



SUIVI HYDROMORPHOLOGIQUE ET
ÉCOLOGIQUE DES EFFACEMENTS DES
SEUILS DE FLEUREY ET NEUF-GOUFFRE

Suivi intermédiaire N+3 post travaux

Résumé

Données 2023 : CARHYCE, IAM, thermie, macro-invertébrés, poissons

Table des matières

<u>1</u>	<u>CONTEXTE ET OBJECTIF</u>	<u>2</u>
<u>2</u>	<u>METHODOLOGIE</u>	<u>3</u>
<u>3</u>	<u>HYDROMORPHOLOGIE (PROTOCOLE CARHYCE)</u>	<u>8</u>
<u>4</u>	<u>HABITATS PISCICOLES (PROTOCOLE IAM)</u>	<u>15</u>
<u>5</u>	<u>THERMIE</u>	<u>20</u>
<u>6</u>	<u>MACRO-INVERTEBRES</u>	<u>23</u>
<u>7</u>	<u>POISSONS</u>	<u>27</u>
<u>8</u>	<u>BILAN DU COURS D'EAU 3 ANS APRES TRAVAUX</u>	<u>31</u>

1 CONTEXTE ET OBJECTIF

En 2015, une étude sur la faisabilité d'aménagement de 4 ouvrages a été réalisée. Cette étude concernait les seuils dit des « Vieux moulins », de « Neuf-Gouffres », de « Fleurey » et de la « Voyèze ». En 2018, une nouvelle étude destinée à déterminer la faisabilité technique de la suppression totale des ouvrages de Fleurey et de Neuf-Gouffres a été lancée. Cette dernière a permis de dimensionner les travaux nécessaires et leur impact dans l'optique d'une restauration de la continuité écologique au droit de ces deux ouvrages. Au regard des objectifs de rétablissement de la continuité écologique, la solution retenue est l'effacement complet de ces deux ouvrages.

Ces travaux se sont déroulés lors de l'été 2020 au niveau des seuils de Fleurey et Neuf-Gouffre. La rareté de ce type de travaux sur ce secteur et leur importance milite pour un suivi renforcé de leur impact. En résumé, les principes d'aménagements de l'ouvrage de Fleurey et de Neuf-Gouffre réalisés en automne 2020 ont été :

- Démantèlement des ouvrages hydrauliques ;
- Recharge sédimentaire dans l'ancienne retenue ;
- Epaulement de la berge rive gauche en amont du canal usinier des ouvrages et protection en pied de berge ;
- Comblement du canal usinier sur la partie supérieure.

Un état initial avant travaux a été établi sur la base d'investigations réalisées lors de l'étude de 2015¹ (CARHYCE, IAM, poissons, macro-invertébrés, thermie), et consolidé par des investigations additionnelles en 2020 (poissons, macro-invertébrés, thermie).

Le rapport d'état initial ainsi établi en 2020 servira de base pour la comparaison avec les investigations post travaux (N+3 et N+6).

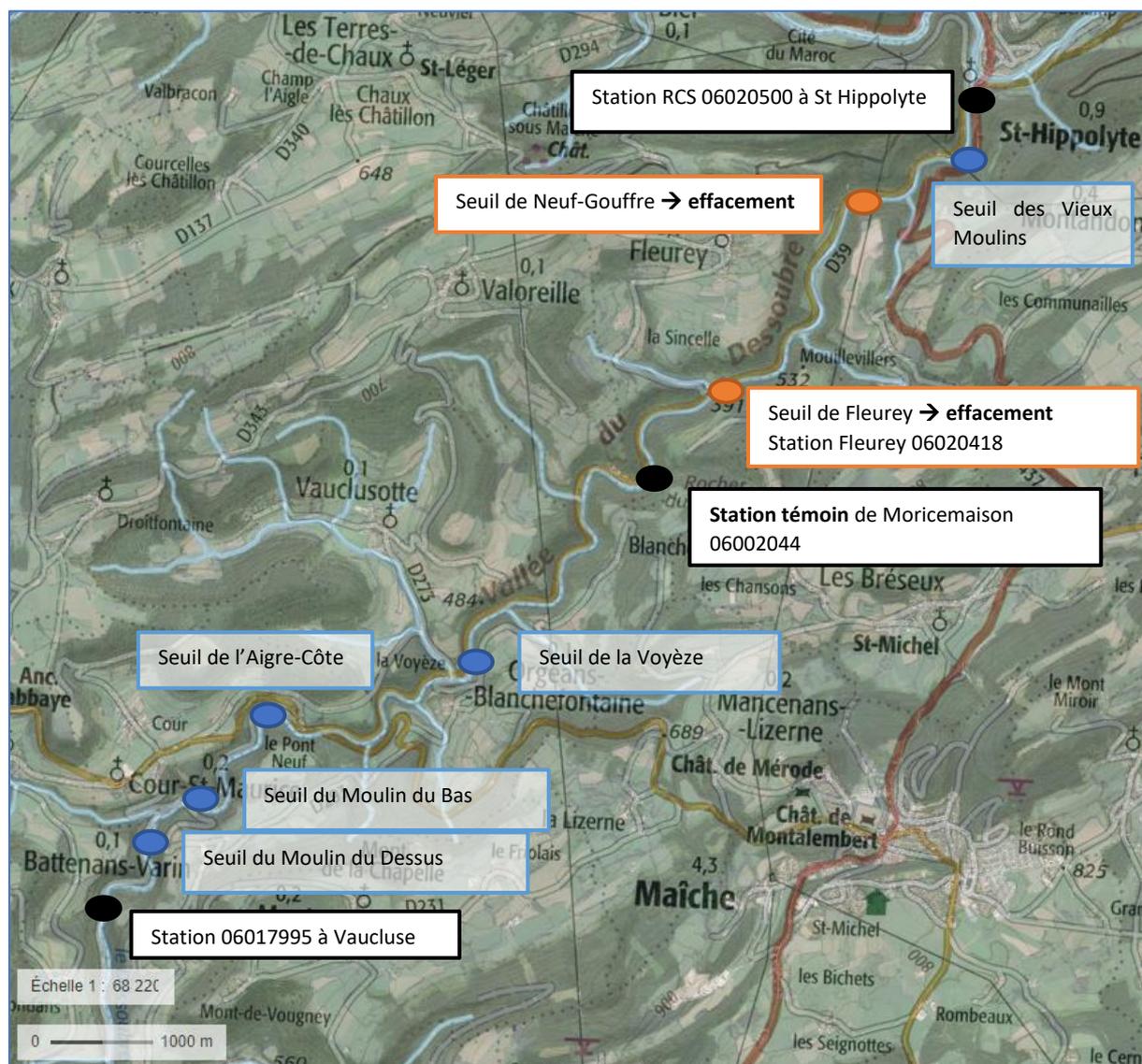
L'objectif du présent rapport est d'établir le suivi intermédiaire des travaux, 3 ans après l'effacement des ouvrages de Fleurey et Neuf Gouffre (données 2023).

Calendrier de suivi pour les travaux de dérasement du seuil de Fleurey et de Neuf-Gouffre				
	N-1	N	N+3	N+6
Objectifs	Evaluer l'état du cours d'eau avant réalisation du projet	TRAVAUX SUR LE SEUIL DE FLEUREY ET NEUF-GOUFFRE	Evaluer l'évolution des aménagements et les ajustements de la rivière après au moins une crue morphogène + comparaison des secteurs restaurés avec la station témoin ; définir la trajectoire d'évolution des Indicateurs	Evaluer l'évolution des aménagements et les ajustements de la rivière morphogène + comparaison des secteurs restaurés avec la station témoin ; définir si les objectifs initialement fixés sont atteints
Station témoin Moricemaison	Pêche électrique + IBG DCE		Pêche électrique + IBG DCE	Pêche électrique + IBG DCE
Seuil de Fleurey	Thermie + Pêche électrique + IBG DCE (consolidation état initial de 2015)		Thermie + Pêche électrique + IBG DCE + IAM + CARHYCE	Thermie + Pêche électrique + IBG DCE + IAM + CARHYCE + Relevés topographiques
Seuil de Neuf-Gouffre	Thermie		Thermie	Thermie + Relevés topographiques

Tableau 1. Synopsis des investigations prévues dans le cadre de l'évaluation des impacts de l'effacement des deux ouvrages.

¹ Schlunke D., Périat G., Paris J., et Décourcière H., 2015. Impact de la présence de seuils artificiels sur la qualité écologique du Dessoubre. Exemple : Fleurey. Expertise réalisée pour le compte du Syndicat mixte d'Aménagement du Dessoubre.

2 METHODOLOGIE



Carte 1. Localisation des seuils et stations investiguées (extrait modifié de Géoportail).

L'ensemble des investigations s'est déroulé au cours de la semaine du 17 au 21 juillet 2023 (enregistrements dès mars à octobre pour la thermie), sur les stations suivantes :

- Station travaux Fleurey (Pêche, IBG DCE, thermie, IAM, CARHYCE) [06020418] ;
- Station travaux Neuf Gouffre (thermie uniquement) ;
- Station témoin Moricemaison (Pêche, IBG DCE, thermie) [06002044].

Ces mesures sont mises en perspective avec les états initiaux de 2015 et 2019-2020, et potentiellement avec les stations localisées plus en amont à Vacluse ou plus en aval à Saint Hippolyte.

Remarque : la station de Fleurey a été décalée 210m plus en aval en 2023 par rapport aux états initiaux. L'importance de l'ancien remous y empêchait la plupart des investigations, mais l'abaissement des lignes d'eau met aujourd'hui en exergue une plus grande diversité de faciès comparable à la station témoin tandis que l'ancienne station présente la particularité (non représentative) de correspondre dans son ensemble à un plat lentique.

Station témoin Moricemaison - Longueur = 234 mètres

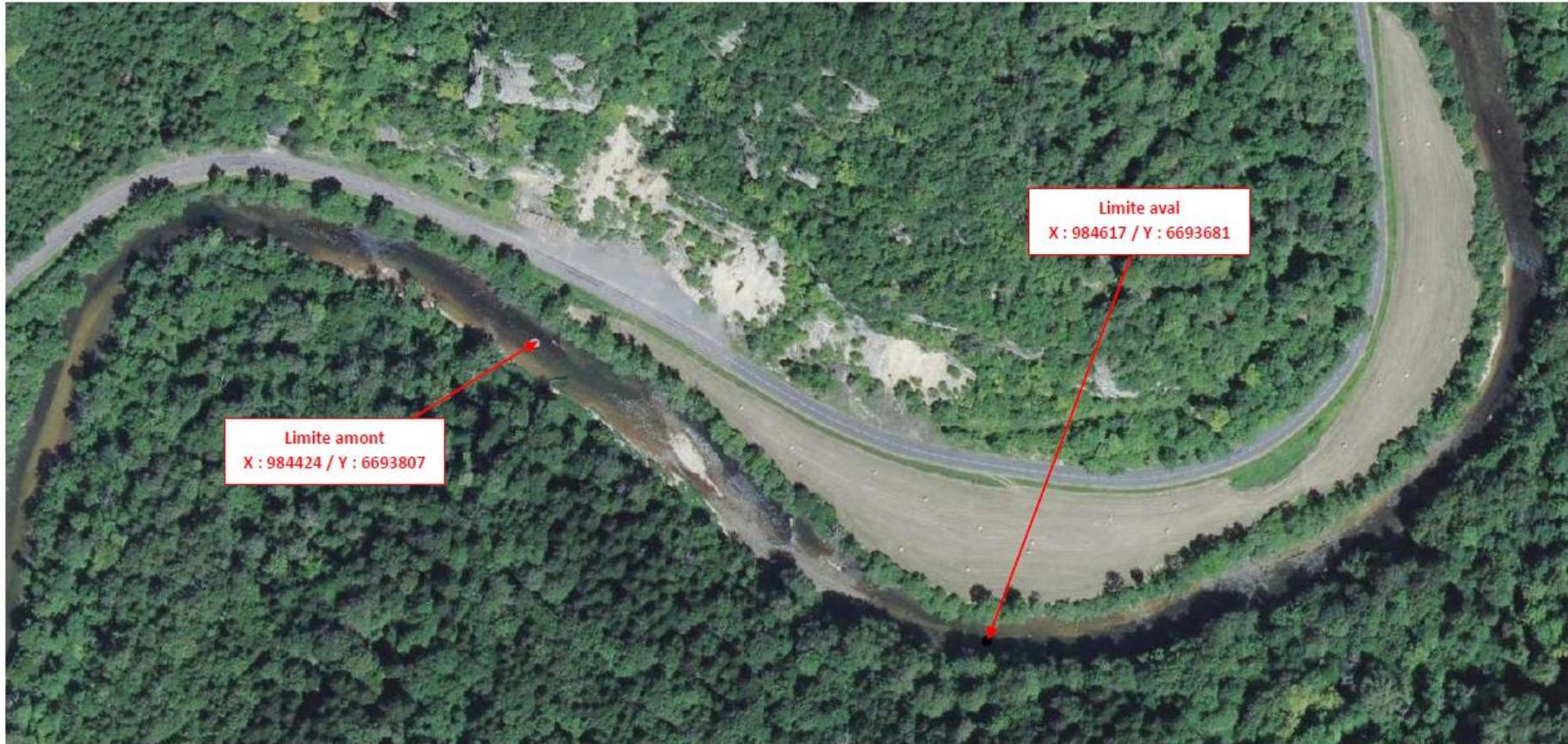
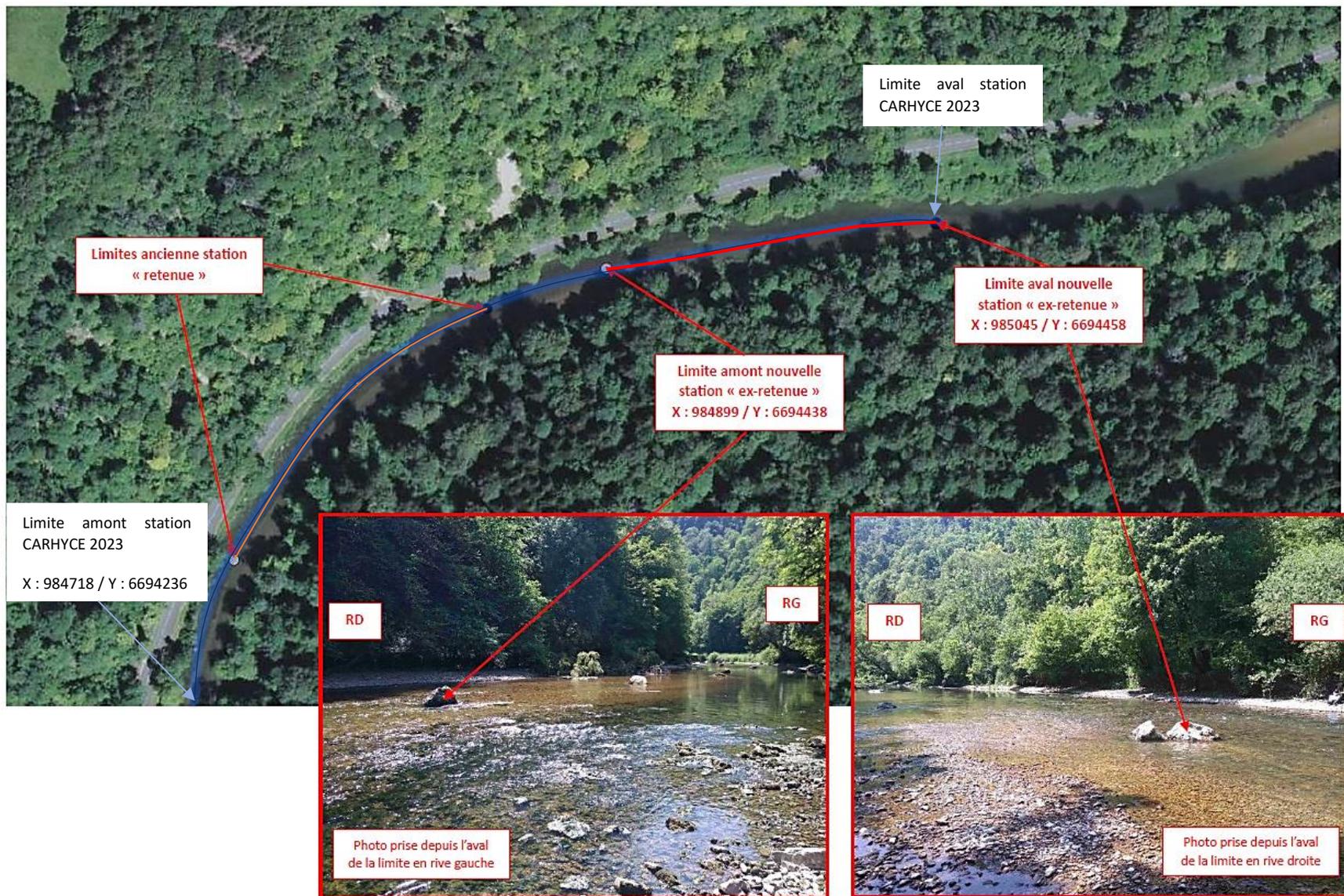


