

Suivis biologique et hydromorphologique de la Boivre restaurée à l'aval du viaduc LGV (86)



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 Boivre à l'aval du viduc de la LGV.....	2
3.	Suivi piscicole	4
3.1	Résultats de la pêche électrique	4
3.2	Composition du peuplement piscicole	5
3.3	Analyse du peuplement piscicole	5
3.4	Conclusion sur l'état du peuplement piscicole	5
4.	Suivi des invertébrés macro-benthiques	7
4.1	Résultat de l'IBGN.....	7
4.2	Composition du peuplement macrobenthique	8
4.3	Analyse du peuplement macrobenthique	9
4.4	Conclusion sur l'état du peuplement macro-benthique	9
5.	Caractérisation hydromorphologique du cours d'eau (CarHyCE)	10
5.1	Conditions d'application du CarHyCE	10
5.2	Renseignements de la station	10
5.3	Géométrie du lit.....	10
5.4	Dynamique sédimentaire	12
5.5	Substrat.....	15
5.6	Berges et ripisylve.....	19
5.7	Faciès d'écoulement.....	21
5.8	Calcul du débit à l'aide de l'exploration des champs de vitesse	22
5.9	Conclusion sur l'état morphologique	23
6.	Conclusion du suivi.....	24

2. CONTEXTE DU SUIVI DE LA BOIVRE A L'AVAL DU VIDAUC DE LA LGV

Pour rappel, cette portion de la Boivre a été restaurée en 2016 dans le cadre des mesures compensatoires de la Ligne à Grande Vitesse Sud Europe Atlantique. Les travaux se divisaient en quatre volets : création d'habitats piscicoles et restauration du lit mineur, rétablissement de la continuité écologique, plantation d'une ripisylve plus cohérente et création d'une frayère à brochets.

Le 10 janvier 2019, l'observation de frayères à truites sur les radiers restaurés de la Boivre a motivé le lancement d'un suivi.



Figure 1 : Photographie de la frayère à truites observée le 10 janvier 2019 sur la portion restaurée de la Boivre.

Le suivi de ces travaux de restauration s'inscrit donc dans une volonté de prouver et de quantifier leur bénéfice écologique sur le long terme. 3 ans après l'intervention sur le milieu aquatique, les espèces qu'il abrite devraient avoir répondu positivement aux améliorations proposées.

Dans ce cadre, un protocole de suivi détaillé a été déployé incluant les poissons, les invertébrés aquatiques ainsi que la morphologie de la zone restaurée.

Le peuplement piscicole a été décrit à l'aide d'une pêche électrique permettant le calcul d'un Indice Poisson Rivière (IPR). L'IPR reflète l'écart entre le peuplement piscicole observé et un peuplement théorique optimal.

Le peuplement d'invertébrés aquatiques a été échantillonné en suivant le protocole de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) à 8 prélèvements. La finalité de l'IBGN est la détermination d'une note sur 20 intégrant à la fois la qualité de l'eau et l'habitabilité benthique de la station.

La description de la morphologie associée à la portion restaurée a 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.



Figure 2 : Déroulement de la pêche électrique sur la Boivre (source : LISEA).

