

NOTE TECHNIQUE

Recommandations techniques sur les travaux milieux aquatiques réalisés dans le cadre des Accords de Territoires (Ex Contrats Territoriaux « Eau »)

• AUTEURS

OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ
Direction Régionale Bretagne (LE BIHAN M., HUBERT A. & LEDOUBLE O.)
Service Départemental de Vendée (PORTIER F.)

• CONTRIBUTEURS

Service Départemental de la Mayenne (DELISEE L.)
Direction Régionale Pays de la Loire (YVIN M., BOULIGAND S.)
Direction Régionale Bretagne (CHABRIER P.)

• RÉSUMÉ

L'objectif de cette note est de synthétiser les recommandations techniques les plus régulièrement transmises en réponse aux saisines des services instructeurs sur des projets de travaux « milieux aquatiques », prévus dans le cadre des Accords de Territoire (AdT).

Cette note étant de portée générale, elle n'a pas vocation à lister avec exhaustivité l'ensemble des cas particuliers techniques et réglementaires, qui seront soumis à l'appréciation des services instructeurs des DDT(M). Ce document a été initié suite à l'analyse des « avis techniques » rédigés par le service départemental de l'OFB de Vendée au cours des cinq dernières années.

Cette version V2 de février 2026 remplace la version V1 de novembre 2023.

• MOTS CLÉS

Cours d'eau ; restauration écologique ; hydromorphologie ; biodiversité ; ripisylve ; espèces protégées.

Droits d'usage : accès réservé à l'OFB, aux services de l'État, aux établissements publics, aux bureaux d'études

Niveau géographique : régional

Couverture géographique : Pays de la Loire

Niveau de lecture : professionnels

Version : février 2026

Citation : PORTIER F., LE BIHAN M., HUBERT A., LEDOUBLE O., 2026. Recommandations techniques sur les travaux milieux aquatiques réalisés dans le cadre des Accords de Territoires (Ex Contrats Territoriaux « Eau »). Note technique de l'OFB. 30 pages.

TABLE DES MATIERES

I.	OBJECTIFS DE LA RESTAURATION ET ETUDE PREALABLE	4
1.	Définition de la restauration et de la notion de « référence »	4
2.	Définir les objectifs de la restauration	5
3.	Etat initial et méthodes de diagnostic.....	6
4.	Choix de la technique de restauration.....	7
II.	MODALITES D'INTERVENTION SUR LE LIT MINEUR.....	7
1.	Généralités sur la création d'un lit mineur (remise à ciel ouvert, remise dans le talweg, reméandrage, etc.).....	7
2.	Remise dans le talweg.....	9
3.	Reméandrage.....	10
4.	Recharge en granulats et la reconstitution de la succession des faciès d'écoulement..	10
5.	Création de « radiers lourds ».....	11
6.	Création de banquettes	12
7.	Création d'un lit emboîté.....	13
8.	Apports de blocs.....	14
9.	Lutte contre le piétinement	14
10.	Protection des berges	14
III.	MODALITES D'INTERVENTION SUR LA RIPISYLVE	14
1.	Préservation des ripisylves existantes.....	14
2.	Reconstitution active ou passive de la ripisylve	15
3.	Entretien de la ripisylve	16
4.	Gestion du bois en rivière	16
IV.	MODALITES D'INTERVENTION SUR LA CONTINUITE ECOLOGIQUE	18
1.	Suppressions d'obstacles à la continuité écologique.....	18
2.	Dimensionnement d'un dispositif de franchissement piscicole	18
3.	Diagnostic - dimensionnement	18
4.	Création et/ou remplacement d'ouvrages de franchissement	21
5.	Amélioration de la continuité écologique sur ouvrage existant	22
6.	Suppression de plan d'eau	22
7.	Dérivation de plan d'eau.....	23
8.	Mise en place de moines hydrauliques.....	23
V.	MODALITES D'INTERVENTION EN ZONES HUMIDES	23
1.	Neutralisation des réseaux de drainage.....	23
2.	Suppression de remblais	23
3.	Restauration des rangs 0	23

