyennes des 30 jours les plus chaud ;
- La quantification de l'impact thermique sur la Thur.

### a) Profil thermique et température moyenne journalière

Les profils thermiques des 4 stations sont caractérisées par des évolutions globalement similaires au cours de l'année.

En effet, les principales variations saisonnières sont les suivantes :

- Une période aux eaux froides en hiver avec des minimales observées fin janvier 2022 ( $T_{min}=3,79^{\circ}\text{C}$  le 27/01/22 sur T12) et en décembre 2022 ( $T_{min}=2,46^{\circ}\text{C}$  le 13/12/22 sur T13). Les températures peuvent descendre en dessous de  $5^{\circ}\text{C}$  au cœur de l'hiver.
  - Une période d'intersaison (automne et printemps) relativement courte et définie par des amplitudes importantes (surtout en avril). Les températures sont comprises entre  $6$  et  $14^{\circ}\text{C}$  entre mars et mai 2022. Les températures sont comprises entre  $15$  et  $8^{\circ}\text{C}$  entre octobre et décembre. La température de l'eau reste plus chaude en automne qu'au printemps.
  - La période chaude s'échelonne principalement de juin à septembre. Les températures à cette période sont globalement comprises entre  $14$  et  $24^{\circ}\text{C}$ . Les températures les plus chaudes sont observées en juin 2022 (canicule précoce avec  $T_{max}=25^{\circ}\text{C}$  le 20/06/22 sur T14) jusqu'à septembre (eau encore à  $20^{\circ}\text{C}$  en septembre 2022).
- Les principales valeurs extrêmes sont rappelées dans le tableau 4.

Les profils suivent ainsi les mêmes variations liées à la météorologie et aux variations de température atmosphériques. **Néanmoins un écart important est visible entre les stations situées sur la Thur** (en amont avec T12/T13 et aval avec T14 et T15). Cette observation est particulièrement notable dès le mois d'avril jusqu'à octobre avec des divergences plus marquées durant l'été (de juin à septembre).

En effet, le comparatif des moyennes journalières maximales permet d'identifier une différence de plus de  $3^{\circ}\text{C}$  à la période la plus chaude entre l'amont et le TCC :

- $T_{max}=22,07^{\circ}\text{C}$  le 19/07/22 sur T13.
- $T_{max}=25^{\circ}\text{C}$  le 20/06/22 sur T14
- $T_{max}=22,86$  le 04/08/22 sur T15.

On rappelle que le seuil dit de « stress thermique » pour la truite est admis à  $19^{\circ}\text{C}$ . Température à laquelle son activité alimentaire décroît fortement. Le seuil léthal quant à lui est couramment admis à  $25^{\circ}\text{C}$ . Ces deux seuils sont rappelés sur la figure 40.

On note ainsi un dépassement du seuil de stress sur la Thur début juin pour les 3 stations (T13 à T15). T12 ne dépasse jamais  $19^{\circ}\text{C}$ . En revanche le seuil est déjà atteint dès mai 2022 sur le TCC ( $19,6^{\circ}\text{C}$  le 21/05/22 sur T14). Le seuil de  $19^{\circ}\text{C}$  est ainsi dépassé du 6 juin au 16 septembre 2022 pour T14 et T15. En revanche les températures redescendent sous ce seuil pour T13 dès la fin août.

Enfin, le seuil léthal est uniquement atteint sur le TCC lors de la journée la plus chaude de l'année 2022 pour la Thur à Cernay, le 20/06/2022 avec  $25^{\circ}\text{C}$ .

L'analyse des températures instantanées par heure reste difficilement lisible sur un graphique car les variations horaires et entre le jour et la nuit sont très importantes (la figure n'est donc pas proposée à la lecture). On note néanmoins que T14 présente de plus grandes amplitudes thermiques que les autres stations (notamment entre le jour et la nuit).

En définitive, si un gradient amont-aval est observé entre T12 et T15, les profils thermiques issus du TCC présentent des anomalies ( $\text{Température T12} < \text{T13} < \text{T15} < \text{T14}$ ). En effet, les températures semblent bien plus importantes dans le TCC qu'ailleurs.

Plusieurs hypothèses peuvent être proposées pour expliquer cette observation (profondeur moyenne plus faible, ombrage faible, débits estivaux plus faibles, effet bief de l'ouvrage de dérivation, etc.).



Figure 40 : profil thermique et températures moyennes journalières des 4 sondes thermiques (l'encart bleu représente la période sélectionnée pour les comparaisons statistiques ; soit de juin 2022 à janvier 2023).

Pour la suite des analyses, les comparatifs statistiques (tests de significativités) sont uniquement réalisés entre juin 2022 et janvier 2023. En effet c'est la période qui revêt le plus d'enjeux et également la période où les données les plus fiables sont présentes pour les trois sondes (T13, T14 et T15).

Tableau 4 : Synthèse des données thermiques de T13, T14 et T15 du 01/01/22 au 01/01/23 (nombres de jours par gammes et extremums).

Station	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 $T > 25^{\circ}\text{C}$
T13	199	5	107	29	58	0
T14	199	1	105	5	88	0
T15	199	3	103	8	85	0

Station	Date Tmin inst	Date Tmax inst	Tmj min	Tmj max	Tm30j	Amplitude moy sur la période
T13	13/12/2022	19/07/2022	2,46	22,07	20,6	19,6
T14	18/12/2022	20/06/2022	3,23	25,00	22,3	21,2
T15	17/12/2022	04/08/2022	3,12	22,86	21,3	19,7

## a) Régime thermique mensuel (de juin à décembre 2022)

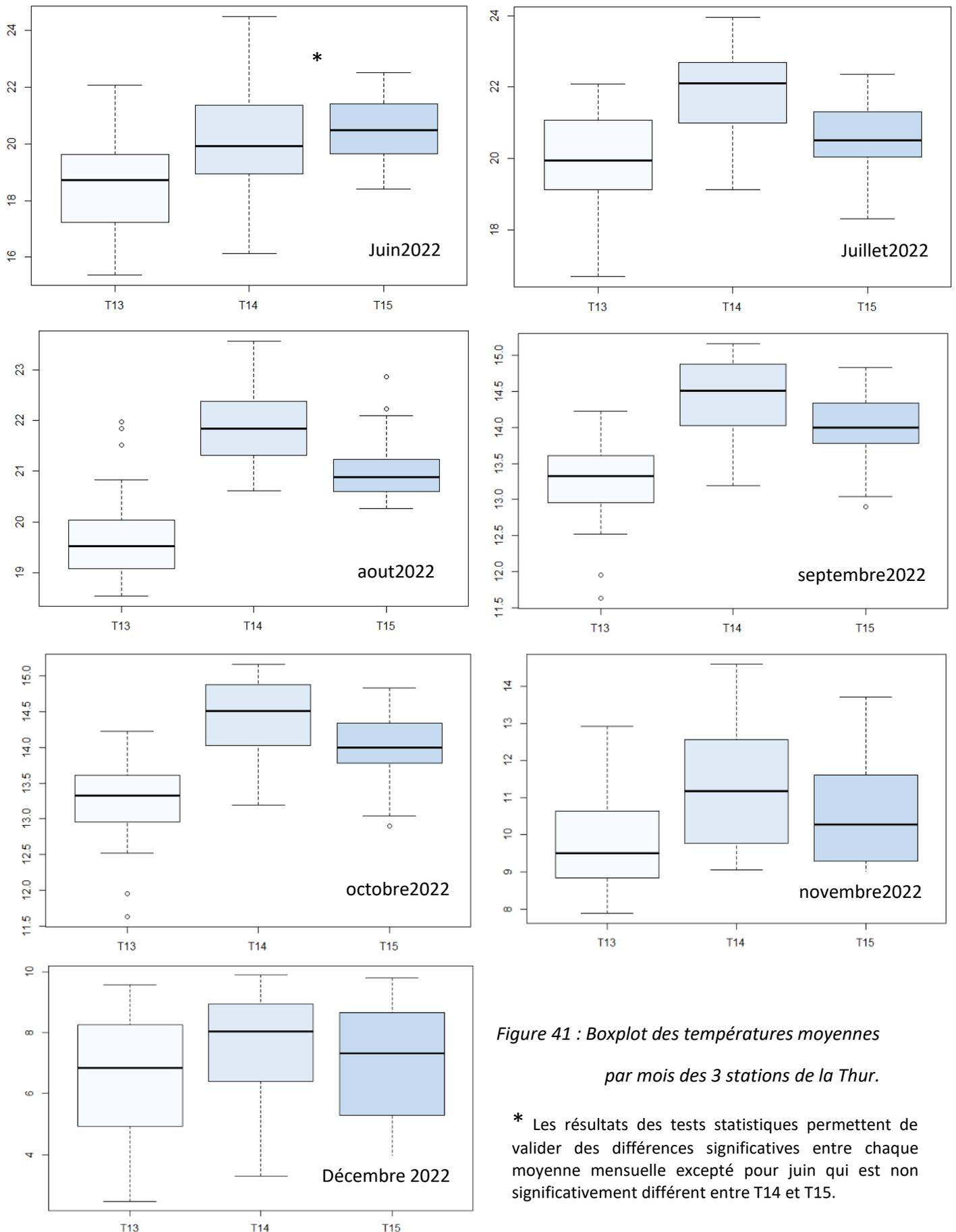


Figure 41 : Boxplot des températures moyennes  
par mois des 3 stations de la Thur.

\* Les résultats des tests statistiques permettent de valider des différences significatives entre chaque moyenne mensuelle excepté pour juin qui est non significativement différent entre T14 et T15.

L'étude des températures moyennes mensuelles de juin à décembre 2022 permet de mettre en évidence :

- Une différence non significative ( $Pvalue > 0,5$ ) en juin entre T14 et T15 ;
- Une différence significative entre toutes les trois stations tous les autres mois ;
- La température est bien plus élevée dans le TCC que partout ailleurs (principalement de juillet à septembre).
- La température est plus basse en amont qu'en aval sur toute l'année. La plus grande différence est néanmoins observée en août et en septembre.

#### b) Identification de l'impact thermique sur la Thur

Une analyse statistique comparative entre l'amont du TCC (T13), le TCC (T14) et l'aval (T15) est réalisée afin de connaître la significativité de l'impact thermique sur le secteur à enjeu.

L'hypothèse est la suivante : est-ce que la thermie est différente entre l'aval du TCC, le TCC et l'amont du TCC ? Le but est de déterminer si la différence entre l'amont et l'aval est significative et non due au hasard (potentiellement à cause : de l'ouvrage de dérivation, de sa gestion et des niveaux d'eau moindres dans le TCC). Le test réalisé est un test de Student apparié avec les hypothèses suivantes :

- H0 = Pas de différence entre l'amont et l'aval, intervention du hasard ;
- H1 = Différence entre l'amont et l'aval, non due au hasard.

Selon les résultats du test, si  $Pvalue < 0,5$  alors H0 est rejeté et si  $Pvalue > 0,5$  alors H0 est acceptée.

- ➔ Les résultats du test permettent de mettre en avant des **différences significatives** pour l'ensemble des périodes étudiées entre :
  - l'amont et l'aval ( $Pvalue = -1.63729$ )
  - l'amont et le TCC ( $Pvalue = -1.018205$ )
  - mais pas de différence significative entre le TCC et l'aval ( $Pvalue = 0.6190849$ ). En revanche, la différence est jugée significative entre le TCC et l'aval en période estivale de juin à septembre ( $Pvalue < 0,5$  – figure 42).

Les tableaux complets de significativités sont consultables en annexe.

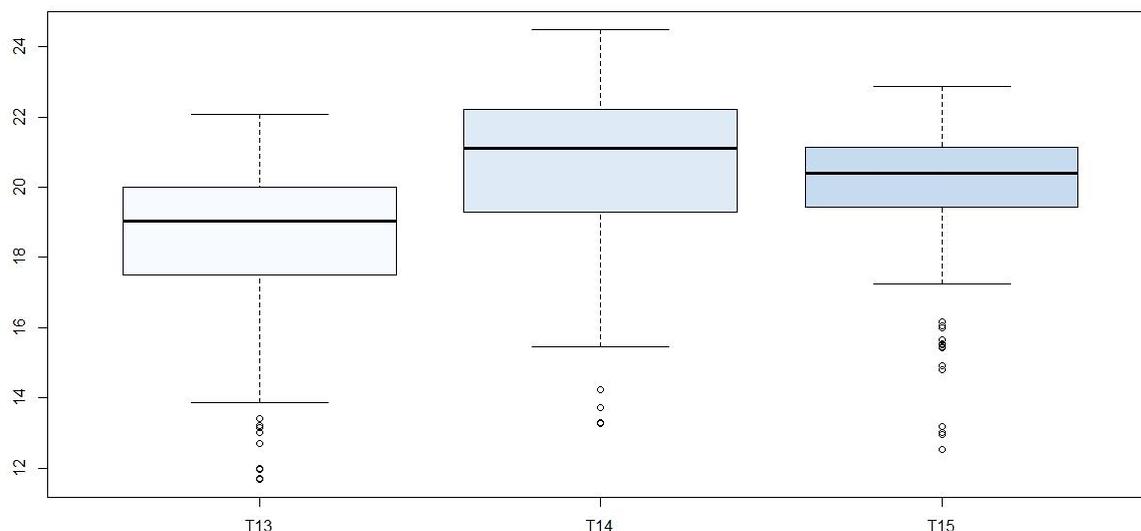


Figure 42 : Boxplot des températures moyennes journalières sur les 4 mois de l'été 2022 (juin à septembre).

Les données thermiques ont ensuite été comparées entre stations pour un même mois (comparatif inter-station – figure 41).

→ Les résultats des tests inter-stations montrent des différences jugées significatives ( $P_{\text{value}} < 0,5$ ) entre toutes les stations pour chaque mois (sauf pour le mois de juin où T14 n'est pas significativement différente de T15).

En conclusion :

- Les températures sont plus élevées dans le TCC (sauf en juin où elles sont similaires à l'aval) ;
- Les températures sont plus fraîches en amont ;
- Les températures sont plus faibles en aval que dans le TCC mais elles sont toujours plus chaudes qu'en amont.

### c) Régime thermique annuel

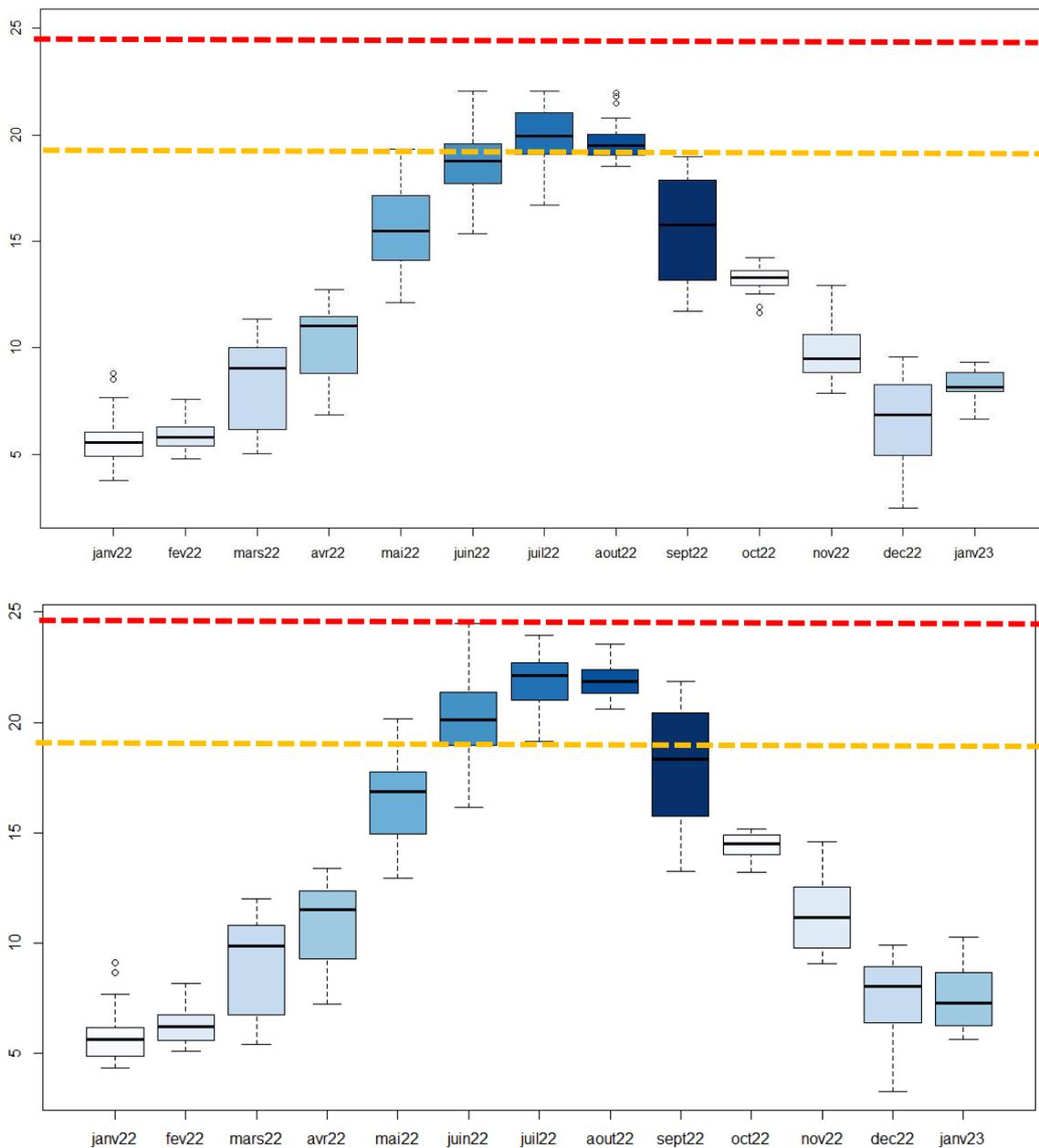


Figure 42 : Boxplots comparatifs des températures moyennes mensuelles entre l'amont T13 (en haut) et le TCC T14 (en bas) de la Thur à Cernay & Vieux-Thann.

La ligne orange symbolise le seuil de stress thermique de la truite (19°C) et la rouge le seuil léthal (25°C).

