

Suivi hydromorphologique de la Longève renaturée à Marigny-Chemereau (86) - CODDT E0171



Validé par le Président Francis Bailly

Fédération Départementale des Associations Agréées de la Pêche et la
Protection du Milieu Aquatique de la Vienne

4 rue Caroline Aigle

86000 Poitiers

1. Sommaire

2.	Contexte du suivi de la Longève à Marigny-Chémereau.....	2
3.	Caractérisation hydromorphologique du cours d'eau (Carhyce)	4
3.1	Conditions d'application du CarHyCE	4
3.2	Renseignements de la station	4
3.3	Géométrie du lit.....	5
3.4	Dynamique sédimentaire	6
3.5	Substrat	9
3.6	Faciès d'écoulement	14
4.	Conclusion du suivi.....	23

2. CONTEXTE DU SUIVI DE LA LONGÈVE A MARIGNY-CHEMEREAU

Pour rappel, cette portion de la Longève a été renaturée en 2020 dans le cadre des mesures compensatoires de la Ligne à Grande Vitesse Sud Europe Atlantique. Cette renaturation visait à retrouver toutes les caractéristiques d'origine de la rivière. Le lit mineur a donc été remis dans le fond de vallée. Le nouveau dimensionnement du lit a été adapté à son débit afin de redonner à la Longève toute sa dynamique, sa sinuosité et sa capacité morphogène. Une recharge granulométrique associée avec la création de radiers a permis de reconstituer le matelas alluvial ainsi que la diversité des faciès.



Figure 1 : La Longève après renaturation en mai 2021.

Afin de suivre l'évolution du milieu après la renaturation, un protocole de suivi a été mis en place dès 2021. Il comprenait trois volets : hydromorphologique, piscicole et hydrobiologique.

En 2021, la description de la morphologie associée à la portion restaurée avait été réalisée à l'aide du protocole CarHyCE (Caractérisation Hydromorphologique des Cours d'Eau). Il permet de créer un recueil de données sur la géométrie du lit, la puissance spécifique du cours d'eau, la qualité du substrat ainsi que l'état des berges et de la ripisylve.

Le suivi hydromorphologique réalisé en 2021 avait montré une forte érodabilité des radiers causant ainsi leur incision. En effet, la taille moyenne de l'alluvionnaire utilisé (1-2 cm) était trop faible au vu de la force tractrice de la Longève. Le calcul des paramètres de Shields avait démontré que la taille médiane des sédiments mis en mouvement sur la station

se situait autour des 6-7 cm. Au débit morphogène, une grande partie des cailloux utilisés (1-2 cm) lors des travaux en 2020 ont donc été mis en suspension et évacués trop rapidement des zones de radiers.

En 2022 et à la suite de ces observations, les radiers ont été rechargés avec des matériaux de tailles plus importantes.

Le protocole CarHyCE, réalisé en 2023, avait donc pour objectif d'étudier cette gamme de taille pour savoir si ce nouveau substrat permettait un retour à l'équilibre de la dynamique sédimentaire.

3. CARACTERISATION HYDROMORPHOLOGIQUE DU COURS D'EAU (CARHYCE)

3.1 Conditions d'application du CarHyCE

Le protocole CarHyCE a été de nouveau appliqué le 21 avril 2023 sur cette station renaturée de la Longève. Les conditions hydrologiques étaient favorables à l'observation. L'eau était claire et les faciès faciles à discriminer.

Pour simplifier l'analyse des données et les calculs hydrauliques, les points sont toujours décrits à partir de la rive la plus basse.

La station de 2023 a été placée exactement au même emplacement que celle de 2021. Les données de géométrie du lit et de dynamique sédimentaire seront forcément proches aux résultats du suivi de 2021. Le principal objectif de ce nouveau CarHyCE est d'analyser le comportement des nouveaux radiers pour valider la reprise des travaux faite en 2022.