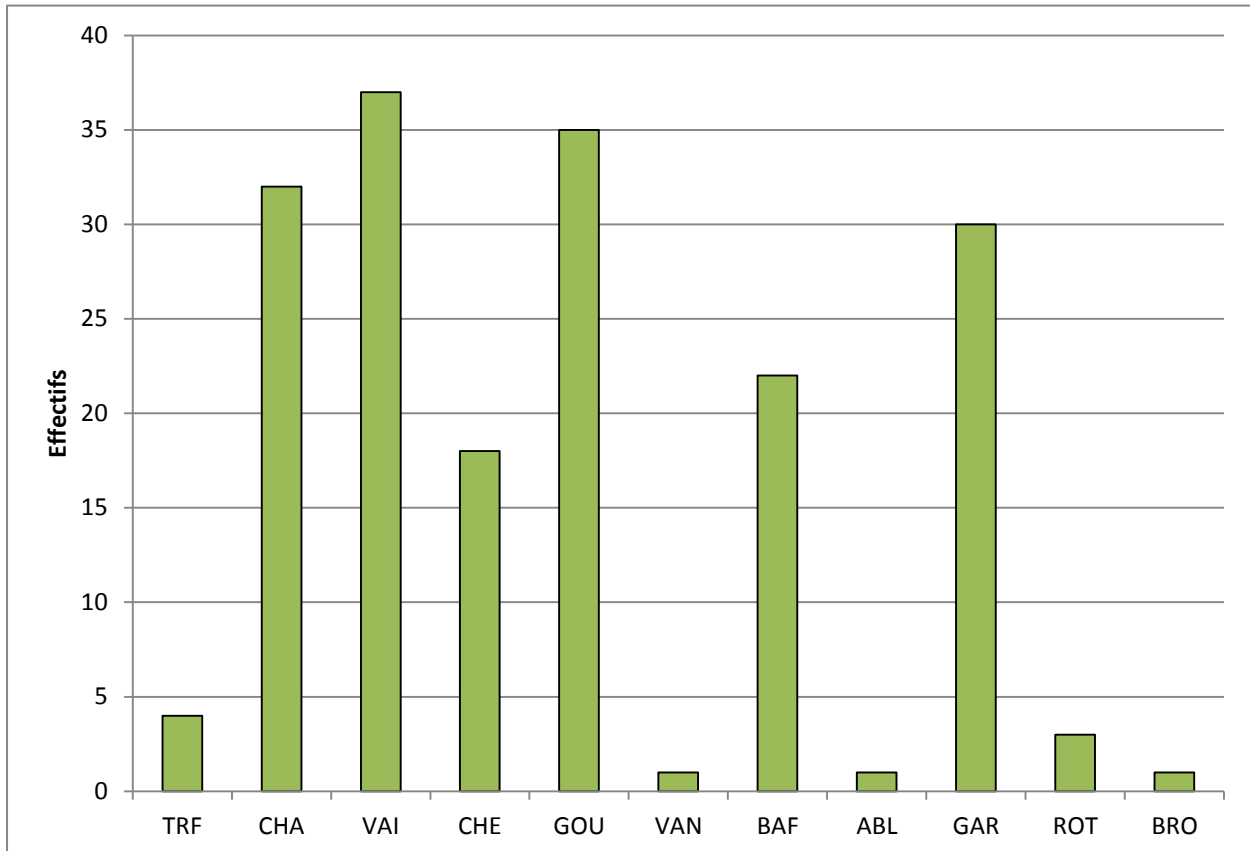
3. SUIVI PISCICOLE

3.1 Résultats de la pêche électrique

Surface prospectée = 502.9 m²

IPR = 11.295
Bon

RESULTATS DES PECHEs – DONNEES BRUTES					
ESPECES	EFFECTIF	DENSITE / 100 m ²	%	TAILLE MINI	TAILLE MAXI
Truite fario	4	0,80	2,2	270	310
Chabot	32	6,36	17,4	10	104
Vairon	37	7,36	20,1	34	72
Chevesne	18	3,58	9,8	165	410
Goujon	35	6,96	19,0	85	115
Vandoise	1	0,20	0,5	345	
Barbeau fluviatile	22	4,37	12,0	60	220
Ablette	1	0,20	0,5	110	
Gardon	30	5,96	16,3	105	218
Rotengle	3	0,60	1,6	200	210
Brochet	1	0,20	0,5	330	
TOTAL	184	36.58	100		



3.2 Composition du peuplement piscicole

Le peuplement piscicole échantillonné est très équilibré. La truite fario et ses espèces accompagnatrices (chabot et vairon), les cyprinidés de rivière (chevesne, barbeau, vandoise et goujon) ainsi que les espèces d'eaux calmes (ablette, gardon, rotengle et brochet) représentent respectivement 39, 41 et 19 % des poissons capturés.

3.3 Analyse du peuplement piscicole

La note IPR égale à 11.295 indique une bonne cohérence piscicole de la station restaurée. La composition du peuplement piscicole est conforme aux caractéristiques naturelles de la Boivre qui, pour rappel, est une rivière mixte qui accueille aussi bien des espèces sensibles d'eaux fraîches, des espèces rhéophiles et des espèces d'eaux calmes réchauffées. La présence des truites fario et de ses espèces accompagnatrices reflètent la température fraîche ainsi que la bonne oxygénation de l'eau et la bonne qualité du substrat grossier (très faible colmatage). La capture de barbeaux de toutes les tailles, de chevesnes et d'une vandoise nécessite l'occurrence de courants attrayants. Les espèces d'eaux calmes profitent quant à elles des fosses et amortis associés à la restauration des faciès. La capture et la taille du brocheton laissent penser qu'il s'agit d'un juvénile issu de la frayère aménagée le long de la station restaurée.

3.4 Conclusion sur l'état du peuplement piscicole

Les aménagements réalisés dans le cadre des mesures compensatoires LGV ont permis de dynamiser les écoulements et de diversifier les habitats de la portion restaurée. La faune piscicole a très bien répondu à ces améliorations. La pêche électrique a permis de mettre en évidence un peuplement piscicole mixte composé à la fois d'espèces sensibles, rhéophiles et affectionnant les eaux plus calmes. La densité piscicole est très intéressante et traduit la présence de nombreuses caches de types blocs, racinaires et fosses. La reproduction des barbeaux montrent également que cette restauration a permis d'améliorer le recrutement de certaines espèces exigeantes d'un point de vue hydromorphologique.



Figure 3 : Barbeau fluviatile capturé lors de la pêche électrique sur la Boivre (source : LISEA).



Figure 4 : Truite fario capturée lors de la pêche électrique sur la Boivre (Source : FDAAPPMA 86).