VI.	MODALITES D'INTERVENTION SUR LE RESEAU HYDRAULIQUE ANNEXE (RHA), LES MARES, LES MARAIS ET LES ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES (EEE)	24
1.	Entretien et déconnexion du Réseau Hydraulique Annexe	24
2.	Préservation et création de zones tampons pour la qualité physico-chimique de l'eau 25	
3.	Création / restauration de mares	26
4.	Modalités d'intervention sur les espèces exotiques envahissantes.....	26
5.	Actions spécifiques en marais.....	27
VII.	BONNES PRATIQUES EN PHASE CHANTIER.....	27
1.	Prise en compte des enjeux biodiversité	27
2.	Période de travaux.....	27
3.	Gestion des matières en suspension (MES).....	27
4.	Informations des services.....	28
VIII.	Modalités de suivi.....	29
	BIBLIOGRAPHIE.....	31

CONTEXTE

L'accord de territoire est un outil proposé par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne pour engager plusieurs structures locales (maîtres d'ouvrages) et partenaires institutionnels autour d'un programme pour mobiliser les financements dédiés à l'amélioration des milieux aquatiques et à la lutte contre les pollutions diffuses. Il est constitué d'un programme d'actions pluriannuel d'une durée de 6 ans.

En Vendée, l'Office Français de la Biodiversité (OFB) émet des « avis techniques » sur les accords de territoire, en réponse aux saisines du service instructeur (DDTM 85). L'analyse des « avis techniques » rédigés par l'OFB au cours des cinq dernières années à l'échelle du département de la Vendée a mis en évidence dans plusieurs dossiers la répétition systématique de certaines recommandations techniques et de points de vigilance.

Afin d'améliorer les bénéfices environnementaux des accords de territoire et de faciliter l'instruction des dossiers, l'OFB a synthétisé les recommandations techniques et les points de vigilance les plus régulièrement formulés sur des projets de travaux « milieux aquatiques » prévus dans le cadre des accords de territoire.

Ce recueil de recommandations techniques a été organisé par type d'actions (exemple : interventions sur le lit mineur, la ripisylve, la continuité écologique, etc.) et vise à améliorer l'ensemble des documents rédigés (accords de territoire, Déclarations d'intérêt général (DIG), fiches action, Dossiers Loi sur l'Eau (DLE), Portés à connaissance (PAC)). Il s'adresse principalement aux bureaux d'études et aux techniciens de rivière. **Ce recueil étant de portée générale, il n'a pas vocation à lister avec exhaustivité l'ensemble des cas particuliers techniques et réglementaires, qui seront soumis à l'appréciation des services instructeurs.** Ce recueil pourra être complété et amendé. Les recommandations techniques sont valables à la date de la version de cette note.

I. OBJECTIFS DE LA RESTAURATION ET ETUDE PREALABLE

1. Définition de la restauration et de la notion de « référence »

➤ La restauration

La restauration écologique désigne le processus qui assiste le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit (SER, 2004) (Figure 1).