3.2 Renseignements de la station

Largeur de pleins bords

3 largeurs pleins bords ont été mesurées au niveau de 3 transects. Le premier transect était positionné au niveau du 1er radier aval qui matérialiserait l'origine de la station. Les deux autres transects étaient ensuite espacés chacun de 2 fois cette 1ère largeur mesurée. La moyenne des 3 mesures (lev-pb) a servi à déterminer la longueur de la station (L). Ces largeurs pleins bords ont été relevées rapidement à l'aide d'un décamètre entre les deux bords de berge et perpendiculairement à l'écoulement avec une précision de 10%.

$$\text{lev - pb} = (l\text{-pb } 1 + l\text{-pb } 2 + l\text{-pb } 3) / 3 = (3.65 + 4.42 + 6.41) / 3 = \mathbf{4.83 \text{ m.}}$$

Longueur de la station

La longueur de la station (L) a été déterminée en fonction de lev-pb.

$$\text{Ainsi } L = 14 \times \text{lev-pb} = 14 \times 4.73 = \mathbf{67.62 \text{ m.}}$$

Positionnement des transects de la station

Les mesures ont été effectuées sur 15 transects perpendiculaires à l'écoulement. Le premier transect était positionné sur le premier radier aval de la station et les 14 autres étaient répartis toutes les 1 fois la largeur évaluée pleins bords moyenne (lev-pb) vers l'amont.

3.3 Géométrie du lit

Evaluation de la largeur mouillée moyenne de la station (lev-m)

Ces mesures ont été réalisées pour déterminer l'espacement entre chaque point de mesure sur les transects. La largeur mouillée moyenne a été mesurée au niveau des 3 transects déjà utilisés pour déterminer lev-pb.

$$\text{lev-m} = (l\text{-m } 1 + l\text{-m } 2 + l\text{-m } 3) / 3 = (5.12 + 3.59 + 2.78) / 3 = \mathbf{3.83 \text{ m.}}$$

Espacement inter-points sur les transects

Sur chaque transect, les points de mesures ont été levés tous les 1/7^{ème} de la largeur mouillée moyenne (lev-m).

$$\text{Espacement inter-points} = \text{lev-m} / 7 = 3.8 / 7 = \mathbf{0.55 \text{ m.}}$$

Largeur et profondeur à pleins bords et rapport des deux

Le rapport de la largeur sur la profondeur moyenne à pleins bords est une caractéristique géométrique intéressante à plusieurs titres :

D'un point de vue hydromorphologique, c'est un paramètre typologique indicateur de l'activité géodynamique d'un cours d'eau. Ainsi, les cours d'eau à dynamique plutôt active, caractérisés par des processus érosifs latéraux importants et des apports solides assez élevés, ont des rapports l/p plutôt forts (20 ou plus). Les rivières en tresses ont souvent des rapports l/p proches de ou supérieurs à 100.

Le rapport l/p donne aussi des indications sur la cohésion des berges : plus celles-ci sont cohésives, plus les cours d'eau sont étroits et profonds et inversement, si les berges sont peu cohésives, les cours d'eau ont tendance à être plus larges et moins profonds. On retrouve ici les mêmes tendances que celles liées à la présence de végétation rivulaire, les 2 paramètres (végétalisation et cohésion) jouant dans le même sens en favorisant l'érosion verticale aux dépens de l'érosion latérale ou l'inverse.

Dans notre cas, le **rapport l/p = 8.14**.

La station étudiée de la Longève est donc caractérisée par un faible rapport l/p. Ce résultat indique que cette portion de la Longève présente une activité géodynamique limitée. Les processus d'érosion latérale sont faibles et les berges stables. Ce résultat reflète en partie les caractéristiques naturelles de la Longève mais aussi certaines caractéristiques particulières de la station de suivi. En effet, la Longève est un cours d'eau de taille intermédiaire dont la pente peut être très variable. Sur la portion étudiée, la pente est moyenne. Les processus d'érosion latérale vont donc être restreints et la largeur naturellement réduite. En revanche, la charge sédimentaire de ce type de cours d'eau doit être suffisante pour éviter les phénomènes d'incision.

