



Reméandrage du Marolles à Genillé

Résultats après plus de 10 ans de suivi

Journée d'échanges techniques « Evaluation de la restauration »
16 Novembre 2021

Reméandrage du Marolles (37)



Contexte : BV de 23 km², linéaire de 5,3 km, affluent de l'Indrois. Projet à 2 km de la source. 40% en terres agricoles, 32% forêt

Problématique :

Cours d'eau rectifié en milieu semi-urbain et plan d'eau sur cours
RNABE mais fort potentiel (Chabot, Vairon, Unio Crassus)

Cadre d'intervention :

Contrat Territorial Milieux Aquatiques de l'Indrois et Affluents- Communauté de Communes Loches sud Touraine – Terrain communal avec projet de parc paysager semi-urbain

Coût : 50 000 euros puis 21 000 euros en 2017 (agence de l'eau (50 %), CD37 (30 %), FDAAPPMA37 (8 %), Électricité de France, CC Loches Sud Touraine)



Quels travaux ?

550 m de linéaire sinueux creusé dans les vases d'un ancien étang vs 400 m de linéaire rectiligne.

Gabarit dimensionné via une station identifiée de référence amont (Lpb) avec calage altimétrique de la cote du lit sur exutoire d'eaux pluviales et lit rectifié incisé. 1 150 m³ de matériaux déplacés utilisés pour reboucher le cours rectifié.

Reconstitution du matelas alluvial (100 m³) , un seuil de fond intermédiaire au niveau d'un gué.

Restauration de ripisylve

Phasage : première tranche hiver 2008 / deuxième tranche 2009 / recharge du matelas alluvial complémentaire en novembre 2017



nov 2008, J. Leproult



nov 2008, J. Leproult



déc 2008, J. Leproult



janv 2009, J. Leproult



juil 2009, M. Bramard



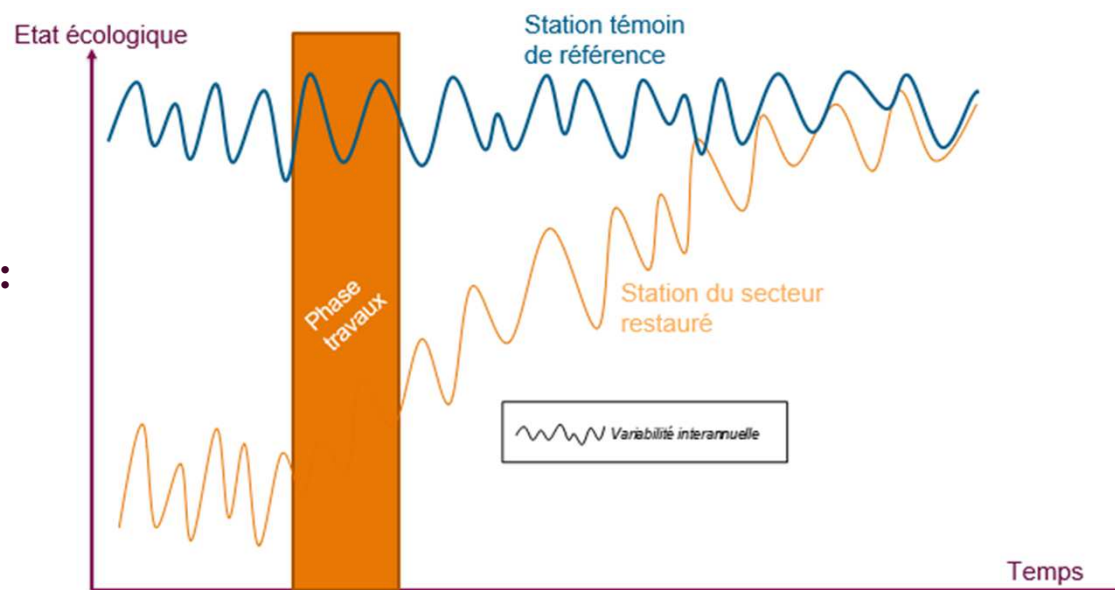
Nov. 2017, C. Page

Un suivi ? pour quels objectifs, quelle hypothèse?

Quels objectifs du suivi ?

- Vérification de l'atteinte du bon état écologique à l'échelle du secteur restauré
- **Validation technique** : du bénéfice d'un reméandrage sur les communautés biologiques, de l'effet du reméandrage sur le niveau de la nappe d'accompagnement
- **Valorisation** : site d'illustration (élus, maitres d'ouvrage, techniciens rivière), support de formation (stages), communication technique (colloques et séminaires), sensibilisation (grand public et animations scolaires)

Hypothèse à vérifier grâce au suivi :



Quels suivis ?

Où ?

une station restaurée située sur la moitié aval du secteur restauré
« Tranche 1 »

une station témoin non altérée située 970 m en amont
(présence de traces d'ancien curage)

Quand ?

1 état initial 2007/ 2008 (pour les macroinvertébrés)

6 à 7 années de suivi post travaux :
(2009 (3 mois) , 2010, 2013, 2014, 2017, 2018, 2020)

Quoi ?

Hydromorphologie : transects avant 2009
puis Carhyce (ONEMA/AFB/OFB puis AELB en 2018 et 2020)

Biologie :