Figure 1. Localisation de la station « Moricemaison » [06002044], dans le méandre précédent l'ancien remous du seuil de Fleurey (ci-dessous), et localisation des stations de Fleurey [06020418] (ci-après) : Orange : station 2015 et 2019-2020, rouge : station 2023, bleu : station CARHYCE 2023.

Station Fleurey (ex-retenue) - Longueur = 148 mètres



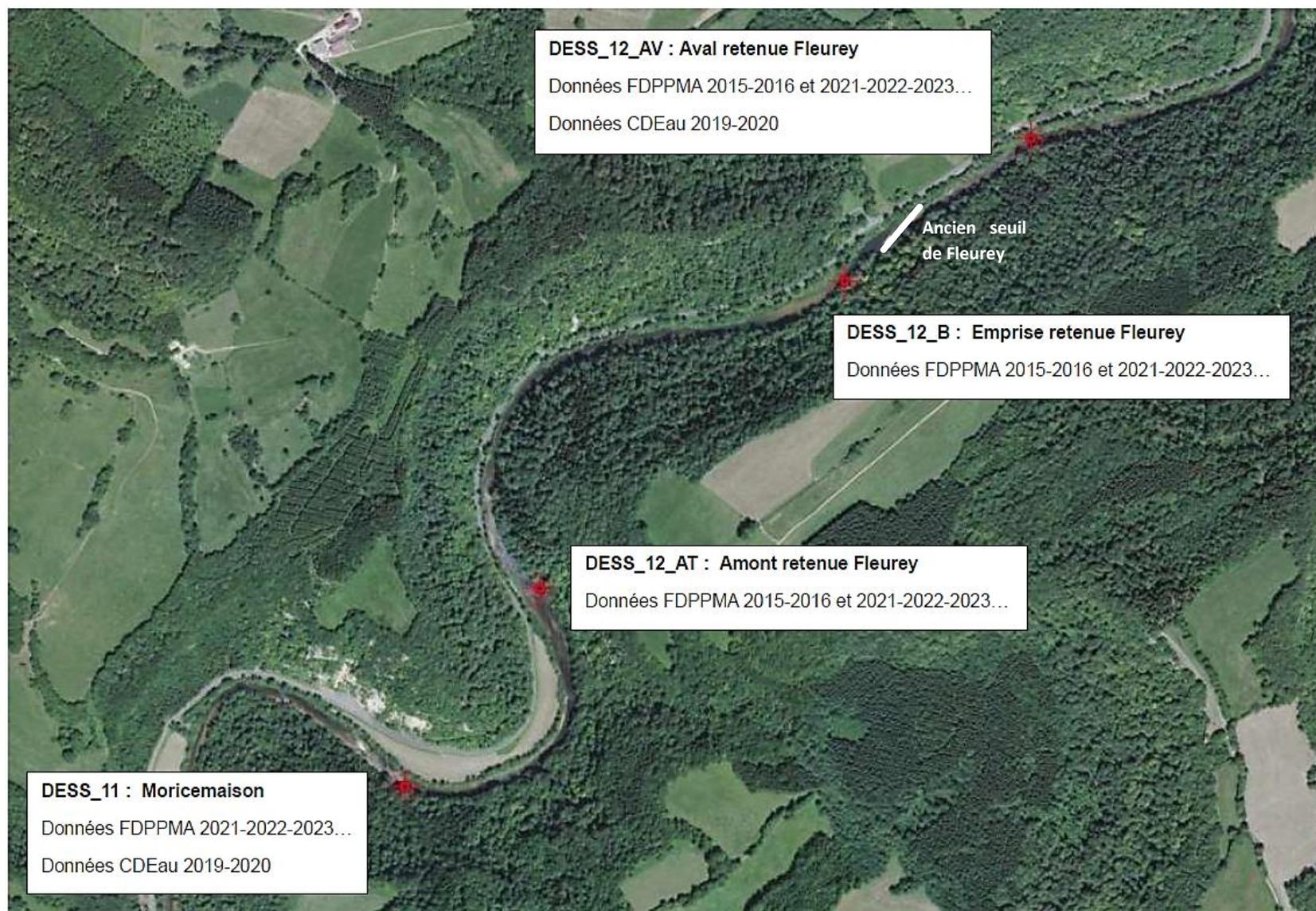


Figure 2. Localisation des sondes thermiques dans le secteur de Fleurey et Moricemaison.



Figure 3. Localisation des sondes thermiques à Neuf Gouffre (aval proche [ancien] seuil).

Granulométrie

La méthode de Wolman n’a pas été déployée en 2015, conformément aux recommandations du protocole CARHYCE, faute de radier et de plat courant. Les résultats suivants ne peuvent donc être utilisés à des fins de comparaison avant/après travaux, mais ils seront en revanche utiles pour évaluer une éventuelle évolution de la granulométrie des radiers entre ce N+3 et le futur suivi N+5.

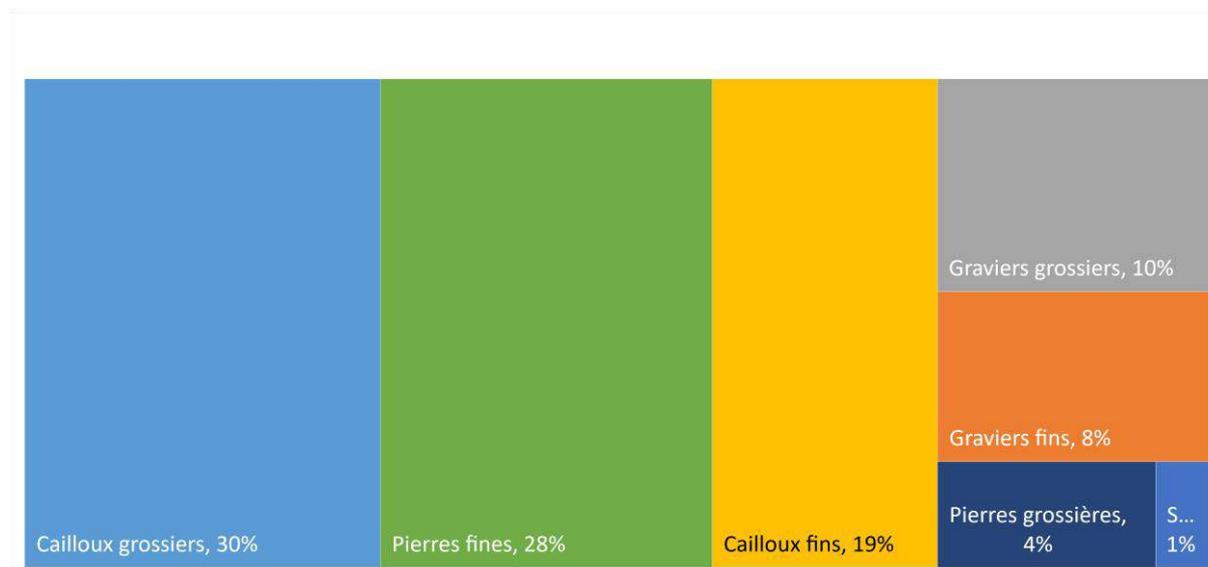
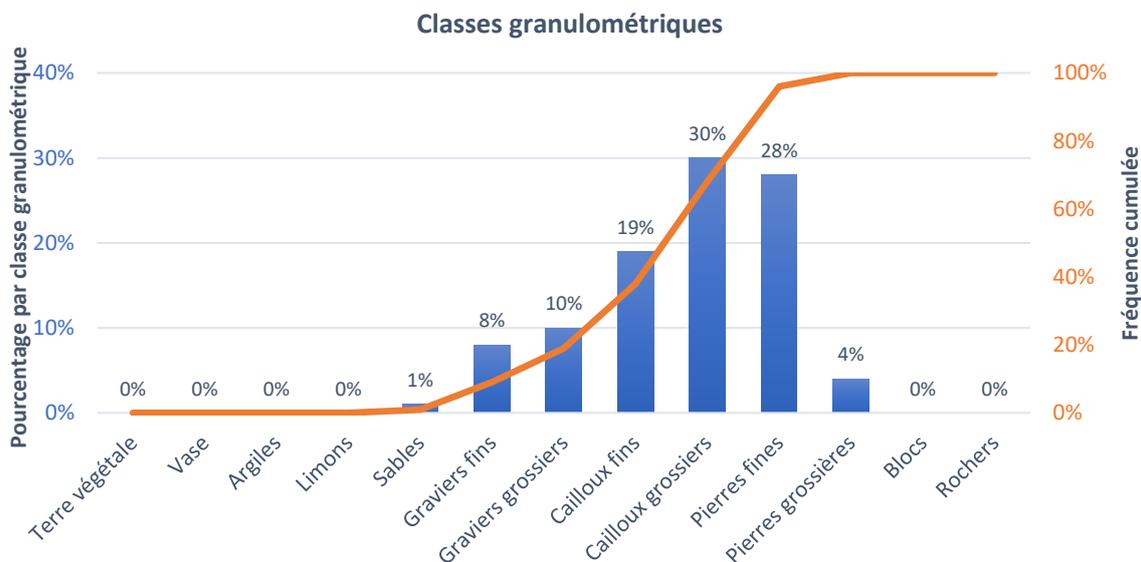


Figure 5. Proportion et répartition des classes granulométriques selon la méthode Wolman déployée en 2023

On constate la présence prépondérante dans ces radiers de cailloux fins (16-32mm) et grossiers (32-64) ainsi que de pierres fines (64-129). Des fractions plus fines et plus grossières sont aussi présentes, mais de façon plus marginale.

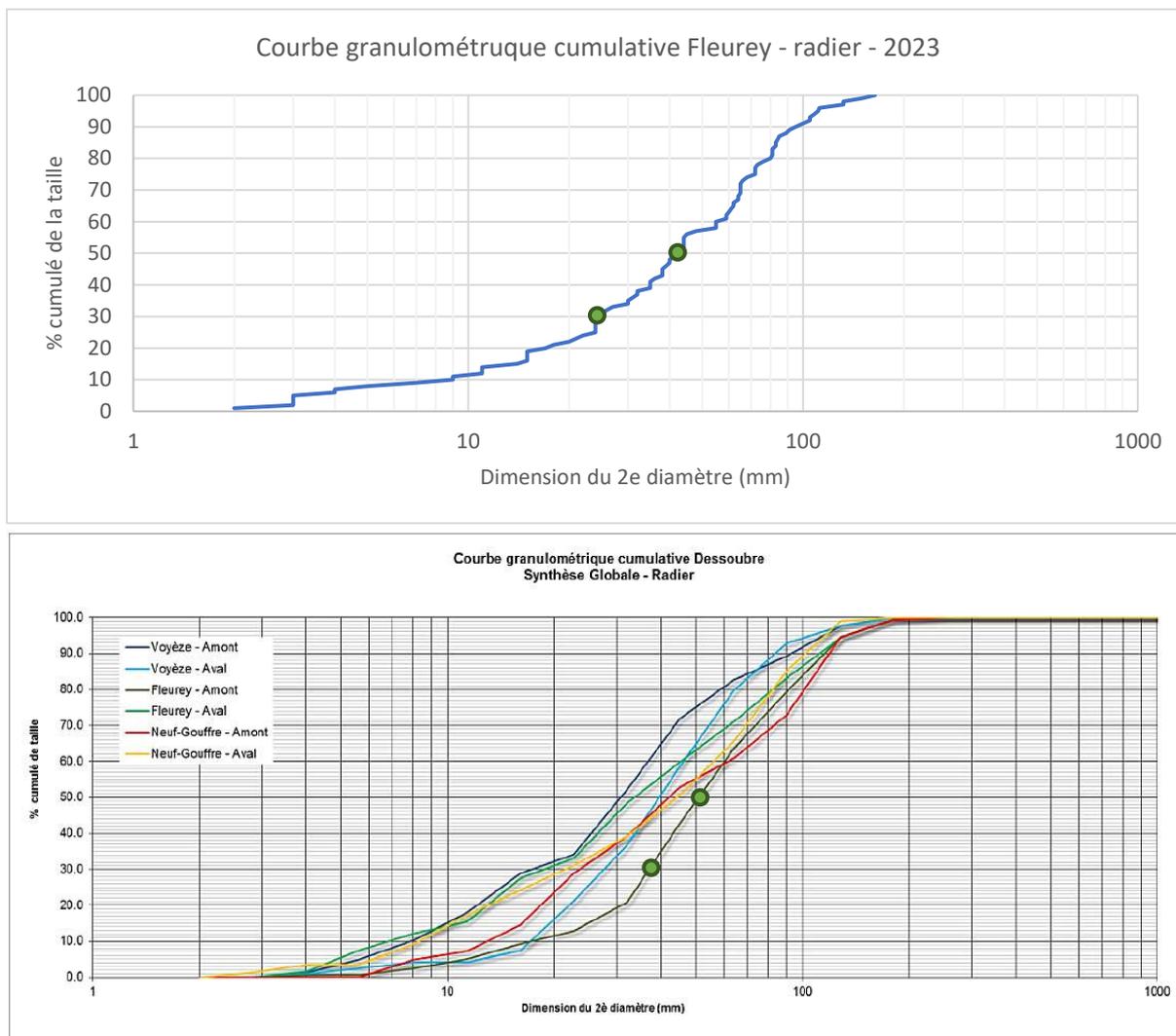


Figure 6. Comparaison des courbes granulométriques de radiers de Fleurey (amont) en 2023 (en haut) et de différentes stations du Dessoubre avant travaux, dont Fleurey amont en vert foncé (en bas, extrait du DLE). Ronds verts : D30 et D50 à Fleurey.