Débit de pleins bords

Il est couramment admis que le débit de pleins bords d'un cours d'eau naturel en équilibre a une période de retour correspondant sensiblement à la crue journalière de fréquence 1.5 à 2.5 ans. Le calcul, même sommaire, de ce débit au droit d'une station permet donc en théorie de détecter une éventuelle altération (ex : recalibrage) si sa période de retour dépasse largement Q2ans (ex : Q5, Q10).

Le 16 février 2021, une mesure de débit a été réalisée lorsque la Longève commençait juste à sortir de son lit. Le débit valait 524 l/s.

Il n'existe pas de station hydrométrique sur la Longève. Il n'est donc possible de comparer cette valeur de débordement avec le Q2ans pour estimer la fréquence de crue de cette portion renaturée de la Longève.

Au vu des observations de terrain, le calibre de la Longève renaturée permet à la rivière d'atteindre très fréquemment son débit pleins bords. Il s'agit du débit le plus morphogène permettant la création de nouveaux habitats ainsi que le décolmatage des zones sédimentées. Cette caractéristique hydraulique est indispensable à la reproduction de certains poissons (truites fario, chabots, lamproies de planer ...) nécessitant un substrat grossier de qualité, oxygéné et surtout non colmaté.

3.4 Dynamique sédimentaire

Observation de terrain

A l'inverse du suivi de 2021, celui de 2023 indique des radiers en bon état sans marque d'érosion. Il est donc possible de penser que la recharge réalisée en 2022 ait permis de corriger le déséquilibre de la dynamique sédimentaire. En revanche, ce constat doit être nuancé car la Longève n'a pas connu de montée d'eau significative entre 2022 et 2023. Seules deux petites crues ont été relevées à la mi-janvier et à la mi-mars 2023 pour un cumul de 15 jours. Il n'y a donc pas eu d'épisode morphogène significatif entre la réalisation des travaux de reprise en 2022 et le CarHyCE d'avril 2023. Bien que les premiers résultats soient encourageants, il est difficile de statuer définitivement sur l'efficacité de la reprise des travaux.

Puissance spécifique de pleins bords

La puissance spécifique à pleins bords est un paramètre déterminant de la dynamique fluviale. Plus elle est élevée plus le cours d'eau a de capacité à éroder ses berges (si celles-ci ne sont pas cohésives) et à transporter ses alluvions.

Couplée aux caractéristiques du substrat et à l'hydrologie, elle permet aussi de déterminer la fréquence de mise en mouvement des sédiments et donc la stabilité temporelle du substrat, élément important du fonctionnement écologique.

Pour commencer, la puissance (Ω) doit être calculée comme suit :

$$\Omega = \gamma_{\text{eau}} \times Q \times J = 9810 \times 0.524 \times 0.02 = \mathbf{102.81 \text{ watts / m.}}$$

Où γ est le poids volumique de l'eau (9810 N/m³), Q le débit (m³/s) (ici le débit mesuré le 16 février 2021 à pleins bords) et J la pente de la ligne d'énergie en m/m (calculée à partir d'un niveau laser).

Ensuite, la puissance spécifique (ω) de pleins bords est calculée comme suit :

$$\omega = \Omega / \text{lev} - \text{pb} = 102.81 / 4.83 = \mathbf{21.29 \text{ watts / m}^2}.$$

La puissance spécifique indique que cette portion de la Longève présente capacité morphogène moyenne. D'après l'échelle de Brooke (1988), une puissance spécifique de 21.29 watts / m² correspond à la catégorie des rivières plutôt stables avec un faible apport solide et une très légère tendance à se méandrer. Cette valeur (< 25 watts / m²) justifie également l'aménagement réalisé dans le nouveau lit (hauts fonds, radiers et apports de blocs) puisque la Longève n'aurait pas eu la capacité pour reconstituer sa morphologie primitive.