Figure 5 : Brochet capturé lors de la pêche électrique sur la Boivre (source : LISEA).



Figure 6 : Vandoise capturée lors de la pêche électrique sur la Boivre (source : LISEA).

4. SUIVI DES INVERTEBRES MACRO-BENTHIQUES

4.1 Résultat de l'IBGN

Nombre de taxons	28
Classe de Variété	8
Taxon indicateur	<i>Ephemeridae</i>
Groupe indicateur	6
Habitabilité sur 20	15.6
Note IBGN sur 20	13
Robustesse de la note IBGN	13

Date du prélèvement 22/05/19	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	TOTAL	Abondance Relative
TRICHOPTERES										
Polycentropodidae	1	7		2		1	1		12	0,007
Hydroptilidae	1				1		1		3	0,002
Glossosomatidae		1							1	0,001
Rhyacophilidae		1				1			2	0,001
Limnephilidae		2							2	0,001
Hydropsychidae			1		2				3	0,002
Sericostomatidae				1		2			3	0,002
ÉPHÉMÉROPTERES										
Baetidae	2	3	1			1	1	1	9	0,006
Caenidae	1		2				1		4	0,002
Ephemerellidae	8	9			7			5	29	0,018
Ephemeridae		1		2	2				5	0,003
Potamanthidae			1			4			5	0,003
HÉTÉROPTERES										
Corixidae		1			15			2	18	0,011
Notonectidae				2					2	0,001
Aphelocheiridae				3	1				4	0,002
COLÉOPTERES										
Elmidae	4	4		18		12	9	4	51	0,031
DIPTERES										
Chironomidae	1	7	25	8	4	22	1	14	82	0,051
Tabanidae	1			2					3	0,002
ODONATES										
Calopterygidae					1		4		5	0,003
CRUSTACÉS										
Gammaridae	302	154	171	32	7	62	212	11	951	0,587
Asellidae		3		2	2		8		15	0,009
MOLLUSQUES										
Hydrobiidae	12	2	35	28	22		210		309	0,191
Neritidae	2			2					4	0,002
Planorbidae	45		4	2		1	24		76	0,047
Physidae	4			1		1	2		8	0,005

VERS										
Oligochetes		5	1		1	2			9	0,006
ACHETES										
Erpobdellidae							2		2	0,001
HYDRACARIENS										
		1		2		1			4	0,002
TOTAL										
	384	201	241	107	65	110	476	37	1621	1

4.2 Composition du peuplement marcobenthique

Le peuplement est composé de 28 taxons différents. Cette diversité taxonomique est plutôt intéressante et reflète la bonne note d'habitabilité benthique de la station. En revanche, même s'il est assez diversifié, le peuplement reste déséquilibré. En effet, 2 taxons représentent à eux seuls 77.8 % du peuplement. Il s'agit des Gammaridae et des Hydrobiidae. Les taxons plus sensibles (trichoptères et éphéméroptères) constituent seulement 4.8 % du relevé.

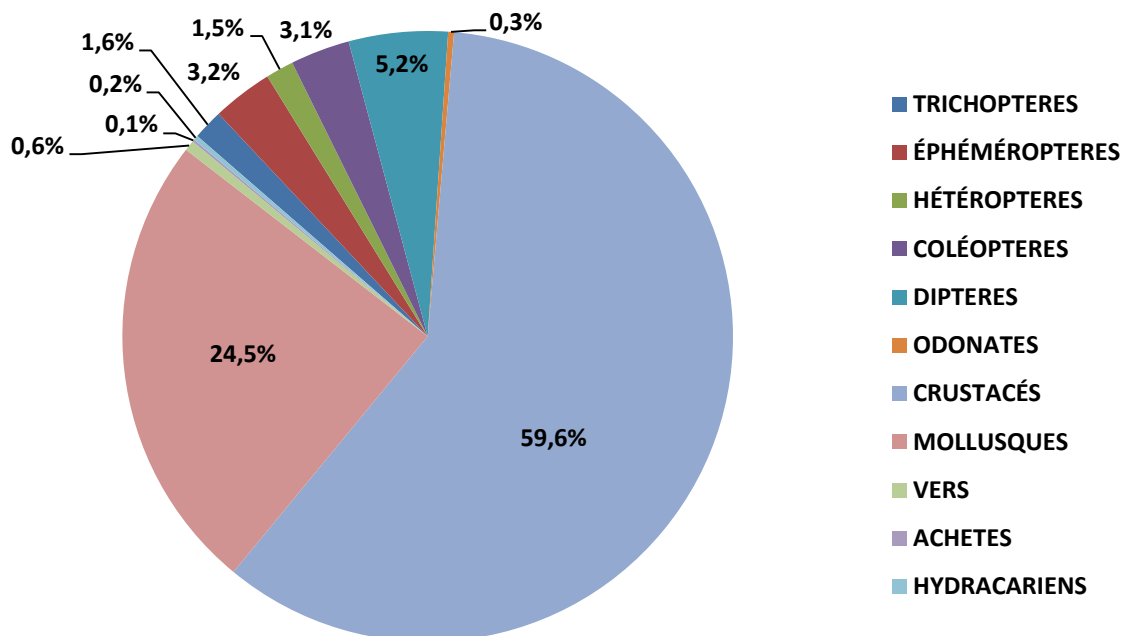


Figure 7 : Répartition des principaux groupes d'invertébrés sur la station de la Boivre à l'aval du viaduc LGV.