Suite aux études préalables réalisées par Artelia dans le cadre de la maîtrise d’œuvre des travaux de 2020, des investigations sédimentaires complémentaires ont été menées, y compris selon la méthode de Wolman et dans la station amont de Fleurey. On constate ainsi que le D30 et le D50 de la station amont Fleurey ont évolué de respectivement 37,5mm et 50,9mm avant travaux, à 25mm et 41mm en 2023. Ainsi, le profil granulométrique de cette station (radiers), auparavant le plus atypique, s’est considérablement rapproché de ce qui est observé par ailleurs sur le Dessoubre aval (par exemple de Neuf Gouffre, à la granulométrie moins impactée par l’ancien seuil).

Lors du CARHYCE de 2015 à Fleurey, la granulométrie des fonds fut néanmoins relevée lors des différents profils en travers. Ceci permis de constater, dès l’état initial, une cohérence entre ce qui fut mesuré dans la station et ce qui est généralement observé dans l’HER.

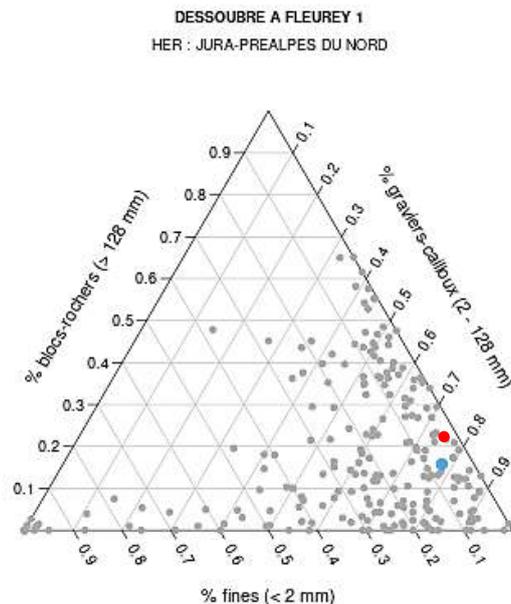


Figure 7. Positionnement de la station avant-travaux (2015) dans le diagramme granulométrique inhérent à l'hydro-écocoréon (HER) « Jura – Pré-Alpes du Nord. Bleu : 2015. Rouge : 2023.

En comparaison à 2023 (N+3 après travaux), les proportions entre les fractions les plus fines, les graviers-cailloux, et les fractions les plus grossières (souvent de la dalle), furent globalement peu modifiées, avec une très forte dominance des granulométrie intermédiaires, et un contexte dalleux tendant à être un peu plus affirmée.

Géométries

Les berges n'ayant pas été retravaillées dans ce secteur et en l'absence de traces de dynamisme et/ou d'érosion rivulaire ostensible, le plein bord (Lpb et Hpb) n'est théoriquement pas attendu comme étant modifié par les travaux. Par conséquent, les différences observées entre 2015 et 2023 sont possiblement liées à des artefacts de la mesure (e.g. sur-estimation de Lpb initiale, cf Figure 10), ou au léger décalage de la station. En tout état de cause, on ne considère pas ici ces différences en Hpb et Lpb entre 2015 et 2023 comme étant une incidence véritable des travaux sur ces 2 paramètres (la végétalisation rivulaire est sans incidence directe sur ces paramètres).

Concomitamment, un net abaissement de la largeur mouillée est observé : médiane de Lm passe de 25m en 2015 à 18m en 2023, i.e. resserrement de 7m du Lm, i.e. -28%. L'écart des conditions hydrologiques entre les 2 suivis ne peut expliquer à lui seul une telle significativité de ce phénomène.

De même, le ratio entre lit mouillé et largeur plein bord à lui aussi fortement évolué à la baisse :

- 2015 [médiane (quartile 25% ; quartile 75%)] : Lm/Lpb = 83% (85% ; 97%) ;
- 2023 [médiane (quartile 25% ; quartile 75%)] : Lm/Lpb = 75% (67% ; 76%)

Par conséquent, même en considérant les possibles biais liés à l'hydrologie, aux artefacts de mesures ou à la localisation précise de la station, on constate de façon robuste un resserrement du lit mouillé dans la partie amont de l'ancienne retenue conséquemment à l'effacement du seuil de Fleurey.

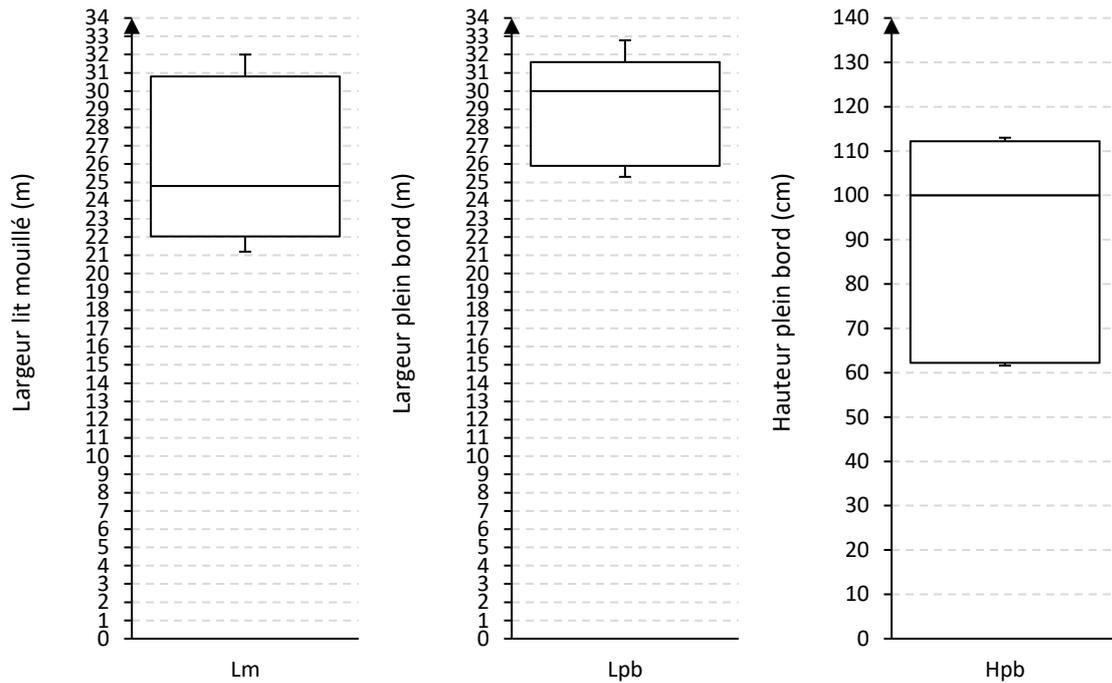


Figure 8. Variabilité en 2015 des paramètres « largeur du lit mouillé » (Lm), « largeur plein bord » (Lpb) et « hauteur plein bord » (Hpb).

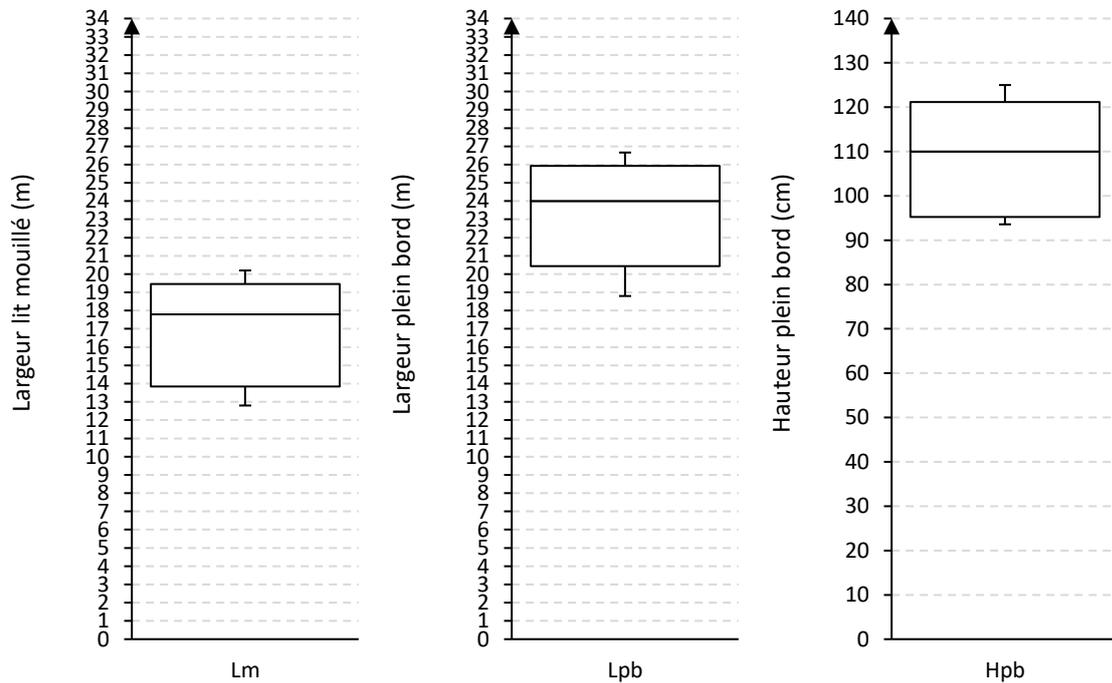


Figure 9. Variabilité en 2023 des paramètres « largeur du lit mouillé » (Lm), « largeur plein bord » (Lpb) et « hauteur plein bord » (Hpb).

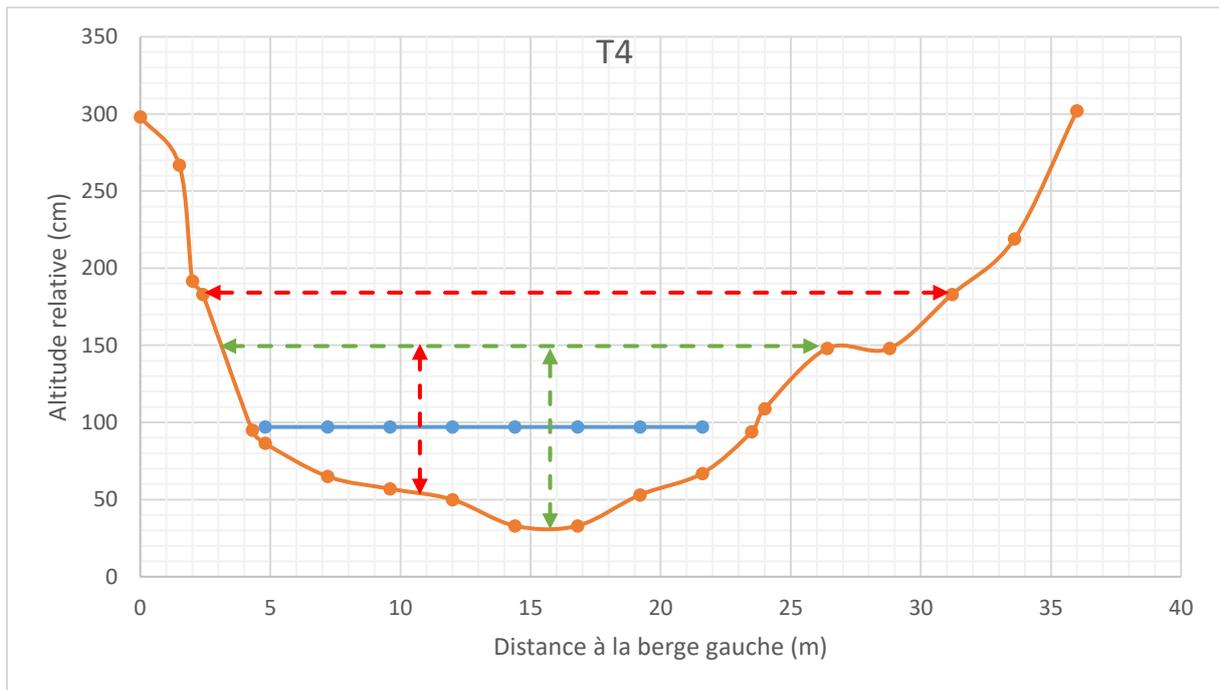


Figure 10. Exemple sur le transect N°4 d'une évaluation des largeurs et hauteurs plein bord conforme aux prescriptions de l'OFB, et erreurs possibles d'évaluation de ces paramètres (rouge).