Force tractrice et paramètre de Shields :

La force tractrice ou tension de frottement (τ) est la tension tangentielle exercée par la colonne d'eau sur les parois du chenal ; c'est la force résultant de la friction du liquide en mouvement sur les parois du chenal.

La force tractrice pleins bords de notre station est calculée comme suit :

$$\tau = \gamma_{\text{eau}} \times R_h \times I = 9810 \times 0.27 \times 0.02 = \mathbf{52.97 \text{ N/m}^2}.$$

Où R_h est le rayon hydraulique (rapport de la surface et du périmètre mouillés).

Ensuite, le paramètre de Shields est un nombre non dimensionnel utilisé pour calculer l'initiation du mouvement des sédiments dans un écoulement de fluide.

Le paramètre de Shields est calculé comme suit :

$$\tau^* = \tau / (\gamma_{\text{solide}} - \gamma_{\text{eau}}) \times \text{diamètre grain.}$$

Pour un diamètre (d) de 1 cm, le paramètre de Shields vaut $52.97 / (((2650-1000) \times 9.8) \times 0.01) = 0.328$.

Pour un diamètre (d) de 5 cm, le paramètre de Shields vaut $52.97 / (((2650-1000) \times 9.8) \times 0.05) = 0.066$.

Pour un diamètre (d) de 10 cm, le paramètre de Shields vaut $52.97 / (((2650-1000) \times 9.8 \times 0.1) = 0.033$.

Tableau 1 : Classification de Ramette (mouvement des sédiments en fonction du paramètre de Shields).

- pour $\tau^* < 0,027$	le grain de diamètre d est au repos ; le fond est plat ;
- pour $0,027 < \tau^* < 0,047$	il y a apparition des tous premiers mouvements, mais pas assez pour générer un débit solide ;
- pour $0,047 < \tau^* < 0,062$	le grain est charrié sur fond plat ;
- pour $0,062 < \tau^* < 0,25$	le grain est charrié par dunes ;
- pour $0,25 < \tau^* < 2,5$	le grain est transporté par dunes en suspension ;
- pour $\tau^* > 2,5$ environ	le grain est transporté en suspension sur fond plat.

D'après la classification de Ramette (tableau 1), ce résultat signifie que la force tractrice de la Longève à pleins bords permet un début de mouvement pour les éléments mesurant environ 10 cm. Evidemment, plus le substrat dépassera et s'éloignera des 10 cm et moins il aura de chance d'être mis en mouvement et inversement.

L'initiation d'une mise en suspension pour un débit plein bord se fait pour des éléments dont la taille est comprise entre 1 et 2 cm.

Pour apporter une précision supplémentaire, la mise en mouvement du sédiment nécessite que τ critique (force tractrice critique) $> \tau$.

Sachant que τ critique = Re^* (Nombre de Reynolds = 0.045) $\times (\gamma$ solide – γ eau) $\times D50$ (taille médiane des sédiments) :

τ critique $> \tau \Leftrightarrow 0.045 \times 16170 \times D50 > 52.97 \Leftrightarrow D50 > 52.97 / (0.045 \times 16170) \Leftrightarrow$ **D50 > 0.073 m soit 7.3 cm.**

La taille médiane des sédiments mis en mouvement sur la station se situe donc autour des 7 cm.

Ces résultats liés à la dynamique sédimentaire sont très proches de ceux déjà calculés en 2021. Ils ont très légèrement bougé à cause de l'évolution naturelle du nouveau lit. Ils confirment une nouvelle fois la pertinence des travaux de reprise réalisés en 2022. Les matériaux utilisés en 2020 étaient définitivement trop petits.