Figure 8 : Larve d'Ephemeridae, taxon indicateur de l'IBGN (source : FNPF).

4.3 Analyse du peuplement macrobenthique

La bonne diversité taxonomique couplée avec la sensibilité des taxons indicateurs indique un bon IBGN (13/20) et donc la bonne qualité du peuplement macrobenthique. Cependant, l'analyse plus poussée de la composition du peuplement montre un dysfonctionnement. La part des taxons sensibles à la qualité de l'eau est faible et la forte abondance des Gammaridae traduit un problème d'ordre trophique sur le milieu. L'enrichissement de la Boivre en nutriments et en matière organique favorise leur développement (consommateurs primaires) au détriment des autres taxons.

4.4 Conclusion sur l'état du peuplement macro-benthique

Les travaux ont eu un bénéfice positif sur l'habitabilité benthique de la station restaurée puisque la diversité spécifique est bonne. En revanche, la faible proportion de taxons sensibles et le déséquilibre du peuplement indiquent que la qualité de l'eau reste le facteur limitant pour l'amélioration de la note IBGN.

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

5.1 Conditions d'application du CarHyCE

Le protocole CarHyCE a été appliqué le 30 octobre 2019 sur cette station restaurée de la Boivre. Les conditions hydrologiques étaient favorables à l'observation. L'eau était assez claire, les faciès faciles à discriminer et le débit proche de sa moyenne mensuelle sèche interannuelle.

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

5.2 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 décimètre entre les deux bords de berge et perpendiculairement à l'écoulement avec une précision de 10%.

$$\text{lev - pb} = (l\text{-pb } 1 + l\text{-pb } 2 + l\text{-pb } 3) / 3 = (11.4 + 11 + 11.7) / 3 = \mathbf{11.3 \text{ m.}}$$

Longueur de la station

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

$$\text{Ainsi } L = 14 \times \text{lev-pb} = 14 \times 11.3 = \mathbf{158.2 \text{ m.}}$$

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.

5.3 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.

$$\text{lev-m} = (l\text{-m } 1 + l\text{-m } 2 + l\text{-m } 3) / 3 = (8.8 + 6.5 + 8.85) / 3 = \mathbf{8.05 \text{ m.}}$$

Espacement inter-points sur les transects

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

Espacement inter-points = lev-m / 7 = 8.05 / 7 = **1.15 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 = 7.97.**

La station étudiée de la Boivre est donc caractérisée par un faible rapport l/p. Ce résultat indique que cette portion de la Boivre 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 Boivre mais aussi certaines caractéristiques particulières de la station de suivi. En effet, la Boivre est un cours d'eau de taille intermédiaire dont la pente peut être très variable. Sur la portion étudiée, la pente est moyenne à élevée. Les processus d'érosion latérale vont donc être restreints et la largeur naturellement réduite. De plus, le recalibrage ancien de cette portion de la Boivre a nettement augmenté la profondeur pleins bords entraînant ainsi un déséquilibre du rapport l/p. La faible érosion latérale naturelle de la Boivre a donc été transformée en érosion verticale favorisant l'incision du lit mineur. Néanmoins, les travaux de restauration réalisés dans le cadre des mesures compensatoires de la LGV vont stabiliser ce phénomène d'incision par l'apport de substrat grossier et la création de faciès dynamiques. L'énergie de la Boivre se dissipera dans le transport de ces cailloux et blocs pour favoriser la diversité des écoulements.

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).

L'étude hydraulique réalisée préalablement aux travaux de restauration avait estimé **un débit pleins bords entre 3 et 4 m³/s sur la station.**

La station hydrométrique de Vouneil/ss/Biard indique **un débit de crue journalière de fréquence 2 égal à 7.1 m³/s.**

Cette valeur signifie donc que le calibre de la Boivre restaurée permet à la rivière d'atteindre très fréquemment (tous les ans mise à part année hydraulique exceptionnellement sèche) 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, barbeaux ...) dont le frai nécessite un substrat grossier de qualité, oxygéné et surtout non colmaté.