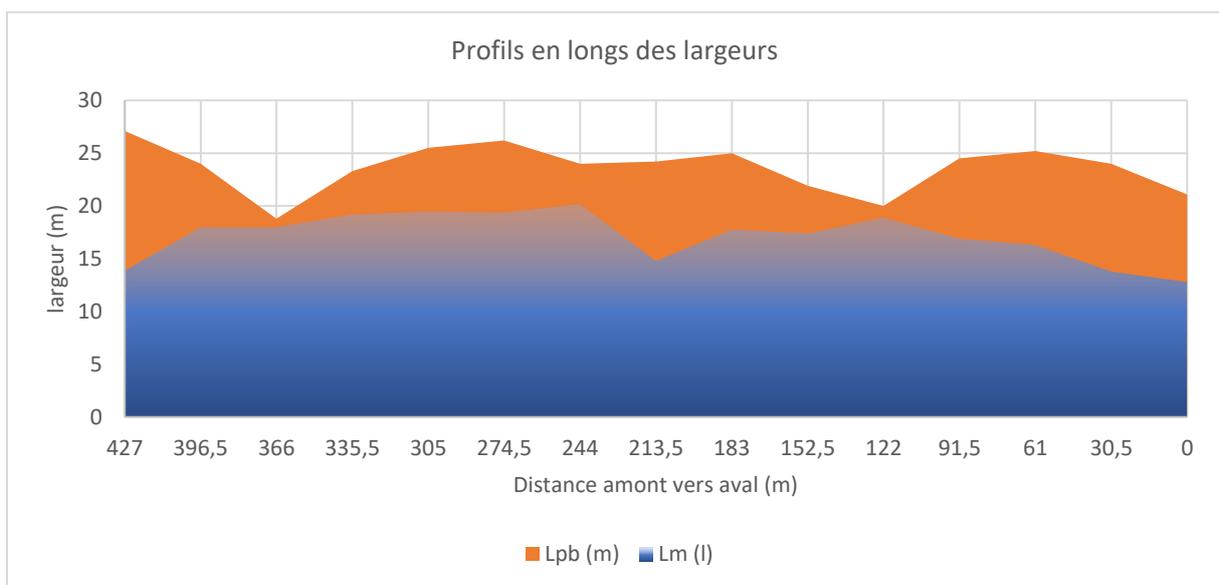


Figure 11. Représentation longitudinale des largeurs mouillées (Lm, bleu) au sein des largeurs pleins bords (Lpb), en 2023.

Les 2 transects où la largeur mouillée est proche de la Lpb correspondent dans les faits à des étalements de la lame d'eau sur une faible profondeur en rive droite. Ce phénomène est plutôt à rapprocher d'une forme d'hétérogénéité de ces profils en travers, à comparer à une nette homogénéité du rapport Lm/Lpb avant travaux.

Pentes

Comme attendu (tracé en plan inchangé), la pente globale du lit mineur (de l'ordre de 0,12%) demeure inchangée entre 2015 et 2023.

Concomitamment, du fait de la localisation de la station dans l'ancien remous liquide du seuil de Fleurey, la pente de la ligne d'eau y fut très faible en 2015 (0,001%). En 2023, la pente de la ligne d'eau y fut sans commune mesure (0,14%).

Il s'agit bien ici d'une incidence directe de l'effacement du seuil, avec notamment pour conséquence une modification des facies, évoluant d'un plat lentique homogène à une succession de plats courants et de radiers.

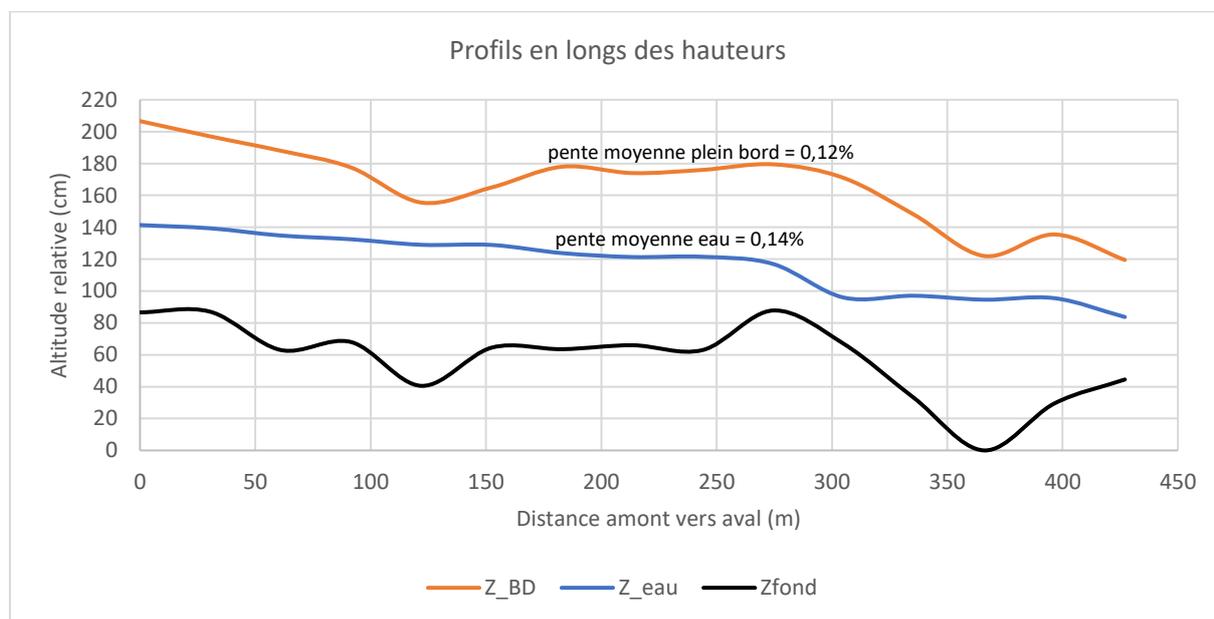


Figure 12. Profils en long de la station CARHYCE en 2023.

4 HABITATS PISCICOLES (PROTOCOLE IAM)

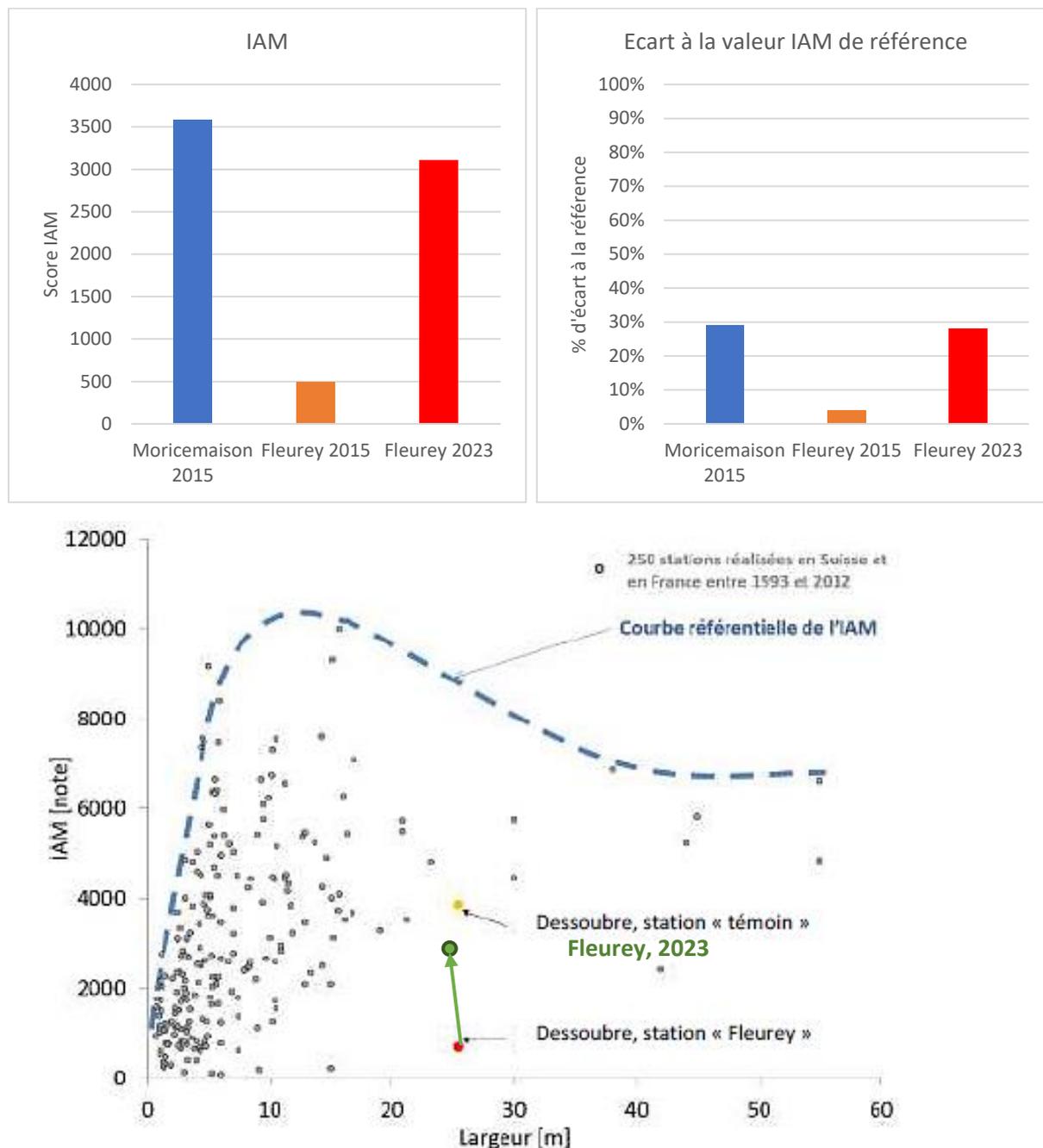


Figure 13. Valeurs de l'IAM et écarts à la courbe référentielle théorique de l'IAM.

La station témoin Moricemaison présente en 2015 un IAM à 3580 points, loin de l'optimum théorique, mais nettement supérieure à l'IAM avant travaux de la station de Fleurey alors à 459 points (12,8% de la valeur du témoin). Dans ce contexte, les investigations de 2023 mettent en évidence une très nette amélioration de l'habitat piscicole de la station 3 ans après l'effacement de l'ouvrage : l'IAM est à 3108 points, i.e. 86,8% de la valeur du témoin (multiplication du score par 6,8).

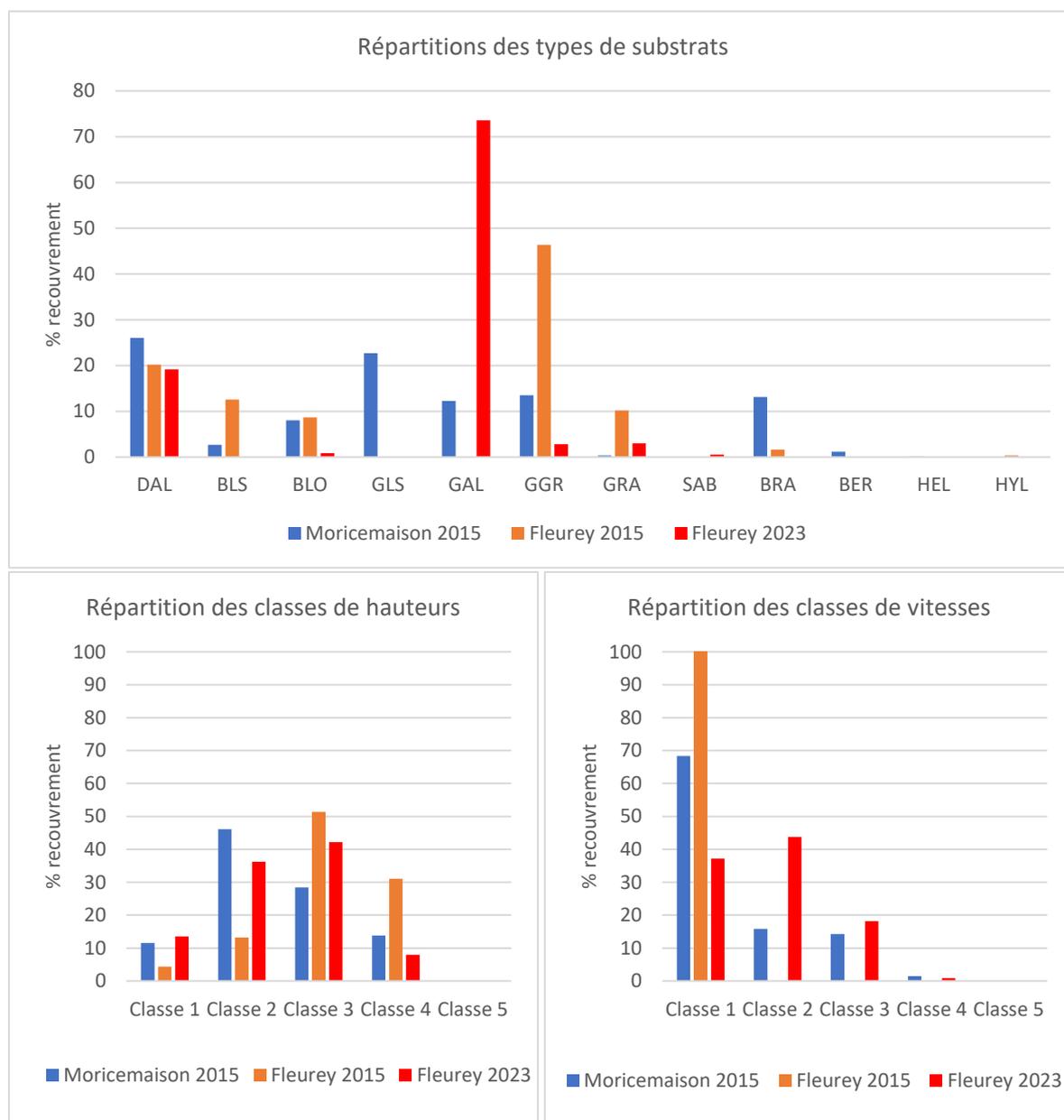


Figure 14. Evolutions des répartitions entre catégories et classes composant l'IAM.

Cette amélioration de l'IAM de Fleurey résulte surtout d'une diversification des classes de vitesses d'écoulements (passant de 1 à 4/5), la diversité des classes de hauteurs d'eau (4/5) et des types de substrats (5/16) étant identiques avant et après travaux.

Au-delà de ces présence/absence de catégories et classes, ce sont plus globalement les surfaces de recouvrements entre elles qui ont profondément évoluées avant et après travaux :

- Au niveau des substrats, on constate une diminution des proportions en graviers (GRA) et galets-graviers (GGR) au profit de la fraction plus grossière « galets (GAL) » ;
- Diminution des surfaces en fortes profondeurs au profit des plus faibles hauteurs d'eau ;
- Diversification et accélération des vitesses d'écoulement.