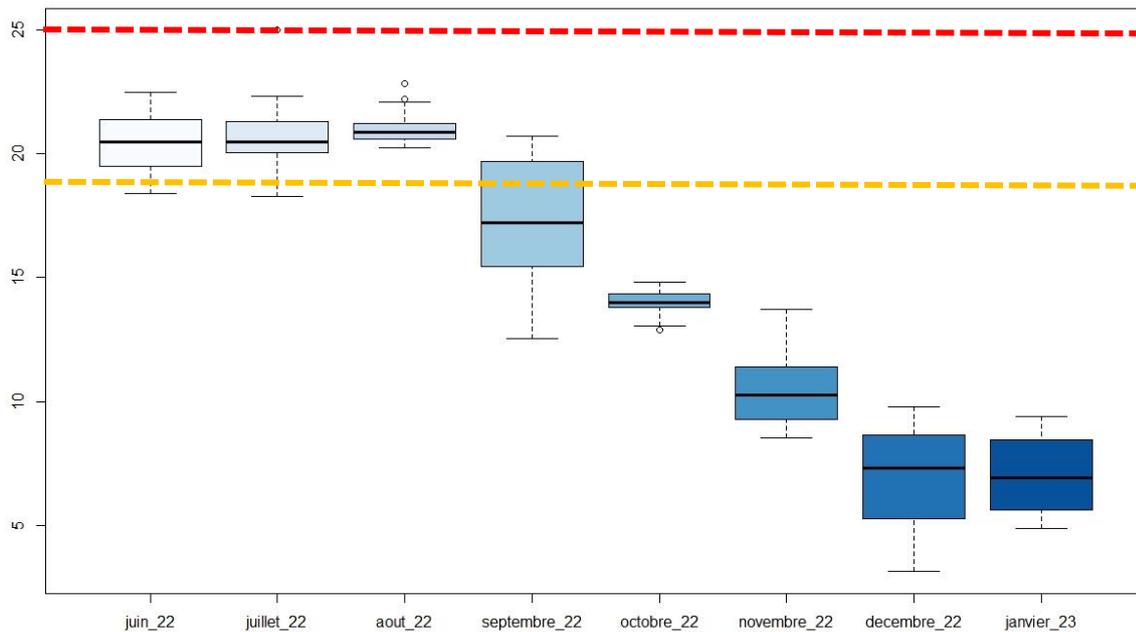


Figure 43 : Boxplots des températures moyennes mensuelles en aval de Cernay sur T15.

Les observations des moyennes mensuelles (à travers les boxplots figure 42 et 43) permettent les observations suivantes (en s'intéressant spécifiquement à la période de juin à septembre) :

- T13 : La moyenne mensuelle ne dépasse le seuil de 19°C qu'au mois de juillet ;
- T14 : La moyenne mensuelle dépasse le seuil de 19°C de juin à aout (avec de nombreux dépassement encore en septembre) sur T14 (TCC). De plus le seuil légal est atteint pour quelques valeurs en juin ;
- T15 : La moyenne mensuelle dépasse le seuil de 19°C sur T15 de juin à aout. Mais les valeurs sont moins importantes et présentes moins d'amplitudes que sur T14.

Ces observations sont en concordance avec celles précédemment énoncées et permettent donc de mettre en avant un **réchauffement significatif dans le Tronçon court-Circuité**.

#### d) Quantification de l'impact thermique sur la Thur

Le comparatif des écarts thermiques entre l'amont, le TCC et l'aval, permet de quantifier l'impact thermique relatif à la Thur. L'impact potentiel du point d'échauffement de la Thur en amont du TCC peut donc être estimé (plus probablement lié à l'effet bief de l'ouvrage de répartition et/ou les conditions environnementales du TCC comme son niveau d'eau).

Le réchauffement de la Thur entre la station amont et de tronçon court circuité est ainsi estimé à **+2°C en moyenne en été** (figure 43). Cette augmentation est jugée comme considérable, surtout au regard des préférences de la truite fario (l'espère repère du contexte).

La différence moyenne est ainsi estimée à +1,2°C (entre +0,13°C et +2,4°C) sur la période étudiée (toute l'année 2022). L'impact thermique est de +2°C de juin à septembre. Les mois d'aout et de septembre présentes le plus de différentiels avec respectivement +2,1 et +2,4°C.

A contrario, les différences, bien qu'importantes, entre l'aval et l'amont sont bien plus faibles (de l'ordre de +1,7°C en septembre à +1,2°C en aout).

**L'impact thermique le plus important est concentré durant 4 mois (de juin à septembre).** Cette période peut être identifiée comme l'intervalle temporel sur lequel centrer une attention plus forte en matière de gestion.

Néanmoins, des différences significatives apparaissent également en automne et au début de l'hiver (par exemple +1,4°C en novembre). Les écarts les plus faibles sont observés de janvier à avril.

Tableau 5 : Résultats des moyennes mensuelles et quantification de l'impact thermique sur la Thur et dans le TCC.

Moyennes mensuelles 2022	Amont	TCC	Aval	rechauffement entre amont et TCC	Ecart type	rechauffement entre amont et aval	Ecart type
janvier	5,68	5,81		0,13	0,18		
février	5,92	6,25		0,33	0,15		
mars	8,33	9,02		0,69	0,29		
avril	10,31	10,98		0,66	0,24		
mai	15,57	16,57		1,00	0,25		
juin	18,73	20,12	20,48	1,40	1,05	1,30	1,29
juillet	19,88	21,85	20,57	1,97	0,34	0,69	0,49
août	19,76	21,86	20,97	2,10	0,40	1,21	0,32
septembre	15,41	17,84	17,10	2,43	0,34	1,69	0,35
octobre	13,24	14,41	14,02	1,17	0,36	0,78	0,30
novembre	9,79	11,21	10,39	1,42	0,44	0,59	0,27
décembre	6,37	7,43	6,81	1,05	0,65	0,44	0,23

#### e) Moyennes des 30 jours les plus chaud

L'analyse des moyennes des 30 jours les plus chauds permet de mettre en évidence les faits suivants :

- La moyennes des 30 jours les plus chauds (du 12/07/2022 au 10/08/2022) est de :
  - o 20,6°C pour T13, en amont ;
  - o 21,3°C pour T15 en aval ;
  - o 22,3°C pour T14, sur le TCC.
- La différence est donc de :
  - o +0,7°C entre T13 et T15 en termes de moyenne des 30 jours les plus chaud ;
  - o +1,7°C entre T13 et T14 en termes de moyenne des 30 jours les plus chaud.

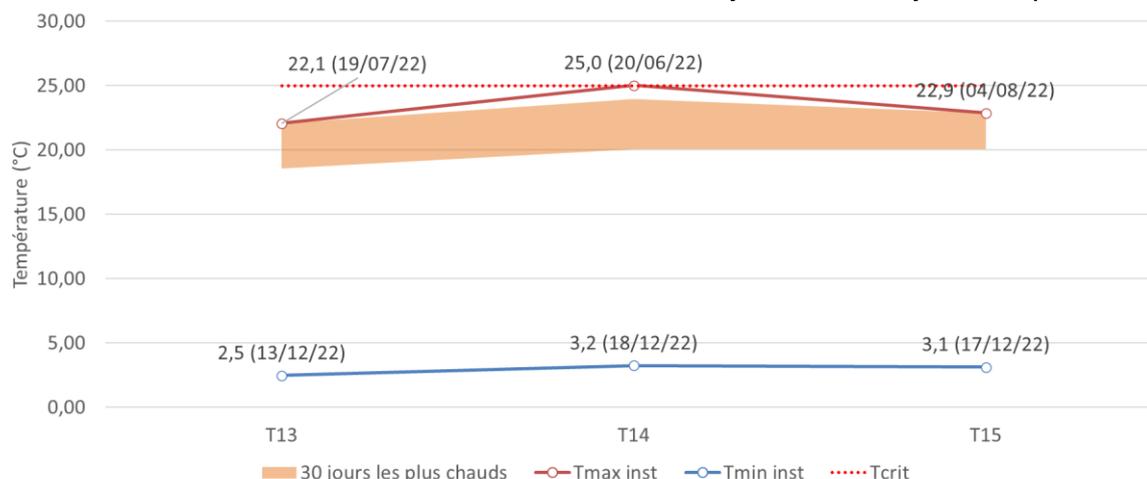


Figure 44 : Synthèse des moyennes des 30 jours les plus chauds et des températures extrêmes (min et max instantanés) sur la Thur entre Thann et Cernay en 2022.

a) Optimum thermique des espèces

Les optimums et préférendus thermiques de la truite sont présentés figure 45 avec :

- Les proportions des gammes de températures clefs pour la truite sur les 365 jours de 2022 (figure 45) pour T13 et T14 uniquement (car il manque quelques mois de données pour T15, ce qui fausse le comparatif) ;
- Les proportions des gammes de températures clefs pour la truite sur les trois stations entre juin et septembre uniquement (la période aux enjeux les plus forts et où les données sont comparables entre les 3 stations).

En termes de préférendum thermique sur l'année 2022 sur l'amont et le TCC :

- La station située sur la Thur en amont (T13 à Vieux-Thann) présente des températures favorables au développement de la Truite fario en 2022. En effet, c'est plus de 80% des moyennes journalières qui sont comprises dans le préférendum thermique de l'espèce (4-19°C). Malgré cela, un réchauffement significatif reste observable avec 18% des valeurs au-delà de 19°C. Ce qui montre un certain réchauffement de la Thur selon les secteurs dès Thann. En effet, l'étude thermique de la FDAAPPMA68 (suivis de 120 sondes thermiques depuis 2014) montre que la Thur présente une thermie très favorable au développement de la truite de la source à Thann. En aval de Thann la thermie est moins favorable avec une réelle rupture observable entre Thann et Cernay (chaque année). Près de 70% des valeurs restent comprises dans l'optimum entre 4 et 17°C lors de l'année 2022.
- La station située sur la Thur dans le **TCC de Cernay présente des 27% des valeurs qui sont incompatibles avec la vie de la truite** (entre 19 et 25°C - soit près du double par rapport à l'amont). 66,8% des valeurs sont comprises entre 4 et 17°C et 72% entre 4 et 19°C).

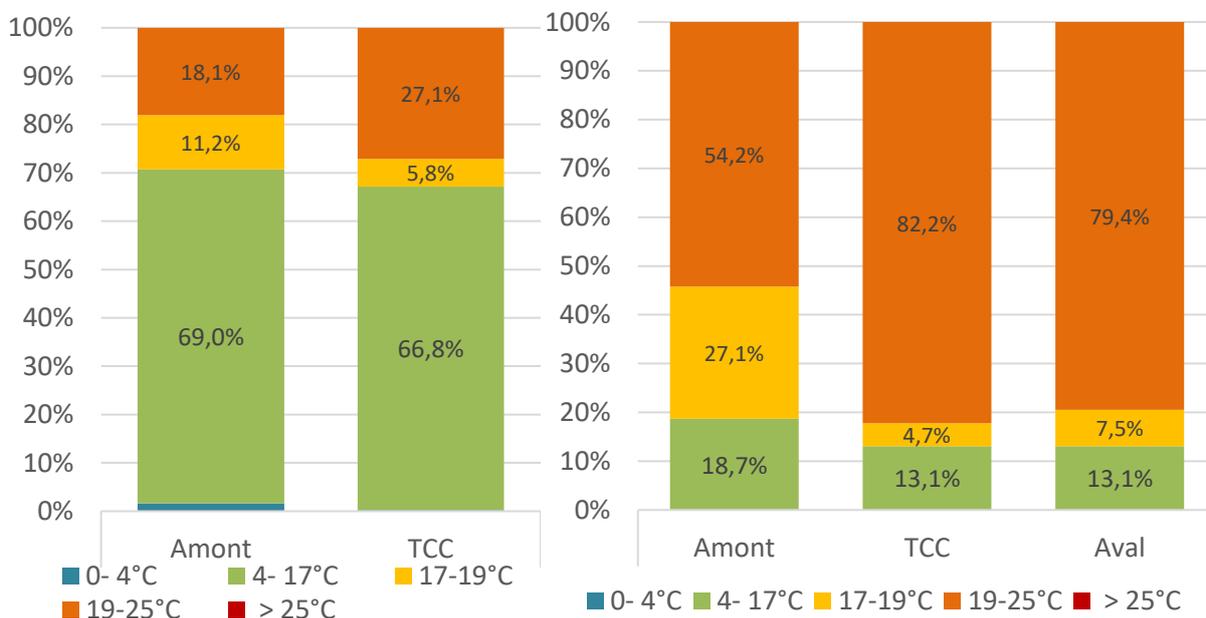


Figure 45 : Optimum thermique de la Truite dans la Thur entre Thann et Cernay. Proportions des plages de températures clefs pour l'espèce (Amont=T13, TCC=T14, Aval=T15 – sur 2022 à gauche et sur l'été 2022 à droite).

En termes de préférendum thermique sur l'été 2022 entre les trois stations (de juin à septembre), de grandes disparités sont observables entre l'amont et le reste de la Thur avec :

- 45,8% des valeurs comprises entre 4 et 19°C sur l'amont (T13) ;
- 17,8% des valeurs comprises entre 4 et 19°C sur le TCC (T14) ;

- 20,6% des valeurs comprises entre 4 et 19°C sur l'aval (T15).

**L'été semble donc particulièrement défavorable pour la truite selon ses optimums** (surtout sur le TCC) avec :

- 54% des valeurs supérieurs à 19°C en amont
- mais surtout, **plus de 82% des valeurs supérieurs à 19°C de juin à septembre sur le TCC** ;
- 79,4% des valeurs supérieurs à 19°C en aval.

### 6.3. Volet débit & hauteur d'eau

#### a) Régime hydrologique

La Thur est caractérisée par un régime pluvio-nival avec :

- une période de hautes eaux en automne et en hiver, liée aux précipitations (relativement importantes avec 1256mm/an à Wildenstein) ;
- un débit qui se renforce au printemps lors de la fonte des neiges. Même si dans le cadre du changement climatique global, les précipitations neigeuses ont fortement décliné ces dernières décennies.
- des écarts importants entre périodes de basses et hautes eaux.

3 stations hydrologiques de la DREAL sont installées sur la Thur avec :

- La Thur à Wildenstein (A140202001) ;
- La Thur à Willer-sur-Thur (A143020002) ;
- La Thur à Pulversheim (A14620302).

Pour l'étude, seules les valeurs mesurées à Willer-sur-Thur sont retenues (station la plus proche et située en amont du TCC). Globalement le régime hydrologique observé à Pulversheim est similaire en termes de variation (néanmoins les étiages sont plus sévères qu'à Willer-sur-Thur et les crues plus importantes).

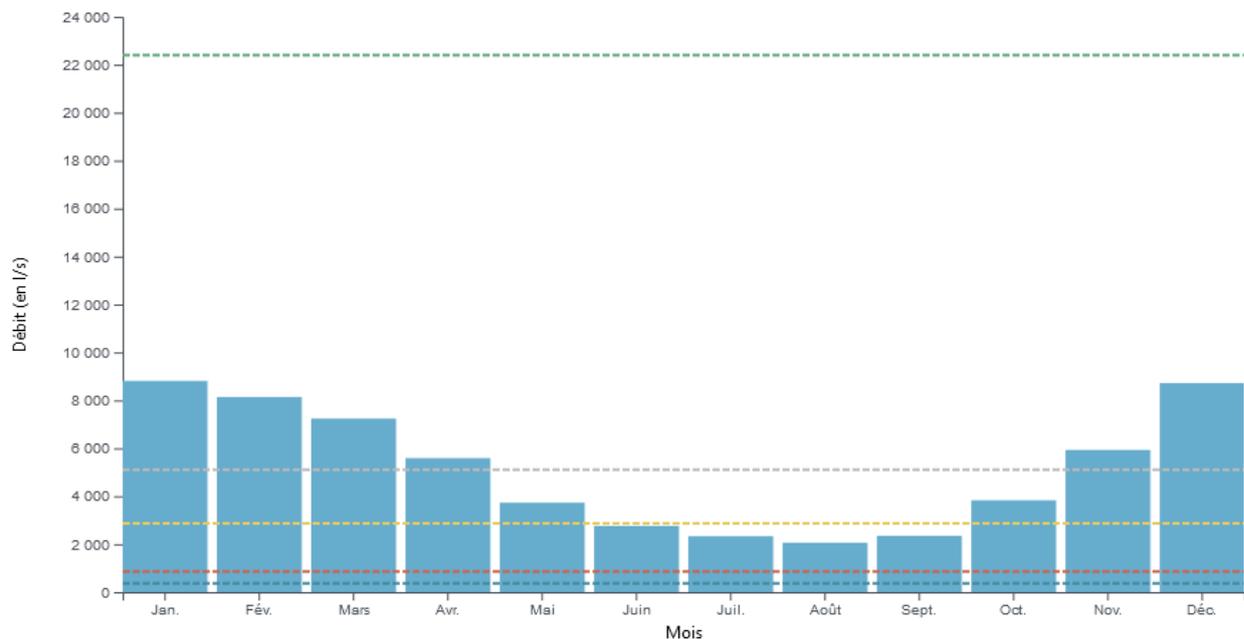


Figure 46 : Débits caractéristiques de la Thur à Willer-sur-Thur (données les plus valides de 1966 à 2024).

Les débits moyens mensuels les plus faibles sont observés en août, en juillet et en septembre (respectivement 2,06, 2,33 et 2,35m<sup>3</sup>/s). Le module est de 5,12m<sup>3</sup>/s. Les valeurs d'étiages

sont relativement modérées ( $VCN3=660m^3/s$  et  $QMNA5=947m^3/s$ ). Le lac de Kruth-Wildenstein revêt également un intérêt majeur en termes de soutien au débit d'étiage en été. Malgré tout, des étiages sévères sont de plus en plus observés ces dernières années, surtout sur les divers affluents de tailles plus modestes du bassin de la Thur. Les crues peuvent aussi être particulièrement importantes selon les années ( $Q5=77m^3/s$  et  $Q10=92m^3/s$ ).

Tableau 6 : principales caractéristiques hydrologiques de la Thur (source : hydroportail).