3.5 Substrat

Deux types de données granulométriques seront recueillies, l'une sur les points de transects, l'autre sur le radier plus en aval pour une évaluation de la typologie et de la dynamique sédimentaire à l'échelle stationnelle.

Le substrat minéral sur les points de transects :

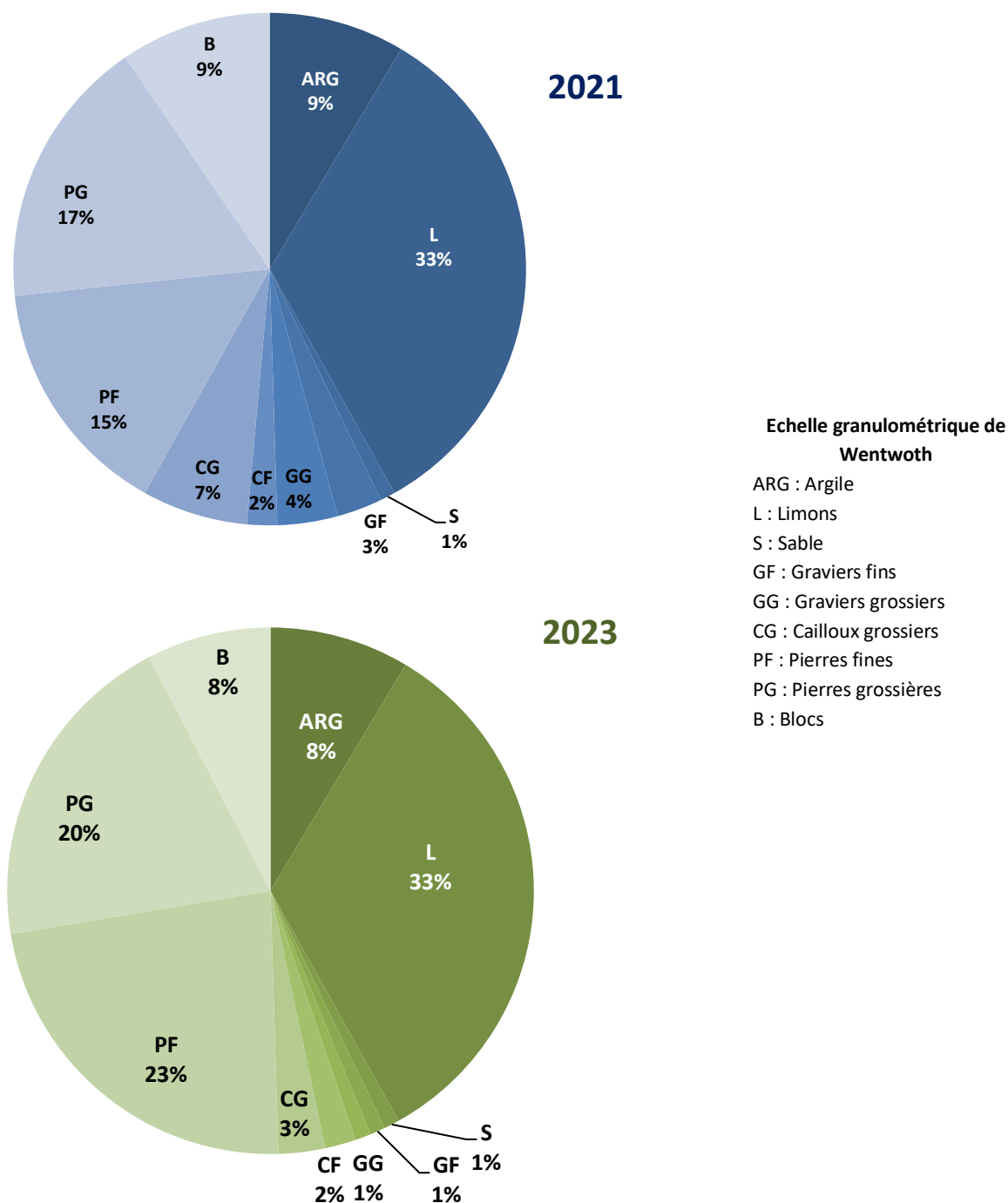


Figure 2 : Comparaison des répartitions des substrats relevés au niveau des points de transects entre 2021 et 2023.