Dans ce contexte globalement favorable, on note cependant un effet pervers de l'abaissement de la ligne d'eau, qui, en réduisant les largeurs du lit mouillé, tend à réduire les mises en contact avec les branchages et ligneux immergés en pieds de berges (supports particulièrement favorables en termes d'habitats piscicoles), particulièrement lors des périodes de basses eaux. Les sous-berges pourraient aussi être concernées par ce phénomène (qui est commun dans le cadre d'effacements de seuils), cependant ces dernières étaient déjà absentes de la station en 2015 malgré la présence du remous (il ne s'agit donc pas d'une perte d'habitat), et d'autre part la future végétalisation des nouvelles berges pourraient possiblement conduire à l'apparition de ces habitats par endroits. Le suivi N+6 pourra possiblement répondre pour partie à ce questionnement, encore trop précoce à N+3).

Au final, l'amélioration de l'habitat suite à l'effacement du seuil est donc très nette. L'attractivité du milieu demeure néanmoins plutôt modérée eut égard à une mosaïque d'habitats encore globalement plus ou moins homogène, peu de connectivité avec les berges et la présence encore prégnante de substrat rocheux. Se pose alors la question du réel potentiel naturel de cette partie aval du Dessoubre, la station de Fleurey présentant au final en 2023 un profil pas très éloigné de celui observé au niveau de la station témoin Moricemaison (la courbe référentielle théorique de l'IAM ne doit pas être considérée comme un absolu).

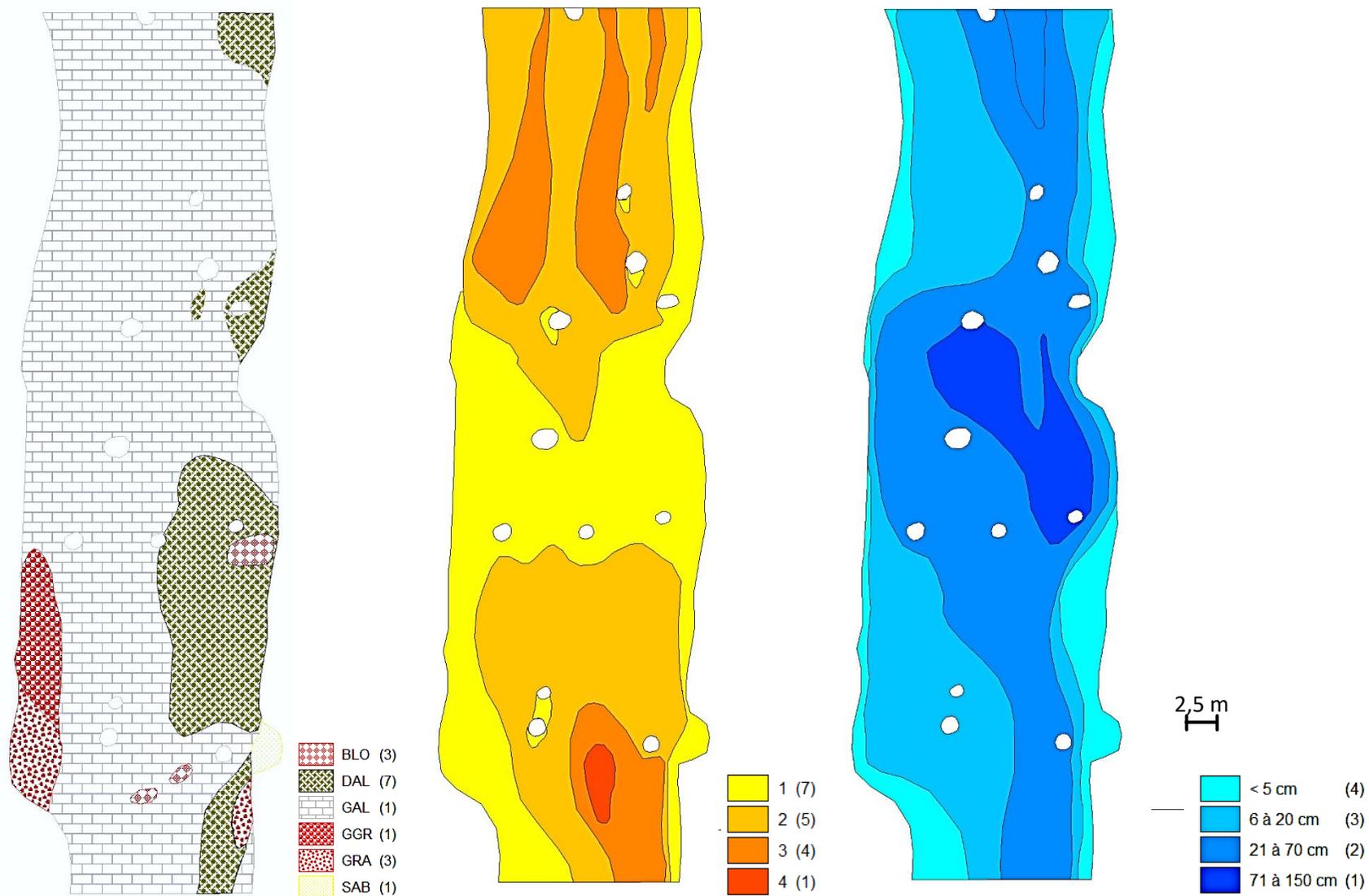


Figure 15. Cartographies des types de substrats (à gauche), des classes de vitesses (au centre) et des classes de hauteurs d'eau (à droite) à Fleurey en 2023.

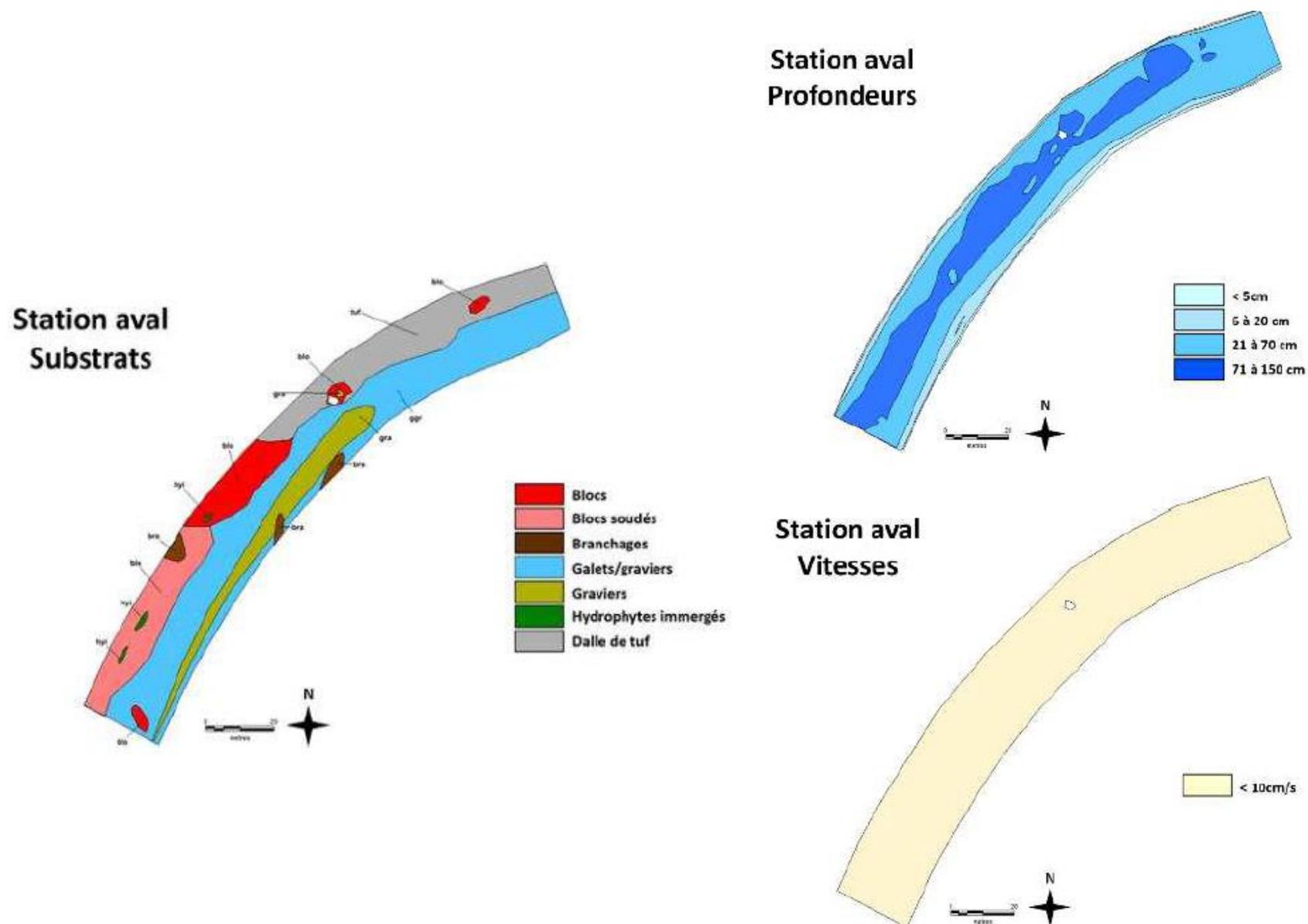


Figure 16. Cartographies des types de substrats (à gauche), classes de hauteurs d'eau et des classes de vitesses (à droite) à Fleurey en 2015.

5 THERMIE

Un premier suivi thermique fut réalisé en 2015-2016 (Téléos-Fédération de Pêche) au niveau du seuil de Fleurey : amont immédiat du remous, emprise du remous, aval proche du seuil.

Cet état initial fut complété en 2019-2020 (CD Eau) par des mesures complémentaires au niveau de la station témoin Moricemaison, et l'aval proche des retenues de Fleurey et Neuf Gouffre (avec toutefois certains aléas techniques).

Depuis les travaux, la thermie est enregistrée en continue par la Fédération de Pêche au niveau de Moricemaison et des 3 stations de Fleurey. Additionnellement, la thermie fut complétée par les mesures de CD Eau au niveau de la station en aval de l'ancien seuil de Neuf Gouffre.

Au final le jeu de données exploité intègre les mesures valides couvrant la période la plus chaude de l'année au sein de ces 6 stations investiguées au total. Le principal indicateur utilisé pour les observations suivantes est la température maximum moyenne sur 30 jours consécutifs (T_{max30j}), notamment utilisé pour le calcul des niveaux typologiques de Verneaux).

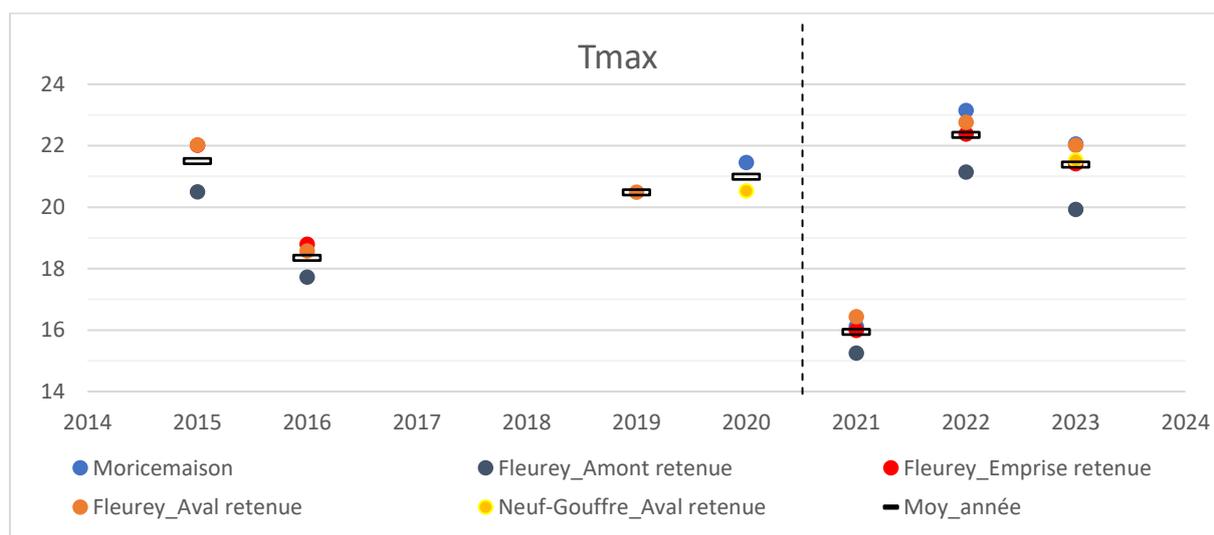


Figure 17 . Température moyenne maximum sur 30 jours (T_{max}) consécutifs mesurés lors des différentes investigations. Traits : T_{max} moyens entre les données disponibles pour l'année considérée. Pointillés : période des travaux.

De fortes disparités des T_{max30j} sont constatées entre les 7 années investiguées, en particulier lors de la période post-travaux : 2021 fut la plus fraîche tandis que 2022 et 2023 furent les plus chaudes. Néanmoins, la relativisation des mesures des stations « travaux » à celles des stations témoins permet de pallier à ce biais. On constate par ailleurs que les écarts thermiques entre stations tendent à s'accroître lors de ces années les plus chaudes, tandis qu'elles tendent à davantage s'homogénéiser lors des années plus « fraîches ».

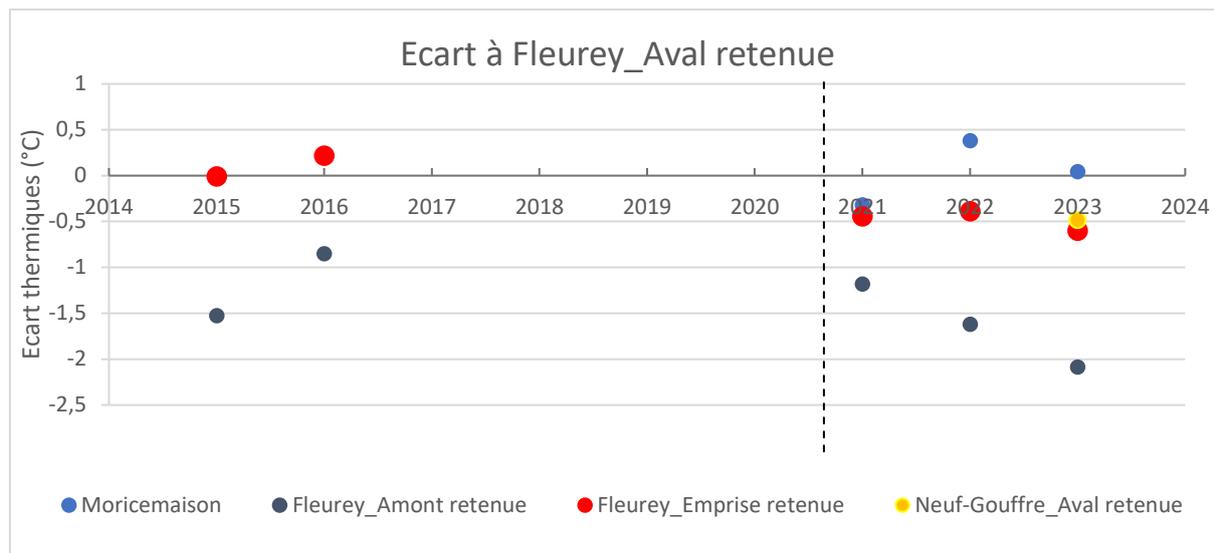


Figure 18. Ecart thermique entre Tmax par rapport à la station témoin de Fleurey_aval retenue (par année considérée). Pointillés : période des travaux.

