

**Aide à l'élaboration d'un programme pour le suivi des  
travaux de restauration de cours d'eau  
(continuité et hydromorphologie)**

**Guide à l'usage des gestionnaires de milieux aquatiques**

14 novembre 2017



Alexandra Hubert & Mikaël Le Bihan

**AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



## Plan de la présentation

- Origine et objectifs
  - Utilisation
  - Exemples
- Perspectives



## Plan de la présentation

- **Origine et objectifs**
  - Utilisation
  - Exemples
  - Perspectives

## ORIGINE - HISTORIQUE - CONTEXTE

POURQUOI,  
POURQUOI ?



- Pourquoi ce guide ?

**Difficultés à évaluer l'efficacité des travaux dans le cadre des contrats territoriaux** : mauvaise définition des objectifs des suivis / méthodologies souvent inadaptées / absence de document cadre

START



- Origine de la démarche

**Sollicitations par différentes structures** (Agence de l'Eau, Cellules du conseil général sur les cours d'eau, CTMA) pour mener une réflexion sur les suivis écologiques des opérations de restaurations écologiques de cours d'eau sur le territoire Bretagne, Pays de la Loire

Réunion le 15 juin 2015 à la DIR ONEMA avec 27 personnes

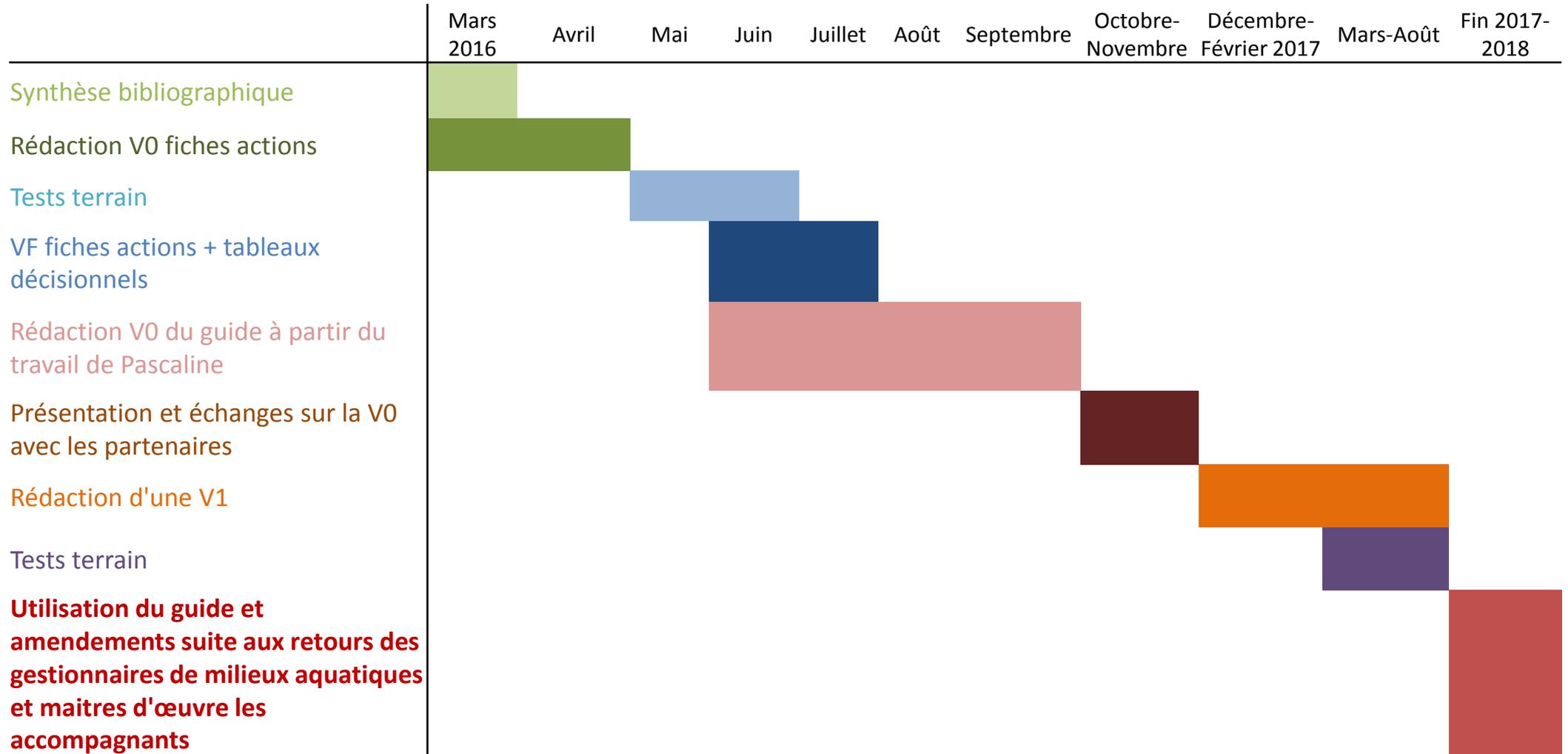
**Constitution d'un groupe de travail** : ONEMA/AFB, Institution d'Aménagement de la Vilaine (IAV), Centre de Ressources et d'Expertise Scientifique sur l'Eau de Bretagne (CRESEB), Syndicat Intercommunal du Bassin du Semnon, Syndicat Loire Aval

- Pour qui est il destiné ?

Ce guide s'adresse aux gestionnaires de milieux aquatiques et aux maîtres d'œuvre les accompagnants. Il propose une méthodologie commune pour le suivi des travaux de restauration des cours d'eau. De plus, il pourra servir à **élaborer le programme de suivi à l'échelle du bassin versant** dès la conception du programme d'action.



## CALENDRIER DE LA REDACTION DU GUIDE



Document en version provisoire. En attente de vos réactions, compléments et propositions de modifications

## ORIGINE - HISTORIQUE - CONTEXTE

👉 Ce guide est complémentaire au document présentant le Suivi Scientifique Minimal (SSM)<sup>1</sup>

	Effort de la restauration	Incidence des facteurs limitants	Nombre de stations suivies	Période idéale des suivis	Bancarisation	Réalisation des suivis
Suivi Scientifique Minimal	Moyen à fort = Résultats attendus à l'échelle étendue	Idéalement négligeable à faible	5 stations : Linéaire restauré / Témoin altéré / Témoin non altéré / Echelle étendue	De n-3 jusqu'à n+7	Bases nationales	En régie + opérateurs externes
Aide à l'élaboration du programme de suivi	Faible à fort = Résultats attendus à l'échelle du segment	Négligeable à forte	1 station : Linéaire restauré	De n (avant travaux) à n+2/3	Base inter-régionale (à construire)	En régie (par une ou deux personnes) / BE

<sup>1</sup> Rédaction en cours au niveau national d'un document portant sur l'élaboration des suivis scientifiques des opérations de restauration dans le cadre des sites de démonstration

([http://www.dailymotion.com/video/x4lcpgb\\_gabriel-melun-onema-presentation-du-reseau-sites-de-demonstration\\_news](http://www.dailymotion.com/video/x4lcpgb_gabriel-melun-onema-presentation-du-reseau-sites-de-demonstration_news))

## OBJECTIFS - CHAMP D'APPLICATION



Disposer d'un **référentiel commun** à tous les gestionnaires de milieux aquatiques

Connaître **l'évolution du milieu** à l'échelle de la station après restauration

**Impliquer les décideurs** afin de faciliter leur adhésion aux projets (actuels et à venir)



 Lors de la rédaction de ce guide, une attention particulière a été portée à la nécessité de rationaliser le suivi au regard des contraintes financières des gestionnaires et de la disponibilité des équipes techniques



## OBJECTIFS - CHAMP D'APPLICATION

Disposer d'un **patrimoine important de données** sur l'ensemble d'un territoire dans des contextes variés (SAGE, bassins versants, département...) pour :

- **Améliorer les connaissances** sur la mise en œuvre des techniques de restauration des cours d'eau (modalités techniques, pérennité)
- Alimenter la réflexion sur les **effets des opérations de restauration, essentiellement sur le milieu physique**

Les suivis biologiques (IBG, IPR, IBMR, IBD) demandent du temps de mise en œuvre / du matériel spécifique / des compétences pour la détermination des individus / l'étude des communautés biologiques doit se faire sur plusieurs années et plusieurs stations pour comprendre les évolutions de peuplements via les protocoles standardisés.



## OBJECTIFS - CHAMP D'APPLICATION

Ce guide concerne spécifiquement les opérations de restauration de cours d'eau suivantes :

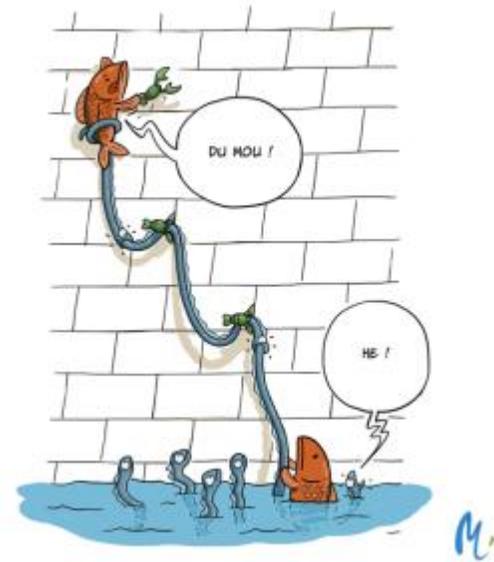
- **Continuité écologique** : regroupe les opérations sur les obstacles transversaux (seuils et barrages)

- Ouvrage < 0,50 m

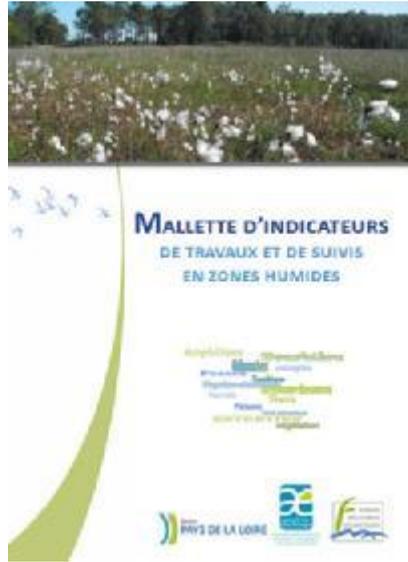
- Ouvrage > 0,50 m

☞ La limite de 0,50m de hauteur de chute, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation, a été fixé pour différencier les ouvrages en deux groupes (Issu du décret n°93-743 du 29 mars 1993 en application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau)