Les substrats grossiers pouvant faire office de caches pour les poissons (Blocs et pierres grossières) représentent 28 % du relevé. Ce résultat est très intéressant puisqu'il montre que la reprise des radiers a permis d'augmenter de 2 % ce chiffre. Plus de la moitié du substrat grossier prélevé est favorable à la reproduction des truites fario, des chabots et des lamproies de planer (graviers grossiers à pierres grossières). En revanche, la faible proportion de graviers fins, graviers grossiers et cailloux fins confirme que la Longève a continué d'évacuer ce substrat fin entre 2021 et 2023. Considérant le faible apport naturel de ce type de matériau, le suivi de 2023 se solde par une diminution de 10 % des éléments situés entre la gamme graviers fins et cailloux grossiers. A l'inverse, l'apport des travaux se voit clairement avec une augmentation de 11 % des pierres fines et grossières.

Le substrat minéral relevé sur le radier (100 mesures réalisées) :

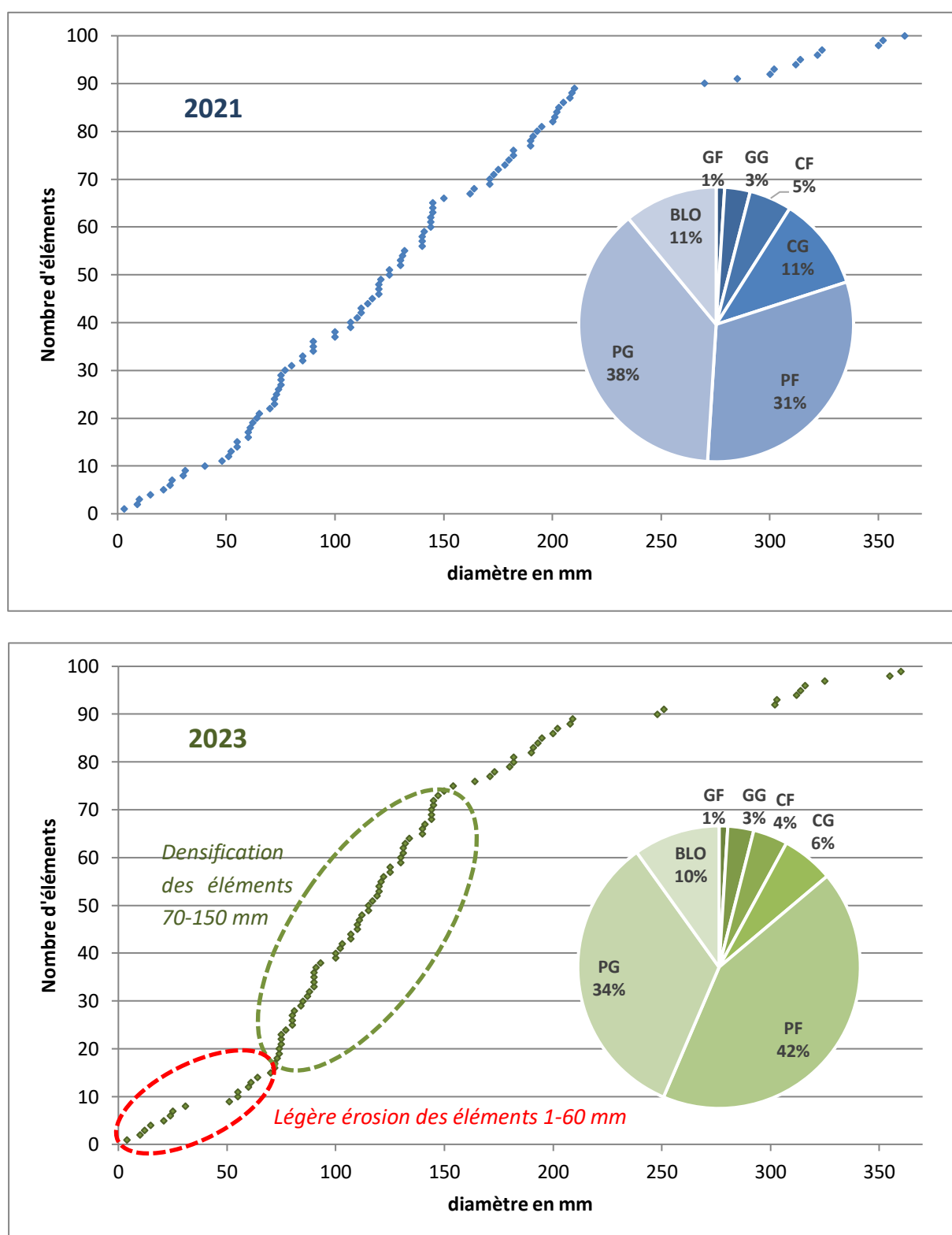


Figure 3 : Comparaison des tailles du substrat présent sur le premier radier entre 2021 et 2023.

L'analyse du substrat des radiers montre qu'il y a toujours un tri. Le sédiment fin n'est pas représenté. Le radier n'est donc pas colmaté. Le phénomène d'érosion relevé en 2021 a bien été corrigé par la reprise des radiers en 2022. Il y a clairement une densification des éléments 70 - 150 mm. A l'inverse, l'érosion des éléments 1-60 mm semble avoir continué puisque la proportion de GF, GG, CF et CG sur le radier est passée de 20 à 14 % entre 2021 et 2023. Cette dernière observation conforte la pertinence de l'intervention de 2022. Sans celle-ci, l'incision des radiers se serait probablement intensifiée.

Colmatage du substrat :