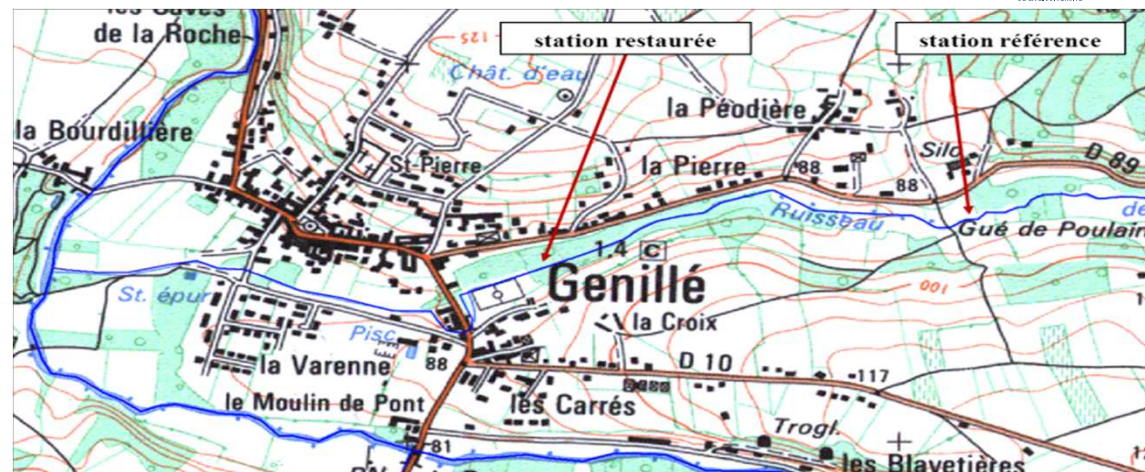
Poissons (2 passages, ONEMA/AFB/OFB puis AELB en 2018 et 2020)
IBGN puis I2M2 (AELB)
IBD (AELB)

Physicochimie (AELB)

Thermie avec la pose de thermomètres (CC. Loches Sud Touraine/ AELB)

Piézométrie avec la création de 7 puits rustiques,
(CC Loches Sud Touraine)

Photographie (CC Loches Sud Touraine)


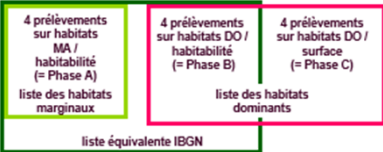


Exploitation des données :

ONEMA : Etude bilan en 2014 sur
hydromorphologie et poissons

AELB : Etude validation des SSM en
2015 réalisée par la SARL Rive

INRAE/OFB : Analyse des données en
2020

	Suivi hydromorphologie	Suivi macro invertébrés	Suivi poissons
Quand ?	14 années 1 année avant travaux / 4 années après travaux	14 années 2 années avant travaux / 6 années après travaux, 9 opérations sur la station restaurée (3 mois de suivi de l'évolution du peuplement à 1, 2 et 3 mois des travaux 2009) et 6 sur la station témoin	14 années (1 suivi avant travaux +11 ans) 1 année avant travaux / 6 années après travaux, 9 opérations sur la station restaurée (3 mois de suivi de l'évolution du peuplement à 1, 2 et 3 mois des travaux 2009) et 6 sur la station témoin
Protocole	2 protocoles utilisés Avant travaux 10 transects (10 Profils en travers Lpb/Lmouillée/Profondeurs/ Substrats/ Faciès) Après travaux, protocole Carhyce	2 protocoles d'échantillonnage utilisés (IBGN et I2M2)	1 protocole utilisé : pêche électrique d'inventaire par prospection à pied à 2 passages, isolement du secteur de pêche en amont et aval par filet avec biométrie (identification, mesures tailles et poids)
Bancarisation	Bancarisation des données dans l'application Carhyce/	Bancarisation sous OSUR (Base de données AELB)	Bancarisation sous Wama puis sous ASPE
Harmonisation des données	 <p>Le diagramme compare les paramètres de suivi hydromorphologie avant et après travaux. À gauche, 'PréTravaux' comprend 10 transects avec des paramètres : Lpb/Lmouillée, Profondeurs, Substrats, Faciès. À droite, 'Post Travaux' comprend 15 transects avec des paramètres : Carhyce, Descriptions ripisylve/ habitats de berges, Lpb/Lmouillée, Profondeurs, Substrats, Faciès, et Descriptions additionnels/ Débit/ Pente/ Wolman. Une légende indique que les paramètres de 'PréTravaux' sont équivalents à ceux de 'Post Travaux'.</p>	<p>Harmonisation des données pour analyse spatiotemporelle fiable 8 prélèvements – Niveau Systé Famille</p>  <p>Le diagramme compare les listes d'habitats pour l'analyse spatiotemporelle. Il est divisé en trois sections : 1. 4 prélèvements sur habitats MA / habitabilité (= Phase A) - liste des habitats marginaux. 2. 4 prélèvements sur habitats DO / habitabilité (= Phase B) - liste des habitats dominants. 3. 4 prélèvements sur habitats DO / surface (= Phase C). Une légende indique que ces listes sont équivalentes à l'IBGN.</p>	Harmonisation des données pour analyse post/pré Travaux liés à la bancarisation sous deux bases de données
Analyse	Exploitation avec IED Carhyce Analyse évolution avant/ après travaux Lpb/ Substrat/ faciès Analyse IMG vs station témoin	Analyse faunistique globale Approche multivariée (AFC) Analyse de structure et de composition des communautés Calculs d'indices S, H', J, EPT, GOLD Analyse fonctionnelle Utilisation des traits biologiques et écologiques (affinité de la faune pour la vitesse du courant)	Analyse de structure et de composition des communautés Richesse spécifique, IPR et métriques Analyse fonctionnelle Utilisation des traits biologiques et écologiques utilisées dans IPR+

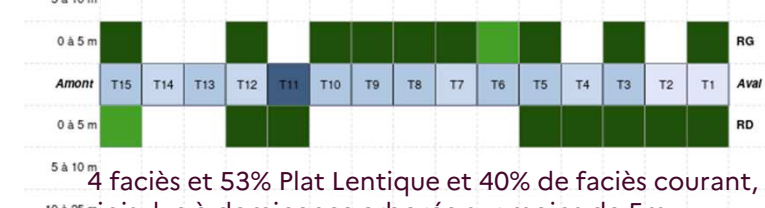
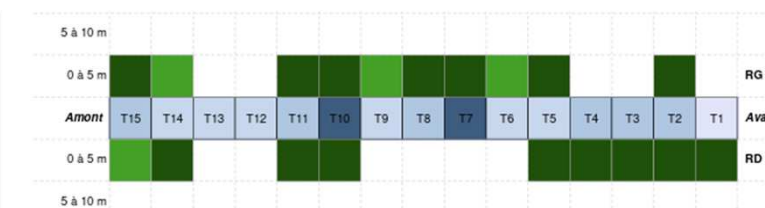
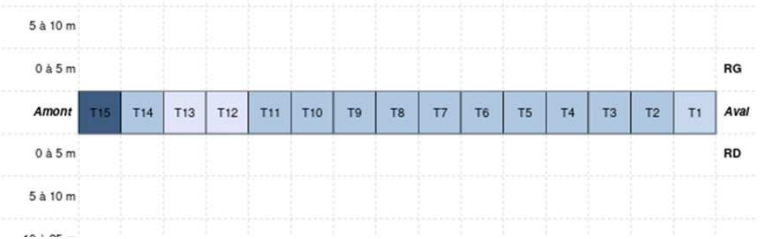
Principaux résultats du suivi hydromorphologique