- **Hydromorphologie** : regroupe toutes les opérations touchant au lit mineur et/ou aux berges du cours d'eau



## OBJECTIFS - CHAMP D'APPLICATION

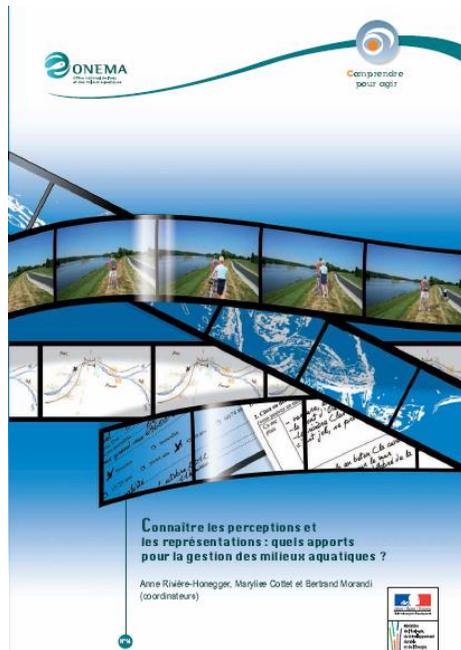


**Ce travail ne concerne pas :**

- les restaurations de zones humides, marais et annexes hydrauliques. Pour le suivi de ces milieux, il est possible de se référer à la mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides du Forum des Marais Atlantiques (FMA, 2015)

- la suppression ou l'atténuation d'altérations ponctuelles ou spécifiques (exemple : pollutions ponctuelles, érosions ponctuelles, foyer d'espèces invasives...)

- l'évaluation des perceptions sociales. Publication de l'ouvrage « Connaître les perceptions et représentations : quels apports pour la gestion des milieux aquatiques ? » (Collection comprendre pour agir, 2015)





## Plan de la présentation

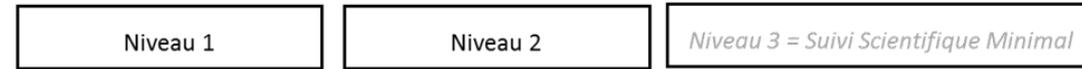
- Origine et objectifs
  - **Utilisation**
  - Exemples
  - Perspectives

Logigramme qui propose au gestionnaire une démarche étape par étape pour élaborer et mettre en œuvre sa stratégie de suivi.

**Etape 1 : Réalisation de l'étude préalable au suivi**



**Etape 2 : Choix du niveau de suivi Tab. 4**



**Etape 3 : Choix des indicateurs et de la méthodologie à mettre en place (fiches indicateurs + fiches méthodes)**

Restauration de la continuité	Restauration hydromorphologique du lit mineur
<b>Ouvrages &lt; 0,50 m</b>	<b>Recalibrage - Rectification</b>
1 : Aménagement piscicole	6 : Déblais/remblais des berges
2 : Arasement total de l'ouvrage	7 : Recharge matelas alluvial
<b>Ouvrages ≥ 0,50 m</b>	8 : Diversification des faciès d'écoulement
3 : Aménagement piscicole	9 : Reméandrage
4 : Arasement partiel de l'ouvrage	<b>Déplacement de cours d'eau</b>
5 : Arasement total de l'ouvrage	10 : Remise en talweg
	<b>Enterrement de cours d'eau</b>
	12 : Remise à ciel ouvert partiel ou total

**Etape 4 : Préparation de la phase terrain**

**Etape 5 : Suivi avant et après travaux**

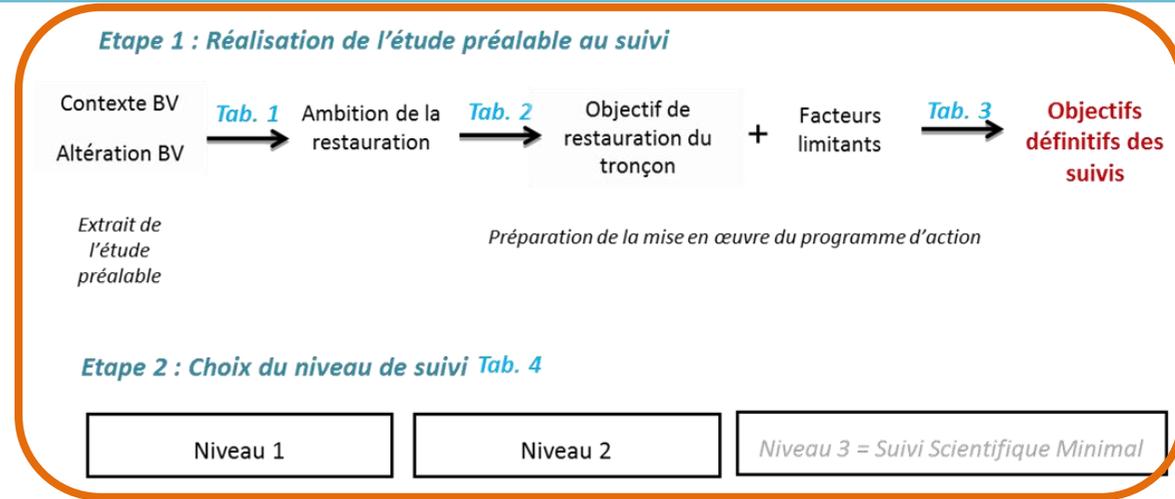
**Etape 6 : Acquisition saisie et analyse des données**

**Etape 7 : Valorisation et communication**

• **Partie méthodologique :**

Cette partie permettra d'apporter différents éléments de réflexions : une aide à la définition de l'ambition de restauration, des facteurs limitants et du niveau de suivi.

👉 Toutefois il appartient au gestionnaire d'effectuer sa propre analyse en fonction du contexte local.



**Etape 3 : Choix des indicateurs et de la méthodologie à mettre en place (fiches indicateurs + fiches méthodes)**

Restauration de la continuité	Restauration hydromorphologique du lit mineur
<b>Ouvrages &lt; 0,50 m</b>	<b>Recalibrage - Rectification</b>
1 : Aménagement piscicole	6 : Déblais/remblais des berges
2 : Arasement total de l'ouvrage	7 : Recharge matelas alluvial
<b>Ouvrages ≥ 0,50 m</b>	8 : Diversification des faciès d'écoulement
3 : Aménagement piscicole	9 : Reméandrage
4 : Arasement partiel de l'ouvrage	<b>Déplacement de cours d'eau</b>
5 : Arasement total de l'ouvrage	10 : Remise en talweg
	<b>Enterrement de cours d'eau</b>
	12 : Remise à ciel ouvert partiel ou total

**Etape 4 : Préparation de la phase terrain**

**Etape 5 : Suivi avant et après travaux**

**Etape 6 : Acquisition saisie et analyse des données**

**Etape 7 : Valorisation et communication**

• **Partie méthodologique :**

Cette partie permettra d’apporter différents éléments de réflexions : une aide à la définition de l’ambition de restauration, des facteurs limitants et du niveau de suivi.

👉 Toutefois il appartient au gestionnaire d’effectuer sa propre analyse en fonction du contexte local.

• **Partie pratique :**

Les fiches « indicateurs », fiches terrain, protocoles et outils de bancarisation

Cette partie permettra d’apporter différents outils opérationnels :

- Fiches « indicateurs » permettant de sélectionner les méthodes à mettre en place par type d’opération et par niveau de suivi
- Fiches « méthodes » pour faciliter la mise en œuvre du suivi
- Fiches standards de récolte et de saisie des données

**Etape 1 : Réalisation de l’étude préalable au suivi**



**Etape 2 : Choix du niveau de suivi Tab. 4**



**Etape 3 : Choix des indicateurs et de la méthodologie à mettre en place (fiches indicateurs + fiches méthodes)**

Restauration de la continuité	Restauration hydromorphologique du lit mineur								
<table border="1"> <tr><td>Ouvrages &lt; 0,50 m</td></tr> <tr><td>1 : Aménagement piscicole</td></tr> <tr><td>2 : Arasement total de l’ouvrage</td></tr> </table>	Ouvrages < 0,50 m	1 : Aménagement piscicole	2 : Arasement total de l’ouvrage	<table border="1"> <tr><td>Recalibrage - Rectification</td></tr> <tr><td>6 : Déblais/remblais des berges</td></tr> <tr><td>7 : Recharge matelas alluvial</td></tr> <tr><td>8 : Diversification des faciès d’écoulement</td></tr> <tr><td>9 : Reméandrage</td></tr> </table>	Recalibrage - Rectification	6 : Déblais/remblais des berges	7 : Recharge matelas alluvial	8 : Diversification des faciès d’écoulement	9 : Reméandrage
Ouvrages < 0,50 m									
1 : Aménagement piscicole									
2 : Arasement total de l’ouvrage									
Recalibrage - Rectification									
6 : Déblais/remblais des berges									
7 : Recharge matelas alluvial									
8 : Diversification des faciès d’écoulement									
9 : Reméandrage									
<table border="1"> <tr><td>Ouvrages ≥ 0,50 m</td></tr> <tr><td>3 : Aménagement piscicole</td></tr> <tr><td>4 : Arasement partiel de l’ouvrage</td></tr> <tr><td>5 : Arasement total de l’ouvrage</td></tr> </table>	Ouvrages ≥ 0,50 m	3 : Aménagement piscicole	4 : Arasement partiel de l’ouvrage	5 : Arasement total de l’ouvrage	<table border="1"> <tr><td>Déplacement de cours d’eau</td></tr> <tr><td>10 : Remise en talweg</td></tr> </table>	Déplacement de cours d’eau	10 : Remise en talweg		
Ouvrages ≥ 0,50 m									
3 : Aménagement piscicole									
4 : Arasement partiel de l’ouvrage									
5 : Arasement total de l’ouvrage									
Déplacement de cours d’eau									
10 : Remise en talweg									
	<table border="1"> <tr><td>Enterrement de cours d’eau</td></tr> <tr><td>12 : Remise à ciel ouvert partiel ou total</td></tr> </table>	Enterrement de cours d’eau	12 : Remise à ciel ouvert partiel ou total						
Enterrement de cours d’eau									
12 : Remise à ciel ouvert partiel ou total									

**Etape 4 : Préparation de la phase terrain**

**Etape 5 : Suivi avant et après travaux**

**Etape 6 : Acquisition saisie et analyse des données**

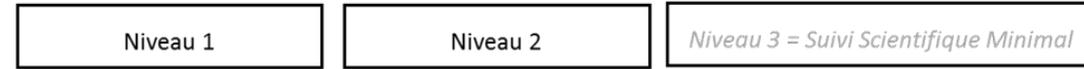
**Etape 7 : Valorisation et communication**

## ① Définir l'ambition de la restauration

### Etape 1 : Réalisation de l'étude préalable au suivi



### Etape 2 : Choix du niveau de suivi Tab. 4



### Etape 3 : Choix des indicateurs et de la méthodologie à mettre en place (fiches indicateurs + fiches méthodes)

Restauration de la continuité	Restauration hydromorphologique du lit mineur
<b>Ouvrages &lt; 0,50 m</b>	<b>Recalibrage - Rectification</b>
1 : Aménagement piscicole	6 : Déblais/remblais des berges
2 : Arasement total de l'ouvrage	7 : Recharge matelas alluvial
<b>Ouvrages ≥ 0,50 m</b>	8 : Diversification des faciès d'écoulement
3 : Aménagement piscicole	9 : Reméandrage
4 : Arasement partiel de l'ouvrage	<b>Déplacement de cours d'eau</b>
5 : Arasement total de l'ouvrage	10 : Remise en talweg
	<b>Enterrement de cours d'eau</b>
	12 : Remise à ciel ouvert partiel ou total

### Etape 4 : Préparation de la phase terrain

### Etape 5 : Suivi avant et après travaux

### Etape 6 : Acquisition saisie et analyse des données

### Etape 7 : Valorisation et communication

① **Définir l'ambition de la restauration** : déterminée en fonction de la technique de restauration mise en œuvre et du linéaire influencé par les travaux.