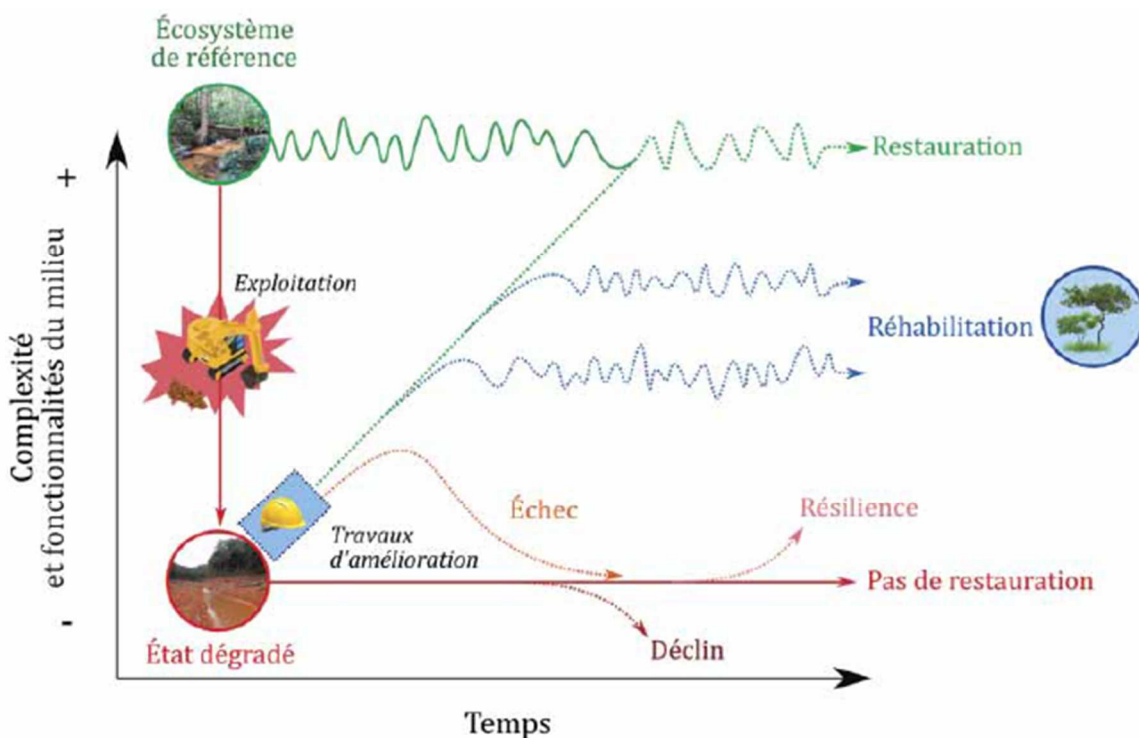


Figure 1 : Le principe de la restauration hydromorphologique (d'après Bradsham, 1996, modifié ; Melun, Le Bihan & De Billy, 2020)

La restauration apparaît comme une forme d'idéal, un retour strict à la rivière telle qu'elle était avant dégradation. La réhabilitation, quant à elle, est considérée dans les définitions comme plus partielle (Morandi & Piegay, 2017 ; Vivier *et al.*, 2025).

Il est important d'utiliser des termes précis dans les dossiers afin de définir les objectifs des travaux.

➤ La référence

Les projets de restauration ont l'intention de reconstruire un lit qui est similaire à des conditions « historiques » ou à des sites de référence les moins perturbés (Palmer, 2009). **Ce recours à la « référence » permet d'obtenir un degré d'intégrité physique plus élevé dans les cours d'eau restaurés** (Kristensen, 2011). Cependant, le retour complet avant perturbation est difficile, voire impossible. La référence passée, largement discutée au cours de la dernière décennie, paraît de moins en moins présente au cours des années 2000. La référence spatiale, un cours d'eau existant pris comme modèle, tend à être favorisée (Morandi & Piegay, 2017).

Ces deux approches, aussi différentes qu'elles soient, nécessitent toutes deux de disposer dès le départ d'une norme de comparaison et d'évaluation : **la référence**. La recherche d'une section de référence hydromorphologique peut s'effectuer sur le terrain et/ou à partir de données historiques (Godet *et al.*, 2023).

[Pour aller plus loin :](#)

GODET L., DUFOUR S. & ROLLET A.J., 2023. Conservation de la biodiversité et état de référence, la nostalgie de la nature à l'ère de l'Anthropocène. Collection Ecologie-Environnement. 302 pages.

KRISTENSEN E.A., BAATTRUP-PEDERSEN A. & THODSEN H., 2011. An evaluation of restoration practices in lowland streams: has the physical integrity been re-created? Ecological Engineering, 37, 1654-1660.

MORANDI B., PIEGAY H. 2017. Restauration de cours d'eau en France : comment les définitions et les pratiques ont-elles évolué dans le temps et dans l'espace, quelles pistes d'action pour le futur ? Collection Comprendre pour agir. 28 pages.

PALMER M.A., 2009. Reforming watershed restoration : science in need of application and applications in need of science. Estuaries and coasts, 32, 1-17.