Evolution de la sinuosité, des faciès et de la ripisylve sur la station restaurée

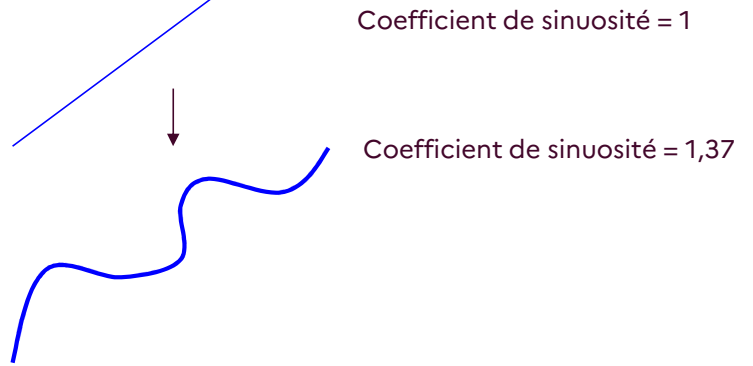


T10 T9 T8 T7 T6 T5 T4 T3 T2 T1

2 faciès et 90% Plat lentique, pas de ripisylve



4 faciès et 53% Plat Lentique et 40% de faciès courant, ripisylve à dominance arborée sur moins de 5m



Développement d'une alternance de faciès au profit de faciès plus courant et de mouilles plus marquées

Développement d'une ripisylve arborée en rideau

Strate dominante

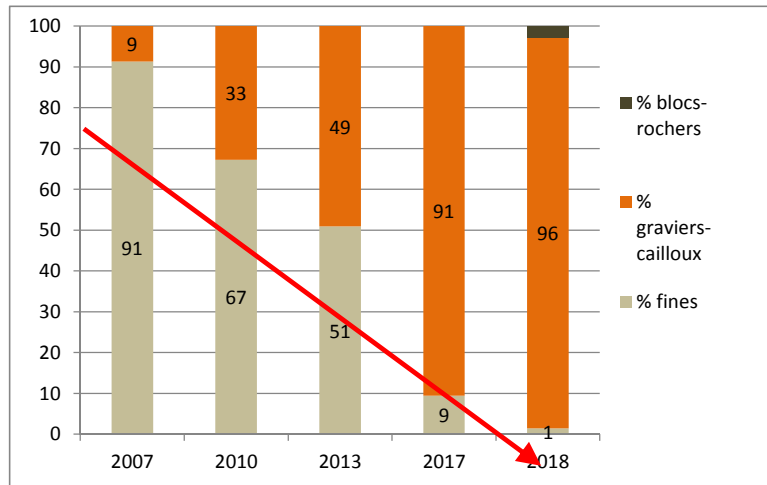
- Arborescente
- Arbustive
- Herbacée
- Non renseigné

Faciès simplifié

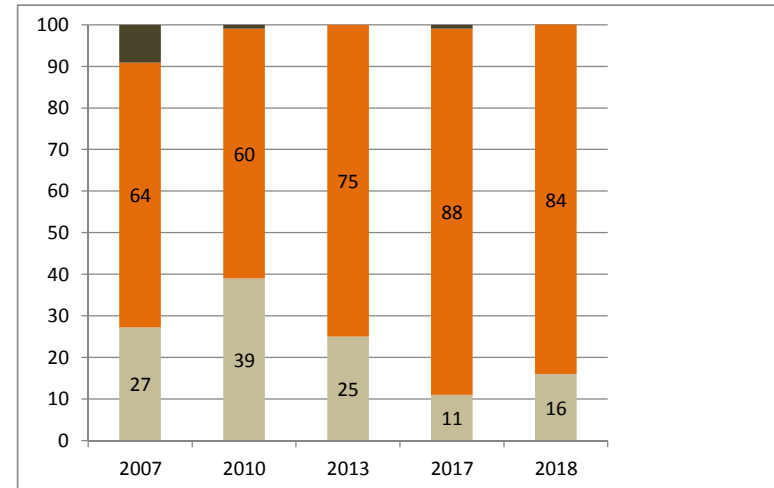
- Mouille
- Plat lentique
- Plat courant
- Radier/Rapide

Principaux résultats du suivi hydromorphologique

Evolution de la granulométrie Station Restaurée



Station Témoin



Date	D16 (mm)	D50 (mm)	D84 (mm)	Indice Folk et Ward	
				Indice Folk et Ward	Indice Fredle
2010	29,84	45	66	0,586	32,912
2013	33,84	43,5	58	0,458	36,173
2017	33	44,5	62	0,451	35,869
2018	28	38	51,48	0,448	31,082

Sur la station restaurée : Inversion des proportions de classes granulométriques : de 90% de fines à 96 % de graviers-cailloux (proche de la station témoin).

On note l'effet de la recharge complémentaire en 2017



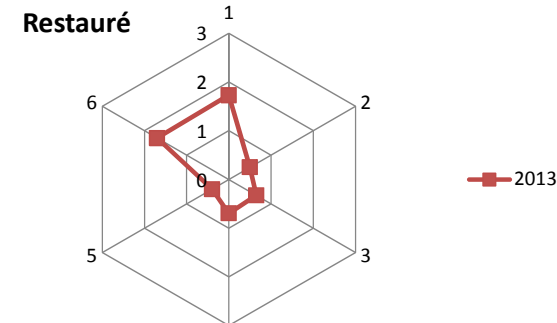
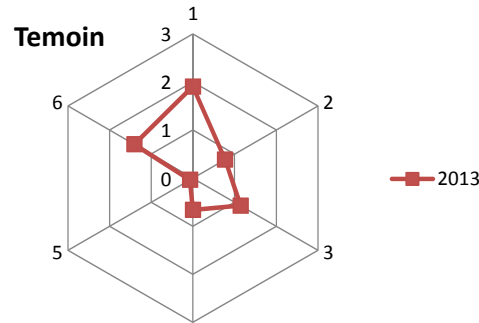
Principaux résultats du suivi hydromorphologique

Analyse de la géométrie du lit : Indice Morphologique Global

Exploitation des données 2013

Car problème de relevé sur la largeur plein bord en 2010/2017/2018 (modif du protocole/ opérateurs différents).