	QMNA 1/2	QMNA 1/5	VCN3 1/5	Module	Q5	Q10	Q50
Wildenstein	61	40	23	372	9469	11147	14839
Willer sur Thur	1305	947	660	5110	77237	92899	127368
Pulversheim	958	676	466	5710	90936	110407	153253

Les disparités sont de plus en plus importantes ces dernières années. L'analyse des données de débits des 3 dernières années uniquement est privilégié (figure 57 et 48).

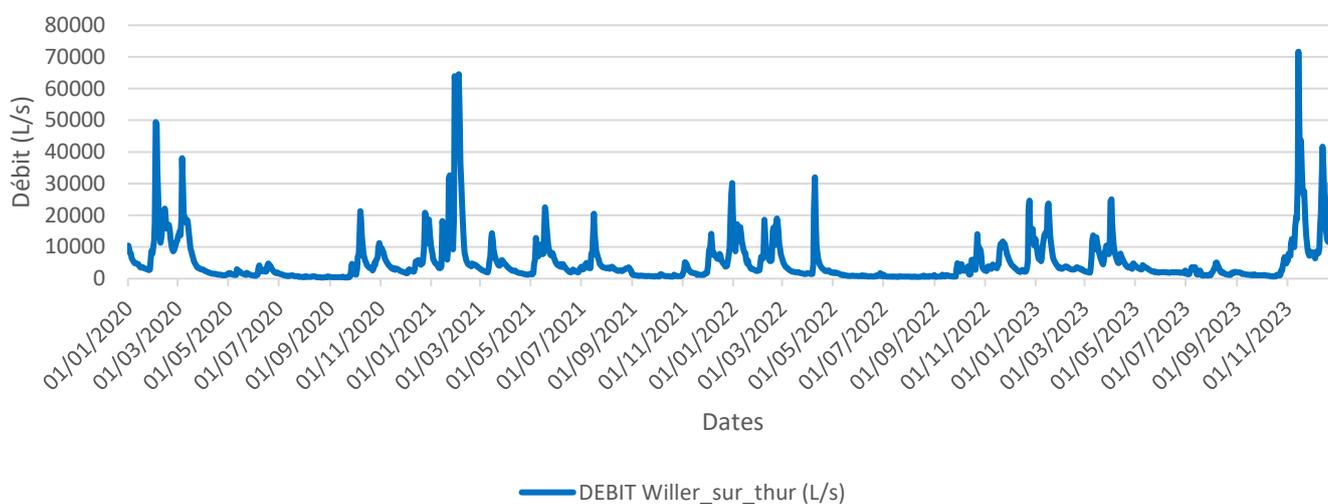


Figure 57 : Débit de la Thur à Willer-sur-Thur de 2020 à 2023.

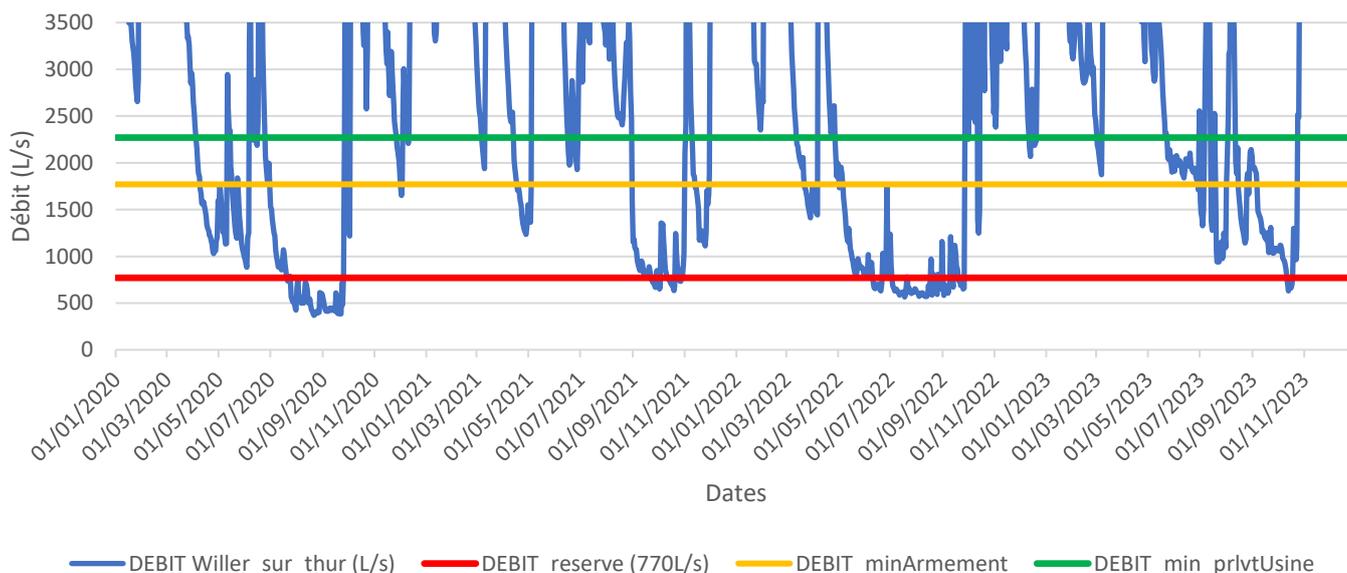


Figure 58 : Débit d'étiages et basses eaux de la Thur à Willer-sur-Thur de 2020 à 2023. Un rappel de quelques valeurs clés est affichées avec : le débit réservé de l'ouvrage de Vieux-Thann/Cernay (770L/s), le débit d'armement des turbines et le débit prélevé par l'usine ETC (ICPE).

b) Analyse des débits de la Thur de 2020 à 2023

De 2020 à 2023, la Thur a présenté des étiages très sévères notamment lors de la période de travaux du barrage du lac de Kruth-Wildenstein (réduisant son soutien d'étiage). Avec des débits parfois bien inférieurs au VCN3 (et pas forcément toujours en été) comme :

- de fin juillet à début octobre 2020, où les étiages furent les plus sévères de ces dernières années avec un minimum de 368L/s le 21/08/2020 (inférieur au VCN3 cinquantennal de 419L/s) ;
- en octobre et novembre 2021 avec des débits inférieurs à 700L/s (l'été fut pluvieux et clément) ;
- de juin à septembre 2022 avec une longue période d'étiage marquée par des débits inférieures à 600L/s. L'année 2022 fut marquée par une canicule record (dès juin).
- octobre 2023 avec des débits inférieurs à 700L/s.

→ On remarque ainsi que :

- Ces trois dernières années le VCN3 (quinquennal et décennal) est largement atteint chaque année.
- Mais aussi que les périodes de basses eaux sont parfois différentes selon les années et dépendantes de la pluviométrie.

→ Dans le cadre de l'étude centrée sur la Thur à Cernay et sur les enjeux liés à l'hydroélectricité et la biodiversité, plusieurs valeurs peuvent être mises en relation avec ces observations (figure 58) dont :

- Le **débit réservé** (à laisser dans la Thur après l'ouvrage de dérivation du canal usinier) de 770L/s fixé par l'arrêté préfectoral n°991597 du 9 juillet 1999.
- Le **débit dit « d'armement »** nécessaire pour l'activation des turbines de l'usine hydroélectrique de la « FILATHUR ». Entre 1000l/s et 1500L/s environs sont nécessaire pour armer convenablement les turbines donc si 770L/s doivent être relâchés dans la Thur sauvage, il faut au minimum 1770L/s dans la Thur amont pour activer les turbines.
- Le **débit nécessaire à la dilution** des processus industrielle de l'ICPE « ETC » situé à Cernay qui est de 1500L/s. Donc si 770L/s doivent être relâchés dans la Thur sauvage, il faut au minimum 2270L/s dans la Thur amont pour l'usine.
- Le **dixième du module** qui est considéré par l'administration comme débit minimum biologique « par défaut » à laisser transiter dans un cours d'eau pour assurer le maintien de la vie. Il serait donc à Willer-sur-Thur d'environ 510L/s.

Tableau 7 : Proportion des principales gammes de débits observées sur la Thur de 2020 à 2023. Les intervalles sont listés à gauche du tableau (en L/s).

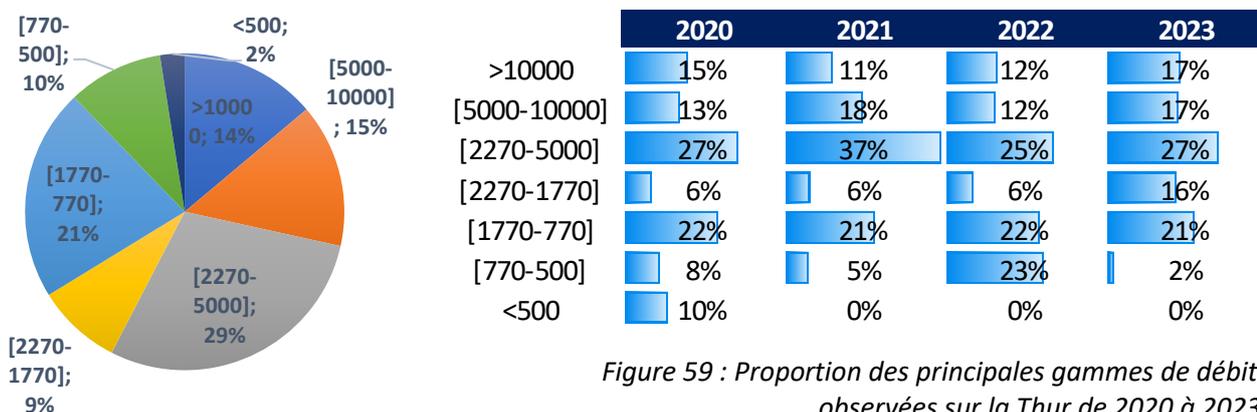


Figure 59 : Proportion des principales gammes de débits observées sur la Thur de 2020 à 2023.

A titre de comparatif, l'étude des proportions des **principaux intervalles de débits** nous permet les observations suivantes (figure 59, tableau 7 et 8) :

Pour les « débits naturels » :

- La période de « hautes eaux » de la Thur représente une proportion importante avec de 11 à 17% des débits supérieurs à 10m<sup>3</sup>/s selon les années ;
- L'année aux plus hauts débits en termes de proportion fut 2023 ;
- L'année avec les débits les plus faibles en termes de proportions fut 2022 (mais les étiages les plus bas (<500L/s) sont observés en 2020) ;
- Les valeurs de débits supérieures au module (5,1m<sup>3</sup>/s) ne représentent finalement qu'un peu plus de 23 à 34% des débits. Les débits de la Thur sont donc très majoritairement inférieurs au module à plus de 65 à 77% selon les années ;
- Les débits d'étiages peuvent représenter une part importante des proportions selon les années. Par exemple, entre 2 et 23% des valeurs peuvent être en décas du débit réservé (770L/s). Heureusement peu de valeurs sont finalement inférieures à 500L/s. Ce fut néanmoins le cas de 10% des valeurs de 2020, ce qui est très important.

Pour les « débits d'usages » :

- Entre 2 et 23% des valeurs peuvent être en décas du débit réservé (770L/s) ;
- Entre 22 et 45% des valeurs peuvent être inférieures au « débit d'armement », ce qui est très important ;
- Entre 32 et 51% des valeurs peuvent être inférieures au débit nécessaire au « dilution industriels » ;
- Finalement, les usages sont « compatibles » avec les débits de la Thur en moyenne moins de 60% du temps.

Tableau 8 : Proportion des principaux intervalles de débits « d'usages » observés sur la Thur entre 2020 et 2023.

Valeurs de débits	2020	2021	2022	2023
inférieures débit réservé (<770L/s)	18%	5%	23%	2%
inférieures armement (<1770L/s)	40%	27%	45%	22%
inférieures dilution industrielle (<2270L/s)	46%	32%	51%	39%
compatibles tout usage (>2270L/s)	55%	67%	49%	61%
compatibles armement (>1770L/s)	61%	72%	55%	77%
supérieures au module (5000L/s)	28%	30%	23%	34%
inférieures au module (5000L/s)	73%	69%	77%	65%

- ➔ On remarque ainsi à la lumière de l'étude des débits d'étiages de ces trois dernières années que **ces divers débits d'usages sont de plus en plus incompatibles avec la réalité de terrain notamment en période sèche**. En effet, avec le 1/10 du module qui n'est parfois même plus atteint sur la Thur amont (510L/s), il apparaît complexe de pouvoir dériver régulièrement entre 1 et 1,5m<sup>3</sup>/s dans le canal usinier de Cernay lors des périodes d'étiages de plus en plus longues pour satisfaire les nombreux usages du canal.
- ➔ **Une véritable réflexion en matière de gestion devra être assumée dans les années à venir dans le cadre d'un partage de la ressource en eau cohérent dans la Thur.**

c) Jaugeages

Les campagnes de jaugeages ce sont déroulées de juillet 2022 à octobre 2023 à raison de :

6 campagnes principales :	Sur les 4 stations (cf. figure 8) :
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le 21/07/2022 ;</li> <li>- Le 29/07/2022 ;</li> <li>- Le 02/11/2022 ;</li> <li>- Le 13/07/2023 ;</li> <li>- Le 30/08/2023 ;</li> <li>- Le 02/10/2023.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AME2 : l'amont éloigné situé en amont du TCC ;</li> <li>- MED2 : station médiane située dans le TCC ;</li> <li>- AV : station située à l'aval du TCC après la confluence à Cernay ;</li> <li>- CC1 : station située au milieu du canal.</li> </ul>

Tableau 9 : Résultats des 6 campagnes de jaugeages sur les 4 stations de 2022 à 2023 (débits en L/s).

NB : La valeur en rouge est jugée comme non fiable mais est présentée à titre comparatif (simple estimatif de la berge car hauteur d'eau incompatible avec la sécurité des opérateurs).

Date	AME2	MED2	AV	CC1
21/07/2022	645,71	647,37	500,42	444,55
29/07/2022	466,86	375,14	332,93	225,46
02/11/2022	2105,65	477,54	862,41	2018,08
13/07/2023	2720,29	496,02	1668,64	4082,40
30/08/2023	1984,28	703,50	1069,67	
02/10/2023	986,24	458,56	435,59	593,79

Les 6 campagnes de jaugeage ont permis de mettre en lumière un régime hydrologique très hétérogène.

Le débit moyen mesuré en été 2022 est de 556L/s en amont, 511L/s dans le TCC et 415L/s en aval (mesures en juillet 2022). Le débit moyen mesuré en 2023 est de 1896L/s en amont, 552L/s en médian et 1057L/s en aval (mesures de juillet à début octobre 2023).

D'importantes variations sont mises en évidences entre les campagnes (maximum amont = 2720/s ; minimum amont = 466L/s ; maximum médian=703L/s ; minimum médian=375L/s ; maximum aval =1668L/s ; minimum aval = 332L/s). Mais également entre les stations, en effet les débits les plus bas sont toujours mesurés dans le TCC en position médiane.

Ainsi :

- ◆ Les débits sont proches entre les 3 stations en 2022 ;
- ◆ Les débits sont très divergents entre les 3 stations en 2023, mettant en évidence des différences en termes de gestion entre ces deux années ;
- ◆ **Le débit réservé du TCC n'est jamais respecté à aucune des campagnes de jaugeages réalisées.** Si cette observation est moins problématique lorsque le débit mesuré en amont est déjà très faible (comme le 21/07/2022 où le débit de la Thur ne dépasse pas 650L/s), ce fait est en revanche plus alarmant lorsque le débit est largement suffisant en amont. C'est le cas de 4/6 des mesures.

- ➔ Plusieurs campagnes mettent ainsi en évidence des problèmes de ce type comme :
- Le **02/11/2022** où le débit est de 2105L/s en amont et de 477L/s dans le TCC, soit 4 fois moins ;
  - Le **13/07/2023** où le débit réservé n'est pas respecté dans le TCC. En effet, il est **5 fois plus faible dans le TCC qu'en amont** soit 496L/s contre 2720L/s (et 3 fois plus faible qu'en aval).  
Ce même jour un débit très important est observé dans le canal (estimé à 4m3/s, l'estimation est imprécise car les opérateurs n'ont pu réaliser un

jaugeage à cause des trop hautes eaux). Les observations du 13/07/2023 sont donc particulièrement alarmantes car elles n'ont pas lieu d'être et mettent ainsi en évidence un grave problème de gestion.

- Le 30/08/2023 où le débit du TCC est proche du débit réservé. Néanmoins il est près de 3 fois inférieur par rapport à l'amont et 1,5 fois moindre qu'en aval.
- Le **02/10/2023** où le débit est près de 2 fois plus important en amont que dans le TCC (458L/s contre 986L/s).

Cette observation est également alarmante car le débit amont n'est pas suffisant pour armer les turbines. Il n'y a ainsi aucune raison de dériver un débit si important dans le canal. La répartition théorique attendue aurait éventuellement été la suivante (pour maintenir la vie aquatique dans le canal) : 986L/s en amont, 770 L/s dans le TCC et donc environ 200L/s dans le canal.

→ **Ces observations factuels et précises mettent ainsi en exergue de graves problématiques de gestion des débits dans la Thur.**

A l'avenir, d'autres campagnes de jaugeage pourront être réalisées. Notamment en période de plus haute eaux (>3m3/s) afin de fournir un meilleur comparatif. Le focus ayant été fait arbitrairement sur les débits d'étiage (période à enjeux). Or les mesures mettent en évidence des problèmes même quand le débit de la Thur est plus important en amont. Il pourrait ainsi être pertinent de réaliser des mesures à des débits plus variés.

#### d) Relation hauteur / débit

La **définition d'une relation hauteur-débit** est réalisé sur la station MED2 (en position médiane dans le TCC) afin de calibrer la sonde de mesure en temps réel des hauteurs d'eau à l'aide de deux approches :

- ◆ Formule de Manning-Strickler.

Avec :  $K \times \text{rayon hydraulique}^{2/3} \times \text{pente}^{1/2}$ .

Le débit (m<sup>3</sup>/s) est issu du produit de la section (m<sup>2</sup>) et de la vitesse (m/s).

La formule de Formule de Manning-Strickler a été utilisée dans un premier temps car trop peu de jaugeages ont été fait avant le placement des sondes.