		AMBITION DE RESTAURATION		
		Faible	Moyenne	Forte
CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE	Ouvrages < 50cm	<b>Aménagement</b> visant à améliorer le franchissement piscicole : <i>SEUIL</i> : brèches, rampe... <i>BUSE</i> : recalage de buse, microseuil, déflecteur...	<b>Arasement total ou partiel</b> : Diminution de la hauteur de chute Remplacement ou suppression de l'ouvrage	
	Ouvrages ≥ 50cm	<b>Aménagement</b> visant à améliorer le franchissement piscicole : Rivière de contournement Passe à poisson	<b>Arasement partiel</b> Brèche dans l'ouvrage	<b>Arasement total</b> de l'ouvrage (conservation d'un seuil de fond éventuellement)
HYDROMORPHOLOGIE	Recalibrage - Rectification	Linéaire d'intervention <b>inférieur à 20 fois la largeur plein bord</b> et dont l'emprise sera comprise dans le lit existant <i>Exemple</i> : Recharge du matelas alluvial / Déblai remblai des berges / Diversification des faciès d'écoulement (Risbermes, épis, blocs, déflecteurs ...)	Linéaire d'intervention compris <b>entre 20 et 100 fois la largeur plein bord</b> et dont l'emprise sera comprise dans le lit existant <i>Exemple</i> : Recharge du matelas alluvial / Déblai remblai des berges / Diversification des faciès d'écoulement (Risbermes, épis, blocs, déflecteurs ...)	Linéaire d'intervention <b>supérieur à 100 fois la largeur plein bord</b> ou dont l'emprise pourra se situer en dehors du lit existant Exemple : Recharge du matelas alluvial / Déblai remblai des berges / Diversification des faciès d'écoulement (Risbermes, épis, blocs, déflecteurs ...) / Reméandrage
	Déplacement cours d'eau		Restauration hydromorphologique <b>en dehors de son talweg</b>	Restauration hydromorphologique <b>dans son talweg</b>
	Busage de cours d'eau		Remise à ciel ouvert <b>partielle</b>	Remise à ciel ouvert <b>totale</b>



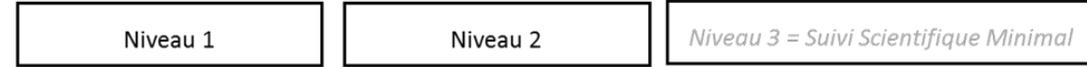
## ① Définir l'ambition de la restauration

### Etape 1 : Réalisation de l'étude préalable au suivi



## ② Choix du niveau de suivi

### Etape 2 : Choix du niveau de suivi Tab. 4



### Etape 3 : Choix des indicateurs et de la méthodologie à mettre en place (fiches indicateurs + fiches méthodes)

Restauration de la continuité	Restauration hydromorphologique du lit mineur
<b>Ouvrages &lt; 0,50 m</b>	<b>Recalibrage - Rectification</b>
1 : Aménagement piscicole	6 : Déblais/remblais des berges
2 : Arasement total de l'ouvrage	7 : Recharge matelas alluvial
<b>Ouvrages ≥ 0,50 m</b>	8 : Diversification des faciès d'écoulement
3 : Aménagement piscicole	9 : Reméandrage
4 : Arasement partiel de l'ouvrage	<b>Déplacement de cours d'eau</b>
5 : Arasement total de l'ouvrage	10 : Remise en talweg
	<b>Enterrement de cours d'eau</b>
	12 : Remise à ciel ouvert partiel ou total

### Etape 4 : Préparation de la phase terrain

### Etape 5 : Suivi avant et après travaux

### Etape 6 : Acquisition saisie et analyse des données

### Etape 7 : Valorisation et communication

Trois niveaux de suivis ont été définis :

- Niveau 1

= suivi se composant d'informations simples à collecter sur toutes les actions de restauration. Cela doit permettre de disposer d'un suivi de base (à l'échelle locale) avec des données récoltées sur l'ensemble du territoire.

- Niveau 2

= suivi intermédiaire entre le suivi de niveau 1 et le suivi scientifique minimal (niveau 3) et à appliquer aux projets ambitieux après identification des facteurs limitants.

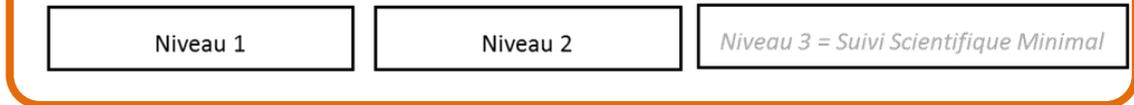
- Niveau 3

= Suivi Scientifique Minimal à appliquer aux projets très ambitieux et ne présentant pas ou très peu de facteurs limitants.

*Etape 1 : Réalisation de l'étude préalable au suivi*



*Etape 2 : Choix du niveau de suivi Tab. 4*



*Etape 3 : Choix des indicateurs et de la méthodologie à mettre en place (fiches indicateurs + fiches méthodes)*

Restauration de la continuité	Restauration hydromorphologique du lit mineur
<b>Ouvrages &lt; 0,50 m</b>	<b>Recalibrage - Rectification</b>
1 : Aménagement piscicole	6 : Déblais/remblais des berges
2 : Arasement total de l'ouvrage	7 : Recharge matelas alluvial
<b>Ouvrages ≥ 0,50 m</b>	8 : Diversification des faciès d'écoulement
3 : Aménagement piscicole	9 : Reméandrage
4 : Arasement partiel de l'ouvrage	<b>Déplacement de cours d'eau</b>
5 : Arasement total de l'ouvrage	10 : Remise en talweg
	<b>Enterrement de cours d'eau</b>
	12 : Remise à ciel ouvert partiel ou total

*Etape 4 : Préparation de la phase terrain*

*Etape 5 : Suivi avant et après travaux*

*Etape 6 : Acquisition saisie et analyse des données*

*Etape 7 : Valorisation et communication*

## UTILISATION DU GUIDE

① Définir l'ambition de la restauration : déterminée en fonction de la technique de restauration mise en œuvre et du linéaire impacté par les travaux

② Choix du niveau de suivi

		Ambition de restauration		
		Faible	Moyenne	Forte
Incidence des facteurs limitants	Négligeable	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3 = SSM
	Faible	Niveau 1	Niveau 1	Niveau 2 Niveau 3 = SSM
	Forte	Niveau 1	Niveau 1	Niveau 2

TABLEAU D'IDENTIFICATION DES FACTEURS LIMITANTS POUVANT COMPROMETTRE LES OBJECTIFS

	BIODIVERSITÉ	HYDROMORPHOLOGIE	SÉDIMENTAIRE
<b>OBJECTIFS</b>	Préserver la franchisabilité des espèces le long du lit existant	Maintenir et développer les habitats aquatiques	Améliorer la continuité sédimentaire
<b>REFFERENCES</b>	Moerke 2009 / Bord et Le Lac 2003 / Miller et al 2010 / Palmer et al 2010 / Roni et al 2008 / dans Kai et al 2015 / Haase 2013	Bord et Le Lac 2003 / Miller et al 2010 / Palmer et al 2010 / Roni et al 2008 / dans Kai et al 2015 / Haase 2013	Puff et al 2006 / Baran et Souchon 2007
<b>OCCUPATION DU SOL</b>	IV fortement urbanisés (ex : forte surfaces imperméabilisées, présence d'une route à forte fréquentation...)	IV fortement industriels et anciennes activités impactantes	IV fortement agricoles (agriculture intensive : disparition du bocage, modification des tracés de cours d'eau, présence de drainages...etc)
<b>REGIME</b>	Clay 2015 / Moerke 2004 / Laub 2012 / Vehanen et al 2010 / Roni 2008	Clay 2015 / Moerke 2004 / Laub 2012 / Vehanen et al 2010 / Roni 2008	Roni 2008 / Malavi 2007
<b>COURS D'EAU</b>	Lorenz 2012	Fortes pentes	Fortes pentes
	Prety 2003	Faible pente	Faible pente
	Parkyn et Davies Colly 2003 dans Gietchen 2007	Ripisylve peu présente ou inexistante	Ripisylve peu présente ou inexistante
	Arango et al 2015 / Palmer 2009 / Laub 2012	Nombreux obstacles à la continuité écologique et sédimentaire	Nombreux obstacles à la continuité écologique et sédimentaire
		Présence de protection de berge	Présence de protection de berge
		Cours d'eau canalisés pour la navigation	Cours d'eau canalisés pour la navigation
		Absence d'anneaux hydrauliques et/ou d'habitats piscicoles (potentielles) frayères, zones de refuge...etc	Absence d'anneaux hydrauliques et/ou d'habitats piscicoles (potentielles) frayères, zones de refuge...etc
<b>INDICATEUR</b>	Moerke 2009 / Clay 2015 / Roni 2008 / Puff et al 2006 dans Moerke 2009 / Stoll 2014 / Haase 2013 / Stadler 2015 / Lorenz 2012	Maîtrise sur la présence, la répartition et les caractéristiques des espèces cibles par le projet.	Présence d'espèces invasives
		Présence de pollution ponctuelle	Présence de pollution ponctuelle
		Présence de pollution diffuse	Présence de pollution diffuse
		Rejet de STP/lagunes	Rejet de STP/lagunes
		Fort apport MES	Fort apport MES
		Mauvaise qualité physique du cours d'eau (TC, O2d, conductivité...)	Mauvaise qualité physique du cours d'eau (TC, O2d, conductivité...)