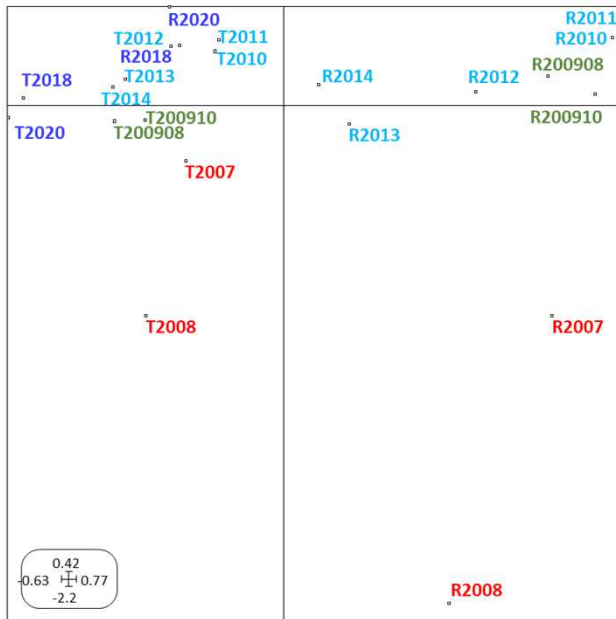
	Témoïn				Restau				
	2010	2013	2017	2018	2007	2010	2013	2017	2018
Lpb	1,645	1,907	0,957	0,918	3,85	0,37	1,73	0,303	0,607
Ratio L/P	0,8	0,771	0,64	0,65		0,64	0,501	0,267	0,001
Prof. mouilles	2,059	1,143	0,289	0,297		0,984	0,648	1,197	0,697
Ppb	0,456	0,659	0,055	0,031		0,333	0,697	0,018	0,554
Pente ligne d'eau	0,147	0,069	0,077	0,123		0,574	0,397	0,738	0,383
Surface mouillée	0,972	1,408	0,669	0,577		0,178	1,702	0,503	0,91
IMG	6,08	5,958	2,687	2,596		3,078	5,675	3,025	3,151



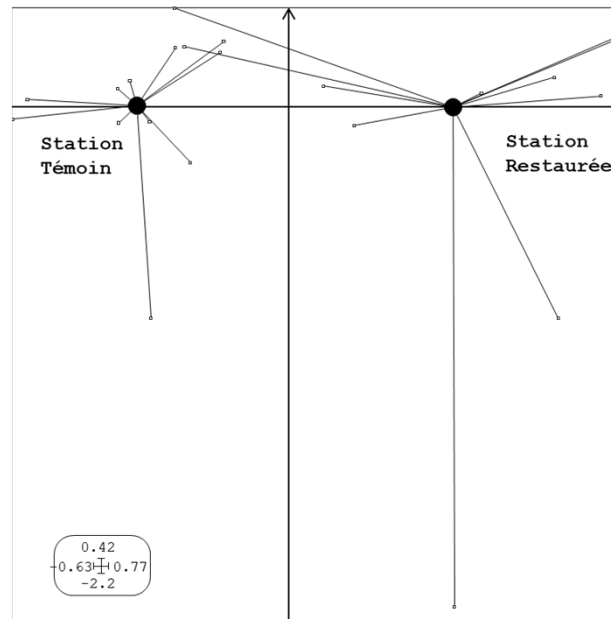
Réduction de la largeur plein bord moyenne de 3,50 m à 1,70m (Largeur⁴proche de celle de la station témoïn)
 Même profil d'IMG sur la station restaurée que sur la station témoïn
 Note autour de 6 pour IMG, Lpb supérieure au modèle

Principaux résultats du suivi des macro invertébrés benthiques

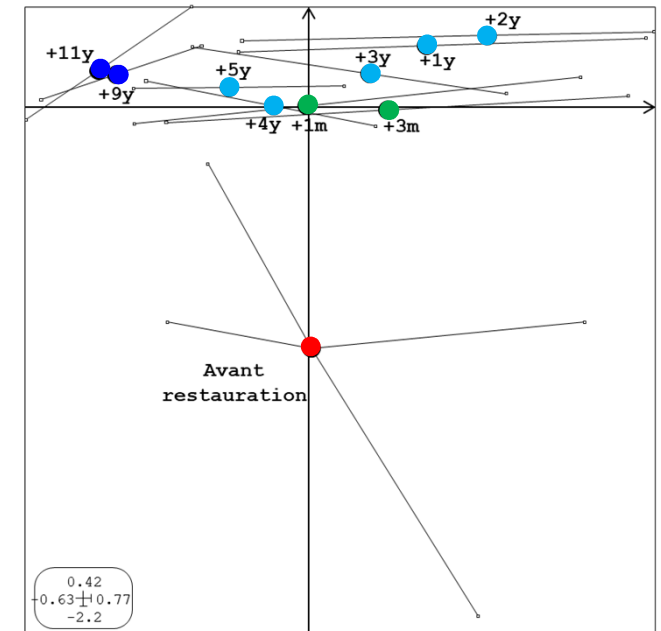
Analyse globale : AFC par positionnement moyen de la communauté de chaque opération



Axe 1 (horizontal) : 19,5%
Axe 2 (vertical) : 18,3%
Représente 40% de l'interprétation des données (fort %)



Barycentre de toutes les opérations par station
Bonne séparation station témoin vs station restaurée
Faible dispersion des relevés pour la station témoin indique une stabilité de la communauté
Forte dispersion des relevés pour la station restaurée indique que la communauté évolue