- ◆ Courbes de tarage produites avec des jaugeages réalisés sur place (équation nécessitant plusieurs jaugeages correspondants à plusieurs conditions hydrologiques) ;

Dans un deuxième temps, la définition de cette relation via la courbe de tarage permet de valider (après quelques ajustements), le placement des sondes.

- ❖ Formule de Manning-Strickler

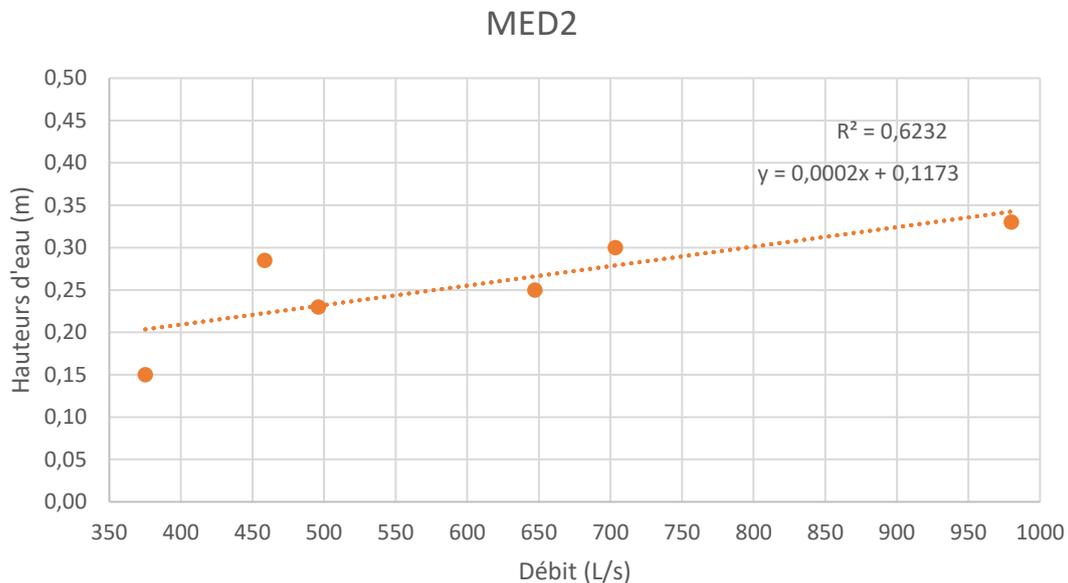
Les résultats sont les suivants :

Hauteur d'eau en Rive Gauche à l'interface air/eau (cm)	Débit estimé via Manning-Strickler (L/s)
10	343
<b>15</b>	<b>438</b>
20	540
25	651
<b>30</b>	<b>770</b>
35	896
40	1029

→ En accord avec ces résultats, le placement initial de la sonde est fixé à 15cm (environ la moitié du débit réservé) et 30cm (environ égale au débit réservé).

❖ Courbe de tarage

Les résultats sont les suivants :



Station	Date	Heure	Débit (L/s)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur d'eau moy (m)	Hauteur d'eau mire (m)
MED	21/07/2022	10h23	647	0,65	0,68	<b>0,25</b>
MED	28/07/2022	9h30	375	0,38	0,62	<b>0,15</b>
MED	13/07/2023	12h45	496	0,50	0,66	<b>0,23</b>
MED	30/08/2023	13h45	704	0,70	0,70	<b>0,3</b>
MED	02/10/2023	15H20	459	0,46	0,65	<b>0,285</b>
MED	19/02/2024	15H30	983	0,98	0,80	<b>0,33</b>

Figure 60 : Courbe de tarage et valeurs de débit associés sur la station MED2 située dans la Thur sauvage au sein du TCC.

→ D'après les mesures :

- une hauteur d'eau en rive gauche de 15cm correspond à un débit de 375L/s ;
- une hauteur d'eau en rive gauche de 30cm correspond à un débit de 704L/s.

→ En accord avec ces résultats (qui sont relativement proche de la modélisation initiale via Manning et Strickler), il a été choisi de bien laisser les deux capteurs positionnés à 15 et 30cm pour garder la chronique.

→ **Le dispositif est ainsi calibré afin de suivre le respect** (capteur à 30cm dit « en eau ») **ou le non-respect du débit réservé en temps réel** (capteurs à 15cm dit « en eau » et capteur à 30cm dit « hors d'eau ») via les sondes SQUAMA® au sein de l'APB de la Thur sauvage.

Le choix de garder le capteur du haut sur une position environ égale à 700L/s est également jugé pertinent. Cela permet de rester en dessous du débit réservé et de compenser les éventuelles incertitudes de mesures (en général comprise entre 5 et

10% soit dans ce cas entre 38,5 et 77L/s (Le Coz et al., 2010) ou estimée à 7.5% en moyenne d'après la norme ISO 748 (AFNOR, 2007) soit dans ce cas 53L/s).

e) Suivi des hauteurs d'eau

Les variations de hauteurs d'eau de la Thur sauvage au sein du TCC à Cernay (station MED2), ont pu être étudiées du 30 juillet 2022 au 30 novembre 2023.

Deux périodes d'absence de donnée sont néanmoins à déplorer sur cette période (du 25/11/2022 au 31/03/2023 et du 14/04/2023 au 02/06/2023) à cause de dysfonctionnements.

Remarque/aide à l'interprétation : Il convient de garder à l'esprit que la sonde en temps réel est composée de deux capteurs de type « ON/OFF ». C'est-à-dire qu'il est uniquement possible de suivre l'occurrence des deux hauteurs d'eau. Soit :

- ◆ Présence ou non d'eau à 15cm (débit estimé à 375L/s  $\pm$  28 L/s) ;
- ◆ Présence ou non d'eau à 30cm (débit estimé à 704L/s  $\pm$  53 L/s) ;

Lors de la période estimée on remarque des variations de hauteurs importantes (figure 51). En effet :

- ◆ La hauteur d'eau est 99,7% du temps au dessus de 15cm sauf de juillet à fin août 2022. En effet, le niveau d'eau est inférieur à 15cm sur de courtes durées (de 15min à 1h) lors de cette période (qui représente 0,6% de l'année 2022 ou encore 1,1% de l'été 2022). Cette période correspond également à la période de très basse eau de la Thur où le débit oscillait en 2022 entre 700 et 550L/s (de juin à septembre 2022).
- ◆ La hauteur d'eau n'est supérieure à 30cm que 24,2% du temps.
- ➔ **Le débit réservé n'est ainsi pas respecté dans le TCC 75,8% du temps sur la période étudiée** (soit 87% du temps en 2022 et 68% du temps en 2023).
- ◆ Sur la figure 61, les périodes où l'eau est au dessus de 30cm correspondent en moyenne à des périodes relativement courtes allant de quelques heures à 3 jours. Cette période où on observe des « créneaux » s'échelonne entre juillet et octobre 2022 et entre juin et septembre 2023. La sonde est ensuite bien envoyée de novembre 2022 à avril 2023 et en octobre 2023.

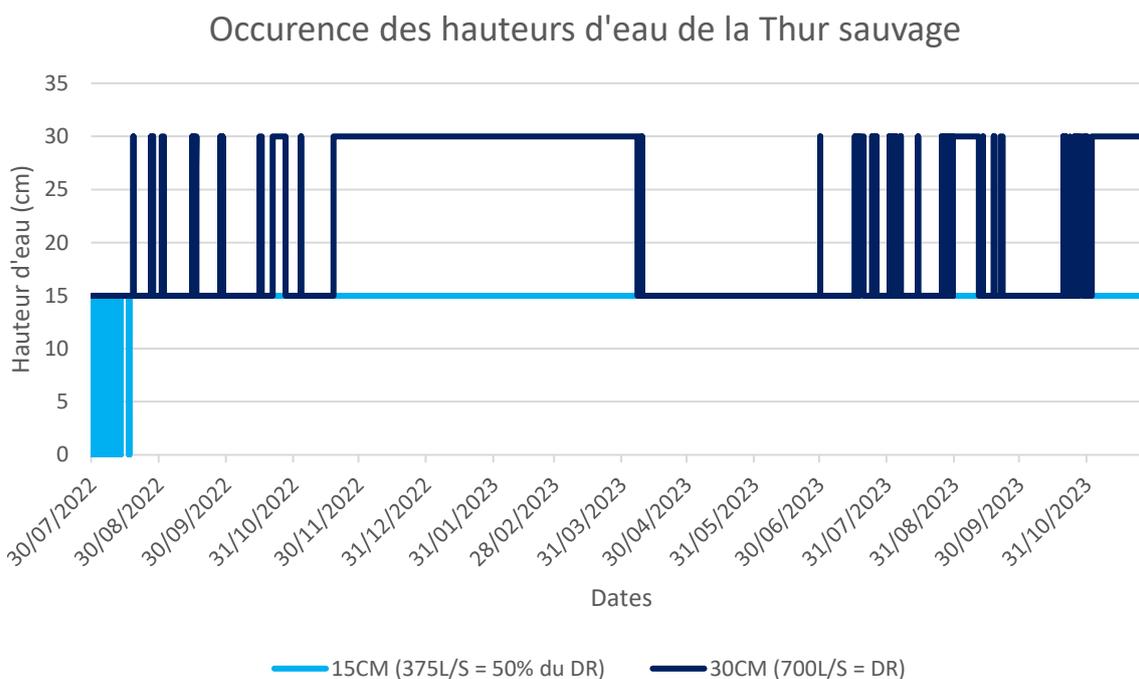


Figure 61 : Suivi des hauteurs d'eau dans le TCC de la Thur sauvage de 2022 à 2023.

Au vu des **variations importantes de niveaux d'eau** (l'aspect « crénelé » de la figure 61 décrit plus haut), deux hypothèses peuvent être avancées :

- ♦ Soit les niveaux d'eau sont très variables dans le temps (haut dessus et en dessous de  $704\text{L/s} \pm 53\text{L/s}$ ). Ce qui pourrait expliquer les variations à l'échelle de 1 à 3 jours.
  - ♦ Soit le niveau d'eau est très proche de  $704\text{L/s} \pm 58\text{L/s}$  mais oscille constamment à la limite de détection du capteur (quelques mm au dessus et en dessous). Ce qui pourrait expliquer les variations sur des temps courts (quelques heures).
- ➔ Dans les deux cas, le débit n'est pas jugé comme suffisant au cœur du TCC de la Thur.

Afin de tester ces hypothèses il peut apparaître pertinent de modifier la position des capteurs à l'avenir avec d'autres possibilités pour mieux suivre ces variations. Comme :

- Une sonde placée à 32cm ( $=880\text{L/s} \pm 66\text{L/s}$ ) et une sonde placée à 28cm ( $700\text{L/s} \pm 53\text{L/s}$ ) ;
  - Une sonde placée à 31cm ( $770\text{L/s} \pm 58\text{L/s}$ ) et une sonde placée à 27 cm ( $650\text{L/s} \pm 49\text{L/s}$ ).
- ➔ Ces propositions pourront être validées en COPIL auprès des divers partenaires.

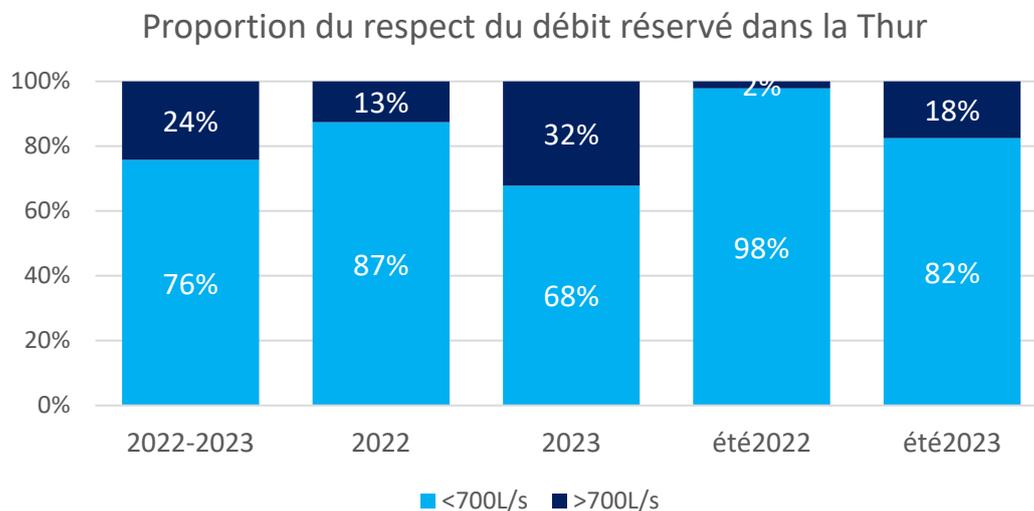


Figure 62 : Proportion du débit supérieur ou inférieur à  $704\text{L/s} \pm 58\text{L/s}$  (=30cm de hauteur d'eau) dans le TCC de la Thur à différentes périodes de 2022 à 2023.

Ainsi :

- le débit est inférieur au débit réservé plus de 75% du temps de 2022 à 2023
- le débit réservé est plus souvent respecté en 2023 qu'en 2022 (32% contre 13%)
- le débit réservé est moins respecté en été (de juin à septembre) les deux années mais surtout en 2022 (moins de 2% du temps) où les débits furent critiques.

**En conclusion, ces observations de problématiques de non-respect du débit réservé de la Thur (770L/s) peuvent permettre de produire plusieurs hypothèses :**

- Soit d'une mauvaise gestion générale des débits et de leur répartition ;
- Soit de défaillance ou de mauvaise calibration du système de gestion automatisé des niveaux ;
- Soit de défaillance des systèmes de mesure des ouvrages. Par exemple si les ouvrages ou les appareils de mesures ont bougés avec les années ;
- Soit d'un défaut d'entretien pouvant induire des perturbations. Par exemple si un embâcle perturbe les arrivées d'eau ou les appareils ;

Dans tous les cas, **ces observations mettent en évidence des problématiques de gestion des débits dans la Thur sauvage court-circuitée à Cernay**. Il apparaît ainsi particulièrement pertinent de :

- ♦ Continuer à **suivre l'évolution des hauteurs d'eau** sur ce site ;
- ♦ Amener une **réflexion** sur un éventuel **besoin de modifications des positions** des capteurs ;
- ♦ Amener une **réflexion** sur la **gestion des niveaux d'eau de la Thur et les enjeux d'usage** du canal auprès des partenaires, du Gemapien, des élus locaux, du gestionnaire de l'ouvrage, des services de l'état et des usagers du canal.

#### 6.4. Volet ESTIMHAB

##### a) Entrée des variables physiques

Tableau 10 : variables d'entrées des deux stations ESTIMHAB étudiées.

<b>débit (m3/s)</b>	<b>largeur (m)</b>	<b>hauteur (m)</b>	<b>débit (m3/s)</b>	<b>largeur (m)</b>	<b>hauteur (m)</b>
0,592	12,62	0,2731	0,40	8,44	0,1971
2,105	13,89	0,4651	3,169	11,7	0,78
<b>débit médian naturel Q50 (m3/s)</b>			<b>débit médian naturel Q50 (m3/s)</b>		
2,8			2,8		
<b>taille du substrat (m)</b>			<b>taille du substrat (m)</b>		
0,1191			0,164		

Les campagnes de terrain liées au protocole ESTIMHAB ont été réalisées aux dates suivantes :

- 25/08/2022 pour Q1 et granulométrie sur MED2 et AME2
- 02/11/2022 pour Q2 sur AME2
- 09/11/2023 pour Q2 sur MED2
- Q50 a été calculé à l'aide des chroniques de débits de la station de Willer-sur-Thur de 2020 à 2023

##### b) Evolution des SPU en fonction du débit

L'outil ESTIMHAB permet d'évaluer la Surface Pondérée Utile (=surface utilisable) pour plusieurs espèces piscicoles en fonction du débit. Conformément à ce qui est préconisé dans le guide d'utilisation ESTIMHAB, les courbes sont interprétées entre les bas et les moyens débits. En effet, les courbes redescendent pour les débits élevés en partie à cause des difficultés d'échantillonnage des poissons lorsque les débits sont élevés.

Tableau 11 : rappel des codes utilisés par ESTIMHAB

Codes utilisés par l'outil Estimhab Noms des espèces et stade de croissance			
VAI	Vairon	SAT-ALE	Saumon atlantique – stade alevin
GOU	Goujon	SAT-JUV	Saumon atlantique – stade juvénile
TRF	Truite fario – stade juvénile	OMB-ADU	Ombre commun– stade adulte
LOF	Loche franche	OMB-JUV	Ombre commun– stade juvénile
TRF-ADU	Truite fario – stade adulte	OMB-ALE	Ombre commun– stade alevin
CHA	Chabot		

Les résultats d'ESTIMAB sont ensuite présentés avec une plage de débit haut (0-10m3/s) et réduite (0-3m3/s) pour une meilleure lecture. Les valeurs les plus informatives sont rappelées sur le graphique avec : le seuil critique (SC), le 1/10ème du module, le VCN3, le débit réservé de la Thur à Cernay actuel (DR), le QMNA5 et la plage de débit biologique minimum préconisée (en vert avec la moyenne en pointillée et intervalle d'incertitude de 12,5%).

