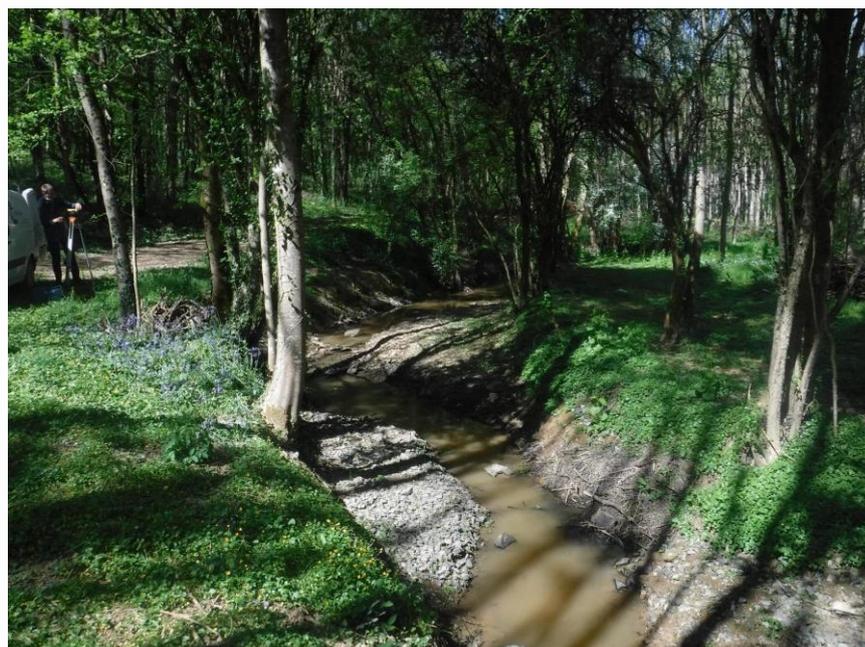


*Rapport de synthèse :
Campagne 2020
08/12/2020*

**REALISATION D'INDICATEURS BIOLOGIQUES
SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OUETTE**



JAVO
Parc tertiaire Technopolis
Rue Louis de Broglie – Batiment D
53810 CHANGE



INFORMATIONS LIEES A LA PUBLICATION DE CE DOCUMENT

L'élaboration de ce document a été produit par la SCOP ARL Hydro Concept. Les personnes ayant contribuées à la rédaction, relecture et validation du document ainsi que l'historique de ce dernier :

Date	Version	Rédaction	Relecture	Validation
08/12/2020	V1	G BOUAS	B YOU	B YOU



AVANT-PROPOS

Dans le cadre du Contrat Territorial Milieux Aquatiques, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne demande un suivi hydrobiologique des cours d'eau, dans l'objectif de réaliser une évaluation de l'impact des travaux de restauration et d'entretien.

Hydro Concept est mandaté par le syndicat du JAVO afin de réaliser un suivi hydrobiologique, dans le cadre des suivis de travaux de restauration réalisés sur l'Ouette.

Les indicateurs mis en place pour réaliser ce suivi sont les suivants :

- Analyse des peuplements d'invertébrés aquatiques selon la norme NF T90-333 ;
- Analyse des peuplements de diatomées selon la norme NF T90-354 ;
- Relevé hydromorphologique selon le protocole CARHYCE

TABLE DES MATIERES

1. METHODOLOGIE	5
1.1 <i>Invertébrés (I2M2)</i>	5
1.1.1 Protocole de prélèvement	5
1.1.2 Protocole d'analyse.....	5
1.1.3 Indices.....	6
1.1.4 Etat écologique	8
1.2 <i>Les diatomées benthiques</i>	8
1.2.1 Protocole de prélèvement	8
1.2.2 Protocole d'analyse et indice.....	8
1.2.3 Etat écologique	9
1.3 <i>Relevés hydromorphologiques</i>	9
1.3.1 Conditions d'utilisation	10
1.3.2 Choix de la station.....	10
1.3.3 Relevés de terrain	10
1.3.4 Indices et analyse.....	16
1.4 <i>Etat biologique</i>	17
2. ANALYSES DES RESULTATS	18
2.1 <i>Présentation du site d'étude</i>	18
2.2 <i>Les diatomées</i>	18
2.3 <i>Les macro-invertébrés</i>	18
2.4 <i>Résultats CARHYCE</i>	19
2.4.2 Etat écologique	22
3. CONCLUSION.....	24
4. ANNEXES.....	25

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Classe de qualité de l'IBG	6
Tableau 2: Catégories de pression prises en compte pour l'I2M2 (Mondy et Al, 2012)	6
Tableau 3: Outil Diagnostic complémentaire de l'I2M2	7
Tableau 4: Classe d'état écologique de l'I2M2	8
Tableau 5 : Correspondance entre les notes IBD, les classes de qualité et leur code couleur	9
Tableau 6 : Bornes des classes d'état écologique de l'IBD.....	9

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Fonctionnement et processus biogéochimiques dans la zone hyporhéique en fonction du type de granulométrie (DATRY 2008)	15
--	----

1. METHODOLOGIE

1.1 Invertébrés (I2M2)

Les prélèvements des invertébrés ont été réalisés par Hydro Concept. Le tri et la détermination des macro-invertébrés ont été effectués par Hydro Concept.

Le peuplement de macro-invertébrés benthique, intègre dans sa structure toute modification, même temporaire, de son environnement (perturbation physico-chimique ou biologique d'origine naturelle ou anthropique). Ces invertébrés constituent un maillon essentiel de la chaîne trophique de l'écosystème aquatique et interviennent dans le régime alimentaire de la plupart des espèces de poissons.

1.1.1 Protocole de prélèvement

Le prélèvement est réalisé conformément au protocole NF T 90-333, et l'analyse est réalisée selon la norme XP T 90-388. Le but est de réaliser un échantillonnage séparé des habitats dominants et marginaux. Il répond à trois objectifs principaux :

- Fournir une image représentative du peuplement d'invertébrés d'une station, mais en séparant la faune des habitats dominants et des habitats marginaux ;
- Répondre aux exigences de la DCE et être en cohérence avec les méthodes européennes ;
- Calculer l'Indice Invertébrés Multi-Métrique (I2M2), qui remplace l'indice IBG-DCE, proche de l'IBGN (norme NF T90-350, 2004).

Pour obtenir un échantillon représentatif de la mosaïque des habitats. Le protocole préconise d'échantillonner 12 prélèvements en combinant :

- Un échantillonnage des habitats dominants basé sur 8 prélèvements unitaires ;
- Un échantillonnage des habitats marginaux, basé sur 4 prélèvements.



Les limites retenues tiennent compte de l'information écologique supplémentaire apportée par une identification au genre par rapport à la famille.

1.1.2 Protocole d'analyse

Les étapes suivantes sont réalisées au laboratoire, selon la norme XP T90-388 : traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau.



Les prélèvements sont triés au travers de tamis d'ouverture de 10 mm à 500 µm. Le prélèvement est scindé en plusieurs fractions. Dans chaque fraction, les invertébrés sont triés et regroupés, avant identification.

L'identification est réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire (objectif *80) et d'un microscope (objectif *100). Nous disposons de plusieurs ouvrages de détermination et de nombreuses publications, notamment le guide : Tachet H., 2010, Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie, systématique ...

Le dénombrement des invertébrés est exhaustif jusqu'à 40 individus. Au-delà, une estimation des abondances est réalisée.

1.1.3 Indices

1.1.3.1 Indice cours d'eau peu profonds (IBG-DCE)

L'IBG est recalculé à partir des habitats marginaux et dominants (phase A et B). Cet indice varie de 1 à 20 et les notes se répartissent en cinq classes de qualité :

Tableau 1: Classe de qualité de l'IBG

Note IBG	20 - 17	16 - 13	12- 9	8 - 5	4 - 1
Qualité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise

Cet indice est remplacé par l'I2M2.