Lors de l'état initial, suite aux investigations de 2015, la présomption d'un très fort réchauffement de l'eau via le remous du seuil de Fleurey était avancée. Toutefois, les mesures de 2019-2020 avec pour témoin la station de Moricemaison ne permirent pas de corroborer cette première observation de façon aussi drastique.

La plus grande exhaustivité de données lors de la phase après-travaux nous permet désormais de confirmer ou infirmer certaines de ces hypothèses. Les principales observations sont :

- La station témoin à Moricemaison est la plus chaude des 6 stations investiguées (seule la station à l'aval de l'ancien de Fleurey en 2021 s'avéra ponctuellement plus chaude) ;
- La station à l'amont proche de l'ancien remous de Fleurey (station témoin de 2015-2016) est de loin la plus fraîche des stations investiguées (-0,9°C par rapport à Moricemaison lors de l'année « fraîche » de 2021 ; -2,0 et -2,1°C lors des années plus « chaudes » de 2022 et 2023) ;
- Les thermies des stations « travaux » (emprise et aval anciens seuils) se situent entre ces deux bornes, avec toutefois une plus grande proximité avec les températures de Moricemaison (écarts <1°C) ;
- Les constats sont globalement les mêmes avant et après travaux (automne 2020), même si certaines tendances semblent se dessiner et demandent à être confirmées à N+6 : Tmax similaire voire plus élevée de la retenue qu'à l'aval avant travaux, vs une Tmax systématiquement plus fraîche de 0,3 à 0,6°C après travaux.

Les observations réalisées ne permettent pas de mettre en évidence une incidence aussi élevée qu'attendu des travaux sur la thermie de ce tronçon du Dessoubre, notamment du fait des évolutions longitudinales qui ont été mis en évidence, laissant ainsi entrevoir des modalités en partie naturelles régissant la thermie de ce tronçon du Dessoubre. Parmi les hypothèses pouvant être avancées, des arrivées diffuses d'eaux froides karstiques au niveau de la station amont de l'ancien remous de Fleurey (des petites afférences contiguës y sont aussi observées dans ce secteur) refroidiraient localement le Dessoubre, avant de rapidement retrouver une température plus élevée quelques centaines de mètres plus en aval, sans toutefois ré-atteindre complètement celles mesurées plus en amont à Moricemaison.

Malgré ce biais lié à la thermie particulière de la station amont de l'ancien remous, il semble toutefois probable qu'un rafraîchissement soit observé après travaux au droit de l'ancien remous, peut-être en lien avec des écoulements surfaciques plus rapides permettant de davantage bénéficier du rafraîchissement amont. Quelle qu'en soit la cause, si ce rafraîchissement s'avère effectif, alors il ne peut être que bénéfique pour l'écosystème aquatique.

Le recul plus complet qui sera observé à N+6, ainsi que la prise en compte d'autres variables que la seule Tmax, permettront possiblement d'étayer ou d'infirmer cette hypothèse.

6 MACRO-INVERTEBRES

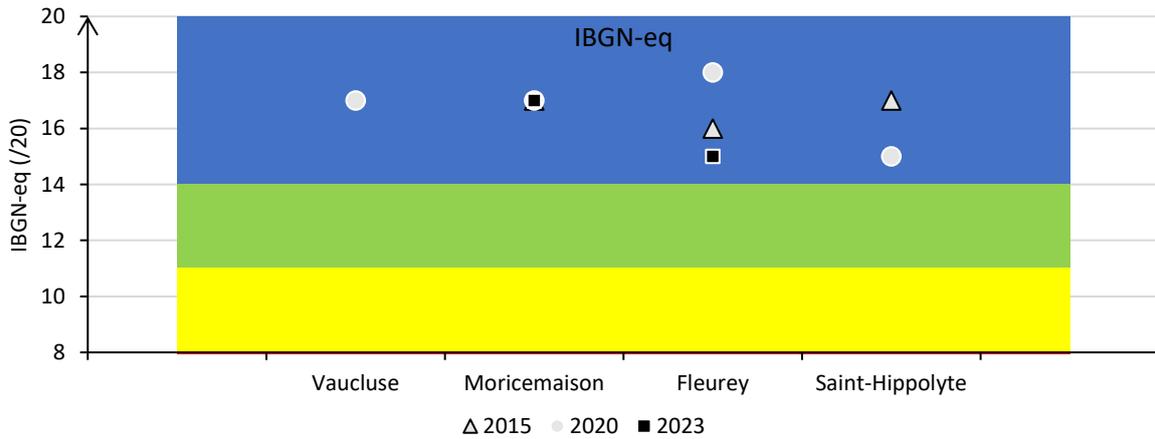


Figure 19. Evolution de l'IBG-DCE (intégrant 8 placettes). Couleurs : seuils d'état selon le référentiel DCE.

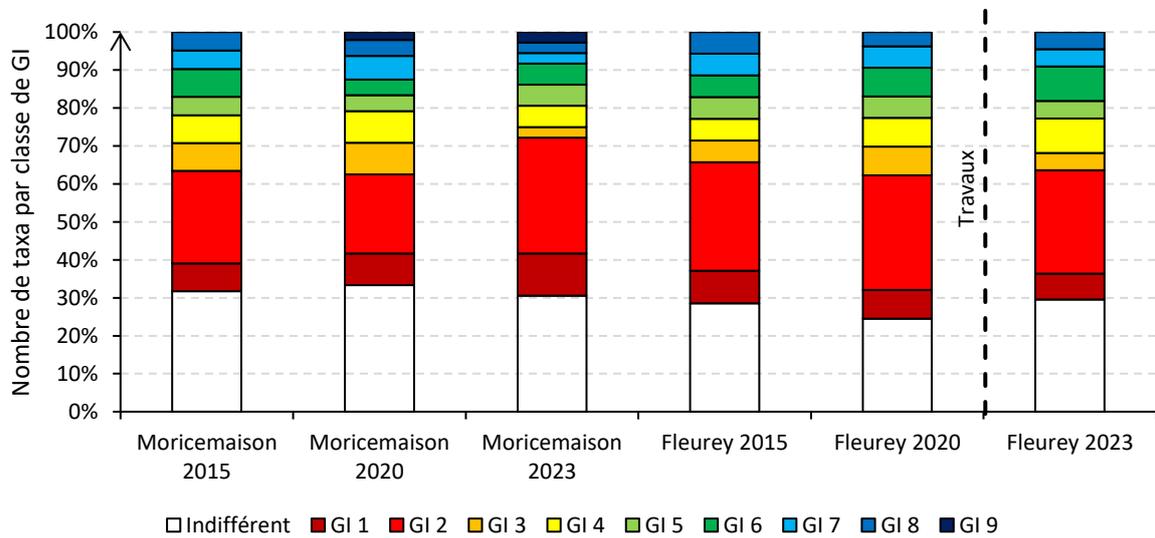


Figure 20. Evolution de la répartition par rang de groupe indicateur au sein des communautés macrobenthiques investiguées.

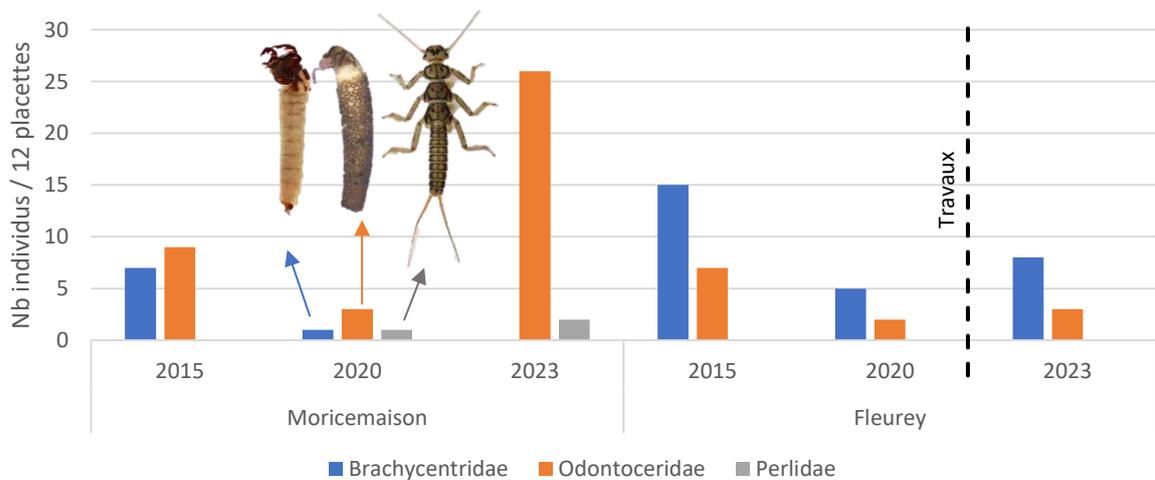


Figure 21. Evolution de l'abondance des taxons réputés les plus sensibles parmi ceux présents (GI 8 : trichoptères Brachycentridae et Odontoceridae ; GI 9 : plécoptères Perlidae).

L'indice IBG-DCE s'avère particulièrement stable au niveau de la station témoin Moricemaison, et davantage variable au niveau de la station de Fleurey. Toutefois, cette variation semble indépendante de l'exécution des travaux, la valeur de 2023 se situant même plutôt en deçà des états initiaux de 2015 et 2020.

L'I2M2 est pour sa part particulièrement stable dans le temps au niveau de Fleurey, et un plus variable au niveau de Moricemaison. Là aussi, cet indicateur ne met pas en évidence d'évolution notable suite à l'effacement du seuil de Fleurey.

Ces relatives stabilités des indices sont la conséquence de compositions faunistiques qui ont elles-mêmes relativement peu évoluées. On constate notamment la présence de trichoptères réputés sensibles au niveau de Fleurey (Brachycentridae, Odontoceridae), mais l'absence récurrente de plécoptères Perlidae pourtant présents (en faibles densités) quelques centaines de mètres en amont au niveau de la station de Moricemaison.

Ces similarités globales de compositions faunistiques dans le temps et entre stations bio-indiquent (*via* les outils diagnostiques) des probabilités de pressions n'ayant que peu/pas ostensiblement évoluées. La seule observation qui paraît notable concerne la pression hydromorphologique « anthropisation » qui a diminué à Fleurey suite aux travaux. Toutefois, une évolution similaire semblant aussi se dessiner à Moricemaison, ce constat est fragile.

Outre cette stabilité, ces observations soulignent aussi un optimum hydrobiologique non encore atteint dans ces stations, malgré une absence de déclassement de l'état selon le référentiel DCE. Ceci peut au moins pour partie s'expliquer par une qualité de l'eau elle-même non optimale (suivis qualitatifs du Dessoubre par le Département du Doubs et l'Agence de l'Eau). Les métriques élémentaires associées à l'I2M2 sont elles-aussi globalement homogènes dans le temps et entre les 2 stations, et, effectivement, celles plutôt associées à la qualité (ASPT, voire polyvoltinisme et ovoviviparité) s'avèrent plutôt bonnes mais non pleinement optimales.

Néanmoins, c'est bien la richesse taxonomique qui constitue le principal facteur limitant à l'I2M2. Malgré de fortes variations interannuelles (ne permettant pas de mettre en évidence une incidence des travaux sur ce paramètre), on constate que la station de Fleurey demeure (très) légèrement en-deçà de celle de Moricemaison. La diversification des hauteurs et vitesses n'a donc pas engendré d'évolution macrobenthique profonde 3 ans après travaux, la nature des substrats présents étant globalement similaires avant et après effacement de l'ouvrage.

Dans ce contexte, il est important de noter que le milieu n'a pas encore été pleinement réajusté suite aux travaux (peu de crues morphogènes par exemple), il qu'il sera donc nécessaire d'attendre au moins le suivi à N+6 pour évaluer une incidence potentiellement plus ostensible sur le macrobenthos.