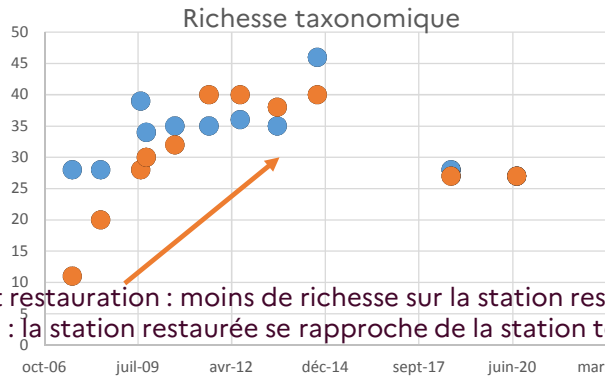


Barycentre de chaque année d'opérations
Bonne séparation avant vs après travaux
Dispersion des relevés qui se réduit au cours du temps,
Les communautés de la station restaurée tendent vers celles de la station témoin

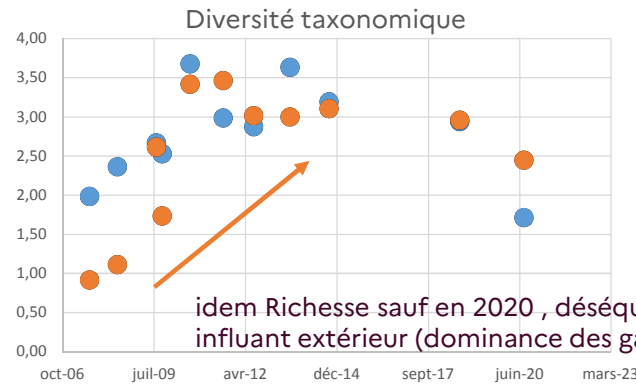
Principaux résultats du suivi des macro invertébrés benthiques

Témoïn
Restaurée

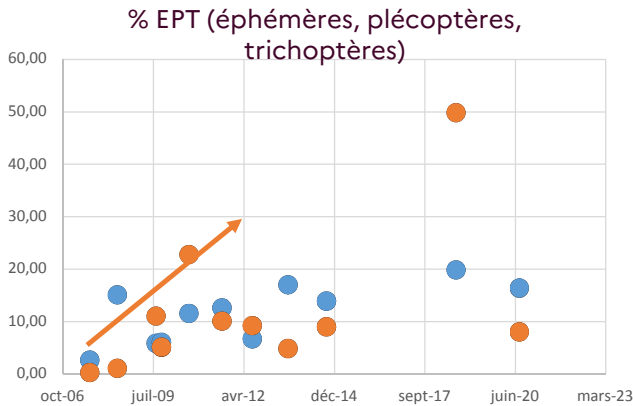
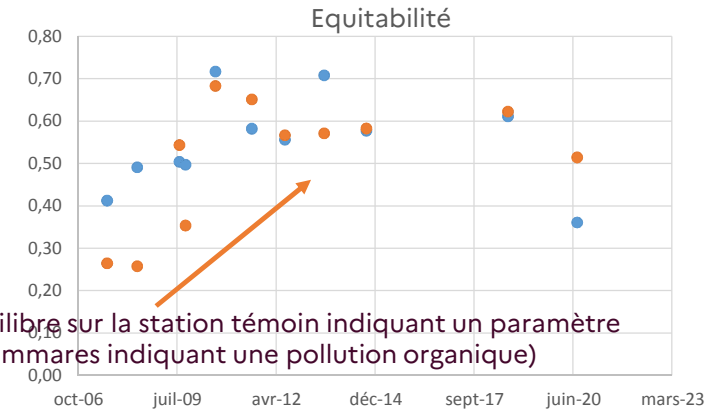
Analyse Structure, composition et I2M2



Avant restauration : moins de richesse sur la station restaurée.
Après : la station restaurée se rapproche de la station témoïn.

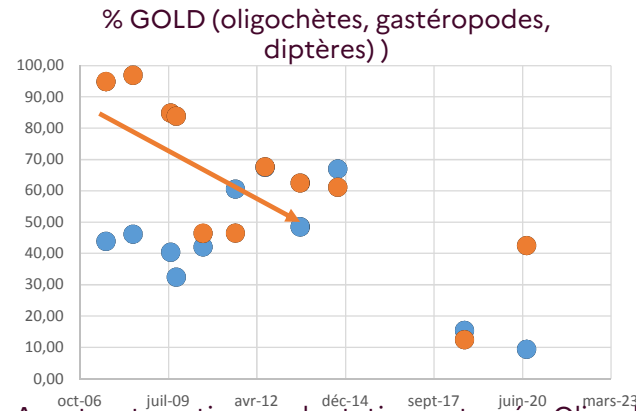


idem Richesse sauf en 2020, déséquilibre sur la station témoïn indiquant un paramètre influant extérieur (dominance des gammares indiquant une pollution organique)



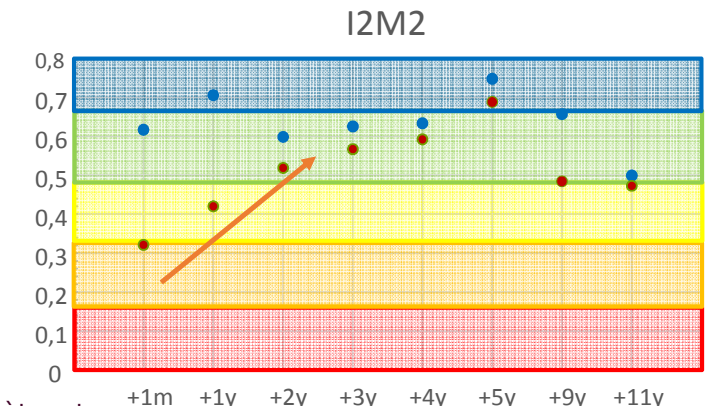
Plécoptères non présents sur le bassin.
Très peu d'éphémères (Baetidae) plus sur la restaurée que sur la station témoïn.