1.1.3.2 Indice Invertébré Multi-Métrique (I2M2)

L'I2M2 permet de prendre en compte 10 catégories de pressions liées à la qualité physico-chimique de l'eau ainsi que 7 catégories de pressions liées à l'hydromorphologie et à l'occupation du sol. Les pressions mises en surbrillance sont évaluées dans l'Outil Diagnostique de l'I2M2.

Tableau 2: Catégories de pression prises en compte pour l'I2M2 (Mondy et Al, 2012)

Physico-chimie	Hydromorphologie
Matières organiques oxydables (MOOX)	Voies de communication
Matières azotées (hors nitrates)	Ripisylve
Nitrates	Intensité d'urbanisation
Matières phosphorées	Risque de colmatage
Matières en suspension (MES)	Instabilité Hydrologique
Acidification	Niveau d'anthropisation du bassin versant
Métaux	Niveau de rectification
Pesticides	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	
Micropolluants organiques	

Plus de 2500 métriques ont été testées lors de l'élaboration de l'indice I2M2. Cinq métriques ont été retenues pour le calcul de l'indice :

Métrique	Bocaux concernés	Commentaire
Indice de diversité de Shannon-Weaver	Habitats biogènes (Bocaux B1+B2)	Il évalue l'hétérogénéité et la stabilité de l'habitat en prenant en compte la richesse et l'abondance relative de chaque taxon.
Indice ASPT (Average Score Per Taxon)	Habitats dominants (Bocaux B2+B3)	Il correspond au niveau de polluo-sensibilité moyen de l'assemblage faunistique (de 0 : nul, à 10 : élevé). Chaque taxon (identifié à la famille) est affecté d'un score selon le niveau de polluo-sensibilité du taxon.
Fréquence relative des taxons polyvoltins (trait biologique : nombre de générations par an)	Ensemble des habitats (B1, B2 et B3)	Elle renseigne sur l'instabilité d'un habitat (pressions anthropiques +/- intenses, et/ou fréquentes). C'est un avantage, qui permet à des taxons de produire plusieurs générations par an. Les taxons polyvoltins ont plus de chance de survivre à des perturbations du milieu que les taxons à cycle long.
Fréquence relative des taxons ovovivipares (trait biologique : mode de reproduction).		Elle renseigne sur les dégradations de l'habitat, vis-à-vis de la qualité de l'eau. C'est un avantage permettant l'incubation et l'éclosion des œufs dans l'abdomen, avant expulsion des petits dans le milieu. Ces taxons ont plus de chances que les autres à survivre dans un ruisseau perturbé.
La richesse taxonomique		Elle décrit l'hétérogénéité de l'habitat à un instant donné (plus il y a de niches écologiques potentielles dans un milieu et plus il y a de taxons).

Chaque métrique s'exprime sous la forme d'EQR (Ecological Quality Ratio) qui correspond à la mesure d'un écart entre une situation observée et une situation de référence (absence de perturbation

anthropique) sur une échelle de 0 (mauvais) à 1 (référence). Un sous-indice est calculé par type de pression, il est le résultat de la combinaison des 5 métriques.

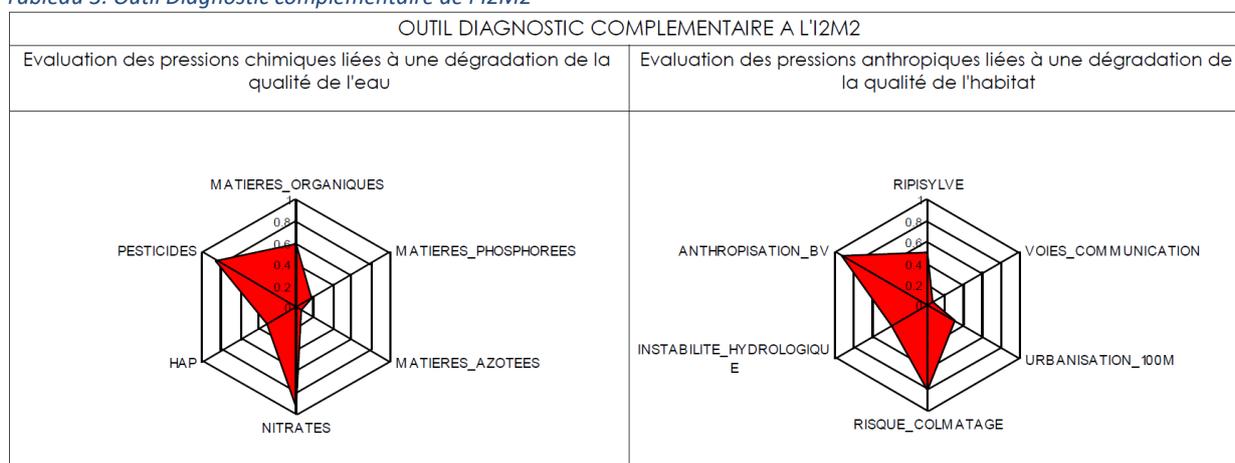
L'indice final (I2M2) est la moyenne arithmétique des 17 sous-indices : $I_2M_2 = \frac{\sum(i_2m_2^{pression})}{17}$

1.1.3.3 Outil diagnostique de l'I2M2

Cet « Outil diagnostique » associé à l'I2M2 permet de produire deux diagrammes présentant les probabilités de pressions anthropiques sur le peuplement benthique (voir tableau catégories de pression). Un risque de pression est considéré comme significatif lorsqu'il est supérieur à 0,6, et 0.75 pour les pesticides.

Cet outil est à utiliser avec prudence, il donne une indication sur la probabilité qu'un ou plusieurs types de pression soient susceptibles d'avoir un effet significatif sur le peuplement d'invertébrés. Les probabilités ne constituent pas des preuves irréfutables de la présence d'une pression. Ces informations peuvent orienter le gestionnaire mais nécessitent d'être confirmés par l'étude d'autres données.

Tableau 3: Outil Diagnostic complémentaire de l'I2M2



1.1.3.4 Indices complémentaires

Quatre indices complémentaires ont été calculés à partir des listes faunistiques :

Indice	Caractéristique	Interprétation
Indice de diversité Shannon-Weaver (H')	Indice basé sur le nombre d'individus d'un taxon, sur le nombre total d'invertébrés et sur la richesse taxonomique.	H' < 1 : peuplement très déséquilibré H' de 1 à 3 : peuplement déséquilibré H' > 3 : peuplement équilibré
Indice d'équitabilité (J') ou de Régularité (R) de Piélou	Rapport de H à l'indice maximal théorique (Hmax)	(J') proche de 1 : milieu favorable au développement des différents taxons (J') proche de 0,8, milieu proche de l'équilibre (J') proche de 0, milieu favorable aux espèces les moins exigeantes
Indice EPT	Somme du nombre de taxons pour les Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères, ordres les plus polluo-sensibles.	S > 25 taxons : bonne richesse 15 à 25 taxons : richesse moyenne S < 15 taxons : faible richesse
Traits biologiques	A l'aide des données écologiques des taxons : « Tachet & al. 2010, Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie ». Les éléments suivants ont été évalués : Le degré de trophie qui permet de distinguer les eaux eutrophes riches en nutriments (azote et phosphore), des eaux oligotrophes, eaux pauvres pour ces deux éléments. La valeur saprobiale qui permet d'établir la proportion d'invertébrés polluo-résistants (polysaprobies et mésosaprobies), et d'invertébrés faiblement polluo-résistants (xénosaprobies et oligosaprobies).	

1.1.4 Etat écologique

La définition de l'état écologique est définie à l'aide de l'arrêté du 27 juillet 2018. Il est calculé à l'aide de l'hydro-écorage (HER), du rang de la masse d'eau du cours d'eau, et des résultats de l'I2M2.