		AMBITION DE RESTAURATION		
		Faible	Moyenne	Forte
CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE	Ouvrages < 50cm	Aménagement visant à améliorer le franchissement piscicole : <b>SEUIL</b> : brèches, rampe... <b>BUSE</b> : recalage de buse, microseuil, déflecteur...	Arasement total ou partiel : Diminution de la hauteur de chute Remplacement ou suppression de l'ouvrage	
	Ouvrages ≥ 50cm	Aménagement visant à améliorer le franchissement piscicole : Rivière de contournement Passe à poisson	Arasement partiel <b>Brèche</b> dans l'ouvrage	Arasement total de l'ouvrage (conservation d'un seuil de fond éventuellement)
HYDROMORPHOLOGIE	Recalibrage - Rectification	Linéaire d'intervention <b>inférieur à 20 fois la largeur plein bord</b> et dont l'emprise sera comprise dans le lit existant <i>Exemple</i> : Recharge du matelas alluvial / Déblai remblai des berges / Diversification des faciès d'écoulement (Risbermes, épis, blocs, déflecteurs...)	Linéaire d'intervention compris <b>entre 20 et 100 fois la largeur plein bord</b> et dont l'emprise sera comprise dans le lit existant <i>Exemple</i> : Recharge du matelas alluvial / Déblai remblai des berges / Diversification des faciès d'écoulement (Risbermes, épis, blocs, déflecteurs...)	Linéaire d'intervention <b>supérieur à 100 fois la largeur plein bord</b> et dont l'emprise pourra se situer en dehors du lit existant <i>Exemple</i> : Recharge du matelas alluvial / Déblai remblai des berges / Diversification des faciès d'écoulement (Risbermes, épis, blocs, déflecteurs...)/ Reméandrage
	Déplacement cours d'eau		Restauration hydromorphologique <b>en dehors de son talweg</b>	Restauration hydromorphologique <b>dans son talweg</b>
	Busage de cours d'eau		Remise à ciel ouvert <b>partielle</b>	Remise à ciel ouvert <b>totale</b>

**FACTEURS LIMITANTS : L'ensemble des facteurs qui limitent les effets bénéfiques attendus d'une opération de restauration de cours d'eau**

**Hydrologie perturbée**  
(étiage sévère, crue importante)

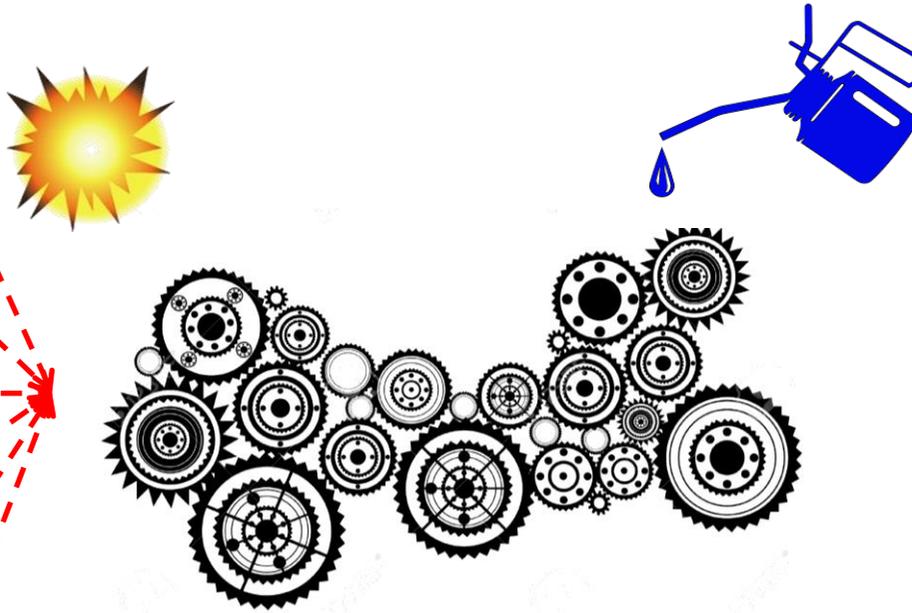
**Qualité d'eau**  
(pollutions ponctuelles / diffuses)

**Colmatage**

**Température**

**Espèces invasives / envahissantes**

**Capacité de colonisation limitée des zones de sources**



## UTILISATION DU GUIDE

① **Définir l'ambition de la restauration** : déterminée en fonction de la technique de restauration mise en œuvre et du linéaire impacté par les travaux

② **Choix du niveau de suivi**



Commune de Chartres de Bretagne

Ruisseau de la mécanique (35) : remise à ciel ouvert sur 1.3 km

		Ambition de restauration			
		Faible	Moyenne	Forte	
Incidence des facteurs limitants	Négligeable	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3 = SSM	
	Faible	Niveau 1	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3 = SSM
	Forte	Niveau 1	Niveau 1	Niveau 2	

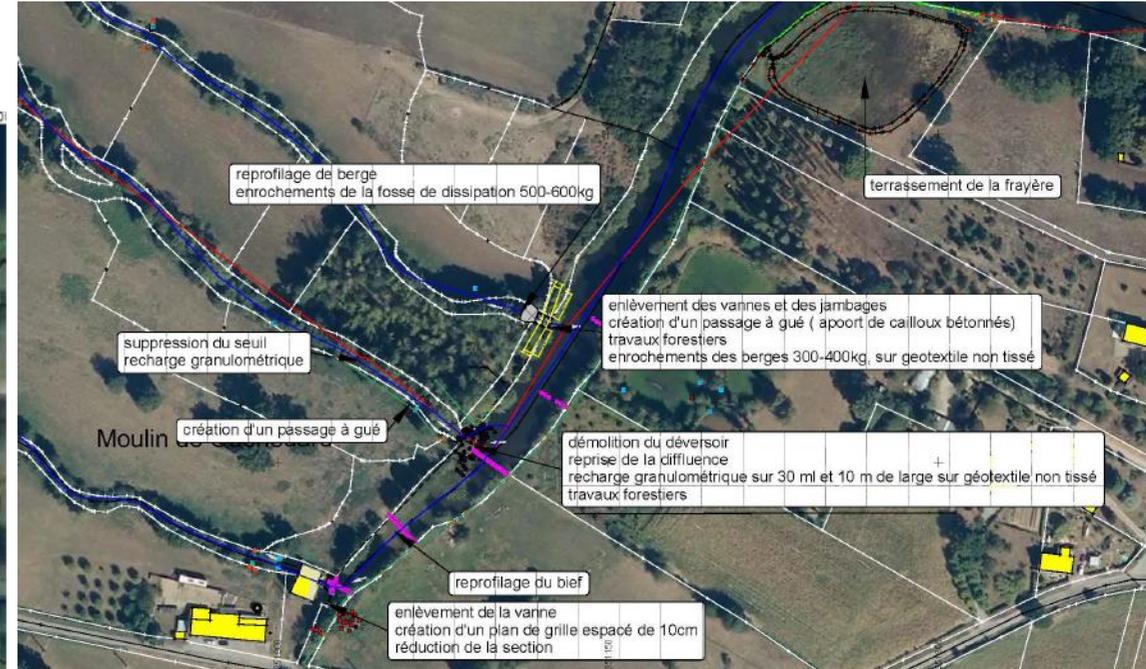
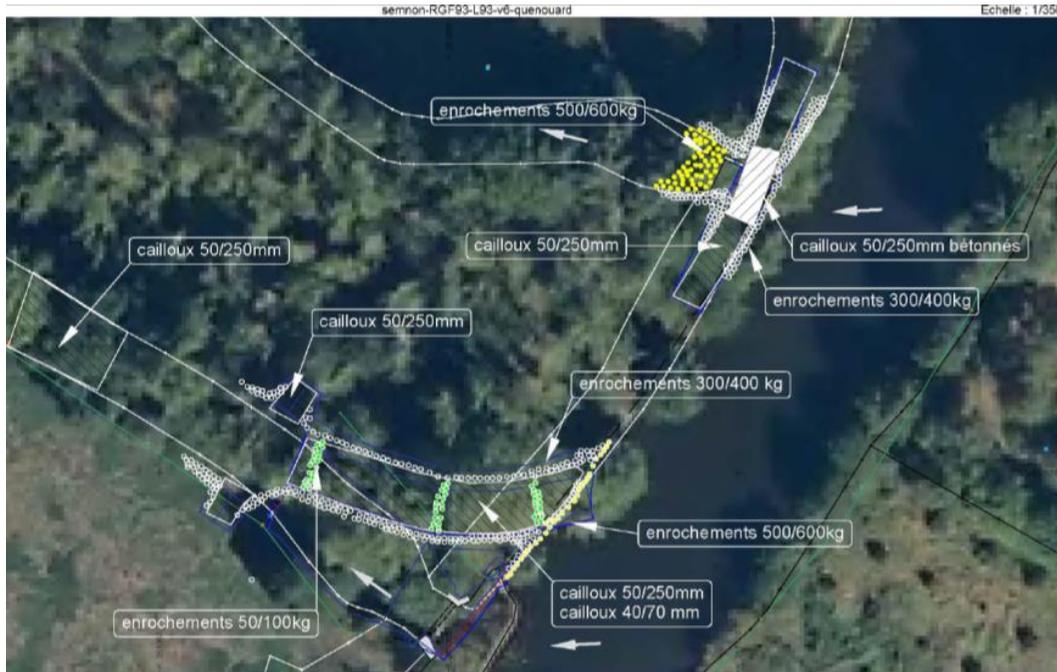


Ruisseau en assec

## UTILISATION DU GUIDE

① Définir l'ambition de la restauration : déterminée en fonction de la technique de restauration mise en œuvre et du linéaire impacté par les travaux

② Choix du niveau de suivi



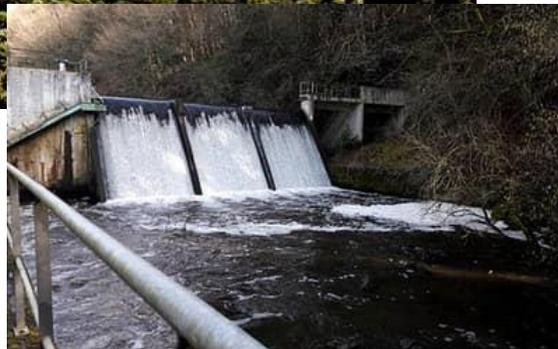
Restauration de la continuité écologique (35)