5.4 Dynamique sédimentaire

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 :

$$\Omega = \gamma_{\text{eau}} \times Q \times J = 9810 \times 7.1 \times 0.0083 = \mathbf{578.1 \text{ watts / m.}}$$

Où γ est le poids volumique de l'eau (9810 N/m³), Q le débit (m³/s) (ici le débit journalier de crue de fréquence 2ans) 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 :

$$\omega = \Omega / \text{lev} - \text{pb} = 578.1 / 11.3 = \mathbf{51.16 \text{ watts / m}^2}.$$

La puissance spécifique indique que cette portion de la Boivre présente une bonne capacité morphogène. D'après l'échelle de Brooke (1990), une puissance spécifique de 51.16 watts / m² correspond à la catégorie des rivières ayant la capacité de se méandrer et donc de diversifier ses écoulements et habitats.

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 :

$$\tau = \gamma_{\text{eau}} \times R_h \times I = 9810 \times 0.44 \times 0.0083 = \mathbf{35.83 \text{ N/m}^2}.$$

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 5 cm, le paramètre de Shields vaut $35.83 / (((2650-1000) \times 9.8) \times 0.05) = \mathbf{0.044}$.

Pour un diamètre (d) de 10 cm, le paramètre de Shields vaut $35.83 / (((2650-1000) \times 9.8 \times 0.1) = \mathbf{0.022}$.

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 Boivre à pleins bords est capable de mettre en mouvement une partie du substrat utilisé pour la restauration de son lit mineur. Les cailloux de petit gabarit (< 5cm) pourront être progressivement déplacés par charriage (roulement) à l'atteinte du débit morphogène. Les pierres plus grosses (>10cm) auront une fréquence de déplacement moins importante, elles seront beaucoup plus stables.

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 $- \gamma$ eau) $\times D50$ (taille médiane des sédiments) :

τ critique $> \tau \Leftrightarrow 0.045 \times 16170 \times D50 > 35.83 \Leftrightarrow D50 > 35.83 / (0.045 \times 16170) \Leftrightarrow$ **D50 > 0.049 m soit 4.9 cm.**

La taille médiane des sédiments mis en mouvement sur la station se situe autour des 5 cm.

Ce constat est positif. La moitié du substrat utilisé pour la restauration sera mobilisable et participera à la dynamique sédimentaire de la Boivre tandis que l'autre moitié dissipera l'énergie des écoulements et formera des banquettes plutôt fixes pour diversifier les habitats.

5.5 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 :

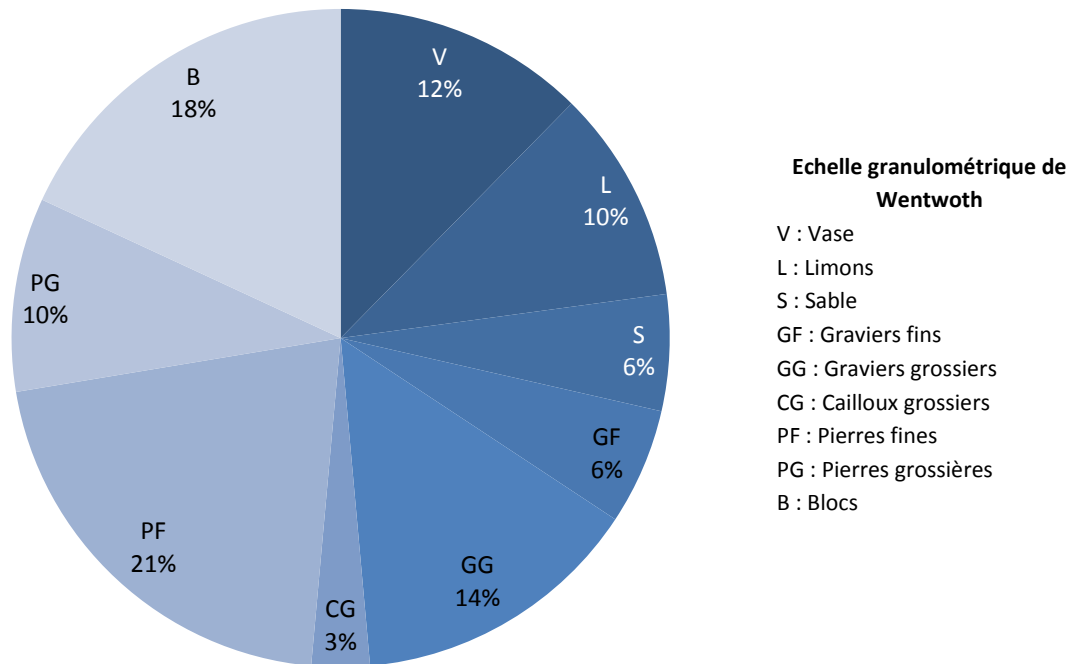


Figure 9 : Répartition des substrats relevés au niveau des points de transects.