L'état écologique est défini à l'aide d'une grille où l'on retrouve cinq classes d'état écologique. Les valeurs limites de chaque classe sont exprimées en EQR (Ecological Quality Ratio).

Seule la classe d'état définie par l'I2M2 est retenue, et ceci depuis juillet 2018. A titre indicatif celle pour les IBG apparaît dans nos rapports d'essai.

Tableau 4: Classe d'état écologique de l'I2M2

HER2	Limites inférieures des classes d'état de l'I2M2				
P12A	0.665	0.443	0.295	0.148	0
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

1.2 Les diatomées benthiques

1.2.1 Protocole de prélèvement

Les diatomées sont des algues microscopiques brunes (Diatomophycées) constituées d'un squelette externe siliceux. Elles constituent une composante majeure du peuplement algal des cours d'eau et des plans d'eau.

Les diatomées sont considérées comme des algues très sensibles aux conditions environnementales. Elles sont connues pour réagir aux pollutions organiques, nutritives (azote, phosphore), salines...

Le prélèvement est réalisé selon les normes NF T90-354 (2016) et NF EN 13946.

Le matériel benthique est récupéré par brossage de substrats durs naturels, mis dans des piluliers, alcoolé in situ. Les récoltes ont été dûment étiquetées et apportées au laboratoire Bi-Eau à Angers qui est chargé de la détermination et de l'analyse de ces prélèvements.



1.2.2 Protocole d'analyse et indice

1.2.2.1 Protocole d'analyse

Au laboratoire de Bi-Eau, le matériel diatomique a subi un traitement selon la norme NF T 90-354. Les diatomées sont attaquées à l'eau oxygénée (H₂O₂) afin de détruire la matière organique, et rendre ainsi les frustules (squelettes externes en silice) identifiables. Ce travail est suivi de plusieurs cycles de rinçages alternant avec des phases de décantation. Ensuite, une goutte de la préparation est montée entre lame et lamelle dans du Naphrax® (résine à indice de réfraction élevé permettant l'observation des valves siliceuses).



Ce sont les lames ainsi préparées qui font l'objet des observations microscopiques à l'objectif x100, à l'immersion et en contraste interférentiel DIC (Nikon Eclipse Ni-U). Le processus analytique (identification et comptage) utilise les prescriptions des normes AFNOR NF T 90-354 et EN 14407. Nous comptons ainsi un minimum de 400 valves. Les identifications sont basées entre autres sur la Süßwasserflora (Krammer & Lange-Berthlot 1986, 1988, 1991) et sur le Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'IBD (Prygiel & Coste, 2000).

Ce guide préconise un encodage des taxons en 4 lettres, qui seront saisies dans le logiciel de calcul Omnidia (Lecoite & al., 1993). La version utilisée pour calculer les indices IBD et IPS est Omnidia 6,

parue en 2014. La note IBD est calculée par l'algorithme de référence du Système d'évaluation de l'état des eaux (SEEE).

1.2.2.2 Indices

L'Indice de Polluosensibilité Spécifique prend en compte tous les taxons, et est utilisé internationalement, alors que l'Indice Biologique Diatomées utilise un nombre plus restreint de taxons. L'Indice Biologique Diatomées et l'Indice de Polluosensibilité Spécifique peuvent varier entre 1 et 20 et les notes se répartissent en cinq classes de qualité :

Note IBD	≥ 17	<17 - 13	<13 - 9	<9 - 5	< 5 - 1
Qualité	très bonne	bonne	passable	mauvaise	très Mauvaise
Caractéristiques	Pollution ou eutrophisation nulle à faible	Eutrophisation modérée	Pollution moyenne ou eutrophisation forte	Pollution forte	Pollution ou eutrophisation très forte

Tableau 5 : Correspondance entre les notes IBD, les classes de qualité et leur code couleur

1.2.3 Etat écologique

L'état écologique est défini à l'aide de l'arrêté du 27 juillet 2018.

L'état écologique est défini à l'aide de la note de l'IBD observé, de la valeur de référence de l'IBD et de la valeur minimale de l'IBD pour le type de cours d'eau étudié. La valeur de référence et la valeur minimale sont définies à l'aide de l'hydro-écorégion (HER) et du rang de la masse d'eau du cours d'eau.

L'état écologique est défini à l'aide d'une grille où l'on retrouve cinq classes d'état écologique. Les valeurs limites de chaque classe sont exprimées en EQR (Ecological Quality Ratio).

HER2	Valeur référence du type	Valeur minimale du type	Limites inférieures des classes d'état d'IBD en EQR				
			0.94	0.78	0.55	0.3	0
P12A	17.4	1	très bon	bon	moyen	médiocre	mauvais

Tableau 6 : Bornes des classes d'état écologique de l'IBD

La note EQR pour l'IBD est calculée de la manière suivante :

$$\text{EQR IBD} = (\text{IBD observé} - \text{note minimale du type}) / (\text{note de référence du type} - \text{note minimale du type})$$

1.3 Relevés hydromorphologiques

Les caractéristiques hydrogéo-morphologiques d'un cours d'eau sont une composante essentielle du biotope (supports de la biocénose). Elles façonnent les habitats et soutiennent les processus écologiques.

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE, 2000/60/CE) identifie notamment l'hydromorphologie comme l'une des composantes soutenant la biologie, au travers de trois paramètres structurants pour les communautés aquatiques : l'hydrologie, la continuité écologique, et la morphologie.

La modification d'un usage ou d'une pratique, influençant les variables de contrôle dans un bassin ou sur un tronçon de cours d'eau donné, peut en effet se traduire par une multitude de réponses sur les paramètres hydromorphologiques :

- Les styles fluviaux (méandres, anastomoses, etc) ;
- La géométrie du lit (profil en travers) ;
- La pente du cours d'eau (profil en long) ;
- La granulométrie du substrat ...

En vue de répondre aux exigences de la DCE, l'AFB a développé de nouvelles méthodologies visant à caractériser de manière objective l'état et les pressions hydromorphologiques exercées sur les rivières, en intégrant différentes échelles de fonctionnement.

L'évaluation à l'échelle de la station des caractéristiques hydromorphologiques du cours d'eau est ainsi réalisée grâce au protocole de **CARactérisation de l'HYdromorphologie des Cours d'Eau (CARHYCE)**. La méthode CARHYCE permet de disposer de données hydromorphologiques de terrain objectives, permettant de définir des tendances statistiques utilisées pour la construction d'un référentiel hydromorphologique spatial et dynamique (Gob et al, 2014). Elle prévoit de réaliser des mesures de géométrie hydraulique (transects, pente, débit), de décrire les habitats (berges, ripisylves etc.) et de caractériser la granulométrie sur une station.

Le document de référence est le suivant : *AFB ; Carhyce ; Protocole de recueil de données hydromorphologiques à l'échelle de la station sur les cours d'eau prospectables à pied ; Mai 2017*

1.3.1 Conditions d'utilisation

Le présent protocole s'applique sur les cours d'eau prospectables à pied, dans des conditions hydrologiques favorables à l'observation des différentes composantes du cours d'eau (substrat, berge et végétation).

Il est préconisé de travailler à un débit proche du débit moyen mensuel minimum interannuel (QMNA). En effet, un débit de cet ordre permet de mieux discriminer les faciès d'écoulement (à des débits plus élevés, les faciès d'écoulement ont tendance à se « lisser »).

Toutefois, les mesures ne devront en aucun cas être réalisées en condition d'étiage sévère. En effet des calculs hydrauliques basés sur des mesures réalisées dans de telles conditions ne sont pas fiables.

Enfin, il est recommandé de travailler durant la phase végétative, afin de décrire les habitats et la ripisylve.

1.3.2 Choix de la station

Toute station de mesures, tant biologique que physique, doit être positionnée de façon à répondre à l'objectif posé.