❖ Station amont de la Thur à Vieux Thann (AME2) :

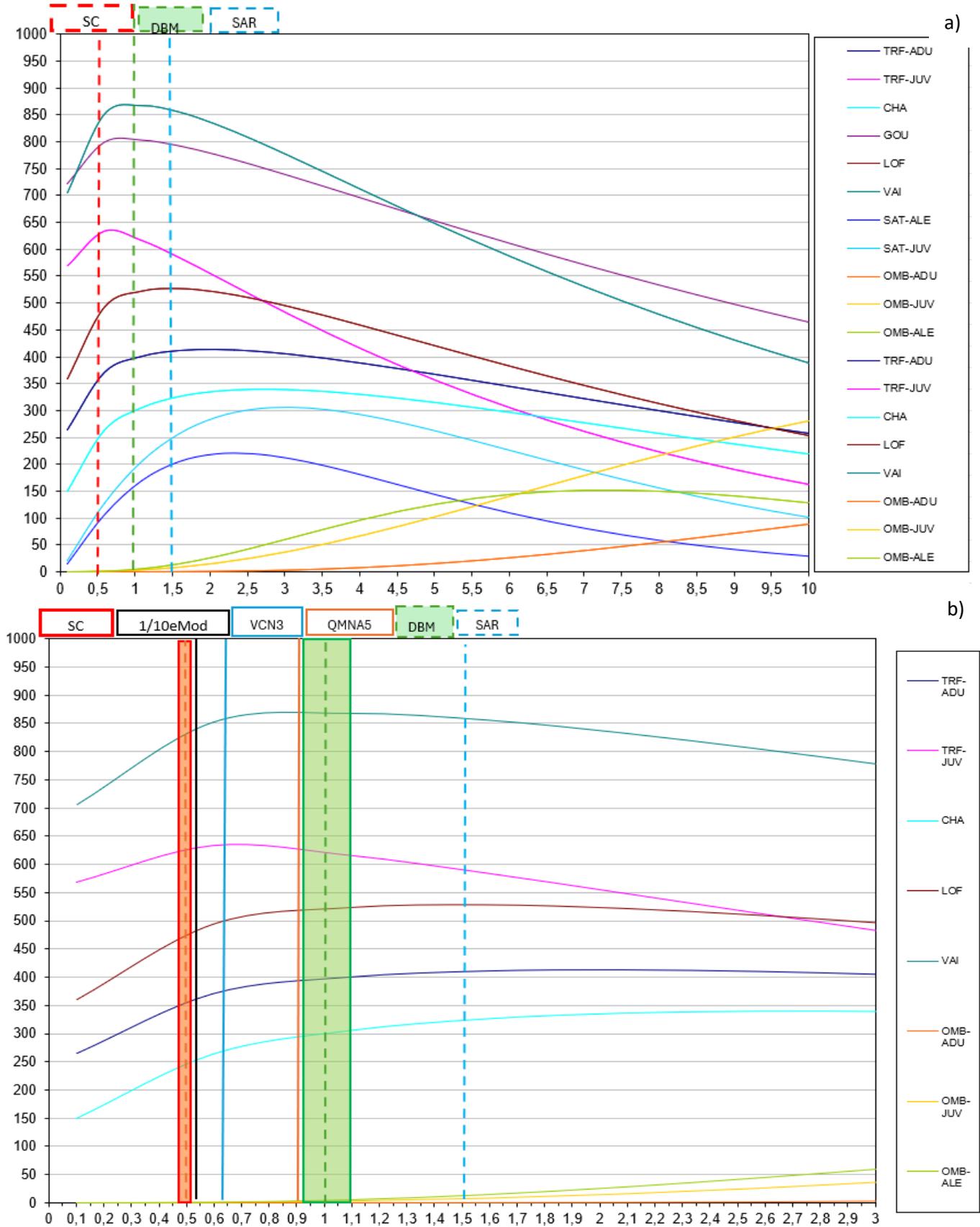


Figure 63 : Evolution de la Surface Potentielle Utile (SPU) en  $m^2$  pour 100 m de cours d'eau en fonction du débit ( $m^3/s$ ) sur AME2. Avec en a) pour la plage de débits de 0 à  $10m^3/s$  et en b) de 0 à  $3m^3/s$  (pour une meilleure lisibilité).

Globalement, à la lecture de ces courbes (figure 63 a et b), il est possible de dire que :

Lorsque **les débits sont de l'ordre de 2 m<sup>3</sup>/s, les surfaces utilisables (SPU) sont maximales** pour la plupart des espèces. Contrairement à la tendance globale, la truite juvénile profite d'une surface plus grande lorsque le débit est de l'ordre de 0,7 m<sup>3</sup>/s. Les juvéniles de truites préfèrent, en effet, une plus faible hauteur d'eau que les saumons du même stade (et que les truites adultes).

En revanche vis-à-vis des autres espèces comme le saumon et l'ombre commun, de tels débit semblent limitants.

En effet, vis-à-vis du Saumon, les valeurs de SPU les plus hautes correspondent à un débit de 2 à 2,5m<sup>3</sup>/s. Vis-à-vis de l'ombre commun, les caractéristiques morphologiques de la station semblent en l'état très défavorables à des plages de débits basses. En effet, les valeurs de SPU à peine supérieures à 100m<sup>2</sup>/100m de cours d'eau correspondent à un débit supérieur à 5m<sup>3</sup>/s. Ces deux espèces sont ainsi très défavorisées en dessous de 2m<sup>3</sup>/s sur ce tronçon.

Pour la plupart des espèces, la SPU décline de 1,5 m<sup>3</sup>/s à 0,5 m<sup>3</sup>/s (phase de croissance modéré et stabilisation). La SPU décline ensuite très fortement (plage de forte croissance) lorsque le débit passe sous le seuil approximatif de 0,5 m<sup>3</sup>/s. Le seuil critique (SR) et le seuil d'accroissement du risque (SAR) s'échelonnent ainsi de 0,5 à 1,5m<sup>3</sup>/s (points de ruptures des courbes).

La plage de **débit biologique minimum préconisée** (moyenne en pointillée vert et intervalle d'incertitude de 12,5% figure 63) s'échelonne de 0,875m<sup>3</sup>/s à 1,125/m<sup>3</sup>/s avec une valeur cible de **1m<sup>3</sup>/s**. Ceci en prenant néanmoins en compte que le saumon et l'ombre commun sont défavorisé en dessous de 2m<sup>3</sup>/s.

❖ Station au sein du TCC de la Thur à Cernay (MED2) :

Globalement, à la lecture de ces courbes (figure 64 a et b), il est possible de dire que :

Lorsque **les débits sont de l'ordre de 2 m<sup>3</sup>/s, les surfaces utilisables (SPU) sont maximales** pour la plupart des espèces. Contrairement à la tendance globale, la truite juvénile profite d'une surface plus grande lorsque le débit est de l'ordre de 0,75 m<sup>3</sup>/s. Les juvéniles de truites préfèrent, en effet, une plus faible hauteur d'eau que les saumons du même stade (et que les truites adultes).

En revanche vis-à-vis des autres espèces comme le saumon et l'ombre commun, de tels débit semblent limitants.

En effet, vis-à-vis du Saumon, les valeurs de SPU les plus hautes correspondent à un débit de 2,5m<sup>3</sup>/s. Vis-à-vis de l'ombre commun, les caractéristiques morphologiques de la station semblent en l'état très défavorables à des plages de débits basses. En effet, les valeurs de SPU à peine supérieures à 100m<sup>2</sup>/100m de cours d'eau correspondent à un débit supérieur de 4,5m<sup>3</sup>/s (pour les juvéniles) à 10m<sup>3</sup>/s (pour les adultes). Ces deux espèces sont ainsi très défavorisées en dessous de 2m<sup>3</sup>/s sur ce tronçon.

Pour la plupart des espèces, la SPU décline de 2 m<sup>3</sup>/s à 0,50 m<sup>3</sup>/s (phase de croissance modéré et stabilisation). La SPU décline ensuite très fortement (plage de forte croissance) lorsque le débit passe sous le seuil approximatif de 0,50 m<sup>3</sup>/s. Le seuil critique (SR) et le seuil d'accroissement du risque (SAR) s'échelonnent donc de 0,50 à 2m<sup>3</sup>/s (points de ruptures des courbes).

La plage de débit biologique minimum préconisée (moyenne en pointillée vert et intervalle d'incertitude de 12,5% cf. figure 64) s'échelonne de 1,050m<sup>3</sup>/s à 1,350/m<sup>3</sup>/s avec une valeur moyenne cible de **1,20m<sup>3</sup>/s**. Ceci en prenant néanmoins en compte que le saumon et l'ombre commun sont très défavorisés en dessous de 2m<sup>3</sup>/s.

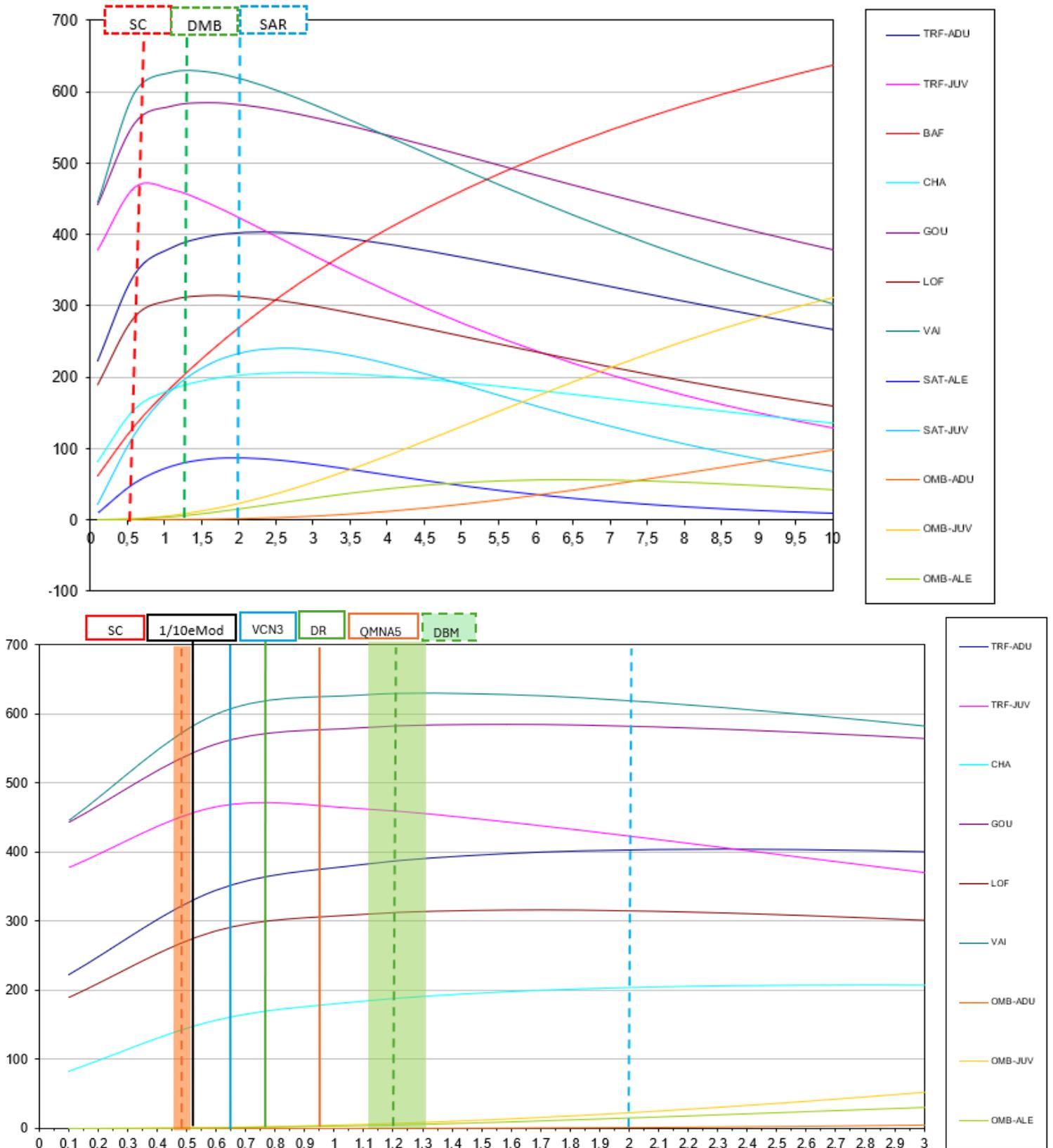


Figure 64 : Evolution de la Surface Potentielle Utile (SPU) en m<sup>2</sup> pour 100 m de cours d'eau en fonction du débit (m<sup>3</sup>/s) sur MED2. Avec en a) pour la plage de débits de 0 à 10m<sup>3</sup>/s et en b) de 0 à 3m<sup>3</sup>/s (pour une meilleure lisibilité).

❖ Remarques et perspectives

La faible valeur de SPU observés sur les deux stations pour les ombres communs (qui sont pourtant présent dans ce secteur de la Thur mais absent du TCC) peut être expliquée par le fait qu'il appartient à la guilda « chenal » pour ESTIMHAB. Or les faciès de ce type (>60cm de profondeur en moyenne) sont relativement rares sur les tronçons étudiés et à *fortiori* sur la Thur en général. En effet, le secteur est relativement rectiligne et la Thur est très contrainte en termes de mobilité latérale (pratiquement inexistante à cause des aménagements de berges et de la pression foncière dans la vallée au plus proche des rives). Cette observation semble problématique pour la dynamique de population de l'espèce. En revanche, le secteur de la **Thur sauvage** présente des méandres, des mouilles et des resserrements pouvant induire des chenaux lotiques en amont de radier dans la zone forestière de l'APB. Ces zones n'ont pas été échantillonnées dans le cadre de l'étude mais il peut apparaître pertinent en termes de perspectives de **proposer un comparatif** à l'aide d'une station ESTIMHAB (et pêche électrique) supplémentaire dans la zone forestière (ce qui n'a pas été fait pour des raisons d'accessibilité et car la Thur se divise en plusieurs bras) ou un suivi morphologique précis de la zone (avec une cartographie des faciès). Dans tous les cas, la diversité d'habitats présent dans la Thur sauvage est pratiquement unique à l'échelle du bassin et ne sont probablement pas pleinement fonctionnel à bas débit. Il apparaît ainsi particulièrement pertinent d'échanger **autour de meilleures pratiques de gestion et de conservation, au regard du potentiel piscicole que peut avoir ce cours d'eau et de la présence d'espèces à enjeux.**

## Ce qu'il faut retenir : approche physique

- La Thur est en Bonne qualité physico-chimique pratiquement partout en termes de concentrations moyennes. Mais de fortes concentrations en phosphates, sont fréquemment mesurées induisant une classe de qualité moyenne (max. instantanée).
- La Thur présente une thermie globalement favorable aux salmonidés (80% des valeurs entre 4 et 19°C en amont). Mais la température devient rapidement plus défavorable en aval de Vieux-Thann et de Cernay avec parfois près de 25°C dans le TCC (seuil léthal de la truite).
- Les analyses des divers volets physiques montrent clairement des perturbations sur la Thur sauvage avec :
  - Un impact fort sur la température de l'eau avec une augmentation significative de +2°C en moyenne en été sur la Thur sauvage en aval de l'ouvrage (et jusqu'à 3°C de différences).
  - Les mesures de débits ont mis en avant un non-respect du débit réservé dans le TCC (770L/s) lors de 6 jaugeages réalisés de 2022 à 2023.
  - Les suivis des hauteurs d'eau réalisés à l'aide de la sonde mettent en avant des débits estimés inférieurs à 704L/s ( $\pm 53$  L/s) plus de 75% du temps entre 2022 et 2023.
  - Pas d'impact significatif sur la physico-chimie de l'eau.
- Le protocole ESTIMHAB permet de proposer des valeurs de débits minimum biologique entre 1m<sup>3</sup>/s (en amont) et 1,2m<sup>3</sup>/s (dans la Thur sauvage).
- Au regard des résultats, il advient d'échanger autour de meilleures pratiques de gestion et de l'émergence d'actions en faveur d'une préservation de la Thur sauvage.

## VII. Conclusions & Perspectives

### 7.1. Diagnostic de la Thur entre Cernay et Vieux-Thann

L'année 2023 marque la clôture de deux années de suivi pour le diagnostic écologique de la Thur à Cernay (2022-2023). L'étude **a permis une acquisition de connaissance prépondérante**. La clef d'entrée choisie à travers l'étude des populations de poisson, dont la truite fario (l'espèce repère dans la Thur en 1ere catégorie piscicole) et l'ombre commun, ont permis de mieux connaître leur situation sur le secteur de Vieux-Thann à Cernay et surtout de au sein de la Thur sauvage (APB). Mais aussi de pouvoir identifier et quantifier plusieurs pressions et impacts notamment liés à l'usage de production hydroélectrique via le canal de dérivation.

Les objectifs ont ainsi pu être atteints à travers :

- Un **diagnostic complet** (physique et biologique) de la Thur entre Vieux-Thann et Cernay et de la Thur sauvage, notamment à travers un recensement des populations de poissons ;
- La production de **connaissances sur l'état écologique de la Thur** entre Vieux-Thann et Cernay et de la Thur sauvage ;

Ces données et observations permettent de :

- ➔ Mieux connaître le fonctionnement de la zone d'étude mais surtout d'identifier et de quantifier des pressions et impacts (notamment de l'hydrologie et la gestion de l'ouvrage ROE1702) ;
- ➔ D'ajouter les données produites lors des suivis de la FDAAPPMA68 avec les inventaires du CEN Alsace dans le cadre de la révision du plan de gestion de la zone par le CEN Alsace en 2024 ;
- ➔ De permettre le déploiement de préconisations de gestion afin de fédérer les acteurs locaux autour de cette thématique.

Globalement, les résultats des actions réalisées permettent de mettre en évidence plusieurs tendances à retenir à travers les deux approches :

*Pour le volet biologique :*

- ◆ Plus de 55 espèces d'invertébrés (« taxons » majoritairement dénombrés au Genre) et 15 espèces de poissons ont été échantillonnées sur la Thur dont plusieurs espèces patrimoniales (truite fario et ombre commun entre autres) mais aussi des espèces exotiques.
- ◆ Les espèces majoritairement représentées dans la Thur sont (dans l'ordre) : vairon, loche franche, chevesne, truite fario, chabot et goujon.
- ◆ L'état biologique de la Thur entre Cernay et Vieux Thann est :
  - Moyen partout vis-à-vis de l'IPR (l'indice serait classé « bon » avec l'absence de quelques espèces en amont, probablement issues d'étangs)
  - Bon en amont et moyen en aval à partir du TCC pour l'IPR+
  - Très bon en amont et moyen à bon en aval pour l'I2M2
- ◆ Les analyses des communautés et les indices montrent ainsi clairement des perturbations observées sur les populations du TCC avec :
  - Un impact fort sur les communautés d'invertébrés, de l'effet bief du seuil de répartition (ROE1702) et de l'instabilité hydrologique de la Thur sauvage (avec la disparition de nombreuses espèces dans le TCC) ;
  - Un impact sur les communautés de poisson, notamment à causes des assecs (2020-2021), de l'instabilité hydrologique, des hauteurs d'eau et des débit plus faible dans le TCC (disparition d'espèce et densité deux fois inférieure).