Les substrats grossiers pouvant faire office de caches pour les poissons (Blocs et pierres grossières) représentent 28 % du relevé. Ce résultat est très intéressant et reflète notamment les belles densités de chabots et de petits barbeaux sur la station de pêche. Les blocs abritent quant à eux les truites fario capturés lors de la pêche électrique. Près de la moitié du substrat grossier prélevé était favorable à la reproduction des truites fario, des chabots et des cyprinidés rhéophiles (graviers grossiers à pierres grossières). La présence de sables, limons et vases est cohérente. Un cours d'eau fonctionnelle présente aussi des zones de sédimentation (fosses, abris dynamiques, zones d'érosion des berges...).

La recharge granulométrique a permis de rétablir un équilibre sédimentaire favorable aux espèces piscicoles ciblées par les travaux.

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

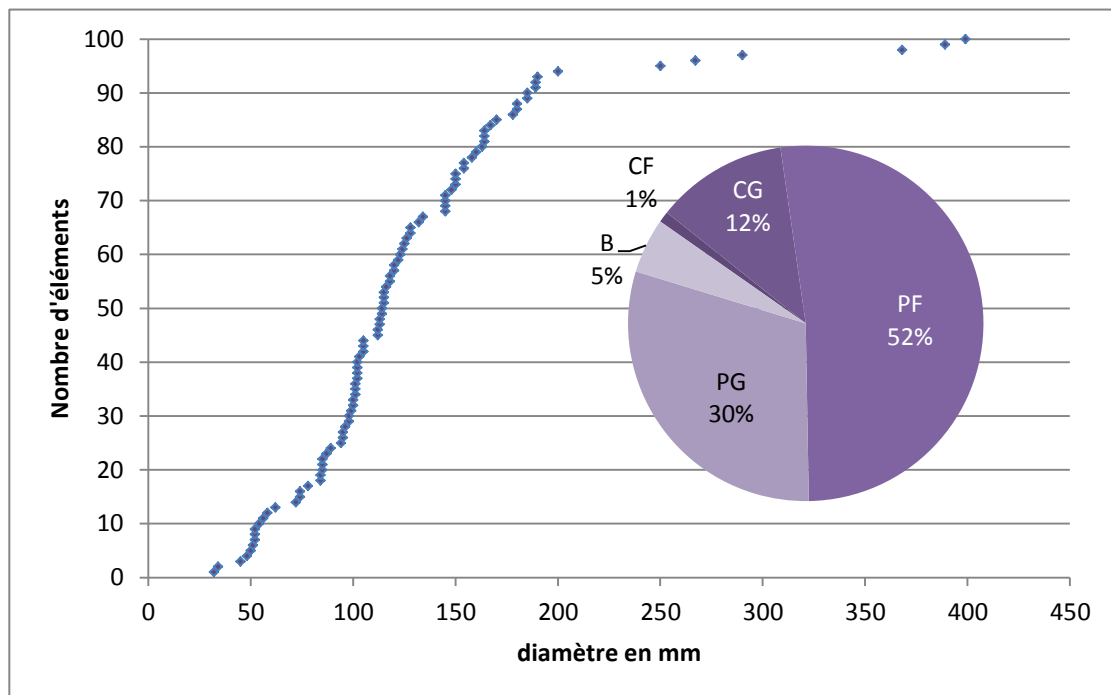


Figure 10 : Répartition du substrat sur le radier échantillonné.

L'analyse du substrat des radiers montre qu'il y a un tri. Le sédiment fin n'est pas représenté. Le radier n'est donc pas colmaté. La classe de taille la plus représentée est la classe 90 – 150 mm. Ce résultat confirme la valeur de notre paramètre de Shields qui indiquait qu'à partir de 10 cm, notre substrat devenait difficilement mobilisable. Les éléments inférieurs à 10 cm sont charriés plus facilement et sont légèrement moins représentés sur les radiers où la force tractrice est la plus contraignante.



Figure 11 : photographie du substrat à l'amont des radiers de la station (source : FDAAPPMA 86).

Il existe une dynamique sédimentaire efficace sur les radiers ce qui permet une sélection d'éléments grossiers et évite leur colmatage.

Le substrat additionnel :

Bien que la morphologie d'une station soit principalement décrite par ses caractéristiques strictement physiques, un nombre non négligeable d'habitats disponibles pour la faune aquatique est généré par des processus biologiques. Ainsi, la présence de certains substrats organiques peut fortement influencer la structure et la diversité de la communauté aquatique d'une station. Leur description fournit une aide pertinente à l'interprétation de la biologie.

20 % des points de transects comportaient des substrats additionnels $> 0.02 \text{ m}^2$. Il s'agissait majoritairement d'herbiers aquatiques ou des petits chevelus racinaires. Un embâcle a également été relevé sur le transect 13.



Figure 12 : Photographie de l'embâcle localisé sur le transect 13 (source : FDAAPPMA 86).



Figure 13 : Photographie des herbiers aquatiques localisés sur les radiers des transects 5, 6 et 8 (source : FDAAPPMA 86).

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-reductrices 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 sans doute 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 1 mois (du 27 septembre au 30 octobre).