Si l'objectif est de caractériser l'hydromorphologie d'une station en vue d'extrapoler les résultats à un tronçon plus grand, alors la station choisie doit être représentative du compartiment mesuré au niveau du tronçon hydromorphologique (entité géomorphologique supérieure à la station) dans lequel elle se situe.

Si l'objectif est de suivre une restauration ou une altération, alors la station peut être positionnée au droit des travaux ou de la dégradation, afin d'en apprécier directement l'évolution.

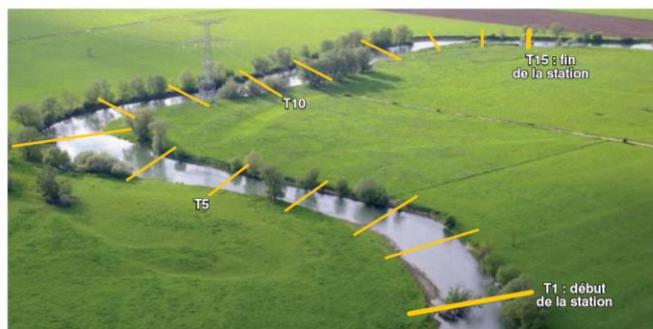
1.3.3 Relevés de terrain

1.3.3.1 Longueur d'une station et positionnement des transects

La longueur d'une station CARHYCE est 14 fois la largeur moyenne à plein bord (Lpb-ev). Cette valeur doit en théorie permettre de décrire au moins deux séquences de faciès de type radier/mouille/plat (si le cours d'eau n'est pas trop altéré).

La limite aval doit être positionnée sur un radier ou un plat courant, sauf si aucun des deux faciès n'existe.

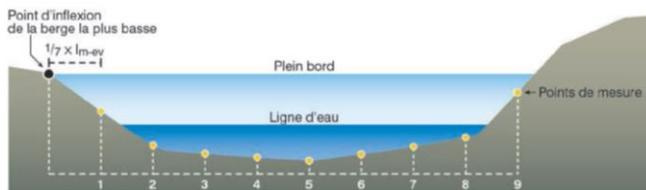
Chaque transect est espacé du précédent d'une distance égale à une fois la largeur à pleins bords moyenne (Lpb-ev).



Positionnement des transects sur une station CARHYCE

Sur chaque transect, des points de mesures sont effectués à intervalle régulier, à partir du sommet de la berge la plus basse, et ce jusqu'à l'autre berge.

La distance inter-points est égale à 1/7ème de la largeur mouillée moyenne estimée préalablement (Lm-ev), ceci afin d'obtenir en moyenne sept à huit points par transect au sein de la lame d'eau



Positionnement des points de mesure sur un transect

1.3.3.2 Géométrie du lit

Les données géométriques du lit récoltées lors des mesures permettront :

- De caler les calculs hydrauliques pour obtenir des valeurs de vitesses pour le débit observé et de modéliser les profondeurs et les vitesses pour une gamme de débits supérieurs ou inférieurs au débit observé ;
- De donner une image « dynamique » des habitats en fonction du débit.

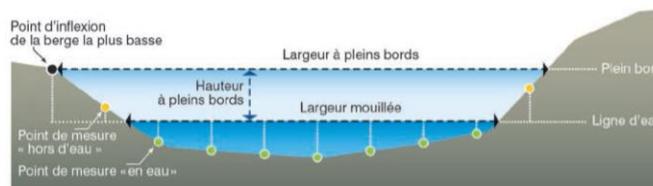
Sur chaque transect est mesuré :

La largeur plein bord (Lpb en m) ;

La largeur mouillée (Lm en m) ;

La hauteur plein bord (Hpb en m) ;

La profondeur est mesurée sur chaque point (en cm). Les points hors d'eau sont notés en nombre négatif.



Géométrie du lit au niveau d'un transect



Mesure d'une profondeur d'eau au sein d'un transect



Réalisation d'un transect

1.3.3.3 Substrat minéral et substrat additionnel

Les mesures granulométriques sur les transects permettent de répondre à plusieurs objectifs. Elles fournissent tout d'abord un élément complémentaire pour l'étude de la typologie du cours d'eau. De plus, l'indice de diversité granulométrique permet d'évaluer le transport suffisant des sédiments. Elles permettent également d'évaluer la rugosité granulométrique du lit ; paramètre qui rentre en compte dans les modélisations hydrauliques. Enfin, support de la biologie, elles donnent une indication « d'habitat ».

Sur chaque point de mesure, la classe de taille d'un élément du substrat est évaluée à l'aide de l'échelle granulométrique de Wentworth (tableau ci-dessous).

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Dalles (dont dalles d'argile)	Plus de 1 024 mm	D
Rochers	Plus de 1 024 mm	R
Blocs	256 à 1 024 mm	B
Pierres grossières	128 à 256 mm	PG
Pierres fines	64 à 128 mm	PF
Cailloux grossiers	32 à 64 mm	CG
Cailloux fins	16 à 32 mm	CF
Graviers grossiers	8 à 16 mm	GG
Graviers fins	2 à 8 mm	GF
Sables	0,0625 à 2 mm	S
Limons	0,0039 à 0,0625 mm	L
Argiles	Moins de 0,0039 mm	A
Vase	Sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques	V
Terre végétale	Points hors d'eau très végétalisés	TV

Sur chaque point, la présence d'un substrat additionnel est précisée en plus de la granulométrie.

1.3.3.4 Caractéristique de la zone riparienne

(a) La berge

La nature des matériaux qui constituent une berge peut être déterminante en termes d'érosion et de mobilité du lit, lorsque des aménagements ont été réalisés.

En outre, certains habitats importants peuvent se développer en pied de berge et influencer les communautés en place.

Sur chaque transect, les berges des deux rives (RD et RG) sont décrites en indiquant la nature des matériaux qui les constituent, ceci en utilisant la typologie suivante :

- MN : Matériaux naturels ;
- AV : Aménagement végétalisé ;
- ER : Enrochement ;
- MA : Matériaux artificiels.
- En outre la présence de certains habitats caractéristiques est également notée :
- SB : Sous-berge ;
- CR : Chevelu Racinaire ;
- VS : Végétation surplombante ;
- BR : Blocs rocheux ;
- DL : Débris ligneux grossiers/ Embâcle.



Chevelu racinaire en berge



Présence d'une sous-berge

(b) Corridor rivulaire et ripisylve

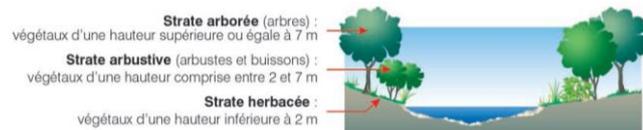
Le corridor rivulaire contribue de manière très importante à la préservation de la qualité et de la biodiversité aquatique (Naiman et al., 2005). Il présente, sur une large bande de terrain, une végétation ou « ripisylve » qui interagit avec la rivière.

La ripisylve intervient notamment dans la rétention des apports latéraux, d'origines agricoles et urbaines, issus des bassins versants (Peterjohn and Correll, 1984 ; Paul and Meyer, 2001).

C'est un facteur de contrôle de la dynamique fluviale (Lâchât, 1991) contribuant à la structuration et la diversification de l'habitat des communautés biologiques. La ripisylve est en outre un élément clé de la régulation thermique (ombrage) et trophique (apport de matière organique allochtone : bois mort, feuilles, etc.) du cours d'eau (Maridet, 1994).

Sur chaque transect est évalué le type de ripisylve :

- Strate arborée (arbres) : regroupe les végétaux de hauteur > 7 m
- Strate arbustive (arbustes et buissons) : regroupe les végétaux de hauteur comprise entre 2 et 7 m.
- Strate herbacée : regroupe les végétaux de hauteur < 2 m



Caractérisation de la ripisylve dans le cadre de CARHYCE (AFB, 2017)

L'épaisseur de la ripisylve est également renseignée, ainsi que ses caractéristiques.