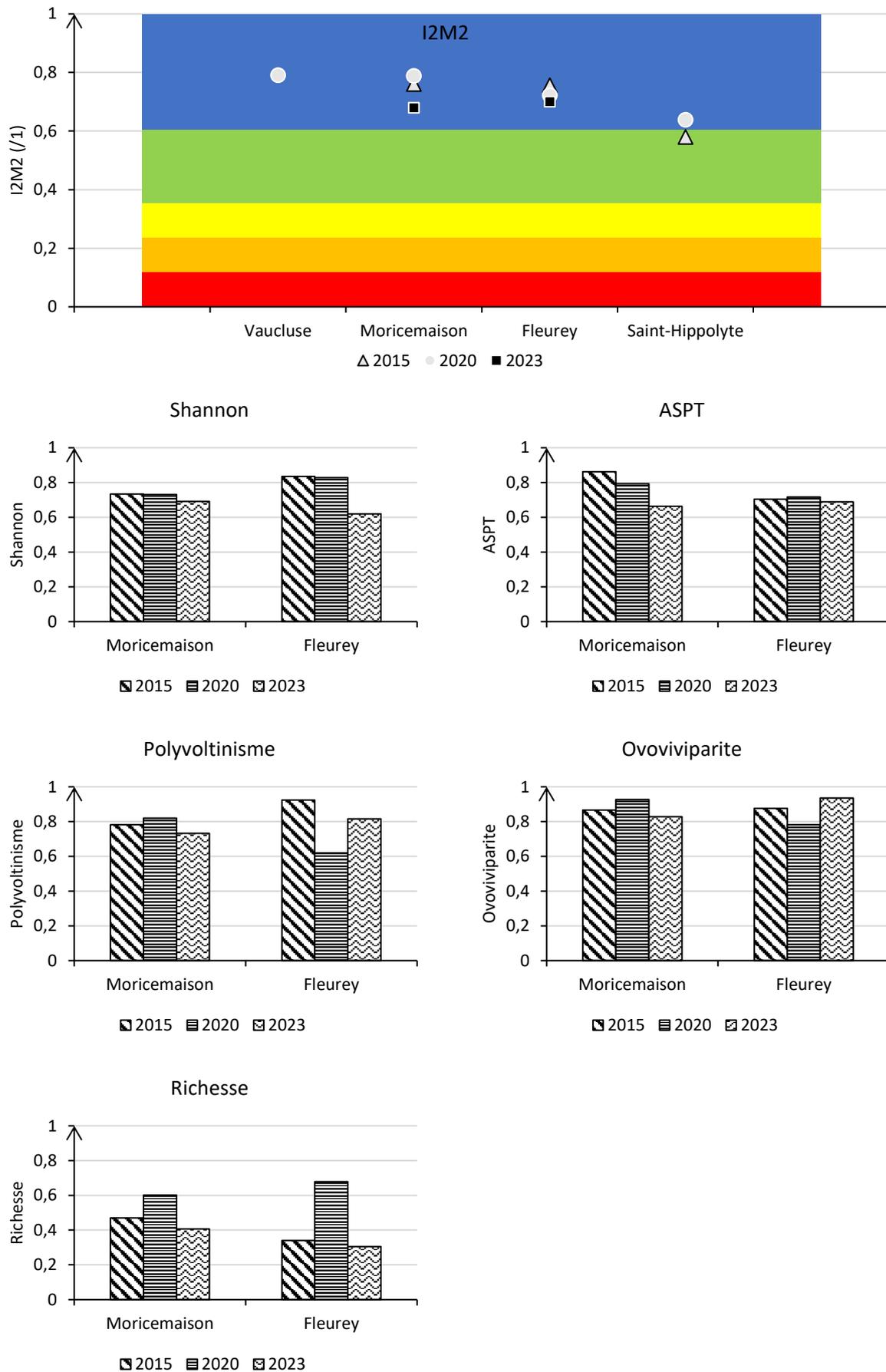


Figure 22. Evolution spatiale et temporelle de l'I2M2 et des 5 métriques élémentaires.

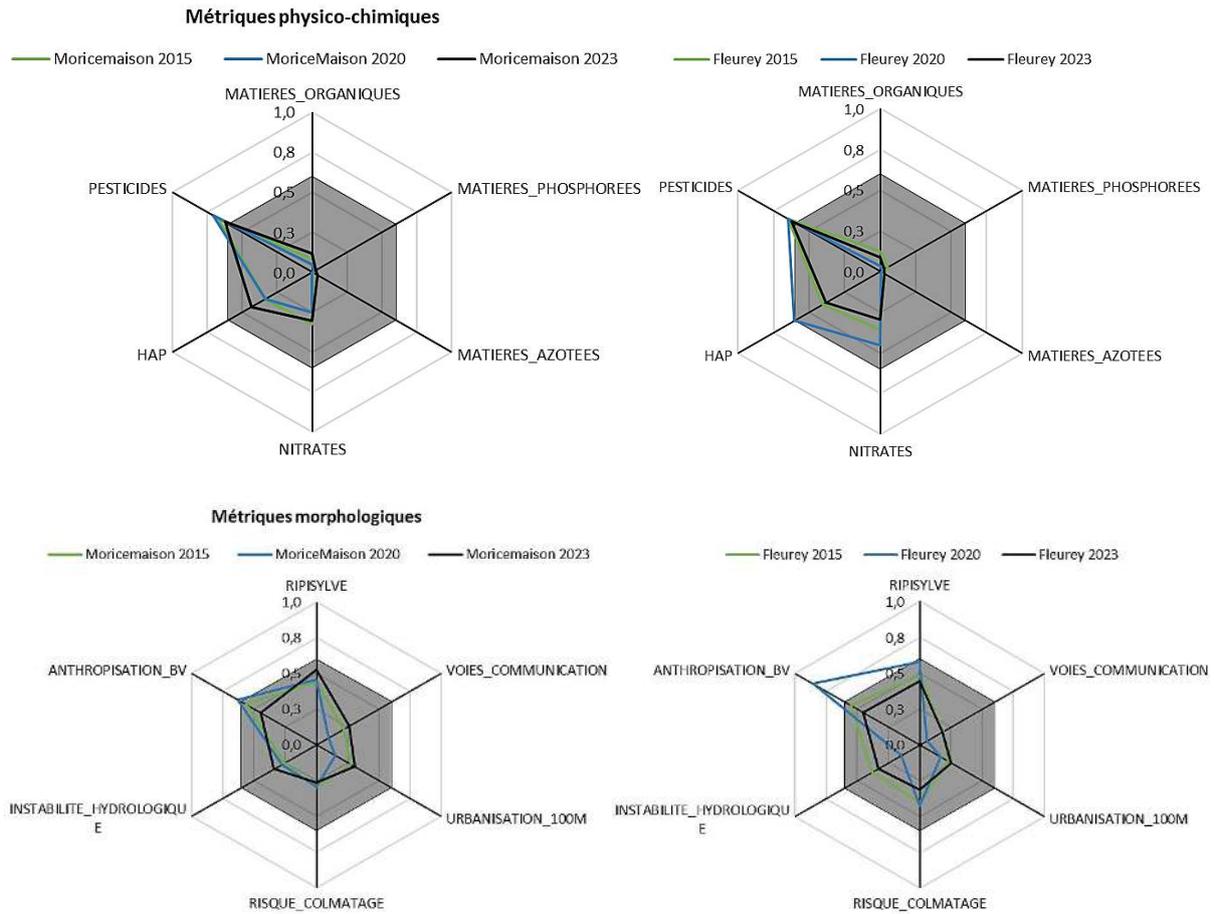


Figure 23. Evolution entre 2015 (vert), 2020 (bleu) et 2023 (noir) des probabilités de pressions physico-chimiques (en haut) et hydromorphologiques (en bas) bio-indiquées par l’outil diagnostique à la station témoin Moricemaison (à gauche) et à Fleurey (à droite). La zone grisée correspond à des probabilités faibles et jugées comme non significatives.

7 POISSONS

Les pêches ont été réalisées par la Fédération départementale de pêche du Doubs. Ci-après sont indiqués une synthèse des principaux éléments observés.

Pour rappel, avant travaux, les investigations ichtyologiques de 2015 et 2020 furent cohérentes et consolidées pour indiquer que, malgré une situation piscicole non référentielle sur la station témoin, la banalisation des habitats disponibles sur la station sous influence du seuil de Fleurey entraînait, à qualité d'eau égale :

- des effectifs et des biomasses largement inférieurs sur Fleurey, et ce pour l'ensemble des espèces présentes,
- un déséquilibre de la structuration des populations salmonicoles et thymallicoles sur Fleurey en termes de représentation des différentes classes d'âge.

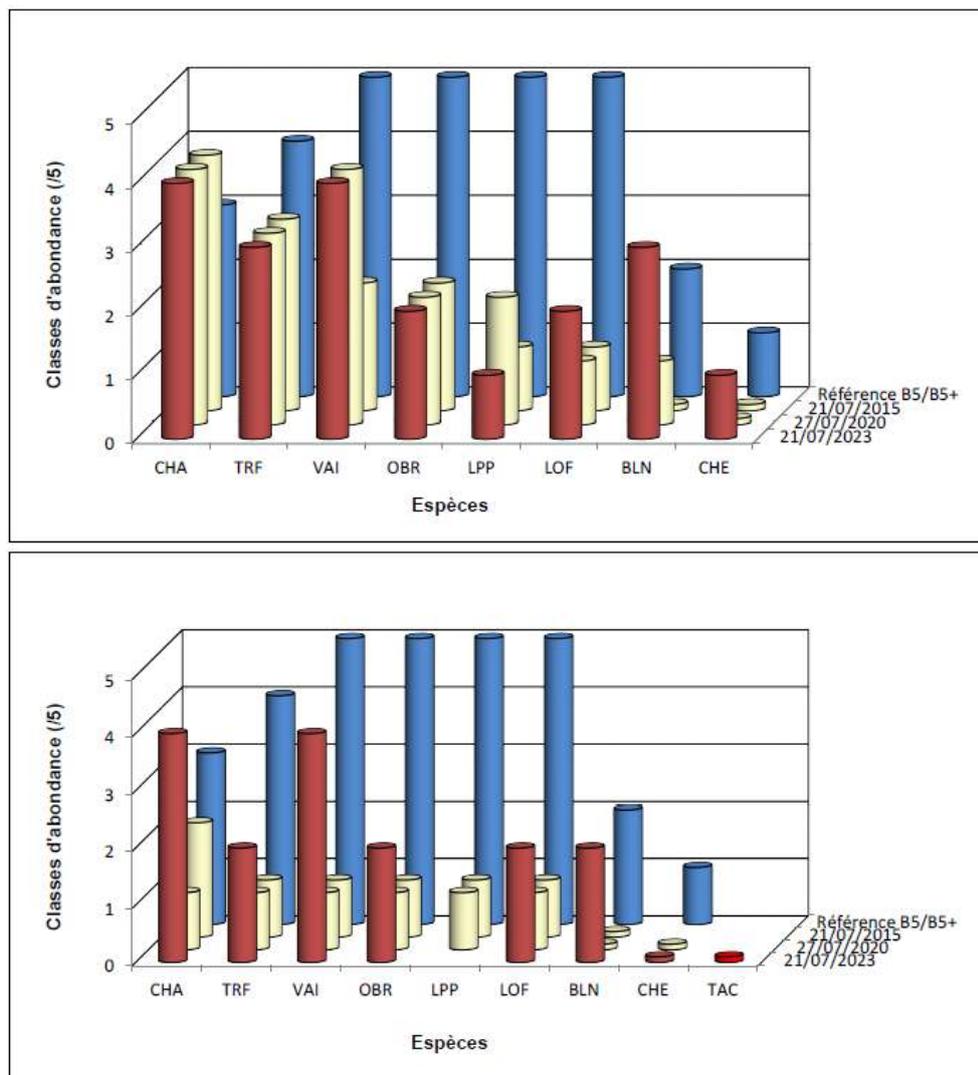


Figure 24. Evolution des classes d'abondances des peuplements observés avant (jaune) et après (rouge) travaux, et comparaison aux peuplements théoriques (bleu) : station témoin Moricemaison en haut, station Fleurey en bas.

Outre un glissement typologique observé sur le long terme, s’inscrivant dans un contexte de changement climatique et dépassant le strict cadre de ce tronçon du Dessoubre, on constate :

- l’absence de la lamproie de Planer en 2023 sur la station de Fleurey, à relier à la disparition attendue des substrats fins et meubles de la station post-travaux ;
- présence anecdotique d’un spécimen de truite arc-en-ciel en 2023 sur la station de Fleurey, selon toute vraisemblance échappé de la pisciculture présente environ 1 Km en aval de l’ex-seuil. Cette capture illustre toutefois le rétablissement de la continuité écologique sur le tronçon.

Au-delà de ces observations, on constate que le suivi post-travaux à N+3 a permis de mettre en évidence une très nette amélioration des peuplements piscicoles au niveau de la station de Fleurey suite à l’effacement du seuil et de son remous : augmentation de toutes les classes d’abondance (auparavant excessivement faibles), hors lamproie. Parallèlement la station témoin à Fleurey a fait état d’une remarquable stabilité dans le temps.

Les densités numériques et les biomasses en espèces accompagnatrices (chabot, vairon, loche franche) sont désormais globalement similaires entre les 2 stations, encore un peu en retrait pour le blageon. Ceci s’explique de façon directe par le gain en facies lotiques suite à l’arasement du seuil.

✓ *Truite fario*

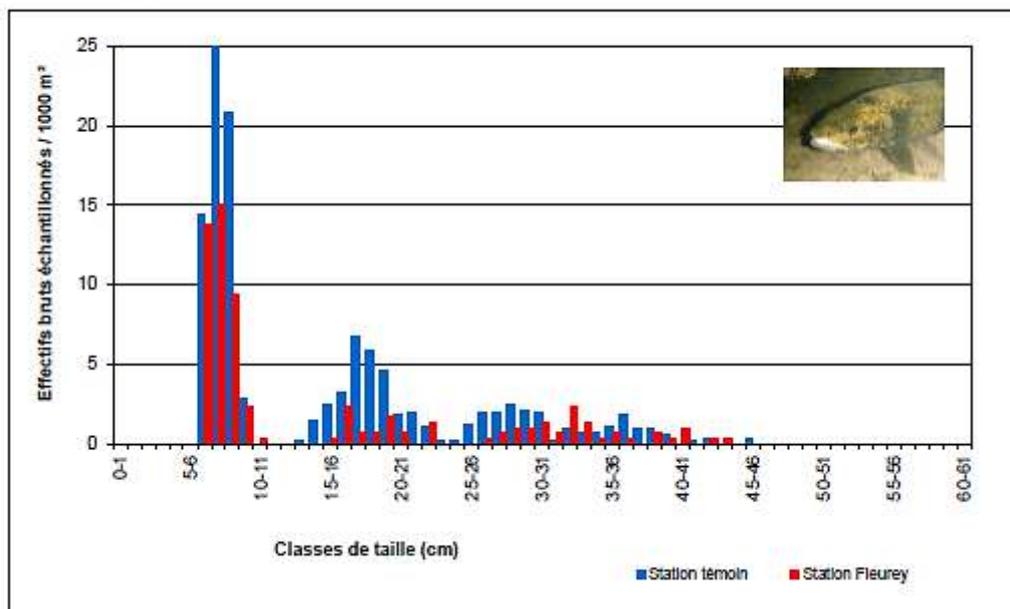


Figure 25. Structuration des peuplements en truites dans les 2 stations investiguées en 2023.

Autrefois très déstructurés, les peuplements en truites fario de Fleurey tendent désormais à se rééquilibrer en classes d’âges, notamment grâce à un net accroissement du recrutement. Là aussi, le facies plus lotiques sont favorables à cet écostade.

Toutefois, malgré un doublement de la biomasse piscicole globale à Fleurey, cette-dernière demeure en retrait par rapport à la station témoin, en particulier en raison de la faible évolution des densités en stades juvéniles et adultes de la truite fario.