Figure 14 : Photographie des supports en bois relevés sur le premier radier (un piquet n'a pas été retrouvé) (source : FDAAPPMA 86).

Sur les 7 piquets récupérés, seules quelques tâches noires discontinues de sulfato-réduction apparaissent sur les 10 derniers centimètres. Le substrat est donc parfaitement oxygéné sur ces 20 premiers centimètres d'épaisseur. Les derniers centimètres testés indiquent une petite activité de bactéries sulfato-réductrices qui décomposent la matière organique en anaérobiose.

5.6 Berges et ripisylve

Caractérisation des berges :

Tableau 2 : Caractérisation des berges de la station.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
BD	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN	MN	MN	MN	MN	MN	MN	MN / VS	MN / VS
BG	MN / VS	MN / VS	MN / VS	MN / VS	MN / VS	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN / CR	MN / CR

MN = Matériaux naturels

CR = Chevelu racinaire

VS = Végétation surplombante

La totalité des berges de notre station de suivi est constituée de matériaux naturels de types limons et argiles. Elles sont donc plutôt cohésives et difficilement érodables. Les berges restent pauvres en habitats. Seuls les racinaires d'arbres et un peu de végétation surplombante peuvent faire office de caches.



Figure 15 : Photographie représentative des berges de la station (source : FDAAPPMA 86).

Caractérisation de la ripisylve :

Tableau 3 : Caractérisation de la ripisylve présente sur la station.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
BD	arbus	arbus	arbus	arbus	arbus	herb	herb	herb	herb	herb	herb	herb	herb	herb	herb
	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid
BG	plan	plan	plan	plan	plan	arbus	arbus	arbo	arbo	arbo	arbus	arbus	arbo	arbo	arbo
	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	Rid	5-10m	5-10m	5-10m

herb : herbacée

plan : plantation

arbus : arbustive

arbo : arborescente

rid : rideau

La ripisylve est majoritairement présente sous forme arbustive et est peu épaisse (rideau). Néanmoins lorsqu'elle est implantée (moitié aval de la rive droite et moitié amont de la rive gauche), elle joue son rôle d'ombrage et participe à l'habitabilité de la station grâce à son racinaire. Une strate arbustive est en cours de reprise sur l'aval de la berge gauche. L'ancienne ripisylve avait été supprimée suite au décapage de 1m20 de berge réalisé pour connecter la frayère à brochets. Le retour d'une ripisylve arbustive sur le bas de berge de la portion de Boivre qui longe la frayère est favorable à la fonctionnalité de la rivière. En revanche, le développement de la végétation sur le haut de cette même berge devra être surveillé pour ne pas ombrager la frayère et limiter les connexions latérales.



Figure 16 : Photographie représentative de la ripisylve arbustive présente en rive droite sur la station (source : FDAAPPMA 86).

5.7 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.

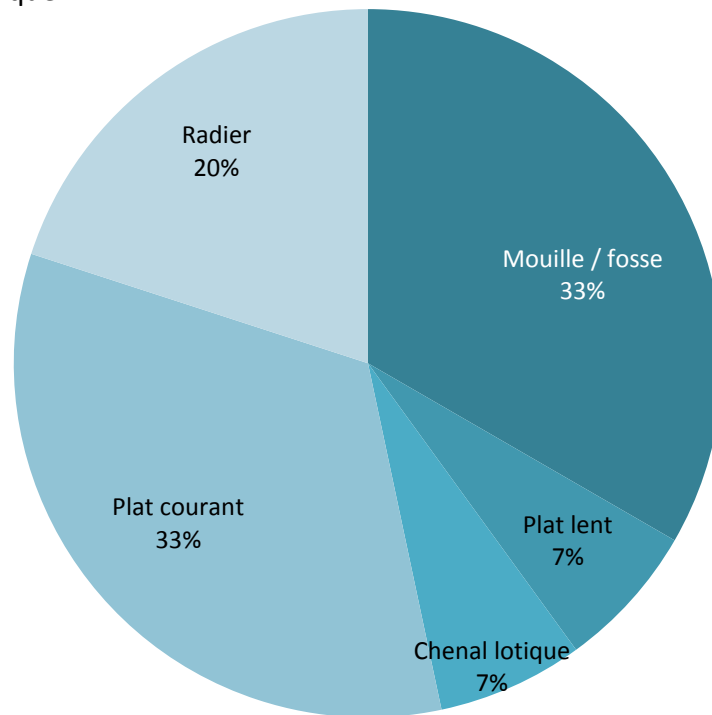


Figure 17 : Description des faciès d'écoulement relevés sur la station.

L'analyse des faciès montre une portion de rivière très dynamique avec une dominance de faciès courants et dynamiques. Ce résultat peut être corrélé avec la présence d'une belle densité de poissons rhéophiles mise en évidence lors de l'inventaire piscicole. La description de zones plus calmes et plus courantes est très cohérente vis-à-vis de la typologie de la Boivre. Ces fosses abritent des espèces d'eaux calmes telles que le brochet et participent à la diversité des habitats de la station.