1.3.3.5 Les faciès

Leurs types et leurs hétérogénéités fournissent une aide pertinente à l'interprétation de la biologie. Ils peuvent aussi être indicateurs d'un certain niveau de dysfonctionnement hydromorphologique. Les faciès sont identifiés sur la base de la typologie de Malavoi et Souchon : *Clé de détermination simplifiée des faciès d'écoulement* (Malavoi & Souchon, 2002).



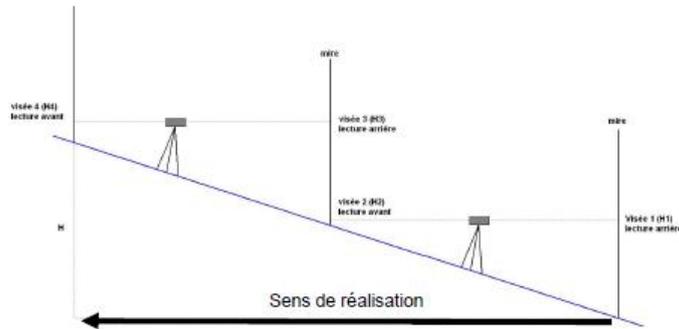
Faciès plat courant suivi d'un radier



Plat lent

1.3.3.6 Pente de la ligne d'eau

C'est un paramètre hydromorphologique majeur, qui couplé au débit, permet d'exprimer une notion de puissance de l'écoulement.



Mesure avec une station optique (précision de la mesure de l'ordre de 0.1%).

Mesure de la pente de la ligne d'eau avec un report de niveau

1.3.3.7 Débit

Le choix de la méthode de mesure de débit est adapté aux écoulements présents. Sur les sections présentant des écoulements laminaires comme ici, il est préconisé d'utiliser la méthode par exploration du champ des vitesses (utilisation d'un moulinet ou d'un courantomètre). Pour cet atelier, le régime hydraulique doit être permanent (débit constant) pendant toute la durée de la mesure.

1.3.3.8 Granulométrie

La mesure de la granulométrie d'une station va permettre de déterminer une typologie sédimentaire (classement du cours d'eau dans un type granulométrique comme radier à galets, à blocs, à sables, etc ...), et d'acquérir des connaissances dans le processus de mobilisation du substrat alluvial.

La méthode Wolman utilisée dans le protocole CARHYCE consiste à repérer le radier comprenant la fraction granulométrique la plus grossière, et de mesurer les cailloux présents. 100 échantillons sont prélevés par radier (seulement 50 sur les rades de petite taille).

Remarque : En absence de radier, un plat courant sera ciblé.



Mesure de la granulométrie



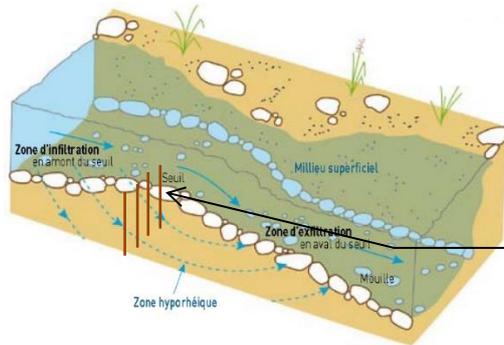
Radier présentant la fraction de granulométrie la plus grossière

1.3.3.9 Colmatage

Le colmatage désigne les dépôts de sédiments fins ou de matières organiques issus du développement des activités humaines, qui s'infiltrent dans les interstices du benthos et de l'hyporhéos (Vanek, 1997). Il entraîne une modification des habitats, de la structure et de la stabilité du substrat, (...) conduisant à l'apparition de processus anaérobies (Bou 1977, Brunke 1999).

Le protocole CARHYCE, étant donné qu'aucune méthode fiable et reproductible n'est disponible, veut évaluer la profondeur d'oxygénation du substrat via le développement de bactéries sulfo-réductrices sur des supports en bois (Marmonier et al., 2004).

Cette méthode consiste à implanter dans les sédiments des substrats artificiels en bois pour une durée d'un mois. Au contact des zones désoxygénées, ces substrats artificiels changent de couleur, passant du brun jaunâtre au noir. L'activité des bactéries provoque ce changement de couleur, et permet d'observer les conditions d'oxygénation du milieu.



Echanges entre le cours d'eau et la zone hyporhéique (Hyporhéos) - J. Gibert, UCBL HBES

Zone d'implantation des bâtonnets



Bâtonnet planté dans un radier



Exemple de bâtonnets récupérés après un mois de pose

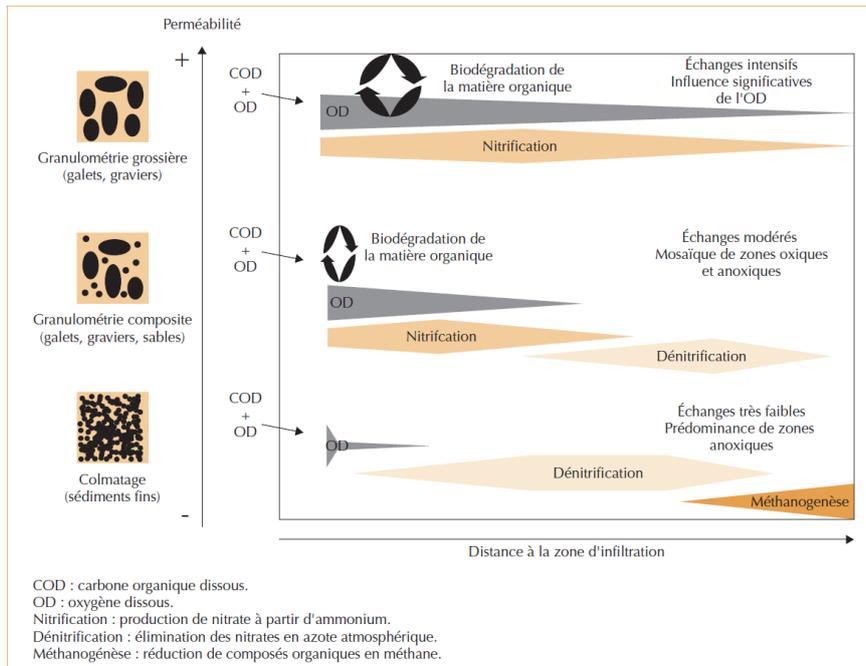


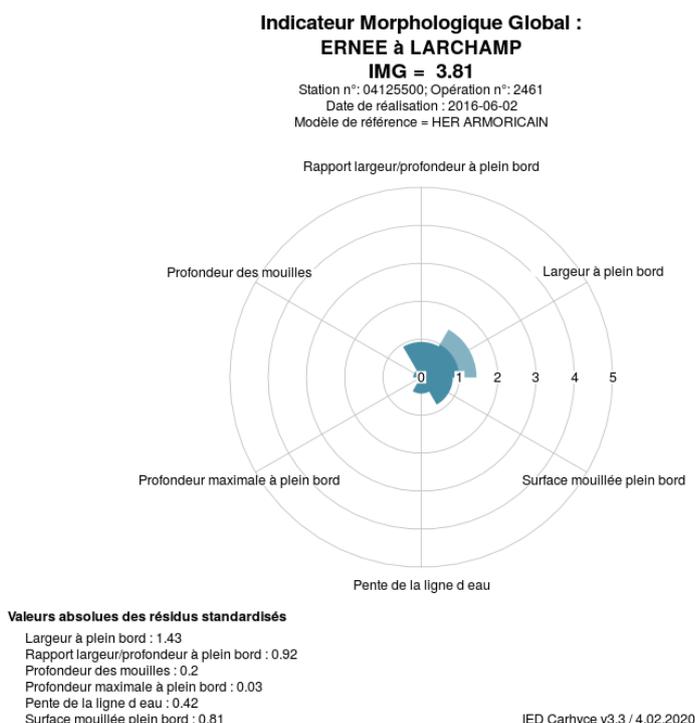
Figure 1: Fonctionnement et processus biogéochimiques dans la zone hyporhéique en fonction du type de granulométrie (DATRY 2008)

1.3.4 Indices et analyse

L'Indicateur morphologique global (IMG) a été développé dans le cadre du développement du protocole Carhyce. Cet indice synthétise les écarts aux modèles, il est représenté sous la forme d'un graphique radar (exemple ci-dessous) qui permet d'appréhender l'écart aux références régionales (écart calculé par rapport au modèle de l'HER considérée pour les stations situées en France métropolitaine)

Ces modèles régionaux doivent être considérés comme un cadre d'évaluation pour identifier une altération potentielle mais en aucun cas comme un abaque destiné à calibrer une restauration.