		Ambition de restauration		
		Faible	Moyenne	Forte
Incidence des facteurs limitants	Négligeable	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3 = SSM
	Faible	Niveau 1	Niveau 1	Niveau 2 Niveau 3 = SSM
	Forte	Niveau 1	Niveau 1	Niveau 2

## UTILISATION DU GUIDE

① Définir l'ambition de la restauration : déterminée en fonction de la technique de restauration mise en œuvre et du linéaire impacté par les travaux

② Choix du niveau de suivi

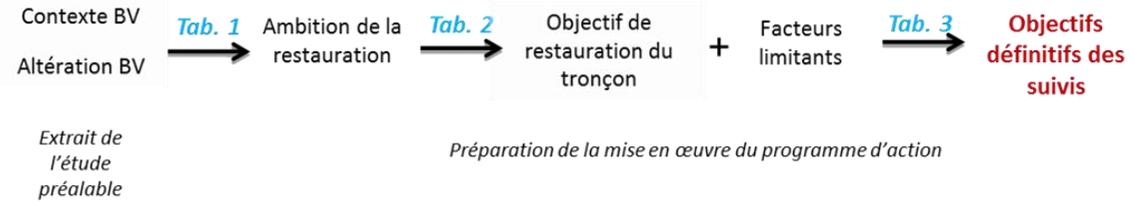


Suppression du barrage de Pont-Sal (56)

		Ambition de restauration		
		Faible	Moyenne	Forte
Incidence des facteurs limitants	Négligeable	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3 = SSM
	Faible	Niveau 1	Niveau 1	Niveau 2 Niveau 3 = SSM
	Forte	Niveau 1	Niveau 1	Niveau 2

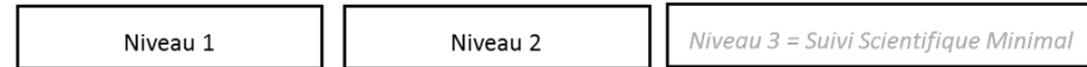
## ① Définir l'ambition de la restauration

### Etape 1 : Réalisation de l'étude préalable au suivi



## ② Choix du niveau de suivi

### Etape 2 : Choix du niveau de suivi **Tab. 4**



## ③ Sélection des indicateurs et des méthodes à mettre en place

### Etape 3 : Choix des indicateurs et de la méthodologie à mettre en place (fiches indicateurs + fiches méthodes)

Restauration de la continuité	Restauration hydromorphologique du lit mineur
<b>Ouvrages &lt; 0,50 m</b> 1 : Aménagement piscicole 2 : Arasement total de l'ouvrage	<b>Recalibrage - Rectification</b> 6 : Déblais/remblais des berges 7 : Recharge matelas alluvial 8 : Diversification des faciès d'écoulement 9 : Reméandrage
<b>Ouvrages ≥ 0,50 m</b> 3 : Aménagement piscicole 4 : Arasement partiel de l'ouvrage 5 : Arasement total de l'ouvrage	<b>Déplacement de cours d'eau</b> 10 : Remise en talweg
	<b>Enterrement de cours d'eau</b> 12 : Remise à ciel ouvert partiel ou total

### Etape 4 : Préparation de la phase terrain

### Etape 5 : Suivi avant et après travaux

### Etape 6 : Acquisition saisie et analyse des données

### Etape 7 : Valorisation et communication

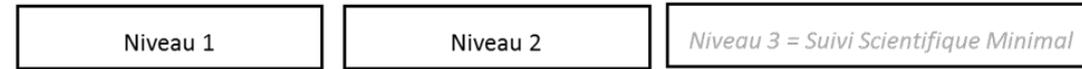


## Typologie adaptée du recueil d'expériences sur l'hydromorphologie des cours d'eau

### Etape 1 : Réalisation de l'étude préalable au suivi



### Etape 2 : Choix du niveau de suivi Tab. 4



### Etape 3 : Choix des indicateurs et de la méthodologie à mettre en place (fiches indicateurs + fiches méthodes)

Restauration de la continuité	Restauration hydromorphologique du lit mineur
<b>Ouvrages &lt; 0,50 m</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 : Aménagement piscicole</li> <li>2 : Arasement total de l'ouvrage</li> </ul>	<b>Recalibrage - Rectification</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>6 : Déblais/remblais des berges</li> <li>7 : Recharge matelas alluvial</li> <li>8 : Diversification des faciès d'écoulement</li> <li>9 : Reméandrage</li> </ul>
<b>Ouvrages ≥ 0,50 m</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>3 : Aménagement piscicole</li> <li>4 : Arasement partiel de l'ouvrage</li> <li>5 : Arasement total de l'ouvrage</li> </ul>	<b>Déplacement de cours d'eau</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>10 : Remise en talweg</li> </ul>
	<b>Enterrement de cours d'eau</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>12 : Remise à ciel ouvert partiel ou total</li> </ul>

### Etape 4 : Préparation de la phase terrain

### Etape 5 : Suivi avant et après travaux

### Etape 6 : Acquisition saisie et analyse des données

### Etape 7 : Valorisation et communication



## UTILISATION DU GUIDE

- ① Définir l'ambition de la restauration : déterminée en fonction de la technique de restauration mise en œuvre et du linéaire impacté par les travaux
- ② Choix du niveau de suivi
- ③ Sélection des indicateurs et des méthodes à mettre en place

### FICHE INDICATEURS

Par type d'opération

Par objectifs de restauration

Par niveau de suivi

Méthodes proposées

**CONTINUITÉ ECOLOGIQUE**  
**4 : Arasement total**

**Ouvrages ≥ 50 cm**

**SITUATION INITIALE**

**SITUATION PROJETÉE**

Effet attendu de la suppression de la hauteur de chute

- Les méthodes du niveau de suivi 1 sont à réaliser systématiquement dans leur globalité, à l'exception de celles indiquées en italique qui sont optionnelles.
- Au niveau de suivi 2, c'est au gestionnaire de choisir les méthodes qu'il souhaite réaliser en fonction de ses objectifs. Une indication est donnée à l'aide des points noirs (• méthode conseillée) et blancs (○ méthode pouvant être mise en place sur des secteurs à enjeux paroxystiques).

Méthodes de suivi proposées par niveau, suite à une suppression de la hauteur de chute d'ouvrage ≥0.5m et objectifs associés

	Avant travaux		Après travaux		Objectifs											
	✓	✓	✓	✓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Niveau de suivi 1																
Photographies	✓	✓	✓	✓												
Hauteur de chute (à l'étiage)	✓	✓	✓	✓												
Linéaire amont rouvert à la circulation piscicole	✓	✓	✓	✓												
Taux d'étagement (à partir du rang 2 dans l'arborescence de Stralher)	✓	✓	✓	✓												
Taux de fractionnement brut ou/et spécifique (échelle des tronçons géomorphologiquement homogènes de Foutil SYRAH)	✓	✓	✓	✓												
Linéaire de la zone de remous liquide et/ou solide	✓	✓	✓	✓												
Profil en travers	✓	✓	✓	✓												
Proportion des faciès d'écoulement (en %)	✓	✓	✓	✓												
Présence/Absence d'espèces invasives (amont et aval)	✓	✓	✓	✓												
Niveau de suivi 2																
Cartographie des faciès d'écoulement	✓	✓	✓	✓			•	•				○	•	•	•	•
Profil en long	✓	✓	✓	✓									•	•	•	•
Classes granulométriques dominantes et accessoires des radiers	✓	✓	✓	✓				•	•							
Classes granulométriques dominantes et accessoires par faciès	✓	✓	✓	✓				•	•							
Colmatage	✓	✓	✓	✓											•	•
Habitats complémentaires	✓	✓	✓	✓				•	•	•						
Macro invertébrés	✓	✓	✓	✓				○	○						○	○
Ichtyofaune	✓	✓	✓	✓				○	○						○	○

**Objectifs**

- Améliorer la franchissabilité des espèces long de la rivière
- Favoriser la biodiversité
- Maintenir et diversifier les habitats aquatiques
- Maintenir et diversifier les habitats ripariaux
- Limiter la prolifération d'algues invasives
- Améliorer la continuité sédimentaire
- Restaurer le profil en long naturel du cours d'eau
- Diversifier les faciès d'écoulement
- Restaurer un profil en travers naturel du cours d'eau
- Réguler le colmatage du substrat
- Restaurer un régime hydrologique naturel (crue/étiage)
- Améliorer les capacités autoépuration
- Restaurer un régime thermique naturel



## UTILISATION DU GUIDE

- ① Définir l'ambition de la restauration : déterminée en fonction de la technique de restauration mise en œuvre et du linéaire impacté par les travaux
- ② Choix du niveau de suivi

### ③ Sélection des indicateurs et des méthodes à mettre en place

#### FICHE METHODE

Objectifs

Durée et moyens nécessaires

Description de la mise en œuvre

Points de vigilance

#### Fiche N°1

#### SUIVI PHOTOGRAPHIQUE

##### Objectifs du protocole

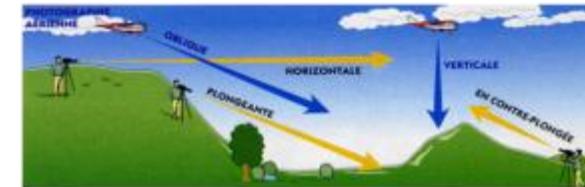
Visualiser les évolutions des milieux et des paysages  
Valoriser les opérations auprès du grand public

##### Temps nécessaire

Bureau : 10 min  
Terrain : 1h



##### Moyens nécessaires



##### Période conseillée

Toute l'année



##### Déroulement de l'opération

###### Phase terrain :

- Identifier les points stratégiques de prises de vues
- Géoréférencer et si possible matérialiser ces points sur le terrain (à l'aide de repères naturels ou disposés par l'opérateur)
- Choisir et identifier l'angle de prise de vue ainsi que le seuil de zoom pour chaque point
- Commencer les prises de vues en prenant soin de référencer à chaque point les numéros de photos correspondants

###### Phase bureau :

- Réaliser une cartographie ou un schéma des localisations des points de prises de vues du site étudié
- Bancariser les clichés en veillant à identifier la date, le site et l'auteur des photos (exemple : 2017\_01\_01\_pointA\_NOM)

##### Points de vigilance

Bien définir en amont du suivi les objectifs attendus en terme de valorisation  
Multiplier les points de prises vue afin d'anticiper les évolutions du site (exemple : végétalisation)  
Veiller à ne pas multiplier les clichés sur un même point afin de faciliter la gestion de la base de données photographique  
Garder les mêmes réglages de l'appareil photo

Fiche N°10

**LINEAIRE DE LA ZONE DE REMOUS LIQUIDE**

↳ Objectifs du protocole

Déterminer le linéaire de la zone de remous liquide généré par l'obstacle à l'écoulement

↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 10 min



Fiche N°2

**HAUTEUR DE CHUTE A L'ETIAGE**

↳ Objectif du protocole

Caractériser avec précision l'évolution de la hauteur de chute à l'étiage

↳ Temps nécessaire

Bureau : 1 min  
Terrain : 5 min



Fiche N°8

**RUPTURE D'ECOULEMENT**

↳ Objectifs du protocole

Connaître finement les modalités d'écoulement du cours d'eau. Repérer une éventuelle perte du fil d'eau suite à des travaux de restauration

↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 5 min pour 100 m



Fiche N°7

**CLASSES GRANULOMETRIQUES DOMINANTES ET ACCESSOIRES D'UN RADIER**

↳ Objectif du protocole

Connaître la typologie sédimentaire du cours d'eau grâce à une estimation visuelle des éléments granulométriques dominants et accessoires.

↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 15 min



Fiche N°16

**CLASSES GRANULOMETRIQUES DOMINANTES ET ACCESSOIRES PAR FACIES**

↳ Objectif du protocole

Connaître la typologie sédimentaire du cours d'eau grâce à une estimation visuelle des éléments granulométriques dominants et accessoires.

↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 20 min



Fiche N°6

**PROPORTION DES FACIES D'ECOULEMENT**

↳ Objectif du protocole

Caractériser l'évolution d'une des caractéristiques du lit mineur du cours d'eau : les faciès d'écoulement

↳ Temps nécessaire

Bureau : 10 min  
Terrain : 10 min pour 100 m



Fiche N°4

**INDICE DE SINUOSITE (selon Malavoi et Bravard) : MESURE PAR SIG**

↳ Objectif du protocole

Caractériser avec précision l'évolution de la sinuosité du cours d'eau

↳ Temps nécessaire

Bureau : 15 minutes  
par tronçon



Fiche N°5

**PROFIL EN TRAVERS<sup>1</sup>**

↳ Objectif du protocole

Caractériser avec précision l'évolution de la géométrie du lit du cours d'eau

↳ Temps nécessaire

Bureau : 15 min  
Terrain : 15 à 30 min



Fiche N°9

**LINEAIRE AMONT REOUVERT A LA CIRCULATION PISCICOLE**

↳ Objectif du protocole

Mesure sous SIG du linéaire hydrographique ré-ouvert à la circulation piscicole

↳ Temps nécessaire

Bureau : 15 min



Fiche N°20

**HABITATS COMPLEMENTAIRES**

↳ Objectif du protocole

Caractériser et dénombrer les habitats complémentaires présents

↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 10 min pour 100 mètres



Fiche N°18

**COLMATAGE : PROTOCOLE ARCHAMBAUD**

↳ Objectif du protocole

Estimation visuelle du colmatage du substrat grossier de surface. Réalisation d'une estimation par tronçon homogène du linéaire restauré

↳ Temps nécessaire

Bureau : 10 min  
Terrain : 15 min



Fiche N°1

**SUIVI PHOTOGRAPHIQUE**

↳ Objectifs du protocole

Visualiser les évolutions des milieux et des paysages  
Valoriser les opérations auprès du grand public

↳ Temps nécessaire

Bureau : 10 min  
Terrain : 1h



Fiche N°19

**COLMATAGE : METHODE DES BATONNETS EN BOIS (adapté du protocole CarHyCE<sup>1</sup>)**

↳ Objectif du protocole

Connaître l'intensité du colmatage du lit des cours d'eau en évaluant la profondeur d'oxygénation du substrat via le développement de bactéries sulfo-réductrices sur des supports en bois

↳ Temps nécessaire

Bureau : 10 min  
Terrain : 15 min pour la pose + 15 min pour la récupération



Fiche N°10

**LINEAIRE DE LA ZONE DE REMOUS LIQUIDE**

↳ Objectifs du protocole

Déterminer le linéaire de la zone de remous liquide généré par l'obstacle à l'écoulement

↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 10 min



Fiche N°2

**HAUTEUR DE CHUTE A L'ETIAGE**

↳ Objectif du protocole

Caractériser avec précision l'évolution de la hauteur de chute à l'étiage

↳ Temps nécessaire

Bureau : 1 min  
Terrain : 5 min



Fiche N°8

**RUPTURE D'ECOULEMENT**

↳ Objectifs du protocole

Connaître finement les modalités d'écoulement du cours d'eau. Repérer une éventuelle perte du fil d'eau suite à des travaux de restauration

↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 5 min pour 100 m



Fiche N°7

**CLASSES GRANULOMETRIQUES DOMINANTES ET ACCESSOIRES D'UN RADIER**

↳ Objectif du protocole

Connaître la typologie sédimentaire du cours d'eau grâce à une estimation visuelle des éléments granulométriques dominants et accessoires.

↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 15 min



Fiche N°16

**CLASSES GRANULOMETRIQUES DOMINANTES ET ACCESSOIRES PAR FACIES**

↳ Objectif du protocole

Connaître la typologie sédimentaire du cours d'eau grâce à une estimation visuelle des éléments granulométriques dominants et accessoires.

↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 20 min



Fiche N°6

**PROPORTION DES FACIES D'ECOULEMENT**

↳ Objectif du protocole

Caractériser l'évolution d'une des caractéristiques du lit mineur du cours d'eau : les faciès d'écoulement

↳ Temps nécessaire

Bureau : 10 min  
Terrain : 10 min pour 100 m



Fiche N°4

**INDICE DE SINUOSITE (selon Malavoi et Bravard) : MESURE PAR SIG**

↳ Objectif du protocole

Caractériser avec précision l'évolution de la sinuosité du cours d'eau

↳ Temps nécessaire

Bureau : 15 minutes  
par tronçon



Fiche N°5

**PROFIL EN TRAVERS<sup>1</sup>**

↳ Objectif du protocole

Caractériser avec précision l'évolution de la géométrie du lit du cours d'eau

↳ Temps nécessaire

Bureau : 15 min  
Terrain : 15 à 30 min



Fiche N°9

**LINEAIRE AMONT REOUVERT A LA CIRCULATION PISCICOLE**

↳ Objectif du protocole

Mesure sous SIG du linéaire hydrographique ré-ouvert à la circulation piscicole

↳ Temps nécessaire

Bureau : 15 min



## 13 fiches méthodes



5 - 20 min terrain  
1 - 15 min bureau



1 personne

Fiche N°20

**HABITATS COMPLEMENTAIRES**

↳ Objectif du protocole

Caractériser et dénombrer les habitats complémentaires présents

↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 10 min pour 100 mètres



Fiche N°18

**COLMATAGE : PROTOCOLE ARCHAMBAUD**

↳ Objectif du protocole

Estimation visuelle du colmatage du substrat grossier de surface. Réalisation d'une estimation par tronçon homogène du linéaire restauré

↳ Temps nécessaire

Bureau : 10 min  
Terrain : 15 min



Fiche N°1

**SUIVI PHOTOGRAPHIQUE**

↳ Objectifs du protocole

Visualiser les évolutions des milieux et des paysages  
Valoriser les opérations auprès du grand public

↳ Temps nécessaire

Bureau : 10 min  
Terrain : 1h



Fiche N°19

**COLMATAGE : METHODE DES BATONNETS EN BOIS (adapté du protocole CarHyCE<sup>1</sup>)**

↳ Objectif du protocole

Connaître l'intensité du colmatage du lit des cours d'eau en évaluant la profondeur d'oxygénation du substrat via le développement de bactéries sulfo-réductrices sur des supports en bois

↳ Temps nécessaire

Bureau : 10 min  
Terrain : 15 min pour la pose + 15 min pour la récupération



## 4 fiches méthodes



15 - 60 min terrain  
20 - 30 min bureau



1 personne

### Fiche N°11

#### TAUX D'ETAGEMENT<sup>1</sup>

##### ↳ Objectif du protocole

Le taux d'étagement est un descripteur de la pression globale et traduit principalement l'effet retenue. Il se calcule par le rapport de la somme des hauteurs de chute

↳ Temps nécessaire  
Bureau : 20 min pour un linéaire d'une dizaine de km



### Fiche N°12

#### TAUX DE FRACTIONNEMENT

##### ↳ Objectif du protocole

Le taux de fractionnement repose sur la somme des hauteurs de chute rapportées au linéaire du drain principal. Il met en évidence la compartimentation du cours d'eau. En s'affranchissant de la pente il permet une meilleure évaluation de l'effet des dans les zones de relief (où le taux d'étagement peut être faible malgré un grand nombre d'obstacles)

↳ Temps nécessaire  
Bureau : 20 min pour un linéaire d'une dizaine de km



### Fiche N°13

#### CARACTERISATION DE LA BANDE RIVERAINE<sup>1</sup>

##### ↳ Objectif du protocole

Caractériser l'évolution de la bande riveraine

↳ Temps nécessaire  
Bureau : 30 min  
Terrain : 15 min pour 100 mètres



### Fiche N°15

#### CARTOGRAPHIE DES FACIES D'ECOULEMENT

##### ↳ Objectif du protocole

Caractériser finement l'évolution d'une des caractéristiques du lit mineur du cours d'eau : les faciès d'écoulement

↳ Temps nécessaire  
Bureau : 30 min  
Terrain : 30 min à 1h pour 100 m



## 5 fiches méthodes



15 - 60 min terrain  
5 - 60 min bureau



2 personnes ou matériel spécifique

### Fiche N°3

#### ALTITUDE DU COURS D'EAU : MESURE SUR LE TERRAIN

##### ↳ Objectif du protocole

Caractériser avec précision la différence d'altitude suite au repositionnement du cours d'eau au sein de son talweg

##### ↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 15 min



### Fiche N°4bis

#### INDICE DE SINUOSITE (selon Malavoi et Bravard) : MESURE SUR LE TERRAIN

##### ↳ Objectifs du protocole

Caractériser avec précision l'évolution de la morphologie du cours d'eau

##### ↳ Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 20 min pour 100 m



### Fiche N°14

#### PROFIL EN LONG

##### ↳ Objectifs du protocole

Caractériser finement les côtes de la ligne d'eau, du fond du lit, du haut de berge et le cas échéant de la hauteur de sédiments du cours d'eau