Figure 18 : Faciès courants de la station (source : FDAAPPMA 86).



Figure 19 : Faciès lent de la station (source : FDAAPPMA 86).

La restauration morphologique a donc permis de rétablir un équilibre entre faciès rapides et calmes. Cette diversité est reflétée au travers des résultats de pêche qui décrivent un peuplement piscicole mixte composé à la fois d'espèces d'eaux vives et d'espèces d'eaux calmes.

5.8 Calcul du débit à l'aide de l'exploration des champs de vitesse

Tableau 4 : Détail du calcul du débit à l'aide de l'exploration des champs de vitesse.

Transect n°1	P0 (m)	V0 (m/s)	P1 (m)	V1 (m/s)	P2 (m)	V2 (m/s)	P3 (m)	V3 (m/s)	P4 (m)	V4 (m/s)	P5 (m)	V5 (m/s)	P6 (m)	V6 (m/s)	P7 (m)	V7 (m/s)	P8 (m)	V8 (m/s)
0,2*P	0	0	0,05	0,05	0,062	0,1	0,06	0,4	0,064	0,3	0,082	0,2	0,096	0,15	0,09	0,1	0	0
0,6*P	0	0	0,15	0,1	0,186	0,15	0,18	0,6	0,192	0,4	0,246	0,3	0,288	0,2	0,27	0,1	0	0
0,8*P	0	0	0,2	0,1	0,248	0,25	0,24	0,5	0,256	0,35	0,328	0,35	0,384	0,2	0,36	0,15	0	0
Profondeur (m)	0		0,25		0,31		0,3		0,32		0,41		0,48		0,45		0	
Q unitaire 1 (m2/s)	0		0,00125		0,0031		0,012		0,0096		0,0082		0,0072		0,0045		0	
Q unitaire 2 (m2/s)	0		0,0075		0,0155		0,06		0,0448		0,041		0,0336		0,018		0	
Q unitaire 3 (m2/s)	0		0,005		0,0124		0,033		0,024		0,02665		0,0192		0,01125		0	
Q unitaire 4 (m2/s)	0		0,0025		0,00775		0,015		0,0112		0,01435		0,0096		0,00675		0	
Somme Q unitaires (m2/s)	0		0,01625		0,03875		0,12		0,0896		0,0902		0,0696		0,0405		0	
Largeur (m)	0		1,15		2,3		3,45		4,6		5,75		6,9		8,05		8,8	
Q section (m3/s)	0		0,00934375		0,031625		0,09128125		0,12052		0,103385		0,091885		0,0633075		0,0151875	
Q total (m3/s)	0,526535																	

Le 30 octobre 2019, le débit de la station a été mesuré à 0.527 m³/s. Ce résultat est cohérent puisque la station hydrométrique de Vouneuil/ss/Biard indiquait pour la même date un débit de 0.524 m³/s.

5.9 Conclusion sur l'état morphologique

La restauration au travers la création de radiers, de banquettes alternée et la mise en place de blocs a permis de diversifier les écoulements et de recréer une carapace sédimentaire dynamique. Ces travaux compensent l'altération morphologique liée au recalibrage de la Boivre. L'étude de la dynamique du substrat conforte le choix des matériaux utilisés pour le remodelage de la rivière. Une partie des petits cailloux servira à relancer la géodynamique via leur mobilisation au débit pleins-bords. Les pierres et blocs de taille plus importante vont structurer et stabiliser les banquettes sur le long terme et permettent à la rivière de conserver ce nouveau calibre mieux adapté.

6. CONCLUSION DU SUIVI

3 ans après la restauration de la Boivre, les suivis indiquent une réponse très positive de la part du volet biologique.

L'inventaire piscicole a mis en évidence un peuplement piscicole équilibré, diversifié et dense. La présence de la truite fario et ses espèces accompagnatrices, d'une reproduction de barbeaux et la capture d'un brocheton sont les signes d'un renouveau de l'écosystème qui retrouve sa fonctionnalité et donc une biologie cohérente.

Les résultats de l'IBGN sont positif mais moins significatif. La diversité du peuplement d'insectes aquatiques est bonne mais la sensibilité des taxons reste moyenne. La qualité de l'eau, bien que satisfaisante, pourrait être le facteur limitant pour la note IBGN.

Le suivi morphologique, au travers des résultats du CarHyCE, a montré qu'une nouvelle dynamique sédimentaire s'était instaurée grâce à la recharge granulométrique et à la réduction des dimensions du lit mineur. Les aménagements ont également diversifié les faciès d'écoulement créant ainsi plusieurs types d'habitats favorables à la biodiversité aquatique.

La restauration du lit mineur de la Boivre est sans le moindre doute une réussite ainsi qu'une plus-value écologique importante pour la Boivre et les espèces patrimoniales qu'elle accueille.