VIVIER, A., BUISSON, E., CARRE, A., GERMAIN, L., GALLET, S., JAUNATRE, R., MORARD, N., AUSCHER, F., BOUGON, N., CHIFFARD-CARRICABURU, J., COURTEILLE, T., CURTET, L., DAUSSE, A., DECOCQ, G., GAILHARD-ROCHER, I., GAYET, G., LUCAS, M., MELUN, G., MILLET, J., MONOD, K., MUTILLOD, C., SAGAN, J., STAUB, P.-F., TATIN L., VIDALLER, C., ZANINOTTO, V. (2025). Éléments de cadrage sur la restauration écologique et la restauration des écosystèmes. Références historiques, rappels de définitions et de principes d'action, critères d'évaluation et de suivi des projets, exemples d'utilisation. Rapport. OFB – Patrinat - REVER. 149 p.

2. Définir les objectifs de la restauration

Le pétitionnaire doit se poser la question des bénéfices attendus, suite à la réalisation des travaux prévus, sur la biodiversité, l'hydromorphologie, la qualité et la quantité d'eau, les usages, etc.

Avoir des objectifs clairement identifiés est essentiel pour le diagnostic préalable des milieux, le choix de la technique de restauration et la mise en place du suivi.

Attention cependant aux facteurs qui limitent les effets bénéfiques attendus d'un programme de restauration des cours d'eau (bassin versant dégradé en amont, pollution des eaux, altération des débits, manque de populations sources, espèces exotiques envahissantes, etc.). En fonction du nombre, de l'intensité et des effets cumulés des facteurs limitants identifiés, il conviendra de ré-évaluer la réponse du milieu et d'adapter le suivi en conséquence. **Pour estimer au mieux le degré de réponse probable des travaux, le gestionnaire doit se demander si les facteurs limitants identifiés sur son territoire peuvent impacter ses objectifs.**

NB: La présence de facteurs limitants, même importants ne doit pas systématiquement remettre en question les projets de restauration. Cependant le programme de suivi devra être adapté et proportionnel aux effets attendus de la restauration. L'interprétation des résultats de la restauration devra intégrer les facteurs limitants pré-identifiés. En effet, ceux-ci peuvent atténuer les effets bénéfiques attendus de la restauration.

[Pour aller plus loin :](#)

HUBERT A., LE BIHAN M., GRIMAUULT L., PECHEUX N., MAY C., SEGUY P. & MEVEL A., 2019. 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. Guide de l'Agence Française pour la Biodiversité, Direction Interrégionale Bretagne, Pays de la Loire. 47 pages.

VIVIER, A., BUISSON, E., CARRE, A., GERMAIN, L., GALLET, S., JAUNATRE, R., MORARD, N., AUSCHER, F., BOUGON, N., CHIFFARD-CARRICABURU, J., COURTEILLE, T., CURTET, L., DAUSSE, A., DECOCQ, G., GAILHARD-ROCHER, I., GAYET, G., LUCAS, M., MELUN, G., MILLET, J., MONOD, K., MUTILLOD, C., SAGAN, J., STAUB, P.-F., TATIN L., VIDALLER, C., ZANINOTTO, V. (2025). Éléments de cadrage sur la restauration écologique et la restauration des écosystèmes. Références historiques, rappels de définitions et de principes d'action, critères d'évaluation et de suivi des projets, exemples d'utilisation. Rapport. OFB – Patrinat - REVER. 149 p.

3. Etat initial et méthodes de diagnostic

Concernant la caractérisation des écoulements, il convient de se référer aux cartographies des cours d'eau au titre de la police de l'eau, disponibles sur les sites internet de chaque Préfecture / DDT(M).

Les inventaires faune/flore doivent être réalisés selon des protocoles et des périodes adaptées aux spécificités des différents groupes biologiques.