Pour le volet physique :

- ♦ La Thur est en bonne qualité physico-chimique pratiquement partout en termes de concentrations moyennes. Mais de fortes concentrations en orthophosphate sont fréquemment mesurées dès l'amont (induisant un déclassement).
- ♦ La Thur présente une thermie globalement favorable aux salmonidés en amont de Vieux-Thann (avec 80% des valeurs entre 4 et 19°C en amont).
- ♦ La Thur sauvage au sein du TCC présente des températures beaucoup plus défavorables (notamment entre juin et septembre) avec parfois une température de près de 25°C (seuil léthal de la truite).
- ♦ Les analyses des divers volets physiques montrent clairement des perturbations observées sur la Thur sauvage avec :
  - Un impact fort sur la température de l'eau avec une augmentation significative de +2°C en moyenne en été sur la Thur sauvage en aval de l'ouvrage.
  - Des mesures de débits qui mettent en avant un non-respect du débit réservé dans le TCC (770L/s) lors de 6 jaugeages réalisés de 2022 à 2023.
  - Des suivis des hauteurs d'eau réalisés à l'aide d'une sonde connectée qui met en avant des débits estimés inférieurs à 704L/s ( $\pm 53$  L/s) plus de 75% du temps entre 2022 et 2023 (et plus spécifiquement en été, mais pas uniquement). Le dispositif met aussi en avant des périodes certes courtes mais avec des débits estimés inférieurs à 375L/s à plusieurs moments en 2022.
- ♦ Le protocole ESTIMHAB permet de proposer des valeurs de débits minimum biologique entre 1m<sup>3</sup>/s (en amont) et 1,2m<sup>3</sup>/s (dans la Thur sauvage) qui semblent plus cohérentes avec une amélioration des SPU (surfaces potentielles utiles) des poissons.

**Le diagnostic a en effet permis d'identifier précisément les principales pressions qui pèsent sur les communautés aquatiques de la Thur sauvage.** À savoir :

- La température de l'eau (trop élevée) ;
  - Les niveaux d'eau (trop bas) ;
  - Le débit réservé (trop faible) ;
  - Le non-respect fréquent du débit réservé actuel ;
  - L'instabilité hydrologique.
- ➔ La grande majorité de ces problématiques sont liés de près ou de loin à l'ouvrage de dérivation ROE1702 en lui-même ainsi qu'à la gestion qui en est faite (respectueuse de la législation ou non).

Ces indications nous renseignent donc sur **des pressions pesant sur les populations de poissons** dès l'amont mais surtout spécifiquement sur le TCC.

Néanmoins, au regard des résultats, la résilience et l'attractivité de la Thur sauvage reste certaine (pour rappel, une recolonisation a eu lieu après plusieurs assec). Il apparaît donc d'autant plus pertinent de surveiller ce site (suivis réguliers) et d'échanger autour de **meilleures pratiques de gestion et de conservation**, au regard du potentiel piscicole que peut avoir ce cours d'eau et de la présence d'espèces à enjeux comme l'ombre commun, la truite fario ou encore les tentatives de réintroduction du saumon atlantique.

## **7.2. Perspectives et préconisations**

Le diagnostic a aussi bien mis en avant des enjeux de sauvegarde, une résilience et un fort potentiel de la Thur que des pressions et des impacts importants. Il apparaît ainsi crucial de fédérer les acteurs (notamment les membres du COPIL de l'APB ainsi que les usagers du canal) autour d'une réflexion alliant enjeux d'usage et pratique de gestion plus vertueuse de l'environnement.

En effet, si les usages de l'eau dérivée dans le canal sont aussi nombreux que les enjeux écologiques, il convient de faire la part des choses dans un contexte de cohérence et dans un cadre de changement climatique global. Par exemple, sera-t-il encore cohérent de cibler des débits d'usage entre 1 et 2m<sup>3</sup>/s, dérivés de la Thur, dans un contexte où les étiages estivaux sont de plus en plus longs et sévères (entre 2020 et 2023, en moyenne, plus de 30% des débits journaliers était incompatibles avec les usages actuels du canal).

S'il est également vrai que la période étudiée est impactée par les travaux du lac de Kruth-Wildenstein, ce questionnement reste néanmoins d'actualité (travaux induisant, *de facto*, des débits pas toujours représentatifs de la norme sur la Thur, notamment en périodes de basses eaux).

Afin de répondre, au moins en partie, aux principaux impacts et pressions observées sur la faune aquatique de la Thur sauvage, les préconisations suivantes (avec diverses échelles d'ambitions) peuvent être émises :

- Poursuivre le **monitoring de la Thur** notamment de la température de l'eau et des hauteurs d'eau. Une réflexion à valider auprès des acteurs du COPIL peut également être amenée sur le recalage des sondes de mesures de hauteurs (proposition d'un autre intervalle plus fin).
- **Sensibiliser et fédérer les acteurs locaux et les usagers à la biodiversité** de la Thur, à son potentiel, sa résilience mais surtout à la fragilité de son patrimoine.
- Amener une **réflexion sur les usages de l'eau dérivée** auprès des acteurs (et notamment du groupement d'utilisateur du canal). Ceci dans le but d'échanger sur des pistes de réflexions de mesures de correction des impacts (notion d'éviter-réduire-compenser). Cela peut passer par trois étapes :
  - o Diagnostic de fonctionnement des dispositifs de gestion de l'ouvrage de dérivation (expliquer pourquoi le débit réservé n'est pas toujours respecté et le cas échéant comment améliorer la gestion en se rapprochant de l'exploitant – qui a changé de nombreuses fois ces dernières années) ;
  - o Faire respecter à *minima* le respect du débit réservé et aller vers une plus grande transparence des usages (production hydroélectrique et industries) ;
  - o Faire émerger des nouvelles mesures de gestion en concertation avec les acteurs, les usagers et l'exploitant de l'ouvrage (comme : étudier la faisabilité d'une augmentation du débit réservé ou une optimisation de la gestion de l'eau)
- Faire **émerger des actions plus ambitieuses** aux regards des enjeux comme :
  - o Des mesures de **protection** plus fortes (classement de protection, foncier, surveillance, plan de gestion, sensibilisation, etc.) ;
  - o Des mesures de **corrections** plus fortes (meilleure gestion de l'eau, respect des DBM, augmentation du débit réservé, etc.) ;
  - o Des actions de **restauration écologique** (réflexion sur des travaux à engager sur l'ouvrage de dérivation ROE1702 pour permettre de réduire ses impacts et améliorer sa franchisabilité. Par exemple, une réflexion est en cours en 2024, sur l'amélioration du potentiel écologique du canal de la Cartisane par le Gemapien (RHA). Il serait ainsi pertinent de joindre par exemple une telle action à une réflexion plus globale qui prendrait en compte l'ensemble des enjeux cités plus haut. Enfin une réflexion sur la réduction des largeurs des lits ou la création de lits d'étiages peut être amenée notamment au sein des traversés urbains alsaciennes.

Plusieurs autres exemples de ce type de mesures peuvent être cités en France où ailleurs comme :

- Un retour d'expérience national sur l'impact d'un relèvement de débit réservé sur les populations de truites à l'aval de 8 barrages a été mené de 1994 à 2002 (et poursuivi jusqu'en 2009). Ces travaux avaient pour objectif de mesurer une éventuelle réponse des populations de truite à une augmentation de l'habitat potentiel via le relèvement du

débit réservé (avec l'approche des microhabitats). S'il est jugé complexe de relier habitat-débit réservé et état d'une population, vu la multiplicité des facteurs. Des différences peuvent être observés. Les stations en TCC présentent des densités de jeunes stades plus élevées, alors que les stations témoins présentent des densités d'adultes plus fortes. Ces résultats sont aussi conformes avec nos observations sur la Thur. Cependant, peu de différences en termes de densités moyennes apparaissent. Néanmoins lorsque qu'elles sont jugées significatives (dans 3 à 6 cas sur 19) les densités moyennes sont toujours en faveur du témoin, quelque soit le stade (Gouraud et al. 2021). Il est également préconisé de réaliser les suivis sur des temps long car les facteurs externes peuvent être nombreux.

- Des impacts plus modérés à faible ont été mesurés dans le cadre de programme de tests à l'échelle du bassin Adour-Garonne avec des débits réservés plus élevés que le 1/10e du module (+17%) produit à l'aide de modèles spécifiques (ECOGEA 2016).
- Des retours d'expérience dans le cadre de programmes de restauration des régimes hydrologiques au USA sur 15 projets (Poff et al. 1995).
- Un rappel de plus prendre en compte l'option de restauration écologique globale plutôt qu'une augmentation des débits réservés. En effet, une hausse des débits minimaux induit un gain certain dans plusieurs cas mais qui à elle seul, n'est parfois pas une mesure suffisante (Baran 2008).
- Une évaluation scientifique des impacts de l'hydroélectricité dans un parc naturel régional des Pyrénées ariégeoises (Fournier et al. 2016).
- Des guides vers des réflexions en matière de gestion de la ressource en eau et de recherche de débit minimum biologique (Baran et al. 2015).
- De préconisations en matière de dispositifs réglementaires mais aussi de franchissabilité piscicole des ouvrages en Belgique, notamment en prenant en compte l'ombre commune qui a une capacité de franchissement moindre que la truite (Ovidio et Philippart 2007).
- D'autres retours d'expériences existent également dans le cadre de l'amélioration des débits réservés avec les renouvellements des titres des centrales hydroélectriques EDF notamment dès 1994.
- Les instances tel que les SAGE sont également pertinente afin d'échanger sur ces thèmes.

Il peut être ainsi être pertinent de cibler cette zone enjeux comme un site pilote en matière de mesures d'amélioration ambitieuse.

Dans tous les cas, il appartient à présent à l'ensemble des acteurs de prendre la pleine mesure des enjeux de protection de la faune et des milieux aquatiques futurs. Les choix du présent sont particulièrement déterminant pour la durabilité des ressources naturelles de demain.

## VIII. BIBLIOGRAPHIE

- ACREMAN M., HOLDEN J, 2013. How Wetlands Affect Floods. *Wetlands* 33, 773–786 (2013). <https://doi.org/10.1007/s13157-013-0473-2>
- ADIRA, 2021. Étude « Collectivité Européenne d'Alsace : chiffres clefs » – octobre 2021. 25p.
- ADIRA, 2022. Étude « Collectivité Européenne d'Alsace : chiffres clefs » – décembre 2022. 22p.
- AFNOR. NF T90-344, 2011. Qualité de l'eau - Méthode de détermination de l'Indice Poisson Rivière (IPR). Afnor, 2011.
- AFNOR. NF T90-383, 2012. Qualité de l'eau - Échantillonnage des poissons à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d'eau. Afnor, 2012.
- IRSTEA 2008. ESTIMHAB – Estimation de l'impact sur l'habitat aquatique de la gestion hydraulique des cours d'eau, (2008), 21p. Lien internet : <http://www.irstea.fr/estimhab>
- AUBERT S., LANGON M., ROSET N., 2013. Suivi des échouages et piégeages de 2009 à 2012 sur la basse rivière d'Ain en lien avec le fonctionnement hydroélectrique par éclusées en aval du barrage d'Allement. Rapport ONEMA, Délégation régionale Rhône-Alpes, 39p.
- BARAN, DELACOSTE, DAUBA, LASCAUX ET BELAUD, 1995. Effects of reduced flow on brown trout populations downstream dams in French Pyrenees. *Regulated Rivers : Research and Management*, 10, 347-361.
- BECKER C.D., NEITZEL D.A., 1985. Assessment of intergravel conditions influencing eff and alevin survival during salmonid redd dewatering. *Environmental Biology of Fishes*, Vol 12, n°1, 33-46.
- BEJARANO , M.D., SORDO-WARD, A., ALONSO, C. NILSSON,C, .2017. Characterizing effects of hydropower plants on sub-daily flow regimes. *Journal of Hydrology* 550, 186 – 200
- BENEJAM L., SAURA-MAS S., BARDINA M., SOLA C., MUNNE A., GARCIA-BERTHOU E., 2014. Ecological impacts of small hydropower plants on headwater stream fish: from individual to community effects. *Ecology of freshwater fish*, Volume 25, N°2, 295-306.
- BESSY P., LAUTERS F., ZANCANARO A., 2002. Suivi de l'efficacité de la passe à poissons de Saint-Egrève. Rapport EDF/CSP D4161/RAP/2001-0265A.
- BRADFORD MJ, TAYLOR GC, ALLAN A, HIGGINS PS. 1995. an experimental study of the stranding of juvenile Coho Salmon and Rainbow Trout during rapid flow decreases under winter condition. *North American Journal of Fisheries Management* 15: 473–479.
- BOSC S., LARINIER M. 2005. Définition d'une stratégie de réouverture de la Garonne et de l'Ariège à la dévalaison des salmonidés grands migrateurs : simulation des mortalités induites par les aménagements hydroélectriques lors de la migration de dévalaison. Rapport GHAAPE 122p.
- CAZENEUVE L., LASCAUX J.M. ET MENNESSIER J.M., 2009. Impact du fonctionnement par éclusées du barrage du Sablier sur la Dordogne et de l'usine hydroélectrique de HautePAGE sur la Maronne : suivi des échouages piégeages de poissons en 2008. Rapport ECOGEA pour MIGADO. 24p

- DEMARS, 1985. Repercussion of small hydroelectric power stations on populations of brown trout in rivers in the French Massif-Central. In Alabaster (Ed), Habitat modification and freshwater Fisheries. FAO EIFAC, Rome, 53-61.
- ECOGEA, 2018. Caractérisation des risques écomorphologiques associés au fonctionnement par éclusée des masses d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse – Synthèse. Rapport ECOGEA E170723 pour AERMC, 63p.
- DEGIORGI F., MORILLAS N., RAYMAND J. C., CHAMPIGNEULLE A., ROJAS BELTRAN R., 2000. Diagnose piscicole et mesure de l'efficacité des alevinages en truite sur le Doubs Franco-Helvetique. Rapport INRA/CSP DRn°5/TELEOS.
- HALLERAKER J.H., SALVEIT S.J., HARBY A., ARNEKLEIV J.V., FJELDSTAD H.P. ET KOHLER B., 2003. Factors influencing stranding of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *River Res Appl* 19:589–603.
- HAYES, D. S., LAUTSCH, E., UNFER, G., GREIMEL, F., ZEIRINGER, B., HÖLLER, N., & SCHMUTZ, S. 2021. Response of European grayling, *Thymallus thymallus*, to multiple stressors in hydropeaking rivers. *Journal of Environmental Management*, 292.
- HUNTER MA. 1992. Hydropower Flow Fluctuations and Salmonids: A Review of the Biological Effects, Mechanical Causes and Options for Mitigation. State of Washington, Department of Fisheries, Technical Report No. 119p.
- JUDES, C., GOURAUD, V., CAPRA, H., MAIRE, A., BARILLIER, A., LAMOUREUX, N., 2020. Consistent but secondary influence of hydropeaking on stream fish assemblages in space and time. *J. Ecohydraulics*.
- KORMAN J. ET CAMPANA S.E., 2009. Effects of hydropeaking on nearshore habitat use and growth of age-0 rainbow trout in a large regulated river. *Transactions of the American Fisheries Society*, 138 : 76- 87.
- LAGUARRIGUE T., 2000. Croissance de la truite commune (*Salmo trutta* L. ) dans les Pyrénées françaises : analyse régionale et locale des principaux facteurs de variabilité en rivière de montagne. Thèse doctorat INP Toulouse, 142p
- LAGARRIGUE T., LASCAUX J.M., 1999, 2000 ET 2001. Suivi de la reproduction des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier. Rapports ECOGEA pour MIGADO, 61p., 90p., 77p.
- LENDERS H. J. R., CHAMULEAU, T. P. M. HENDRIKS, A. J. LAUWERIER R. C. G. M., LEUVEN R. S. E. W., VERBERK E. P. 2016. Historical rise of waterpower initiated the collapse of salmon stocks. *Scientific Reports* volume 6, 29269, 1-8.
- LIEBIG H., 1998. Etude du recrutement de la truite commune (*Salmo trutta* L.) d'une rivière de moyenne montagne (Pyrénées Ariégeoises, 09). Effets de la gestion par éclusée d'une centrale hydroélectrique. Thèse de Doctorat INP Toulouse, 201p.
- MEYERS LS, THUEMLER TF, KORNELY GW 1992. Seasonal movements of brown trout in northeast Wisconsin. *North American Journal of Fisheries Management.*;12:433–441
- MONNOT A. ET GINDRE P 1999. Suivi de la passe à poissons Rivex sur la Loue. Rapport CSP/DR n°5, 13p.
- NEWCOMBE C. P., MAC DONALD D.D., 1991. Effects of Suspended Sediments on Aquatic Ecosystems. *North American Journal of Fisheries Management*. Volume 11, 1991 - Issue 1.