Le colmatage se traduit par le dépôt plus ou moins épais de sédiments fins organiques ou minéraux sur le fond de la rivière. La présence de sédiments fins peut être tout à fait naturelle dans les zones de fosses où le ralentissement du courant favorise leur sédimentation. En revanche, lorsque les dépôts de matières fines viennent à colmater les zones courantes, ce phénomène traduit un dysfonctionnement du cours d'eau. Ce constat peut être lié à certains processus qui s'opèrent à l'échelle du bassin versant (érosion et ruissellement) ou à une altération de la géodynamique de la rivière qui n'arrive plus à évacuer les fines.

L'étude du colmatage d'un cours d'eau est indispensable pour appréhender son volet biologique. L'accumulation de matières fines peut être à l'origine de décompositions anaérobies néfastes pour les invertébrés aquatiques vivant sur les zones de courant. En plus de l'asphyxie causée par le colmatage, une dégradation anaérobie de la matière organique produit des substances toxiques telles que le sulfure d'hydrogène.

Il est possible d'appréhender l'intensité du colmatage du lit des cours d'eau en évaluant la profondeur d'oxygénation du substrat via le développement de bactéries sulfato-réductrices sur des supports en bois. Au contact des zones désoxygénées, ces substrats artificiels changent de couleur, passant du brun jaunâtre au noir. Ce changement de couleur est lié aux activités microbiennes stimulées par le substrat carboné. La couleur noire est attribuable à un dépôt de sels de manganèse.

Deux fois quatre piquets en bois ont donc été disposés sur deux têtes de radiers. Les supports en bois sont ensuite restés plantés 30 cm sous le substrat pendant au moins 1 mois (du 21 avril au 24 mai).



Figure 5 : Photographie de deux piquets avec des marquages représentatifs (Longève 2023).