Exemple d'IMG sur l'Ernée à Larchamp



Cet indice est accessible uniquement sur le site internet de l'IED (<http://194.57.254.11/IED/>), mais seulement plusieurs mois après la saisie des données sur l'application Web Carhyce. IED est un outil d'exploitation des données issues de la méthode Carhyce. Il a été développé par le CNRS (UMR 8591), l'Université Panthéon-Sorbonne (Paris 1), l'IRSTEA et l'AFB.

Actuellement les données sur cette année ne sont pas disponibles sur le site de l'IED Carhyce. En attente, les données récoltées pourront être confrontées :

- Aux données biologiques récoltées (densité de truites, richesse et diversité des invertébrés) ;
- Aux valeurs théoriques de la Lpb (Largeur plein bord), de la Ppb (Profondeur plein bord) et du ratio Lpb/Ppb ;
- Aux valeurs obtenues par Hydro Concept sur d'autres bassins hydrographiques.

Ces valeurs théoriques sont tirées du document réalisé par l'ONEMA et l'IRSTEA visant à exploiter les résultats de CARHYCE : *Valorisation des données Carhyce pour la construction d'un outil d'aide à la gestion des cours d'eau - 2017*

Afin de visualiser l'écart de ces données vis-à-vis des valeurs théoriques, une grille de lecture propre à Hydro Concept a été créée :

% d'écart	- 30% à 30%	-70 % à - 30% et 30% à 70%	< - 70% et > 70 %
-----------	-------------	----------------------------	-------------------

1.4 Etat biologique

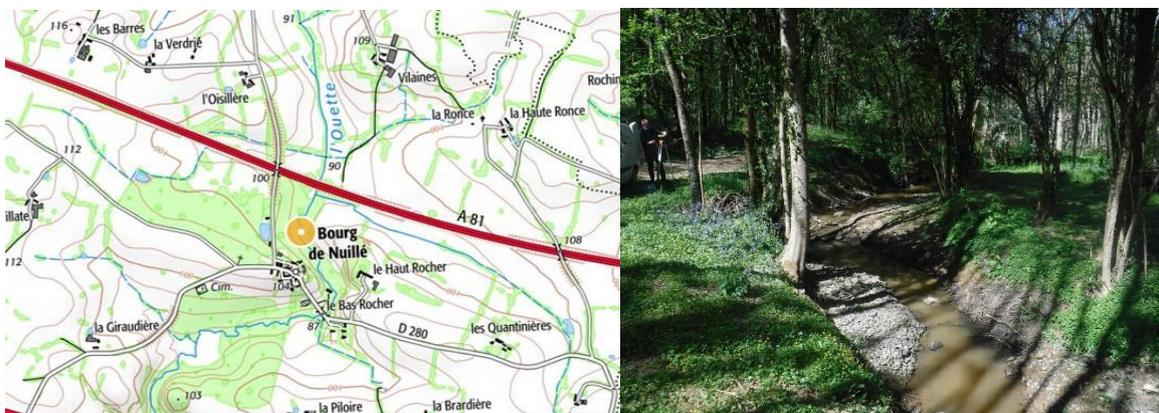
Les indices biologiques récoltés sur les différents sites peuvent nous permettre d'établir l'état biologique des cours d'eau. L'état biologique d'un site est obtenu par la moyenne des différents indices sur les trois dernières années. Dans le cadre de notre étude, on se basera uniquement sur les données de l'année en cours.

L'état biologique de la station est évalué à partir des classes d'états obtenues pour l'IBG, l'IBD, l'IBMR et l'IPR. L'indice le plus dégradant permet d'attribuer la qualité retenue pour la station.

2. ANALYSES DES RESULTATS

Les rapports d'essai sont joints en annexe.

2.1 Présentation du site d'étude



Des travaux de restauration conséquents ont été réalisés en juillet 2019 sur l'Ovette en amont du bourg de Nuillé. Une recharge granulométrique associée à des banquettes alternées ont été mises en place afin de redynamiser les vitesses d'écoulements et de diversifier les habitats. Une zone humide a également été réhabilitée en aval du site.

2.2 Les diatomées

	2020
Note IBD sur 20	13.6
Note IPS sur 20	12.6
Nombre de taxons identifiés	44
Indice de diversité de Shannon	4.33
EQR	0.77
Etat écologique selon l'HER 12	moyen

En 2020, l'Ovette est classée en état écologique moyen par les diatomées benthiques. *Achnanthydium microcephalum* est en tête du cortège diatomique (19.9%), ce taxon signe une faible saprobie et tolère un large spectre de trophie. Au second rang, *Navicula cryptocephala* (12.6%) peut supporter des concentrations moyennes en matière organique et des eaux eutrophes. Il y a sans doute ici des pollutions ponctuelles.

Le cortège est riche et équilibré (44 taxons et équitabilité de 0.79), l'indice de diversité de 4.33 bits/ind. est élevé ce qui reflète un milieu stable et mature.

2.3 Les macro-invertébrés

	2020
I2M2	0.1086
IBG DCE	12
GFI	7
Richesse totale	22
EPT	5

En 2020, l'Ouette présente une qualité hydrobiologique mauvaise au sens de la DCE, avec un indice I2M2 de 0,1086. L'indice équivalent IBG indique une classe de qualité nettement supérieure avec une note de 12/20 (moyen).

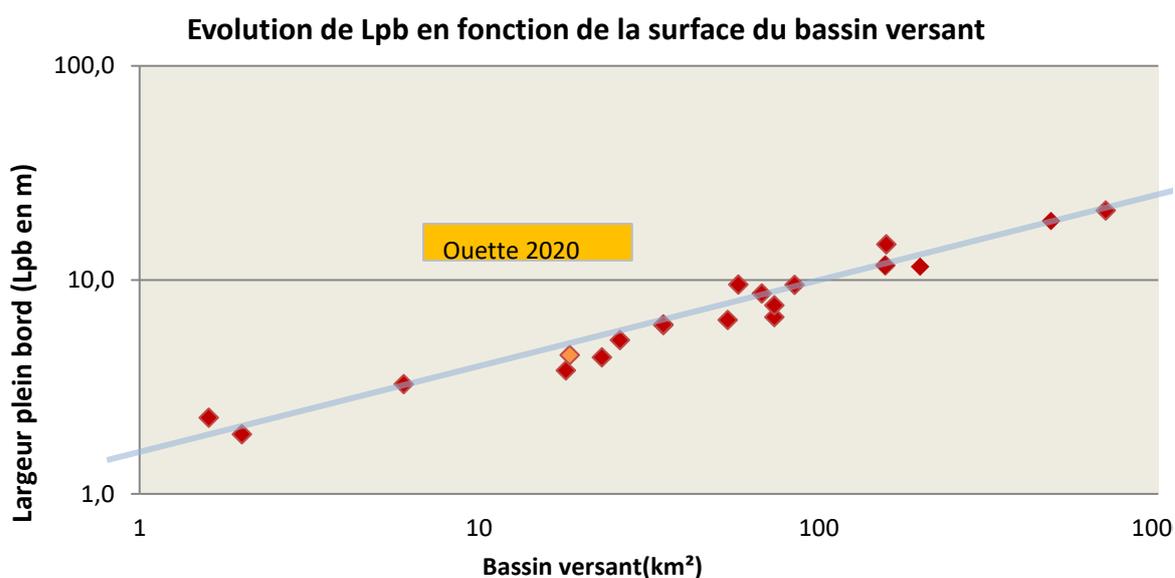
Le Groupe Faunistique Indicateur est bon (GFI de 7/9, Leptophlebiidae). La richesse totale et la richesse en taxons polluo-sensibles (EPT) sont faibles. Les indices de diversité témoignent d'un déséquilibre de la structure du peuplement. Les aselles, taxons polluo-résistants, prédominent et représentent 32% de l'effectif total.