- SABATON C., SOUCHON Y., LASCAUX J. M., VANDEWALLE F., BARAN P., BARIL D., CAPRA H., GOURAUD V., LAUTERS F., LIM P., MERLE G., PATY G., 2004. The guaranteed flow working group : a french evaluation of microhabitat component of IFIM based on habitat and brown trout population monitoring. *Hydroécol. Appl.* 14(1)245-270.
- SALTVEIT, S. J.; BRABRAND, Å., 2013. Incubation, hatching and survival of eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in spawning redds influenced by groundwater. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*, 43(5), 325–331.
- SCRUTON D.A., PENNELL C., OLLERHEAD L.M.N., ALFREDSEN K., STICKLER M., HARBY A., ROBERTSON M., CLARKE K.D. ET LEDREW L.J., 2008. A synopsis of hydropeaking studies on the response of juvenile Atlantic salmon to experimental flow alteration. *Hydrobiologia*, 609, 263-275.
- SHIRVELL C. S. 1979— The effects of abstraction on a trout stream. Thesis. University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- THOMAS O., GERMAINE M.A. 2018 De l'enjeu de conservation au projet de territoire : Le saumon atlantique au coeur des débats. Volume 18 numéro 2 : 1-31.
- VALENTIN S. 1995 — Variabilité artificielle des conditions d'habitat et conséquences sur les peuplements aquatiques : Effets écologiques des éclusées hydroélectriques en rivière. Etudes de cas (Ance du nord et Fontaulière) et approches expérimentales. Thèse de Doctorat Université Claude Bernard Lyon. 1
- LAMOUREUX N., AUGÉARD B., BARAN P., CAPRA H., LE COARER Y., GIRARD V., GOURAUD V., NAVARRO L., PROST O., SAGNES P., SAUQUET E., TISSOT L. (in press) Débits écologiques : la place des modèles d'habitat dans une démarche intégrée. *Hydroécologie Appliquée*. <https://doi.org/10.1051/hydro/2016004>
- LAMOUREUX N., SOUCHON Y. 2002 Simple predictions of instream habitat model outputs for fish habitat guilds in large streams. *Freshwater Biology*, 47, 1531-1542.
- LAMOUREUX N., CAPRA H. 2002 Simple predictions of instream habitat model outputs for target fish populations. *Freshwater Biology*, 47, 1543-1556.
- GROSSMAN GD, CARLINE RF, WAGNER T, 2017. Population dynamics of brown trout (*Salmo trutta*) in Spruce Creek Pennsylvania: A quarter century perspective. *Freshwater biology*. 1-12
- LOBON CERVIA J 2007. Density dependent growth in stream living Brown Trout *Salmo trutta* L. *Functional Ecology*, 21:117-124
- RICHARD A, CATTANEO F, RUBIN JF 2015. Biotic and abiotic regulation of a low-density stream-dwelling brown trout (*Salmo trutta* L.) population: effects on juvenile survival and growth. *Ecology of Freshwater Fish*. 24:1-14.
- BEAUDOU D BARIL D ROCHE B BARON M CATTANEO-BERREBI G BERREBI P 1995. Recolonisation d'un cours d'eau corse dévasté : contribution respective des truites sauvages et domestiques *Bull FR pêche pisci* (1995) 337/338/339 :259-266 8p
- GOURAUD V, FAHRNER G, BARAN P, CAPRA H. 2010. Débit réservé et fonctionnement des populations piscicoles : de l'habitat local à une typologie des impacts des ouvrages hydroélectriques. In: 32èmes Journées de l'Hydraulique de la Société Hydrotechnique de France Environnement et Hydroélectricité Lyon - 6 et 7 octobre 2010. 2010;

- POFF N. L., ALLAN J. D., BAIN M. B., KARR J. R., PRESTEGAARD K. L., RICHTER B. D., SPARKS R. E., STROMBERGET J. C. 1997 — The natural flow regime : a paradigm for river conservation and restoration. *Biosciences*. 47, 11 769-784
- BARAN P. 2008. Le débit élément clé de la vie des cours d'eau : bilan des altérations et des possibilités de restauration. *La Houille Blanche - Revue internationale de l'eau*, EDP Sciences, 2008, pp. 26-33. 10.1051/lhb:2008068. hal-00969138
- CEN ALSACE 2012. Plan de gestion de la Thur et son lit majeure, Allmend, Herigrain, Ochsenfeld Cernay, Vieux-Thann (68) 2012-2018

# Annexes



## Annexe 1 : codes pathologiques des poissons sauvages

**Grille de codification des anomalies anatomo-morphologiques externes  
et des ectoparasites des poissons visibles à l'œil nu**

Altérations anatomo-morphologiques	AA	Localisations anatomiques	Code
Absence d'organes	AO	Tout le corps	C
Perte d'écailles	PE	Tête	T
Bulles de gaz	BG	Mâchoire	M
Déformations, difformités et malformations	AD	Bouche	G
Erosions	ER	Barbillon	J
Nécroses	NE	Narine	N
Hypersécrétion de mucus	HM	Œil	Y
Hypertrophie et hyperplasie	HY	Opercule (fente branchiale chez l'anguille)	O
Lésions hémorragiques et congestives	HE	Branchie (sauf pour l'anguille)	B
Maigreur	AM	Dos (= face pigmentée ou zénithale)	D
Plaies et lésions anciennes (cicatrices)	PL	Colonne vertébrale	V
Tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs	TG	Flanc	F
Ulcères (hémorragiques) et ulcérations	UH	Ligne latérale	L
Etat pathologique multiforme	ZO	Ecaille	E
<b>Altérations de la couleur</b>	<b>AC</b>	Abdomen (= face aveugle ou nadirale)	A
Opacité	OP	Orifice urogénital (anus)	U
Coloration sombre (mélanose)	CS	Nageoire dorsale	H
Coloration terne ou pâle, dépigmentation	CT	Nageoire pectorale	P
<b>Parasitisme</b>	<b>PA</b>	Nageoire pelvienne	R
Points blancs	PB	Nageoire anale	S
Points noirs	PN	Nageoire caudale	Q
Crustacés	PC	Nageoire adipeuse (salmonidés seulement)	J
Hirudinés (sangues)	PH	Pédoncule caudal	K
Champignons ou Phycomycètes	PM		

**Grille de quantification des anomalies et du parasitisme externes**

Nombre de lésions (N) et/ou abondance parasitaire (Ab)	Code	Taux (%) de recouvrement corporel (S <sup>2</sup> )	Code
N = 0 et/ou absence (Ab)	0	S <sup>2</sup> = 0%	0
N < 3 et/ou abondance (Ab) faible	1	S <sup>2</sup> < 5%	1
N = 4-6 et/ou abondance (Ab) moyenne	2	S <sup>2</sup> = 5-10%	2
N = 7-10 et/ou abondance (Ab) forte	3	S <sup>2</sup> = 10-20%	3
N = > 10 et/ou abondance (Ab) très forte	4	S <sup>2</sup> = >20%	4

NB : Codification d'un « Individu sain » (i.e. ne présentant aucune lésion ni aucun parasite externe) : 0

## Annexe 2 : Fiches stations I2M2 – MED2



Nature du substrat	code sandre	% rec. de l'observat. in situ	Constant D. in situ	Classes de vitesses					Nbre ind. faun.	N° ord.	Phase	Substrat	Classe de vitesse	Hauteur d'eau	Cointage nature et intensité	Matériel
				>75cm/s N8 Rapide	26 à 75cm/s N5 Moyenne	8 à 25cm/s N3 Lente	0 à 5cm/s N1 Nulle									
Bryophytes	S1								1	A	S9	N3	6	0	S	
Spermatophytes immergés (hydrophytes)	S2								2	A	S9	N1	17	0	S	
Débris organiques grossiers (litiés)	S3								3	A	S29	N3	19	1	S	
Cheveux racinaires	S28								4	A	S29	N5	15	1	S	
Sédiments minéraux de grande taille (pierres-galets) (25 à 250mm)	S24	46	D	+++	B3	+++	B1	++	4	B	S24	N5	43	1	S	
Blocs (>250mm) facilement déplaçables	S30	50	D	+++	B4	+++	B2	++	4	B	S30	N5	16	1	S	
Granulats grossiers (gravier) (2,5 à 25mm)	S9	3	M					++	2	B	S24	N6	20	0	S	
Spermatophytes émergents (hélophytes)	S10								8	B	S30	N6	11	0	S	
Vases : sédiments fins (<0,1mm) avec débris organiques fins	S11								9	C	S30	N3	25	1	S	
Sables et limons (<2mm)	S25								10	C	S24	N3	7	1	S	
Algues	S18								11	C	S30	N1	11	1	S	
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles	S20	1	M					+	2	C	S24	N1	6	1	S	
<b>Totaux :</b>		<b>100</b>													<b>12</b>	

Commentaires sur les prélèvements élémentaires : (substrat associé,...) : Chevesnes observés sur site

Noter les substrats instables par une \*

- D: 0%
- 1: 1-20%
- 2: 21-40%
- 3: 41-60%
- 4: 61-80%
- 5: 81-100%

Fixation : Alcool  
 Formel  
 Nombre de bocaux constituant l'échantillon : 12



## Annexe 3 : Fiches stations I2M2 – AMBief

<b>Opération</b> Projet : EIH Thur		Nom du cours d'eau / station : Thur/MED2	
Opérateurs terrain : YN HB SL		Date et heure (début/fin) : 02/08/2022 de 8h00 à 9h30	
<b>Localisation</b>		Coordonnées GPS : Amont X :	
Commune et département : <del>Vieux-Thann</del> / 68		Amont Y :	
Accès et accessibilité : Chemin après le 2 route de Cernay		Aval X :	
		Aval Y :	
<b>Echantillonnage</b>			
<u>Lit majeur</u> : Prairial / Forestier / Agricole / Urbain		<u>Météo</u> : ensoleillé	
<u>Couleur de l'eau</u> : Limpide			
<u>Ripisylve</u>	herbacée	arborescente	absente
	éparses	denses	Berges
	naturelles	artificielles	recalibrées
	plates	inclinaison	verticales
RD	☒	☒	☒
RG	☒	☒	☒
<u>Ensoleillement</u> : nul / faible / moyen / fort		<u>Visibilité du fond</u> : nulle / faible / moyenne / bonne	
<u>Hydrologie</u> : 1-pas d'eau 2-trous d'eau/flaques 3- basses eaux, étiage 4-moyennes eaux 5- hautes eaux 6-crue			
<b>Description du point de prélèvement</b>			
Superficie mouillée en m <sup>2</sup> (Sm) Lm X Lt réelle =		944m <sup>2</sup>	
Sm x 1% =		9.44m <sup>2</sup>	
Sm x 5% =		47.20m <sup>2</sup>	
Largeur de plein bord	<u>Lpb</u>	26m	
Largeur mouillée moyenne	<u>Lm</u>	26m	
Longueur totale	<u>Lt</u>	Théorique 153m	Réelle 120m
si <u>Lpb</u> < 8m		si 8 <= <u>Lpb</u> < 25	si 25m <= <u>Lpb</u>
3 séquences		2 séquences	
<u>Lt</u> = 18* <u>Lpb</u>		<u>Lt</u> = 12* <u>Lpb</u>	<u>Lt</u> = 6* <u>Lpb</u>
<b>Facès d'écoulement :</b>			
profondeur > 60cm		profondeur ≤ 60cm	
chenal lotique	chenal lentique	mouille	fosse de dissipation
			plat courant
			plat lent
			radier
			rapides
			cascades
	50	40	10
<b>Mesures physico-chimiques :</b>		<b>Commentaires :</b> (difficultés rencontrées, signes de pollution, aménagements, taxons relâchés, photos...) Profondeur trop importante pour échantillonner, l'ensemble des prélèvements a été pris en rive gauche.	
Température : 19 °C			
Oxygène dissous : 8.04 mgO2/L			
Saturation O2 dissous : 89.6 %			
Conductivité : 190.5 µS/cm			
pH : 6.7 unité pH			
<b>Schéma de la station (facultatif):</b>			
<p>Seuil</p> <p>118 m</p> <p>Seuil</p>			

Recouvrement (surface relative sur la station)	Classes de vitesses					Nbre qual. stations	N° pré- étude	Phase	Substrat	Classe de vitesse	Hauteur d'eau	Cointage naturel intensité	Matériau
	>75cm/s N0 Rapide	25 à 75cm/s N5 Moyenne	6 à 25cm/s N3 Lente	0 à 5cm/s N1 Nulle									
Nature du substrat	code substrat	% réel de recouvrement	Orientation du courant	recouvrement N° et φ	recouvrement N° et φ	recouvrement N° et φ	recouvrement N° et φ						
Bryophytes	S1												
Spermatophytes immergés (hydrophytes)	S2												
Débris organiques grossiers (litière)	S3												
Cherveux racinaires Substrats ligneux	S28	1	M										
Sédiments minéraux de grande taille (pierres-galets) (25 à 250mm)	S24	60	Trappe prof. nd										
Blocs (>250mm) facilement déplaçables	S30	10	D										
Granulats grossiers (graviers) (2,5 à 25mm)	S9	1	M										
Spermatophytes émergents (helophytes)	S10												
Vases : Sédiments fins (<0,1mm) avec débris organiques fins	S11												
Sables et limons (<2mm)	S25	P											
Algues	S18												
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles	S29	78	D										
<b>TOTAL :</b>		<b>100</b>											
Total :													
													<b>12</b>
Commentaires sur les prélèvements élémentaires : (substrat associé, ...): Chevesnes observés sur site S24 dominant sur la station mais trop profond pour être échantillonné en rapport avec son pourcentage de recouvrement.													
Noter les substrats instables par une *													
0-0% 1-1,20% 2-21-40% 3-41-80% 4-81-80% 5-81-100%													
S: Sédiments H: Hauteur													

Fixation : Alcool  
Femelle

Nombre de bocaux consultant l'échantillon : 12



Annexe 4 : Fiches stations I2M2 – AME2









<b>Opération</b> <u>Projet</u> : EIH Thur		<b>Nom du cours d'eau / station</b> : Thur/CC1		 <b>PÊCHÉ</b>									
<b>Opérateurs terrain</b> : YN HB SL		<b>Date et heure (début/fin)</b> : 29/07/2022		de 10h30 à 12h30									
<b>Localisation</b> Commune et département : <u>Vieux-Thann</u> / 68 Accès et accessibilité :			Coordonnées GPS : Amont X : Amont Y : Aval X : Aval Y :										
<b>Echantillonnage</b> <u>Lit majeur</u> : Prairial / Forestier / Agricole / Urbain			<u>Météo</u> : Partiellement nuageux		<u>Couleur de l'eau</u> : Limpide								
<u>Ripisylve</u>	<u>herbacée</u>	<u>arbustive</u>	<u>arborée</u>	<u>absente</u>	<u>éparse</u>	<u>dense</u>	<u>Berges</u>	<u>naturelles</u>	<u>artificielles</u>	<u>recalibrées</u>	<u>plates</u>	<u>inclinées</u>	<u>verticales</u>
RD	☒	☒	☒		X				☒			☒	
RG	☒	☒	☒		☒				☒			☒	
<u>Ensoleillement</u> : nul / faible / moyen / fort			<u>Visibilité du fond</u> : nulle / faible / moyenne / bonne										
<u>Hydrologie</u> : 1-bas d'eau 2-trous d'eau/taques 3-basses eaux: étiage 4-moyennes eaux 5-hautes eaux 6-crue													
<b>Description du point de prélèvement</b>													
Largeur de plein bord		<u>Lpb</u>	6m	Superficie mouillée en m <sup>2</sup> ( <u>Sm</u> <u>Lm</u> X <u>Lt</u> réelle=		960m <sup>2</sup>							
Largeur mouillée moyenne		<u>Lm</u>	6m	<u>Sm</u> x 1% =		9.6m <sup>2</sup>							
Longueur totale		<u>Lt</u>	Théorique 108m Réelle 108m	<u>Sm</u> x 5% =		48m <sup>2</sup>							
				si <u>Lpb</u> < 8m		si 8 <= <u>Lpb</u> < 25							
				3 séquences		2 séquences							
				<u>Lt</u> = 18* <u>LpB</u>		<u>Lt</u> = 12* <u>LpB</u>							
						<u>Lt</u> = 6* <u>LpB</u>							
<b>Facès d'écoulement</b> :													
profondeur > 60cm			profondeur ≤ 60cm										
<u>chenal lotique</u>	<u>chenal leotique</u>	<u>mouille</u>	<u>fosse de dissipation</u>	<u>plat courant</u>	<u>plat lent</u>	<u>radier</u>	<u>rapides</u>	<u>cascades</u>					
				20	80								
<b>Mesures physico-chimiques</b> :			<b>Commentaires</b> : (difficultés rencontrées, signes de pollution, aménagements, taxons relâchés, photos...)										
Température : 19.7		°C											
Oxygène dissous : 8.2		mgO2/L											
Saturation O2 dissous : 96.2		%											
Conductivité : 501		µS/cm											
<u>pH</u> : 6.8		unité pH											
<b>Schéma de la station (facultatif)</b> :													