##### ↳ Temps nécessaire

Bureau : 30 min  
Terrain : 30 min à 1h pour 100 mètres



### Fiche N°17

#### Méthode Wolman<sup>1</sup> (adapté du protocole CarHyCE<sup>2</sup>)

##### ↳ Objectif du protocole

Connaître la typologie sédimentaire du cours d'eau

##### ↳ Temps nécessaire

Bureau : 10 min  
Terrain : 15 min



### Fiche N°21

#### FONCTIONNALITE DE LA PASSE A POISSON adapté du protocole ICE<sup>1</sup> et des fiches RefMADI<sup>2</sup>

##### ↳ Objectif du protocole

Définir la fonctionnalité hydraulique d'une passe à poissons et son attractivité

##### ↳ Temps nécessaire

Bureau : 1 à 4 h  
Terrain : 1 à 4 h  
très variable selon le type de dispositif



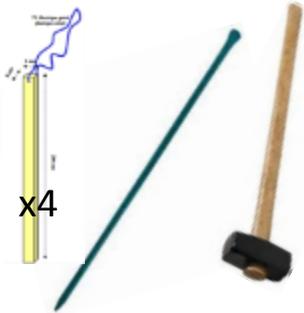
## MATERIELS NECESSAIRES

### ● Matériels nécessaires pour réaliser la majorité des méthodes du guide



### ● Quelques protocoles nécessitent du matériel spécifique

#### Colmatage interstitiel



#### Pêche électrique



#### Macroinvertébrés



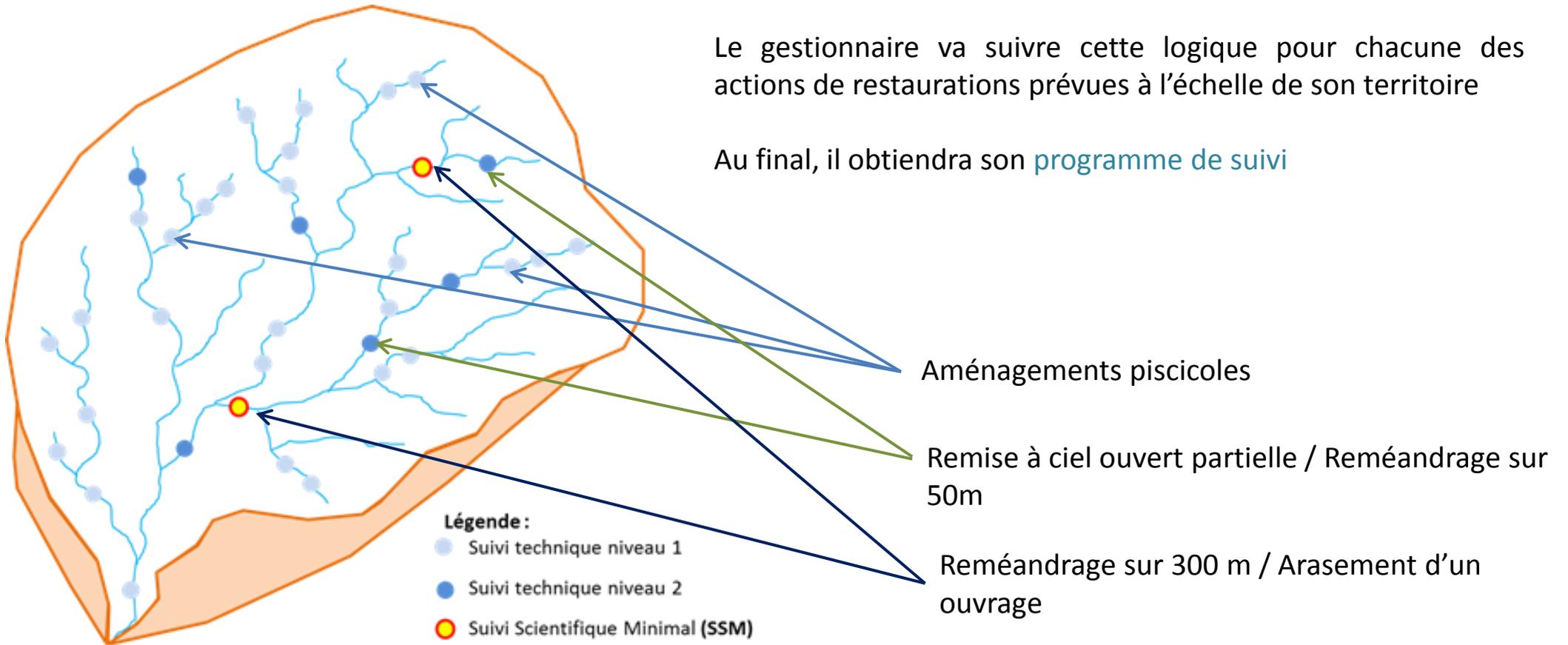
#### Sonde thermique / piézo



...

**Nécessaire de consacrer du temps pour la réalisation des suivis !**  
( phase terrain, bancarisation des résultats, valorisation)







## Plan de la présentation

- Origine et objectifs
  - Utilisation
  - **Exemples**
- Perspectives

CAS CONCRET A : Pour une même opération -> 2 niveaux de suivi

CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE

2 : Arasement partiel ou total

Ouvrages (< 50 cm)

*Méthodes de suivi proposées par niveau, suite à un arasement ou à suppression de la hauteur de chute d'ouvrage < 0.5m et objectifs associés*

Avant travaux  
Après travaux

Niveau de suivi 1		
Photographies	✓	✓
Hauteur de chute (à l'étiage)	✓	✓
Linéaire amont réouvert à la circulation piscicole		✓
Linéaire de la zone de remous liquide et/ou solide	✓	✓
Proportion des faciès d'écoulement (en %)	✓	✓



**CAS CONCRET A : Pour une même opération -> 2 niveaux de suivi**

**CONTINUITÉ ECOLOGIQUE**

**2 : Arasement partiel ou total**

**Ouvrages (< 50 cm)**

Complémentaire au suivi de niveau 1

Niveau de suivi 2		
Information sur la Continuité Ecologique (ICE)	✓	✓
Taux d'étagement (à partir du rang 2 dans l'arborescence de Stralher)	✓	✓
Taux de fractionnement brut et/ou spécifique (échelle des tronçons géomorphologiquement homogènes de l'outil SYRAH)	✓	✓
Cartographie des faciès d'écoulement	✓	✓
Profil en long	✓	✓
Profil en travers	✓	✓
Classes granulométriques dominantes et accessoires des radiers		✓
Classes granulométriques dominantes et accessoires par faciès		✓
Colmatage		✓
Habitats complémentaires	✓	✓
Macro invertébrés	✓	✓
Ichtyofaune	✓	✓



## CAS CONCRET B : Pour deux types d'opérations différentes, des suivis « sur mesure »

### CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE

#### 2 : Arasement partiel ou total

## Ouvrages $\geq 50$ cm



Méthodes de suivi proposées par niveau, suite à une suppression de la hauteur de chute d'ouvrage  $\geq 0.5m$  et objectifs associés

	Avant travail	Après travail
<b>Niveau de suivi 1</b>		
Photographies	✓	✓
Hauteur de chute (à l'étiage)	✓	✓
Linéaire amont réouvert à la circulation piscicole		✓
Taux d'étagement (à partir du rang 2 dans l'arborescence de Stralher)	✓	✓
Taux de fractionnement brut ou/et spécifique (échelle des tronçons géomorphologiquement homogènes de l'outil SYRAH)	✓	✓
Linéaire de la zone de remous liquide et/ou solide	✓	
Profil en travers	✓	✓
Proportion des faciès d'écoulement (en %)	✓	✓
<b>Niveau de suivi 2</b>		
Cartographie des faciès d'écoulement	✓	✓
Profil en long	✓	✓
Classes granulométriques dominantes et accessoires des radiers		✓
Classes granulométriques dominantes et accessoires par faciès		✓
Colmatage		✓
Habitats complémentaires	✓	✓
Macro invertébrés	✓	✓
Ichtyofaune	✓	✓



CAS CONCRET B : Pour deux types d'opérations différentes, des suivis « sur mesure »

HYDROMORPHOLOGIE

6 : Recharge du matelas alluvial

Recalibrage - Rectification



Méthodes de suivi proposées par niveau, suite à la d'une recharge de matelas alluvial et objectifs associés

	Avant travaux	Après travaux
<b>Niveau de suivi 1</b>		
Photographies	✓	✓
Linéaire cumulé des travaux		✓
Profil en travers	✓	✓
Classes granulométriques dominantes et accessoires des radiers	✓	✓
Proportion des faciès d'écoulement (en %)	✓	✓
Rupture d'écoulement	✓	✓
<b>Niveau de suivi 2</b>		
Profil en long	✓	✓
Cartographie des faciès d'écoulement	✓	✓
Classes granulométriques dominantes et accessoires par faciès	✓	✓
Colmatage	✓	✓
Habitats complémentaires	✓	✓
Macro invertébrés	✓	✓
Ichtyofaune	✓	✓



# Résultat envisageable

Niveau de suivi 1		
Photographies	✓	✓
Hauteur de chute (à l'étiage)	✓	✓
Linéaire amont réouvert à la circulation piscicole		✓

## Localisation de l'ouvrage

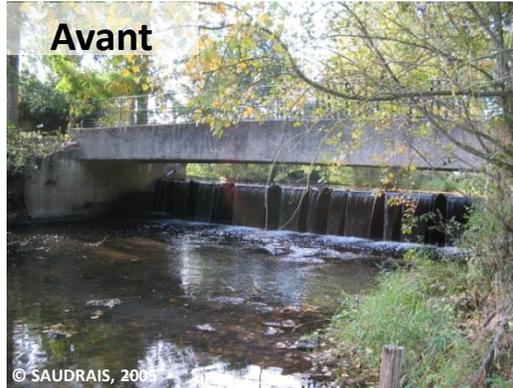
Département : Mayenne (53)  
 Cours d'eau : l'Ernée  
 Commune : Saint-Germain-Le-Guillaume  
 Superficie du BV : 339,6 km<sup>2</sup>  
 Distance à la source : 45 km  
 Module estimé : 3,55 m<sup>3</sup>/s  
 Coordonnées GPS (L93) :  
 X = 414544,46918 Y = 6794667,3613



Niveau de suivi 2		
Information sur la Continuité Ecologique (ICE)	✓	✓

## Typologie actuelle de l'ouvrage :

- Existant     Seuil     Enrochements



Septembre 2013



Dispositif : Seuil avec clapet basculant  
 Hauteur de chute initiale = 1,60 m

Dispositif : enrochements régulièrement répartis  
 Hauteur de chute résiduelle = 0,38 m



Linéaire amont réouvert à la circulation piscicole > 1 km  
 Linéaire d'écoulement libre récupéré de 590 mètres

## Evaluation de la franchissabilité : Evaluation ICE

Catégorie d'espèces	NOTE	Facteur limitant	Espèces présentes dans l'Ernée :
Cat. 4a	1		➔ TRF
Cat. 5	1		➔ BRO
Cat. 7a	1		➔ BAF, CHE
Cat. 8a	0,66	Hchute ]0,3-0,8]	➔ CCO
Cat. 8b	1		➔ BRE, GAR, SAN, VAN
Cat. 8c	1		➔ PER, TAN
Cat. 9a	1		➔ ABL, ROT, SPI
Cat. 9b	1		➔ CHA, GOU, GRE, LOF, LPP
Cat. 10	0,66	Hchute ]0,3-0,8]	➔ VAI
Cat. 11	1		➔ ANG

# Résultat envisageable

## Localisation des travaux

Département : Ille et Vilaine (35)  
 Cours d'eau : La Blanchetais  
 Commune : Orgères  
 Superficie du BV : 2.84 km<sup>2</sup>  
 Débit journalier biennal : 0.12 m<sup>3</sup>/s.