Dans un premier temps, pour caractériser les habitats terrestres (ripisylves, bandes riveraines, haies, etc.), il est conseillé d'utiliser le guide de détermination EUNIS. Les critères pour identifier un habitat ne requièrent pas de connaissances confirmées en botanique ou en phytosociologie. Le niveau 3 de la classification EUNIS peut permettre d'identifier des habitats sans relevé floristique, donc toute l'année. Néanmoins, dans le cadre d'une démarche conservatoire (évaluation, suivi, action fine de gestion), il peut être pertinent d'aller au-delà (niveaux 4 ou 5) ou d'utiliser la classification phytosociologique (prodrome des végétations de France) et/ou des guides locaux (par ex. : Cahiers landes, Guide des végétations humides et aquatiques en Pays de la Loire, etc.).

Une attention particulière sera portée à l'identification et à la localisation d'espèces inadaptées issues de plantations (résineux, peupliers, etc.) et/ou d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE). Dans ce cas, des dispositions particulières devront être anticipées afin de les éliminer lors de la phase travaux. A contrario, les stations d'espèces protégées et les espèces des listes rouges nationales et régionales (aux statuts CR, EN, VU) devront être signalées, évitées et prises en compte dans le projet de restauration qu'il faudra éventuellement adapter.

Si des habitats naturels non ou peu impactés par l'activité humaine sont recensés au niveau de la zone étudiée, ces derniers pourront être caractérisés finement. En effet, les cortèges floristiques présents avant altérations peuvent permettre d'identifier la présence de flore patrimoniale et d'enjeux écologiques particuliers (exemple : présence de tourbières, de landes, etc.).

Selon les impacts des travaux, une dérogation à la protection stricte des espèces et de leurs habitats peut être nécessaire, pour cela se rapprocher de la DDT-M.

Pour les diagnostics de l'hydromorphologie des cours d'eau à l'échelle linéaire, les deux méthodologies les plus couramment utilisées sur le territoire Bretagne, Pays-de-la Loire sont les suivantes :

- Le Réseau d'Évaluation des Habitats (REH) (Vigneron, 2005),
- La méthodologie d'étude de l'hydromorphologie des cours d'eau à l'échelle linéaire (Le Bihan, 2023).

Pour les diagnostics de l'hydromorphologie des cours d'eau à l'échelle stationnelle, les deux méthodologies les plus couramment utilisées sur le territoire Bretagne, Pays-de-la Loire sont les suivantes :

- Protocole CARHYCE (Caractérisation de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau) (Baudouin *et al.*, 2017),
- ROHZACE (Relevés et Observations Hydromorphologiques sur les Zones Amont de Cours d'Eau) (Le Bihan *et al.*, 2025).

Pour aller plus loin :

BAUDOIN J.M., BOUTET-BERRY L., CAGNANT M., GOB F., KREUTZENBERGER K. (Coord.), LAMAND F., MALAVOI

J.R., MARMONIER P., PENIL C., RIVIÈRE C., SADOT M., TAMISIER V., TUAL M., 2017. Protocole de recueil de données hydromorphologiques à l'échelle de la station sur les cours d'eau prospectables à pied. Agence française pour la biodiversité. Collection Guides et protocoles. 52 pages. <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-guidesprotocoles/carhyce-protocole-recueil-donnees-hydromorphologiques-lechelle-station-cours>.

LE BIHAN M., Version V2.4 au 01/05/2023. Méthodologie d'évaluation de l'hydromorphologie des cours d'eau en tête de bassin versant à l'échelle linéaire. Guide de l'Office Français de la Biodiversité, Direction Régionale Bretagne. 40 pages.

LE BIHAN M., MELUN G., CAGNANT M., HUBERT A., IRZ P., LEDOUBLE O., UDO H., 2025. Relevés et observations hydromorphologiques sur les zones amont de cours d'eau – Protocole ROHZACE. Office français de la biodiversité. Rapport technique. 63 p. https://hal.science/hal-05003485v1/file/Protocole%20Rohzace%20%5BOFB_2025%5D%20v.1.4.pdf

VIGNERON T., 2005. Réseau Évaluation des Habitats (REH) - Note méthodologique. Conseil supérieur de la Pêche. 7 pages.