Cette altération est principalement due à une altération de la qualité de l'eau et à des assècs récurrents qui limitent la colonisation du milieu pour de nombreuses espèces polluo-sensibles.

2.4 Résultats CARHYCE

Nb : Les données sont comparées à des données théoriques (courbe bleue). Attention, ce sont des modèles globaux réalisés sur l'hydro écorégion du Massif Armoricain. Ces modèles sont présentés dans le document « Vers la construction d'indicateurs hydromorphologiques soutenant la biologie à partir de la base de données nationale CARHYCE » réalisés par l'IRSTEA, l'AFB, le CNRS et l'Université de Paris.

2.4.1.1 Evolution de la largeur plein bord (Lpb)

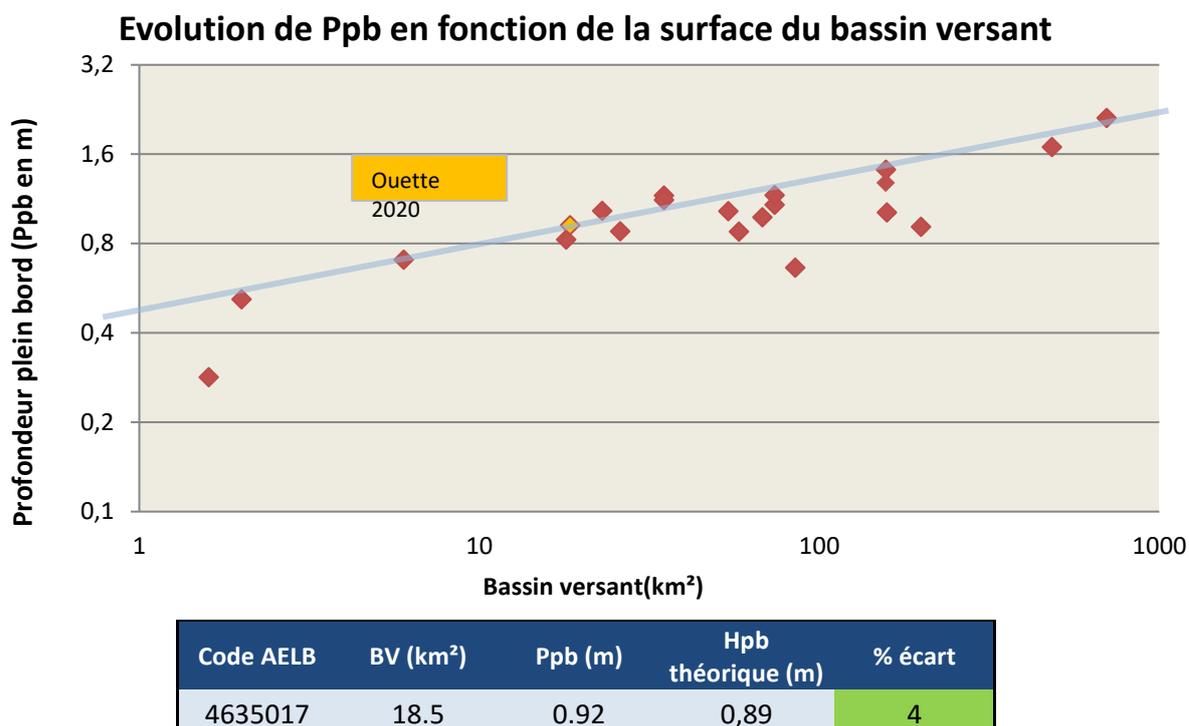


Code AELB	BV (km ²)	Lpb (m)	Lpb théorique (m)	% écart
4635017	18.5	4.45	4.74	-6

La comparaison entre la Lpb mesurée et la Lpb théorique obtenue sur des sites non altérés de l'hydro-écorégion du Massif Armoricain, montre que l'écart est assez faible sur cette station.

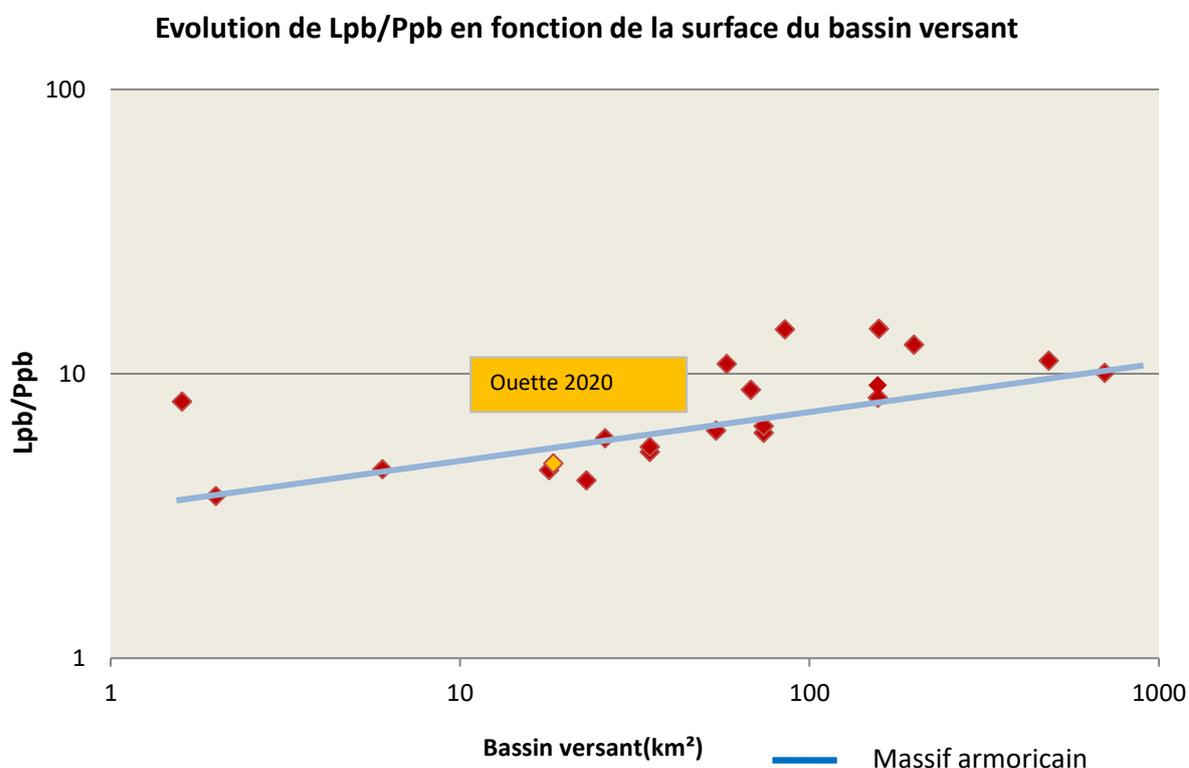
L'Ouette en amont du bourg de Nuillé montre une largeur plein bord inférieure de **0.29 m** environ vis-à-vis de la largeur théorique obtenue pour un bassin versant de 18.5 km². L'écart est de 6 %.