Par comparaison avec le suivi réalisé en 2021, l'épaisseur de substrat bien oxygéné a doublé. En effet, en 2021, les taches de sulfato-réduction apparaissaient en 5-8 cm. En 2023, elle apparaissent entre 19 - 24 cm. Les radiers réaménagés sont donc fonctionnels.

3.6 Faciès d'écoulement

Les faciès d'écoulement sont des macro-descripteurs des habitats aquatiques. Leur description et leur hétérogénéité fournissent une aide pertinente à l'interprétation de la biologie. Ils peuvent aussi être indicateurs d'un certain niveau de dysfonctionnement hydromorphologique.

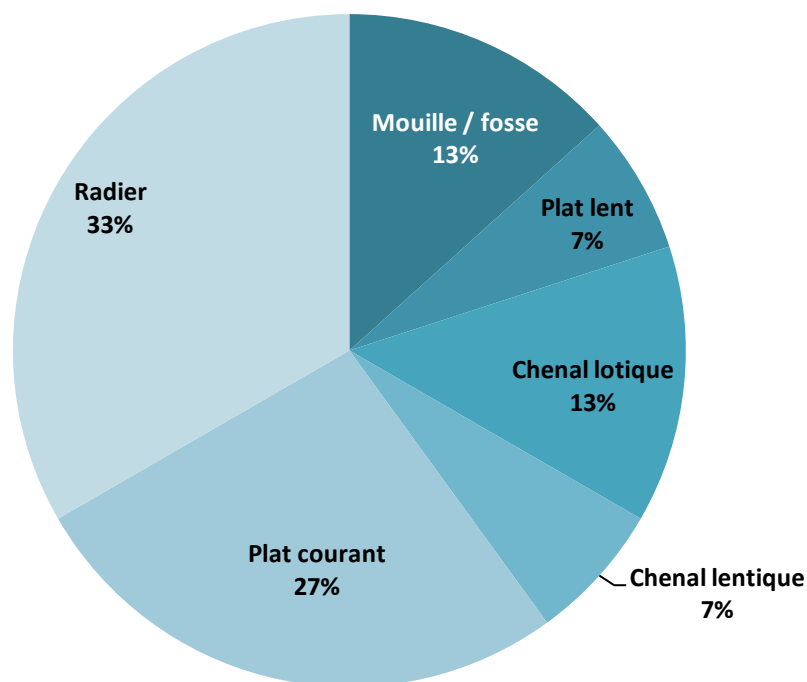


Figure 6 : Description des faciès d'écoulement relevés sur la station en 2023.

Les faciès d'écoulement n'ont pas changé entre le suivi de 2021 et celui de 2023. Les faciès courants sont toujours dominants. La présence de faciès lents est aussi intéressante notamment pour la lamproie de planer et la loche franche qui s'abritent dans les zones de décantation.

4. CONCLUSION DU SUIVI

Le suivi hydromorphologique mené sur la Longève en 2023 est encourageant. Les résultats montrent l'efficacité des travaux de reprises faits en 2022. Les radiers sont plus stables et biogènes. Néanmoins, ces constats positifs sont à nuancer car il n'y a pas eu d'épisode morphogène significatif entre la réalisation des travaux de reprise en 2022 et le CarHyCE d'avril 2023.

De manière générale, cette station renaturée de la Longève présente des faciès d'écoulement et des substrats diversifiés favorables au cycle biologique de la truite fario et de ses espèces accompagnatrices.

Le développement d'une ripisylve équilibrée est en cours. Il s'agit encore du principal point d'amélioration de ce chantier. Lorsque celle-ci sera bien implantée, les berges seront plus stables, l'expansion des herbiers aquatiques sera limitée, les racines créeront des habitats aquatiques, une manne d'invertébrés aquatiques plus denses s'installera et certaines espèces piscicoles lucifuges se sédentariseront au droit de la station.