Après restauration sur la station restaurée, apparition de trichoptères les plus polluosensibles (présents sur la station témoïn)



Avant restauration, sur la station restaurée, Oligochètes et Gastéropodes très présents.
Après restauration, tendance à se rapprocher de la station témoïn.

En 2020, nouvelle tendance à la hausse liée aux Gatéropodes (Hydrobiidae) sur la station restaurée.



+1m +1y +2y +3y +4y +5y +9y +11y
A partir de 2009, amélioration sur la station restaurée vers la station témoïn (indice stable sur les diverses années)

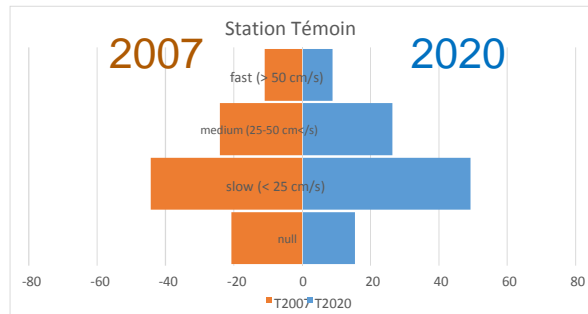
Principaux résultats du suivi des macro invertébrés benthiques

Analyse Fonctionnelle

Représentation du pourcentage d'utilisation de la modalité écologique « Affinité pour la vitesse du courant »

Station restaurée

Station témoin



Bonne stabilité interannuelle sur la station témoin

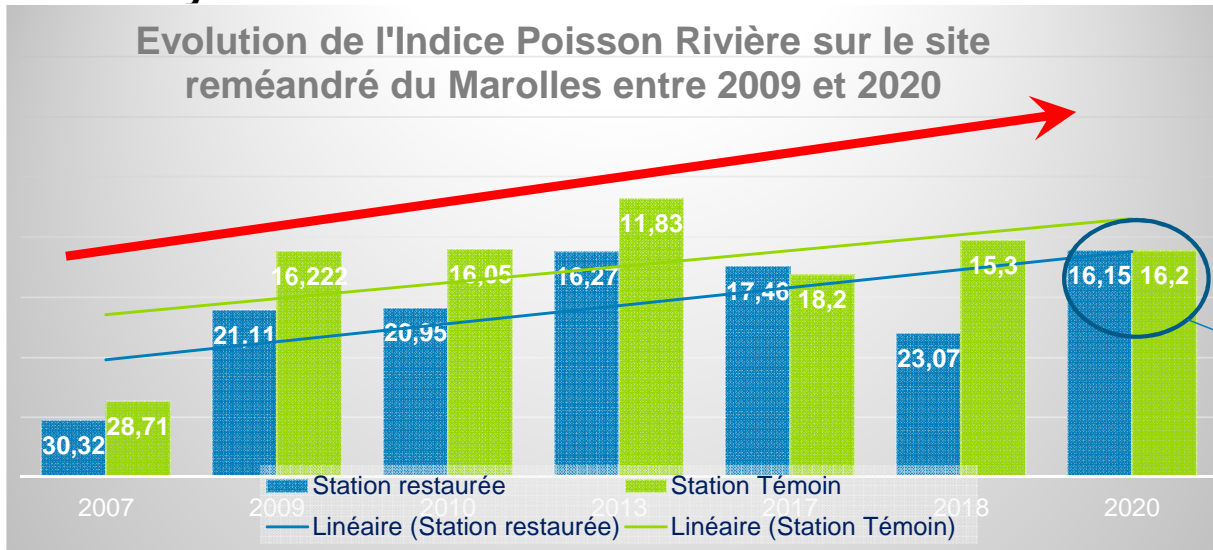


Plus on s'éloigne de la date de réalisation des travaux (2008), plus le profil stationnel s'éloigne de celui avant travaux, plus il se rapproche de celui de la station témoin

Principaux résultats du suivi piscicole

Analyse de l'IPR

Evolution de l'Indice Poisson Rivière sur le site reméandré du Marolles entre 2009 et 2020



Avant travaux : station témoin de meilleure qualité que la station restaurée

Après travaux :

+ 14 points (en 2013/2020) la station restaurée

Dépasse la station témoin en 2020

Indice proche classe bonne

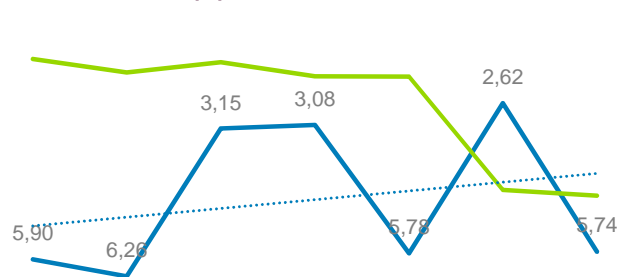
Même tendance d'évolution sur les 2 stations

Station témoin influencée par les travaux sur BV?

Note	classe de qualité
< 7	1
[7-16]	2
[16-25]	3
[25-36]	4
> 36	5

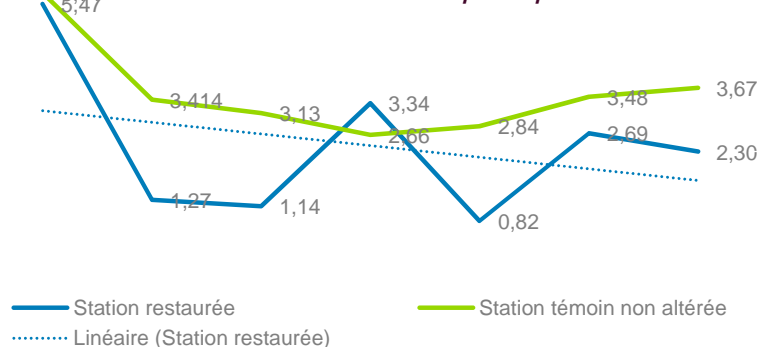
Evolution du score Nombre d'espèces lithophiles