## Annexe 7 : Listes faunistiques des analyses d'invertébrés (I2M2) pour les 5 stations

N°enregistrement : 01	Cours d'eau : AME2	THUR							
Liste faunistique :	Date d'échantillonnage :	29/07/2022							
	sandre			A	B	A+B	C	total	relative
<b>PLECOPTERES</b>									
Leuctridae	33830	7	<i>Leuctra geniculata</i>		23		16		
Leuctridae	69	7	<i>Leuctra</i>	72	29		16		
Leuctridae	66	7				124		156	5,52%
Nemouridae	26	6	<i>Nemoura</i>	5					
Nemouridae	20	6				5		5	0,18%
<b>TRICHOPTERES</b>									
Goeridae	286	7		8	1	9	13	22	0,78%
Hydropsychidae	212	3	<i>Hydropsyche</i>	54	4		43		
Hydropsychidae	211	3				58		101	3,58%
Hydroptilidae	200	5	<i>Hydroptila</i>	10			3		
Hydroptilidae	193	5				10		13	0,46%
Lepidostomatidae	305	6	<i>Lepidostoma</i>	3	2				
Lepidostomatidae	304	6				5		5	0,18%
Leptoceridae	311	4	<i>Athripsodes</i>	1	3		1		
Leptoceridae	312	4	<i>Mystacides</i>	16	3		3		
Leptoceridae	317	4	<i>Oecetis</i>	7					
Leptoceridae	310	4				30		34	1,20%
Limnephilidae	3163	3	<i>SF Limnephilinae</i>	3	7				
Limnephilidae	276	3				10		10	0,35%
Philopotamidae	209	8	<i>Philopotamus</i>	1					
Philopotamidae	206	8				1		1	0,04%
Polycentropodidae	224	4	<i>Cyrnus</i>	1					
Polycentropodidae	231	4	<i>Polycentropus</i>	24	21		7		
Polycentropodidae	223	4				46		53	1,88%
Psychomyiidae	241	4	<i>Lype</i>		1				
Psychomyiidae	239	4	<i>Psychomyia</i>		25		6		
Psychomyiidae	238	4				26	1	33	1,17%
Rhyacophilidae	183	4	<i>Rhyacophila lato sensu</i>				7	7	0,25%
Sericostomatidae	322	6	<i>Sericostoma</i>	3	4		6		
Sericostomatidae	321	6				7		13	0,46%
<b>EPHEMEROPTERES</b>									
Baetidae	364	2	<i>Baetis</i>	10	9		24		
Baetidae	390	2	<i>Procladius</i>				5		
Baetidae	363	2				19		48	1,70%
Caenidae	457	2	<i>Caenis</i>	1	5		2		
Caenidae	456	2				6		8	0,28%
Ephemerellidae	450	3	<i>Ephemerella</i>	12					
Ephemerellidae	2391	3	<i>Torleya</i>		2				
Ephemerellidae	449	3				14		14	0,50%
Heptageniidae	421	5	<i>Ecdyanurus</i>		1				
Heptageniidae	399	5				1		1	0,04%
Leptophlebiidae	473	7		16		16		16	0,57%
<b>COLEOPTERES</b>									
Elmidae	618	2	<i>Elmis</i>	293	42		157		
Elmidae	619	2	<i>Esolus</i>	126	79		36		
Elmidae	623	2	<i>Limnius</i>	70	22		71		
Elmidae	622	2	<i>Oulimnius</i>	70			15		
Elmidae	617	2	<i>Stenelmis</i>				2		
Elmidae	614	2				702		983	34,80%
<b>DIPTERES</b>									
Anthomyiidae	847						1	1	0,04%
Athericidae	838			13	4	17	3	20	0,71%
Ceratopogonidae	819			5		5		5	0,18%
Chironomidae	807	1		538	388	926	115	1041	36,85%
Limoniidae	757			2	6	8	3	11	0,39%
Simuliidae	801						18	18	0,64%
<b>ODONATES</b>									
Gomphidae	678			1		1		1	0,04%
<b>ZYGOPTERES</b>									
Calopterygidae	650		<i>Calopteryx</i>		1	1		1	0,04%
<b>CRUSTACES</b>									
<b>AMPHIPODES</b>									
Gammaridae	892	2	<i>Gammarus</i>	35	2		1		
Gammaridae	887	2				37		38	1,35%
<b>ISOPODES</b>									
Asellidae	880	1		1		1		1	0,04%
<b>AUTRES CRUSTACES</b>									
Ostracodes (présence)	3170						p	p	p
<b>MOLLUSQUES</b>									
<b>BIVALVES</b>									
Sphaeriidae	3468								
Sphaeriidae	1043		<i>Pisidium</i>	2	1				
Sphaeriidae	1044		<i>Sphaerium</i>	4					
Sphaeriidae	1042					7		7	0,25%
<b>GASTEROPODES</b>									
Ancylidae	1028		<i>Ancylus</i>		2	2	1	3	0,11%
Hydrobiidae	978		<i>Potamopyrgus</i>	1			1		
Hydrobiidae	973					1		2	0,07%
Physidae	19280		<i>Physella</i>	2	1				
Physidae	995					3		3	0,11%
Planorbidae	1009				3	3		3	0,11%
<b>VERS ET AUTRES TAXONS</b>									
<b>OLIGOCHETES</b>									
NEMATHELMINTHES	3111	1		100	42	142	5	147	5,20%
<b>HYDRACARIENS</b>									
	906		<i>Hydracarina</i>	p	p	p	p	p	p
Effectifs :				1510	733	2243	582	2825	1,00
Richesse faunistique IBGN :				35	30	33	32	37	
Classe de variété :						10			
Groupe Indicateur :						7			
Taxon Indicateur :						<i>Leuctridae</i>			
Equivalent I.B.G.N. / 20 :						16			
Richesse faunistique hors IBGN :								1	
Richesse faunistique totale :						33		38	
Observations :									

N°enregistrement : 01	Cours d'eau : MED2	THUR							
Liste faunistique :	Date d'échantillonnage :	29/07/2022		A	B	A+B	C	total	relative
<b>PLECOPTERES</b>									
Leuctridae	33830	7	<i>Leuctra geniculata</i>	24	32		10		
Leuctridae	69	7	<i>Leuctra</i>	23	18		1		
Leuctridae	66	7				97		108	11,68%
<b>TRICHOPTERES</b>									
Hydropsychidae	212	3	<i>Hydropsyche</i>	2	34		1		
Hydropsychidae	211	3				36		37	4,00%
Hydroptilidae	200	5	<i>Hydroptila</i>		4			4	0,43%
Hydroptilidae	193	5				4		4	0,43%
Leptoceridae	312	4	<i>Mystacides</i>	8	1		1		
Leptoceridae	310	4				9		10	1,08%
Polycentropodidae	231	4	<i>Polycentropus</i>	1	6		1		
Polycentropodidae	223	4				7		8	0,86%
Psychomyiidae	239	4	<i>Psychomyia</i>	17	3				
Psychomyiidae	238	4				20		20	2,16%
Rhyacophilidae	183	4	<i>Rhyacophila lata sensu</i>		7	7	1	8	0,86%
Sericostomatidae	322	6	<i>Sericostoma</i>		3		1		
Sericostomatidae	321	6				3		4	0,43%
<b>EPHEMEROPTERES</b>									
Baetidae	364	2	<i>Baetis</i>	4	31				
Baetidae	390	2	<i>Procladius</i>	1					
Baetidae	363	2		2		38		38	4,11%
Heptageniidae	421	5	<i>Ecdyonurus</i>		1				
Heptageniidae	399	5				1		1	0,11%
<b>COLEOPTERES</b>									
Elmidae	618	2	<i>Elmis</i>	16	17				
Elmidae	619	2	<i>Esolus</i>	54	36		3		
Elmidae	623	2	<i>Limnius</i>	5	7				
Elmidae	622	2	<i>Oulimnius</i>	19	11		17		
Elmidae	614	2				165		185	20,00%
Hydrophilidae	2517		<i>SF Hydrophilinae</i>	3					
Hydrophilidae	571					3		3	0,32%
<b>DIPTERES</b>									
Athericidae	838			4	23	27		27	2,92%
Ceratopogonidae	819						1	1	0,11%
Chironomidae	807	1		150	94	244	31	275	29,73%
Simuliidae	801				97	97	1	98	10,59%
Tabanidae	837			1	1	2		2	0,22%
Tipulidae	753			5		5		5	0,54%
<b>ODONATES</b>									
Gomphidae	682		<i>Onychogomphus</i>	36	1		1		
Gomphidae	678					37		38	4,11%
<b>VERS ET AUTRES TAXONS</b>									
<b>OLIGOCHETES</b>	933	1		38	13	51	2	53	5,73%
<b>HYDRACARIENS</b>	906		<i>Hydracarina</i>	p	p	p	p	p	p
Effectifs :				413	440	853	72	925	1,00
Richesse faunistique IBGN :				21	22	20	15	21	
Classe de variété :						6			
Groupe Indicateur :						7			
Taxon Indicateur :						<i>Leuctridae</i>			
Equivalent I.B.G.N. / 20 :						12			
Richesse faunistique hors IBGN :									
Richesse faunistique totale :						20		21	
Observations :									

N°enregistrement : 01	Cours d'eau : AMBIEF	THUR							
Liste faunistique :	Date d'échantillonnage :	29/07/2022							
	sandre					A+B		total	relative
<b>TRICHOPTERES</b>									
Leptoceridae	312	4	<i>Mystacides</i>	6	1		3		
Leptoceridae	310	4				7		10	9,62%
Limnephilidae	3163	3	<i>SF Limnephilinae</i>		3				
Limnephilidae	276	3				3		3	2,88%
Polycentropodidae	224	4	<i>Cyrnus</i>	2	2				
Polycentropodidae	231	4	<i>Polycentropus</i>		1				
Polycentropodidae	223	4				5		5	4,81%
Psychomyiidae	241	4	<i>Lype</i>	3					
Psychomyiidae	238	4				3		3	2,88%
<b>EPHEMEROPTERES</b>									
Baetidae	390	2	<i>Prodoxon</i>	1	1		2		
Baetidae	363	2				2		4	3,85%
Caenidae	457	2	<i>Caenis</i>	6	4				
Caenidae	456	2				10		10	9,62%
<b>COLEOPTERES</b>									
Elmidae	618	2	<i>Elmis</i>		1				
Elmidae	619	2	<i>Esolus</i>				2		
Elmidae	622	2	<i>Oulimnius</i>	2	3		1		
Elmidae	614	2				6		9	8,65%
<b>DIPTERES</b>									
Athericidae	838			3		3		3	2,88%
Chironomidae	807	1		31	13	44	2	46	44,23%
<b>ODONATES</b>									
<b>ZYGOPTERES</b>									
Zygoptera	9785								
Calopterygidae	650		<i>Calopteryx</i>	2		2		2	1,92%
<b>MOLLUSQUES</b>									
<b>BIVALVES</b>									
Sphaeriidae	3468								
Sphaeriidae	1043		<i>Pisidium</i>	2					
Sphaeriidae	1042					2		2	1,92%
<b>GASTEROPODES</b>									
Ancylidae	1028		<i>Ancylus</i>		1	1		1	0,96%
<b>VERS ET AUTRES TAXONS</b>									
<b>OLIGOCHETES</b>									
Oligochaeta	933	1		6		6		6	5,77%
<b>HYDRACARIENS</b>									
Hydracarina	906		<i>Hydracarina</i>						
Effectifs :				64	30	94	10	104	1,00
Richesse faunistique IBGN :				12	10	14	5	14	
Classe de variété :						5			
Groupe Indicateur :						4			
Taxon Indicateur :						<i>Leptoceridae</i>			
Equivalent I.B.G.N. / 20 :						8			
Richesse faunistique hors IBGN :									
Richesse faunistique totale :						14		14	
Observations :									

N°enregistrement : 01	Cours d'eau : AV	THUR							
Liste faunistique :	Date d'échantillonnage :	29/07/2022							
	sandre			A	B	A+B	C	total	relative
<b>PLECOPTERES</b>									
Leuctridae	33830	7	<i>Leuctra geniculata</i>	11	45		31		
Leuctridae	69	7	<i>Leuctra</i>	6	60		20		
Leuctridae	66	7				122		173	10,38%
Nemouridae	26	6	<i>Nemoura</i>		4		4		
Nemouridae	20	6				4		8	0,48%
<b>TRICHOPTERES</b>									
Goeridae	286	7		1		1		1	0,06%
Hydropsychidae	212	3	<i>Hydropsyche</i>				1	1	0,06%
Hydropsychidae	211	3							
Hydroptilidae	200	5	<i>Hydroptila</i>		4		2		
Hydroptilidae	193	5		1		5	1	8	0,48%
Leptoceridae	311	4	<i>Athripsodes</i>	16	5		2		
Leptoceridae	312	4	<i>Mystacides</i>	12	4		3		
Leptoceridae	310	4				37	1	43	2,58%
Limnephilidae	3163	3	<i>SF Limnephilinae</i>		1		1		
Limnephilidae	276	3				1		2	0,12%
Polycentropodidae	231	4	<i>Polycentropus</i>	3	3		12		
Polycentropodidae	223	4				6		18	1,08%
Psychomyiidae	239	4	<i>Psychomyia</i>		20		6		
Psychomyiidae	245	4	<i>Tinodes</i>	3					
Psychomyiidae	238	4				23		29	1,74%
Sericostomatidae	322	6	<i>Sericostoma</i>		1			1	0,06%
Sericostomatidae	321	6				1			
<b>EPHEMEROPTERES</b>									
Baetidae	364	2	<i>Baetis</i>		1				
Baetidae	390	2	<i>Prodoxon</i>	11	1				
Baetidae	363	2		4		17		17	1,02%
Caenidae	457	2	<i>Caenis</i>	43	24		12		
Caenidae	456	2				67		79	4,74%
<b>COLEOPTERES</b>									
Elmidae	618	2	<i>Elmis</i>	5	21		12		
Elmidae	619	2	<i>Esolus</i>	34	78		17		
Elmidae	623	2	<i>Limnius</i>	10	21		3		
Elmidae	622	2	<i>Oulimnius</i>	49	51		20		
Elmidae	625	2	<i>Riolus</i>				1		
Elmidae	614	2				269		322	19,33%
Hydrophilidae	2517		<i>SF Hydrophilinae</i>	2					
Hydrophilidae	571					2		2	0,12%
Hygrobiidae	523		<i>Hygrobia</i>	1		1		1	0,06%
<b>DIPTERES</b>									
Athericidae	838			1		1		1	0,06%
Ceratopogonidae	819			5	5	10		10	0,60%
Chironomidae	807	1		206	204	410	210	620	37,21%
Limoniidae	757				4	4	2	6	0,36%
Tipulidae	753			3	1	4		4	0,24%
<b>ODONATES</b>									
Gomphidae	682		<i>Onychogomphus</i>		1				
Gomphidae	678				1	2		2	0,12%
<b>ZYGOPTERES</b>									
Calopterygidae	9785								
Calopterygidae	650		<i>Calopteryx</i>	1		1		1	0,06%
<b>CRUSTACES</b>									
<b>AMPHIPODES</b>									
Gammaridae	892	2	<i>Gammarus</i>	254	1		14		
Gammaridae	887	2				255		269	16,15%
<b>ISOPODES</b>									
Asellidae	880	1		25		25	4	29	1,74%
<b>AUTRES CRUSTACES</b>									
Ostracodes (présence)	3170				p	p	p	p	p
<b>MOLLUSQUES</b>									
<b>BIVALVES</b>									
Sphaeriidae	3468		<i>Pisidium</i>				1		
Sphaeriidae	1043							1	0,06%
Sphaeriidae	1042								
<b>GASTEROPODES</b>									
Ancylidae	1028		<i>Ancylus</i>		4	4		4	0,24%
Hydrobiidae	978		<i>Potamopyrgus</i>	2	2		3		
Hydrobiidae	973					4		7	0,42%
<b>VERS ET AUTRES TAXONS</b>									
<b>OLIGOCHETES</b>									
	933	1		5	1	6	1	7	0,42%
<b>NEMATHELMINTHES</b>									
	3111					p	p	p	p
<b>HYDRACARIENS</b>									
	906		<i>Hydracarina</i>		p	p	p	p	p
Effectifs :				714	568	1282	384	1666	1,00
Richesse faunistique IBGN :				26	29	27	28	30	
Classe de variété :						8			
Groupe Indicateur :						7			
Taxon Indicateur :						<i>Leuctridae</i>			
Equivalent I.B.G.N. / 20 :						14			
Richesse faunistique hors IBGN :						1		1	
Richesse faunistique totale :						28		31	

N°enregistrement : 01	Cours d'eau : CC1	CANAL CARTISANE							
Liste faunistique :	Date d'échantillonnage :	29/07/2022							
	sandre					A+B		total	relative
<b>PLECOPTERES</b>									
Leuctridae	33830	7	<i>Leuctra geniculata</i>	2	18		13		
Leuctridae	69	7	<i>Leuctra</i>	3	92		28		
Leuctridae	66	7				115		156	9,73%
<b>TRICHOPTERES</b>									
Hydroptilidae	200	5	<i>Hydroptila</i>	4	1		5		
Hydroptilidae	193	5				5		10	0,62%
Leptoceridae	311	4	<i>Athripsodes</i>	2	5		2		
Leptoceridae	312	4	<i>Mystacides</i>	6	2		1		
Leptoceridae	310	4				15		18	1,12%
Limnephilidae	3163	3	<i>SF Limnephilinae</i>		4				
Limnephilidae	276	3				4	1	5	0,31%
Polycentropodidae	231	4	<i>Polycentropus</i>	1	13		14		
Polycentropodidae	223	4				14		28	1,75%
Psychomyiidae	241	4	<i>Lype</i>	1					
Psychomyiidae	238	4				1		1	0,06%
Rhyacophilidae	183	4	<i>Rhyacophila lato sensu</i>		2		2	2	0,12%
<b>EPHEMEROPTERES</b>									
Baetidae	390	2	<i>Prodoxon</i>	12	5				
Baetidae	363	2		1		18		18	1,12%
Caenidae	457	2	<i>Caenis</i>		1		2		
Caenidae	456	2				1		3	0,19%
<b>HETEROPTERES</b>									
Naucoridae	722				1	1		1	0,06%
<b>COLEOPTERES</b>									
Elmidae	618	2	<i>Elmis</i>	13	89		19		
Elmidae	619	2	<i>Esolus</i>	5	8		39		
Elmidae	623	2	<i>Limnius</i>	6	45		31		
Elmidae	622	2	<i>Oulimnius</i>	20	36		66		
Elmidae	617	2	<i>Stenelmis</i>		1				
Elmidae	614	2				223		378	23,58%
<b>DIPTERES</b>									
Athericidae	838				2	2	1	3	0,19%
Ceratopogonidae	819						1	1	0,06%
Chironomidae	807	1		352	349	701	251	952	59,39%
Limoniidae	757				1	1		1	0,06%
Tabanidae	837				2	2	2	4	0,25%
Tipulidae	753				1	1		1	0,06%
<b>ODONATES</b>									
Gomphidae	682		<i>Onychogomphus</i>	1	1				
Gomphidae	678					2		2	0,12%
<b>ZYGOPTERES</b>									
Calopterygidae	9785								
Calopterygidae	650		<i>Calopteryx</i>	2		2		2	0,12%
<b>MEGALOPTERES</b>									
Sialidae	704		<i>Sialis</i>				1	1	0,06%
<b>CRUSTACES</b>									
<b>AUTRES CRUSTACES</b>									
Ostracodes (présence)	3170			p	p	p	p	p	p
<b>MOLLUSQUES</b>									
<b>GASTEROPODES</b>									
Physidae	19280		<i>Physella</i>	1					
Physidae	995					1		1	0,06%
Planorbidae	1009			1		1		1	0,06%
<b>VERS ET AUTRES TAXONS</b>									
<b>OLIGOCHETES</b>									
HYDRACARIENS	933	1	<i>Hydracarina</i>	5	6	11	3	14	0,87%
	906			p	p	p	p	p	p
Effectifs :				438	685	1123	480	1603	1,00
Richesse faunistique IBGN :				21	25	22	20	24	
Classe de variété :						7			
Groupe Indicateur :						7			
Taxon Indicateur :						<i>Leuctridae</i>			
Equivalent I.B.G.N. / 20 :						13			
Richesse faunistique hors IBGN :						1		1	
Richesse faunistique totale :						23		25	