4. Choix de la technique de restauration

Avant même de choisir la technique de restauration, il est nécessaire de définir la méthodologie à appliquer en fonction des résultats du diagnostic : non intervention, préservation, réduction des dysfonctionnements / dégradations futures, restauration passive et/ou restauration active.

Si la restauration active est la méthode la plus adaptée, alors il conviendra d'adapter les techniques de restauration aux altérations observées sur le terrain (ANNEXE A ; Le Bihan, 2018).

II. MODALITES D'INTERVENTION SUR LE LIT MINEUR

1. Généralités sur la création d'un lit mineur (remise à ciel ouvert, remise dans le talweg, reméandrage, etc.)

En l'absence de référence (cf. partie I.1), dans le cadre de la restauration de l'hydromorphologie d'un cours d'eau, le dimensionnement recherché du lit mineur à plein bord se base sur la **valeur de la crue journalière** (et non instantanée) **de fréquence annuelle à biennale, appelée QJ1 à QJ2**, selon l'objectif recherché (Malavoi & Bravard, 2010). Pour calculer ce débit de dimensionnement, il est préférable d'utiliser **la formule des ratios de BV simple** à la formule de Myer, qui tend à augmenter la valeur des débits journaliers. Par ailleurs, **un léger sous-dimensionnement** par rapport à la valeur de QJ1

à 2 est recommandé (sauf enjeu pour la sécurité des biens et des personnes) afin de favoriser les ajustements hydromorphologiques.

NB : Dans le cas de pentes locales très faibles, il faudra être vigilant sur l'utilisation de la formule de Manning-Strickler pour dimensionner les lits mineurs (risque de surdimensionnement).

Les formules de détermination du débit de pointe des cours d'eau (ex : formule de Montana, etc.) ne doivent pas être utilisées pour dimensionner des lits mineurs de cours d'eau dans le cadre de projets de restauration à cause d'un risque de surestimation des débits et donc des dimensions des lits mineurs. Elles sont à réserver au dimensionnement des ouvrages d'art voire des lits majeurs en contexte urbain.

Afin d'éviter les sur-profondeurs et les dysfonctionnements hydromorphologiques futurs (érosion régressive et/ou progressive) aux connexions amont-aval, il convient de **préciser les modalités de gestion de ces connexions** (exemple : radiers à la connexion aval, lit avec une pente proche de 0% en amont, etc.) pour se rapprocher le plus rapidement possible d'un dimensionnement proche de la crue journalière annuelle ou biennale (QJ1 à QJ2) et du terrain naturel.

En conditions hydromorphologiques de référence, en contexte « argileux », les berges sont naturellement **verticales et basses** (Figure 2). Ce constat a été mis en évidence lors d'études menées sur les têtes de bassin versant en condition de « référence » sur les régions Bretagne et Pays de la Loire (Jan, 2013 ; Bossis, 2014) et documenté au sein du rapport de Maxime GALINEAU en 2019. Par conséquent, **le retalutage de berges de cours d'eau en tête de bassin versant, proposé dans de nombreuses fiches actions doit être questionné**. Les berges en pentes douces doivent être dûment justifiées puisqu'elles augmentent la section à plein bord du cours d'eau et donc la capacité hydraulique de ce dernier, ce qui n'est pas l'objectif des restaurations. Dans certains cas, cela peut conduire à des phénomènes d'érosions latéraux et verticaux et donc mener à l'inverse de l'objectif recherché, qui est d'obtenir des débordements dès que le débit dépasse la valeur de QJ1-QJ2.

Les dimensions moyennes d'un cours d'eau de rang de Strahler 1 sur l'hydroécocorégion (HER) de niveau 1 « Massif Armoricaïn » sont **une largeur à plein bord (Lpb) d'environ 1,35 m sur une hauteur à plein bord (Hpb) d'environ 0,23 m** (Bossis, 2014) (Figure 2). Le ratio de forme (Lpb/Hpb) visé est à préciser pour chaque cours d'eau restauré.