Apparition du VAI



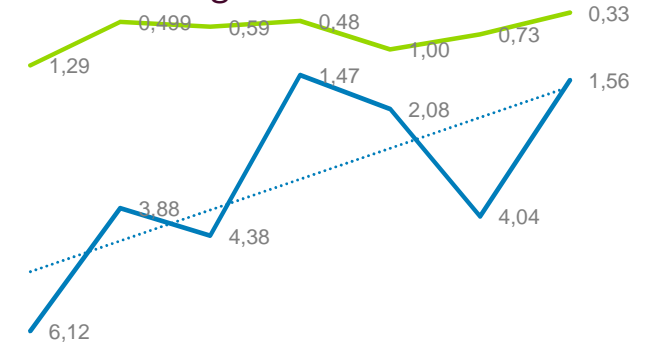
Evolution du score Densité d'individus tolérants

Baisse du GAR/PER/ROT



Evolution du score d'individus invertivores

Augmentation du CHA



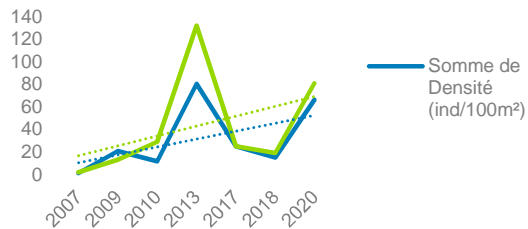
Principaux résultats du suivi piscicole

Analyse fonctionnelle

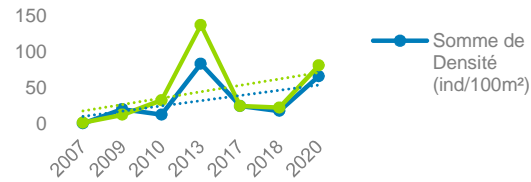
- Utilisation des traits biologiques et écologiques utilisés ans IPR+



Espèces exigeantes en qualité d'eau (Chabot)



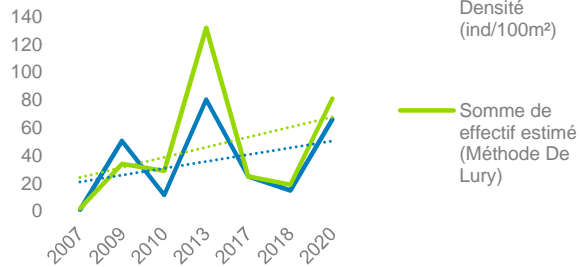
Espèces intolérantes à la déplétion en O2 (Chabot/Vairons)



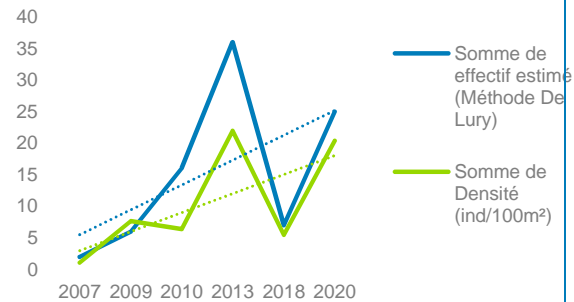
Espèces omnivores



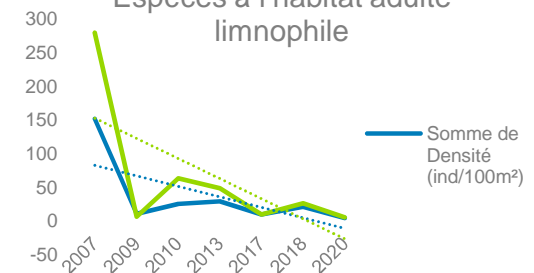
Espèces intolérantes à l'altération de l'habitat



Espèces rhéophiles



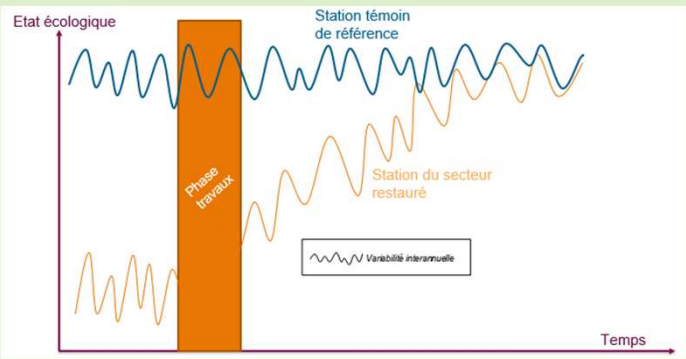



Espèces à l'habitat adulte limnophile



Résumé des principaux résultats du suivi

	Suivi hydromorphologie	Suivi macro invertébrés	Suivi poissons
	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la diversité de faciès - Augmentation de la sinuosité - Large augmentation % de cailloux/ graviers - Développement de la strate arborée - Baisse de la Lpb - Note IMG proche du modèle régional 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 mois seulement après les travaux 15 nouvelles familles sont observées sur la station restaurée - 25 nouvelles familles après 2 ans - Apparition de taxons sensibles (Sericostomatidae, Lepidostomatidae, Ephemeraeidae) - Les indices biologiques traduisent une augmentation de l'hétérogénéité de l'habitat 	<ul style="list-style-type: none"> - Effet bénéfiques mesurables 1 mois seulement après les travaux - Régression de la densité d'individus omnivores et tolérants et limnophiles (Gardon, Perche, Rotengle) - Augmentation des espèces rhéophiles et lithophiles (Vairon et augmentation importante de la densité de Chabots (x100)) - Disparition des espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologique (Perche soleil)
	<ul style="list-style-type: none"> - Gabarit de plein bord 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution de tous les indicateurs en 2018-2020 : stabilité temporelle des effets positifs? Evènements extérieurs? Physico-Chimie? - Communauté de la station restaurée reste plus polluo-tolérante que celle de la station témoin 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence permanente de la Truite fario, - Absence permanente de la Lamproie de Planer, - Sous-abondance de Vairon - Disparition du goujon en 2020 <p>Effet « Isolat » du BV du Marolles?</p>