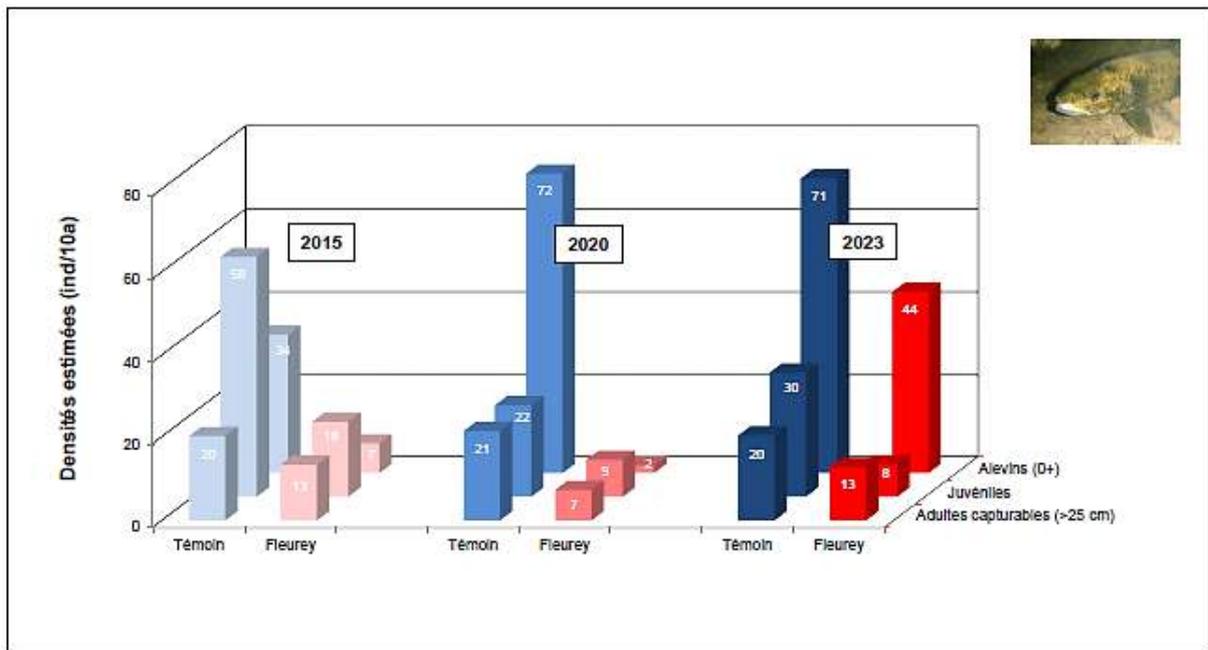


Figure 26. Evolution des densités estimées des écostades de truites capturées sur les 2 stations.

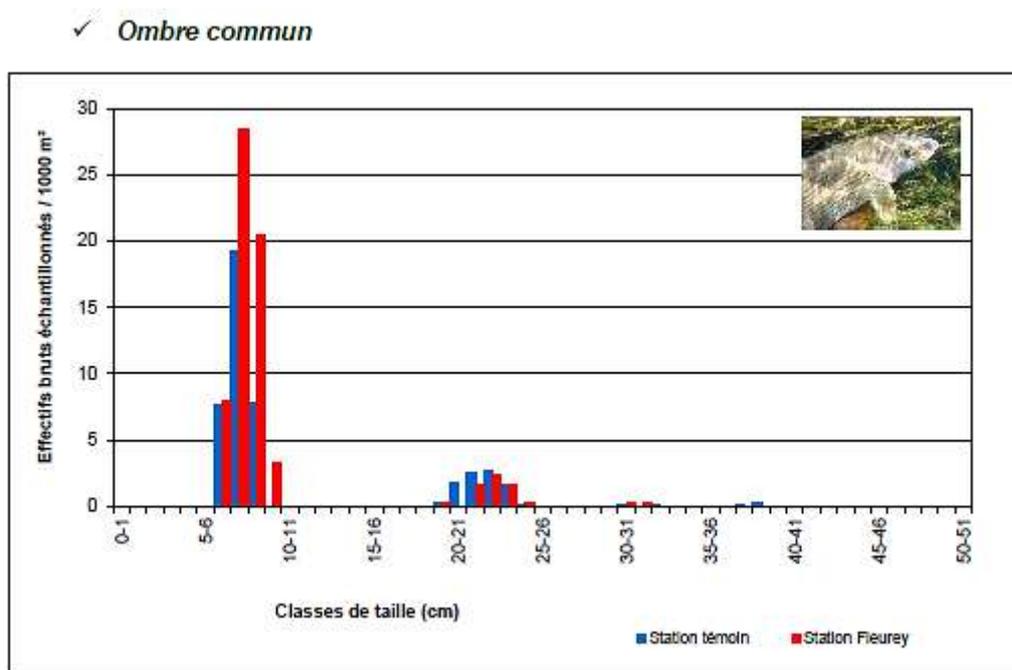


Figure 27. Structuration des peuplements en ombres dans les 2 stations investiguées en 2023.

Comme pour la truite, le peuplement en ombres de Fleurey s’est nettement restructuré depuis les travaux. En 2023, le recrutement y fut même supérieur à celui observé au niveau de la station témoin. De nouveau, le lien avec l’évolution en habitats plus lotiques peut être fait de façon directe.

Toutefois, ce constat positif s’inscrit dans un contexte plus global à la partie aval du Dessoubre où les populations d’ombres communs demeurent précaires avec des densités de géniteurs souvent très faibles.

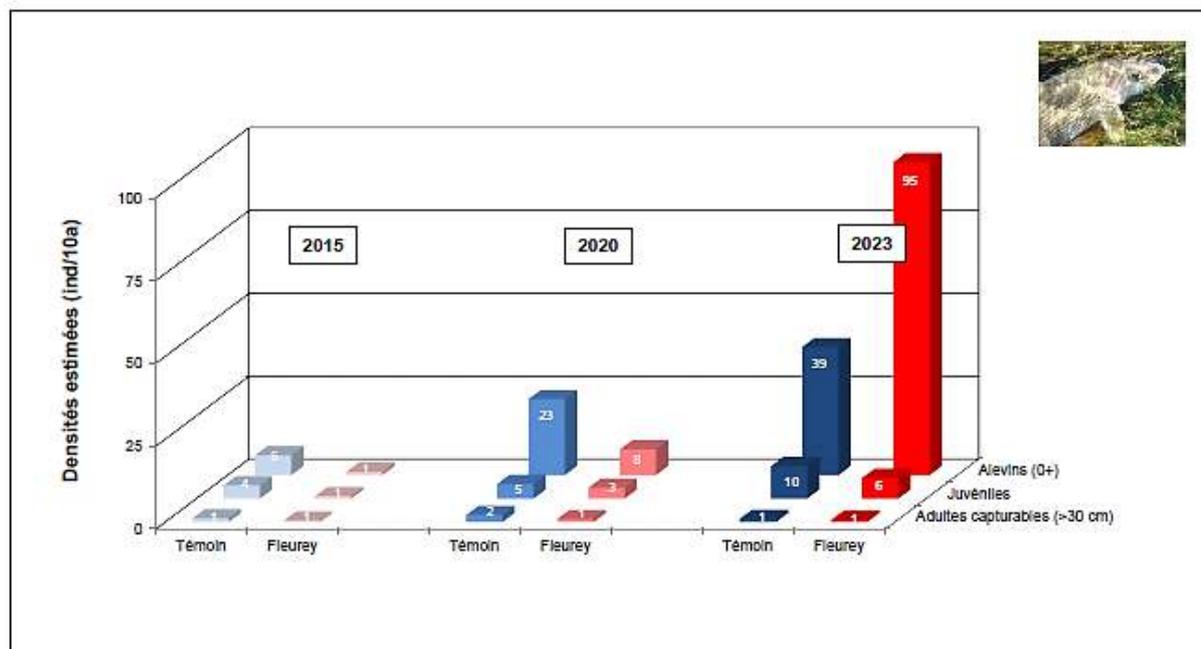


Figure 28. Evolution des densités estimées des écostades des ombres capturés sur les 2 stations.

L'incidence des travaux sur les peuplements piscicoles de Fleurey est donc globalement très positive.

Certains verrous sont cependant toujours présents, comme la fragilité des populations d'ombres communs, ces-dernières étant toutefois chroniques et dépassent largement le cadre de ce tronçon et de ces travaux. Néanmoins, le nouveau et fort recrutement en alevins d'ombres constitue dans ce contexte un potentiel positif pour une plus grande résilience de la population.

De même pour les truites fario, de nouveaux et forts recrutements ont été observés suite aux travaux à Fleurey. Toutefois, les déficits en truites juvéniles et adultes y sont ici davantage prononcés qu'au niveau de la station témoin (disposant elle-même d'une population en truites déjà dysfonctionnelle), soulevant ainsi davantage d'interrogations :

- S'agit-il d'un temps de reconquête nécessaire pour que la reproduction puis le temps de maturation se mettent en place (auquel cas le suivi à N+6 sera probant) ?
- Quels sont les interactions des peuplements en place entre la station Fleurey et de Moricemaison, distantes de seulement quelques centaines de mètres ?
- La piste généralement privilégiée est le déficit en habitats favorables aux gros individus, en particulier les sous-berges et branchages. Dans ce cas, il se pose la question du réel potentiel naturel en habitats de cette station (la moindre largeur du lit mouillé accroît la distance à la berge droite et donc l'accès à ces types de supports, déjà éparses voire absents dès avant travaux).

En conclusion, les travaux d'effacement du seuil de Fleurey ont permis de rétablir une continuité fonctionnelle et de recréer des conditions écologiques favorables au rétablissement de populations piscicoles conformes aux attentes (par rapport à la station témoin), excepté des lacunes persistantes pour les truites les plus âgées et voire le goujon, ceci dans des contextes toutefois déjà nettement négatifs pour les peuplements en truites et plus encore en ombres dans ce Dessoubre aval.

Les suivis post-travaux à N+6 permettront d'évaluer les conséquences des dynamiques tant biologiques que des éventuelles réajustements du milieu physique (et donc des habitats).

8 BILAN DU COURS D'EAU 3 ANS APRES TRAVAUX

L'effacement du seuil de Fleurey a permis de diversifier les vitesses d'écoulements (davantage lotique) et réduire les profondeurs, conférant ainsi un meilleur potentiel en habitats piscicoles au droit de l'ancien remous, et se rapprochant de ce qui est présent au niveau de la station témoin. Le lit mouillé du Dessoubre s'en retrouve ainsi partiellement resserré en période de basses eaux, ce qui constitue là aussi un effet positif des travaux sur la morphologie du cours d'eau.

Au niveau des substrats, les évolutions sont nettement moins ostensibles à N+3. Les fractions les plus fines autrefois déposées (graviers, y compris entre galets) tendent à être moins présentes, vraisemblablement du fait du caractère davantage lotique de la station. Les affleurements rocheux (dalle) sont toujours aussi présents (comme sur d'autres tronçons du Dessoubre, y compris la station témoin), constituant ainsi une des limites au potentiel biogène du milieu. La question relative à la morphologie naturelle de cette section du Dessoubre est ainsi soulevée afin d'évaluer le réel potentiel en habitats du milieu (atteint ou non encore atteint ?). Il demeure par ailleurs la question du délai de réajustement nécessaire du milieu en lien avec la rareté des crues morphogènes depuis les travaux.

L'arasement du seuil n'a pas eu d'effet aussi ostensible qu'attendu sur la thermie du Dessoubre, cette dernière étant notoirement sous l'influence confondante de circulations karstiques le long des linéaires investigués. Il semblerait toutefois qu'un rafraîchissement de l'emprise de l'ancien remous soit observé.

Ces relatives continuités temporelles expliquent l'absence d'évolution notable de la qualité macrobenthique à N+3, par ailleurs proche de celle de la station témoin. La non atteinte d'un optimum s'inscrit à la fois en raison d'une diversité relativement faible (habitats ?) mais aussi pour partie à une qualité de l'eau elle-même non optimale. Il sera donc intéressant d'observer un délai de réajustement et de cicatrisation du milieu suffisant (à partir de N+6 par exemple) pour pouvoir en évaluer une incidence de ces travaux sur le macrobenthos qui soit davantage robuste.

En revanche, la nette évolution en habitats piscicoles a permis de constater de fortes évolutions ichtyologiques positives, avec des peuplements se rapprochant de ceux de la station témoin (cette dernière étant toutefois nettement dysfonctionnelle pour les truites et les ombres). Il demeure néanmoins un déficit en truites juvéniles et adultes (voire en goujons), y compris par rapport à la station témoin.

Le suivi à N+6 permettra de consolider ces observations, et d'appréhender notamment les dynamismes morphologiques et hydrobiologiques engendrés en post-travaux.

Objectif	Indicateur	Etat initial (Fleurey)	Perspective	Observation à N+3
Hydromorphologie	<ul style="list-style-type: none"> Pente de la ligne d'eau Dynamisme des profils en travers 	Pente de ligne d'eau nulle Profils en travers homogènes	Retour de facies davantage lotiques et diversifiés, voire dynamiques	Diversification des hauteurs et vitesses Dynamisme post-travaux à comparer à N+6
Habitat	<ul style="list-style-type: none"> Indicateurs IAM 	Forte homogénéité des facies	Rapprochement des observations de la station témoin (déjà non optimales)	Rapprochement des observations de la station témoin
Thermie	<ul style="list-style-type: none"> Ecart par rapport à la station témoin 	Impact non ostensible	Impact positif aléatoire	Absence d'impact thermique avéré*
Poissons	<ul style="list-style-type: none"> Abondance des espèces lotiques 	Présentes mais très déficitaires	Rapprochement des observations de la station témoin (déjà non optimales)	Gains en reproduction ombres et en truites et retour des espèces rhéophiles, déficit rémanent en biomasse salmonicole
Macro-invertébrés	<ul style="list-style-type: none"> Valeur de l'I2M2 Densité des taxons les plus sensibles 	« Très bon état » mais non optimal Absence/très faibles densités	Meilleure résilience de la station Retour des espèces les plus sensibles présentes de façon encore relictuelle dans la station témoin	Pas d'évolution notable de la qualité macrobenthique

Tableau 2. Synthèse des principaux objectifs et évolutions liés au projet de restauration, et des indicateurs associés.

Vert : objectif atteint

Orange : objectif non atteint

Rouge : impact négatif

Noir : non évalué à N+3

* : objectif peu prioritaire compte tenu de l'absence d'impact initial avéré

ANNEXE

DONNEES MACROBENTHIQUES 2023

Liste Moricemaison 2023

Liste Fleurey 2023