## Profils en travers :

	Lpb	Lm	Ht
2014	2.4	0.96	1.12
2017	0.9	0.5	0.2



Photographies
Linéaire cumulé des travaux
Coefficient de sinuosité
Profil en travers
Proportion des faciès d'écoulement (en %)

Avant



Pendant (2014)

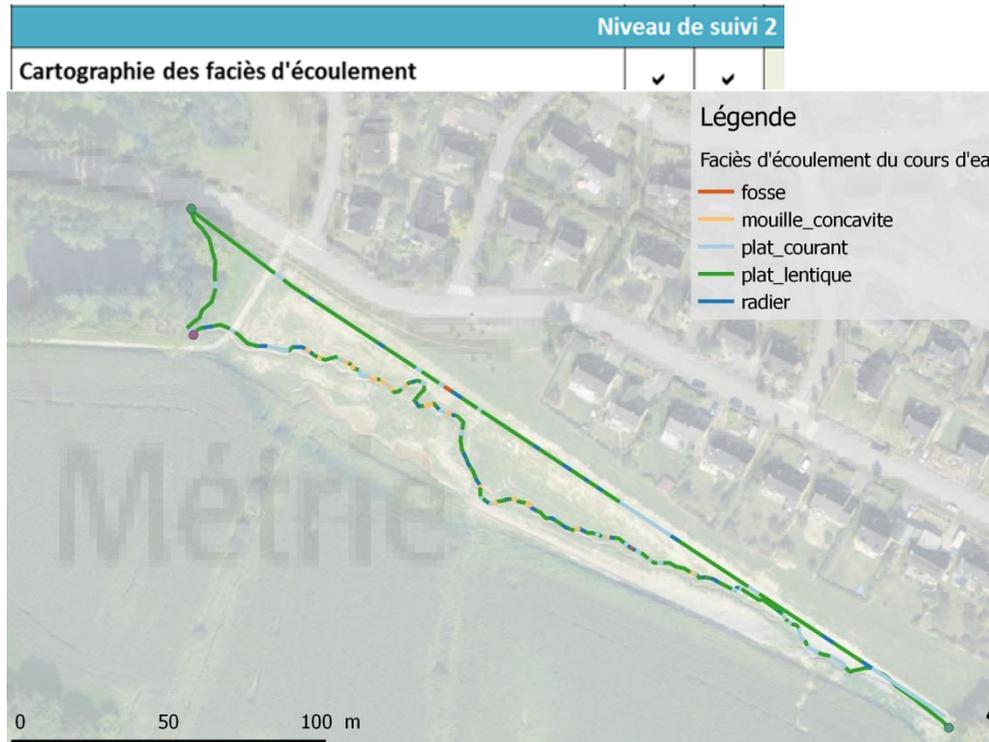


Après (2016)

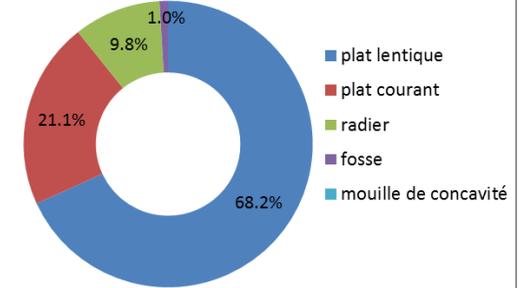


Linéaire de travaux : 300ml

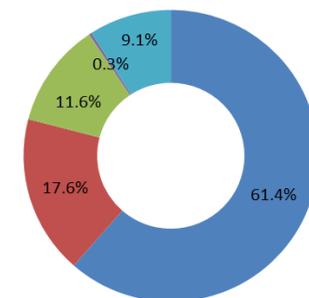
73 m de cours d'eau créés



Typologie des faciès avant travaux (2014)



Typologie des faciès 3 ans après travaux (2017)





## Plan de la présentation

- Origine et objectifs
  - Utilisation
  - Exemples
  - **Perspectives**

## BANCARISATION DES RESULTATS DES SUIVIS

### ● Essentiel d'avoir un outil homogène de bancarisation des résultats des suivis

- ✓ Faciliter la saisie,
- ✓ Faciliter l'analyse,
- ✓ Faciliter la valorisation à long terme.



	Valeurs ou éléments dans BDD	Date
Suivi photo	ras	avant-après
H chute ét	H chute	avant-après
altitude CE	altitude moyenne	avant-après
sinuosité	SI	avant-après
PT	graphique et valeurs (min, max, moyen)	avant-après
faciès	% plat, % radier...	avant-après
Classe granu	Dom et acc	avant-après
Linéaire amont réouvert	linéaire	après
linéaire remous	linéaire	après
taux d'étagement	taux	après
taux de fractionnement	taux	après
profil en long	graphique et valeur de pente	avant-après
carto faciès	carto	avant-après
classe dom et acc par faciès	granulo moy par faciès	avant-après
colmatage archambaud	classe moyenne	avant-après
batonnets	valeur moyenne	avant-après
habitats complémentaires	nb bois, blocs...	avant-après
fonctionnalité PAP	indice	après

**Vers un deuxième groupe de travail pour réaliser cet outil de saisie**

**AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

MERCI DE VOTRE ATTENTION



## Références bibliographiques

- AELB, 2014**, *Éléments d'information pour l'élaboration d'un bilan évaluatif des contrats territoriaux volet « milieux aquatiques »*.
- ALEXANDER G.G. & ALLAN J.D., 2007**, Ecological success in stream restoration : case studies from the Midwestern United States, *Environmental Management*, **40**, 245–255.
- BASH, J.S., RYAN, C.M., 2002**, Stream restoration and enhancement projects : is anyone monitoring ? *Environ. Manag.*, **29**, 877-885.
- BERNHARDT E.S., PALMER M.A., ALLAN J.D., ALEXANDER G., BARNAS K., BROOKS C. J., CLAYTON S., DAHM C., FOLLSTAD-SHAH J., GALAT D., GLOSS S., GOODWIN P., HART D., HASSETT B., JENKINSON R., KATZ S., KONDOLF G.M., LAKE P.S., LARVE R., MEYER J.L., O'DONNELL T.K., PEGANO L., POWELL B., SUDDUTH E., 2005**, Synthesizing U.S. river restoration efforts, *Science*, **308**, 636-637.
- FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2015**, Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire, 189 pages. Disponible sur: <http://www.forum-zones-humides.org/telechargement-mallette-indicateurs.aspx> (consulté le 01/11/2016).
- JÄHNIG, S.C., BRABEC, K., BUFFAGNI, A., ERBA, S., LORENZ, A.W., OFENBÖCK, T., VERDONSCHOT, P.F.M., HERING, D., 2010**. A comparative analysis of restoration measures and their effects on hydromorphology and benthic invertebrates in 26 central and southern European rivers, *J. Appl. Ecol.*, **47**, 671-680.
- KAIL, J., BRABEC K., POPPE M. & JANUSCHKE K., 2015**, The effect of river restoration on fish, macroinvertebrates and aquatic macrophytes : A meta-analysis, *Ecological Indicators*, **58**, 311-321.
- LE BIHAN, 2017**, Note technique V1.3: Méthode d'évaluation linéaire de l'hydromorphologie des cours d'eau en tête de bassin versant à l'échelle linéaire, AFB, 30 pages.
- MALAVOI & SOUCHON, 2010**, Construire le retour d'expérience des opérations de restauration hydromorphologique, éléments pour une harmonisation des concepts et des méthodes de suivi scientifique minimal, volets hydromorphologie – hydroécologie, version 1 au 29/05/2010, Rapport ONEMA / CEMAGREF, 95 pages.
- NAVARRO L., PERESS J. & MALAVOI J.R., 2012**, Aide à la définition d'une étude de suivi -recommandations pour des opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau, AERMC/ONEMA/IRSTEA, 48 pages.
- PALMER, M. A., E. S. BERNHARDT, J. D. ALLAN, P. S. LAKE, G. ALEXANDER, S. BROOKS, J. CARR, S. CLAYTON, C. N. DAHM, J. FOLLSTAD SHAH, D. L. GALAT, S. G. LOSS, P. GOODWIN, D. D. HART, B. HASSETT, R. JENKINSON, G. M. KONDOLF, R. LAVE, J. L. MEYER, T. K. O'DONNELL, L. PAGANO & E. SUDDUTH, 2005**, Standards for ecologically successful river restoration, *Journal of Applied Ecology*, **42**, 208–217.
- ROLAN-MEYNARD, M ET AL.**, Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration en cours d'eau, Onema (en préparation).
- TULLOS D., PENROSE D. & JENNINGS G., 2006**, Development and application of a bioindicator for benthic habitat enhancement in the North Carolina Piedmont, *Ecological Engineering*, **27**, 228–241.
- TULLOS, D. D., D. L. PENROSE, G. D. JENNINGS & W. G. COPE, 2009**, Analysis of functional traits in reconfigured channels: implications for the bioassessment and disturbance of river restoration., *Journal of the North American Benthological Society*, **28**, 80–92.
- WOOLSEY, S., CAPELLI, F., GONSER, T.O.M., HOEHN, E., HOSTMANN, M., JUNKER, B., PAETZOLD, A., ROULIER, C., SCHWEIZER, S., TIEGS, S.D., TOCKNER, K., WEBER, C. & PETER, A., 2007**, A strategy to assess river restoration success, *Freshwater Biology*, **52**, 752–769.