Conclusions sur le suivi

	Suivi poissons	Suivi macro invertébrés	Suivi hydromorphologie
<p>Vérification de l'hypothèse de suivi ?</p> 	 <p>car la station témoin suit la même tendance d'amélioration (trop proche de travaux?)</p>	 <p>car la station témoin est stable</p>	 <p>car protocole de suivi non identique et instable entre avant et après travaux</p>
<p>Vérification de l'atteinte du bon état écologique à l'échelle du secteur restauré</p>	<p>IPR : Classe Médiocre à 0,15 point de la classe Bonne</p>	<p>I2M2 : Classe Bonne</p>	<p>IMG : 6 proche du modèle régional</p>
<p>Vérification de l'effet bénéfique du reméandrage sur les communautés biologiques</p>	<p>Reméandrage du Marolles = nette amélioration de la qualité habitationnelle par :</p> <p>Augmentation du linéaire,</p> <p>Diversification des faciès d'écoulements (faciès plus lotiques)</p> <p>Reconstitution du matelas alluvial (substrat plus biogène et granulométrie variée,...).</p>		

Remerciements :

A la communauté de Communes Loches Sud Touraine notamment Jonathan Leproult, Aurélien Golfier, Charlène Page pour le portage, la réalisation et le suivi de ce projet,

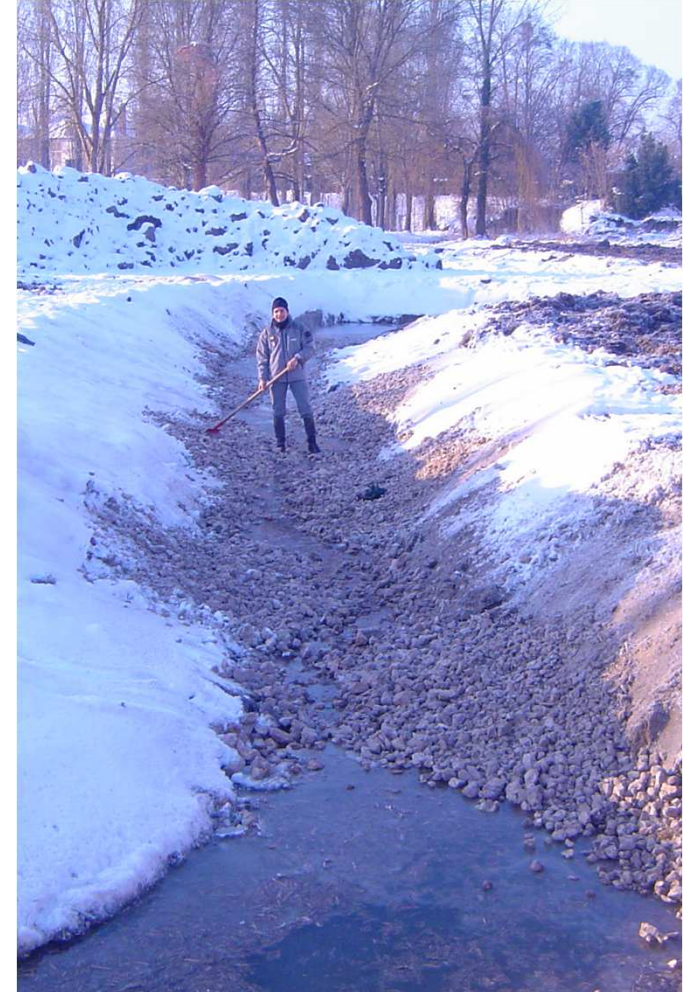
A Michel Bramard (OFB) pour son appui technique précieux (et manuel 😊) pour la réalisation et le suivi de ce projet,

A Jean-Noël Gautier (AELB) pour le montage précurseur et le soutien du réseau de suivi des travaux de restauration hydromorphologique sur le bassin Loire Bretagne,

A tous les personnels de l'OFB de la Direction Régionale Centre Val de Loire et du Service Départemental de l'Indre et Loire ayant permis l'acquisition de données

A Virginie Archambault, Evelyne Tales (INRAE)

A Katia Rinieri, Sylvie Tomanova, Bénédicte Durozoi, Anne Vivier, Marlène Meynard, Michel Bramard, Clément Jaguelin (OFB) et la SARL Rive pour l'exploitation des données et/ou pour leur aide à la conception de cette présentation.



Ressources :

K.BANYIK, L.BOUTET-BERRY, S.TOMANOVA (ONEMA), Reméandrage du cours d'eau le Marolles, Bilan du suivi scientifique 2007- 2013 sur les peuplements de poissons et l'hydromorphologie, Déc 2014

SARL Rive, JN. Gautier (AELB), Fiche de suivi scientifique minimal du reméandrage du lit du Marolles à Genillé, 2015

AFNOR, 2004, Qualité de l'eau - Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation, norme homologuée NF T 90-350, p. 1-16.

AFNOR, 2016, Qualité de l'eau – Prélèvement des macroinvertébrés aquatiques en rivière peu profondes. Association française de normalisation, norme homologuée NF T 90-333, p. 1-39.

MONDY, C.P., VILLENEUVE, B., ARCHAIMBAULT, V. USSEGLIO-POLATERA, P., 2012, A new macroinvertebrate-based multimetric index (I2M2) to evaluate ecological quality of French wadeable streams fulfilling the WFD demands: a taxonomical and trait approach. Ecological Indicators, 18, p. 452-457.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.12.013>

MONDY, C.P., USSEGLIO-POLATERA, P., 2013. Using conditional tree forests and life history traits to assess specific risks of stream degradation under multiple pressure scenario. Science of the Total Environment, 461/462, p. 750-760. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.05.072>

Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P., 2010. Invertébrés d'eau douce: 578 Systématique, biologie, écologie (troisième ed.), CNRS éditions, Paris.

https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/27_6_rex_r7_marolles_vbat.pdf

<https://professionnels.ofb.fr/fr/doc/interface-dexploitation-donnees-ied-carhyce>

<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/94>

<https://aspe.eaufrance.fr/aspe-web/login.xhtml>

<https://carhyce.eaufrance.fr/login.htm?jsessionid=5EFCD5072CC738CFE9C53E49976C35FB>

<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/358>

<https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/notice/0000000015dd1be54eb0d25ad78912f>