2.4.1.2 Evolution de la profondeur plein bord (Ppb)



La comparaison entre la Ppb mesurée et la Ppb théorique obtenue sur des sites non altérés, montre que l'écart est faible sur ce site (écart de 4%), en raison d'un écart de 3 cm avec la valeur théorique.

2.4.1.3 Evolution du ratio Lpb/Ppb



Code AELB	BV (km ²)	Lpb / Ppb (m)	Lpb / Ppb théorique (m)	% écart
4635017	18.5	4.8	5.4	-11



Lpb/Ppb < de 11% au ratio théorique
L'Ouette à Soulgé sur Ouette (2020)

La comparaison entre le ratio Lpb/Ppb mesuré et le ratio théorique obtenu sur des sites non altérés, montre que l'écart est assez faible sur ce site (écart de 11%).

Le ratio observé (4.8) est plus faible que le ratio théorique (5.4). Cet écart est dû à une largeur plein bord observé plus faible que la largeur théorique.

2.4.1.4 Le colmatage



L'Ouette en amont du bourg de Nuillé (2020)

Une courte zone claire est présente sur la partie supérieure des bâtonnets, la moyenne des zones non colmatées est de 4.7cm. Le colmatage de l'Ouette à Soulgé sur Ouette est qualifié d'important.

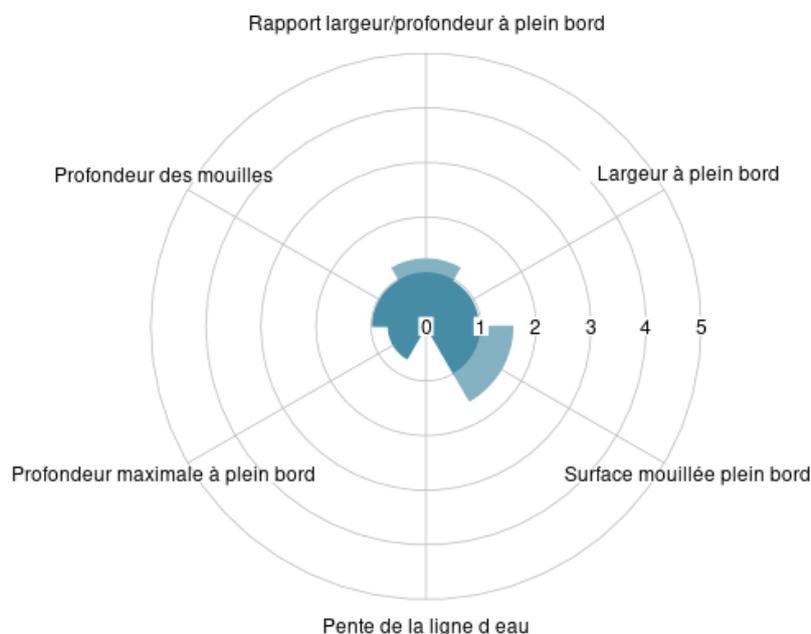
La station est caractérisée par une alternance de plat lent et plat courant. Le colmatage apparaît tout de même comme important.

2.4.1.5 Indicateur Morphologique Global

Le graphique ci-dessous permet de visualiser l'**Indice Morphologique Global** obtenu sur l'Ouette en 2020. Cette figure permet d'appréhender l'écart aux références régionales (écart calculé par rapport au modèle de l'HER Massif Armoricain). Plus les valeurs s'éloignent du centre, plus l'indice se dégrade.

**Indicateur Morphologique Global :
OUETTE A SOULGE-SUR-OUETTE
IMG = 5.53**

Station n°: 04635017; Opération n°: 3627
Date de réalisation : 2020-04-14
Modèle de référence = HER ARMORICAIN



Valeurs absolues des résidus standardisés

Largeur à plein bord : 0.96
Rapport largeur/profondeur à plein bord : 1.23
Profondeur des mouilles : 0.97
Profondeur maximale à plein bord : 0.69
Pente de la ligne d'eau : 0.11
Surface mouillée plein bord : 1.58

IED Carhyce v3.4 / 30.06.2020

On remarque que les plus gros écarts observés concernent la surface mouillée plein bord et le rapport largeur/profondeur à plein bord.

Les travaux de restauration ont permis de restaurer l'Ouette d'un point de vue morphologique en se rapprochant d'un cours d'eau naturel. La réalisation d'une recharge granulométrique a permis de rehausser la hauteur du lit (diminuer la profondeur de plein bord) et la réalisation de banquettes alternées favorise la diversification des écoulements avec une diminution de la largeur mouillée notamment en période estivale. Néanmoins le colmatage reste important sur la station.

Le peu de temps écoulé entre la réalisation des travaux et le premier suivi n'ont pas permis au profil du cours d'eau de stabiliser. Les peuplements biologiques associés sont également en cours d'évolution, il faudra plusieurs années, avant que la colonisation des différents taxons soit réalisée, ainsi que l'équilibre entre les différents peuplements.

2.4.2 Etat écologique

	2020
IBD	0.77
I2M2	0.1086
ETAT ECOLOGIQUE	Mauvais

L'absence d'indicateur de suivi avant travaux ne permet pas de faire de comparaison.

Néanmoins, la réalisation de l'indice morphologique (Carhyce) permet de mettre en évidence la restauration morphologique du cours d'eau avec la création de zones d'écoulements plus hétérogènes et des habitats diversifiés. L'amélioration de la morphologie du cours d'eau a un impact direct sur le peuplement du milieu.

Cependant les travaux ont été réalisés en juillet 2019, et dans une majorité des cas, on remarque une légère diminution des indices biologiques les premières années après les travaux. Il faudra attendre entre 3 et 7 ans avant que les différents peuplements biologiques s'installent définitivement. Ceux-ci vont également évoluer en fonction des différentes crues morphogènes, qui modifieront partiellement la morphologie du cours d'eau.

Dans le cas de l'Ouette, l'état écologique est mauvais. L'indice I2M2 est le plus déclassant. Le nombre d'espèces polluo-sensibles est faible et l'ensemble des indices reflètent une altération de la qualité de l'eau. Cette altération est accentuée par des débits estivaux très faibles voire des assecs.

3. CONCLUSION

L'ensemble des suivis permettent d'avoir un état des lieux après travaux de l'Ouette à Soulgé sur Ouette.

Les indices biologiques indiquent un état écologique mauvais. L'indice I2M2 apparait comme le plus déclassant. On observe une faible présence d'espèces polluo-sensibles et une forte proportion d'espèces polluo-tolérantes. Les indices biologiques témoignent d'une forte perturbation qui est directement liée à une altération de la qualité de l'eau. Cette dégradation est accentuée par des étiages estivaux très marqués voire des assecs récurrents.

L'analyse plus précise de la morphologie du cours d'eau selon la méthode Carhyce permet de mettre en évidence l'effet bénéfique des travaux de restauration, qui sont proches d'un site de référence. La réalisation d'une recharge granulométrique associée à la création de banquettes permet entre autres de rehausser le lit mineur, de diversifier les écoulements et les habitats et de diminuer la largeur mouillée. Le cours d'eau retrouve un aspect naturel.

La réalisation des indicateurs de suivi moins d'un an après la réalisation des travaux ne permet pas de mettre en évidence les effets bénéfiques de ceux-ci.

Les actions engagées par le syndicat visant à améliorer l'hydromorphologie des cours d'eau sont pertinentes et sont bien acceptées par certains propriétaires riverains comme sur ce site. La réalisation d'un suivi dans quelques années permettra de voir l'évolution des différents peuplements et potentiellement de voir l'apparition d'un peuplement plus stable.

4. ANNEXES