Un page thématique, réalisée par la Direction régionale Bretagne de l'Office français de la biodiversité, propose une analyse préliminaire des caractéristiques hydromorphologique des cours d'eau en têtes de bassin versant sur l'hydroécocorégion de niveau 1 « Massif Armoricaïn » (IRZ *et al.*, 2024): https://ofb-bzh.shinyapps.io/TBV_ref_massif_armoricain/.



Figure 2 : Cours d'eau de référence en tête de bassin versant sur le massif Armoricaïn (source : OFB)

Les opérations de diversification des habitats et des écoulements sont à réserver aux cours d'eau n'ayant pas subi de travaux hydrauliques lourds (rectification, recalibrage, etc.).

Les aménagements rigides (pose de déflecteurs, pieutage, etc.) ne sont plus préconisés car ils sont difficiles à poser et vont à l'inverse de ce qui est recherché dans le bon état écologique des cours d'eau.

Pour aller plus loin :

BOSSIS M., 2014. Étude de l'hydromorphologie à l'échelle stationnelle des cours d'eau de tête de bassin versant armoricains en situation de référence. Rapport de stage de Master 2. Délégation interrégionale Bretagne-Pays de la Loire de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques / Université de Rennes 1. 19 pages.

FOURNIALS, 2018. La Recréation de cours d'eau. Guide de la CATER Basse-Normandie. 32 pages.

GALINEAU M., 2019. Caractérisation de stations de référence hydromorphologique sur le territoire Bretagne-Pays de la Loire. Rapport de stage de Master 1. Direction Bretagne Pays-de-la-Loire de l'Agence Française pour la Biodiversité / Université de Rennes 1. 19 pages.

JAN A., 2013. Etude du fonctionnement hydromorphologique de référence des cours d'eau de tête de bassin versant sur le massif Armoricaïn. Rapport de stage de Master 2. Délégation interrégionale Bretagne-Pays de la Loire de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques / Université de Rennes 1. 39 pages.

LE BIHAN M., 2022. Recommandations pour la restauration hydromorphologique des cours d'eau intermittents et/ou à faible débit d'étiage. Note de la Direction Bretagne de l'OFB. 18 pages.

MALAVOI J.R. & BRAVARD J.P., 2010. Eléments d'hydromorphologie fluviale, ONEMA, 224 pages.

2. Remise dans le talweg

Pour garantir les bénéfices écologiques d'une remise dans le talweg, il convient de s'assurer de la bonne reconstitution des caractéristiques hydromorphologiques du linéaire considéré.

Par exemple, dans le cas d'une remise dans le talweg, il est important de **préserver sur le long terme la ripisylve de l'ancien lit**, notamment lorsqu'elle est de qualité, au risque de générer une perte de biodiversité et un impact sur les espèces protégées. **Parfois,**

le rapport coût/bénéfices de l'opération doit être questionné au regard des enjeux biodiversité des ripisylves présentes sur site, si le projet remet en cause leur conservation.

Enfin, il est essentiel de prévoir de part et d'autre du nouveau lit (ou a minima sur la rive exposée au sud) **la reconstitution passive ou active d'une ripisylve** diversifiée, multi-strates, avec des essences locales. En effet, en conditions hydromorphologiques de référence, les cours d'eau présentent tous une végétation riveraine naturelle (Jan, 2013 ; Bossis, 2014). Plus cette ripisylve sera large, plus elle remplira de fonctions pour le cours d'eau et la biodiversité en général (Bouchama, 2025).

Par ailleurs, le devenir de l'ancien lit est à analyser au regard des enjeux biodiversité et/ou risque d'inondation (maintien, comblement partiel ou total).

3. Reméandrage

Le reméandrage se met en place **sur le lit mineur à plein bord**, correctement dimensionné (et non sur la vallée), et doit entraîner une augmentation du coefficient de sinuosité du cours d'eau. Par conséquent, la pose de banquettes sur un lit existant ne doit pas être assimilée à une opération de reméandrage.

Dans le cadre d'un projet de reméandrage, les caractéristiques de la sinuosité du cours d'eau doivent être précisées (coefficient de sinuosité – calculé à l'aide de la méthode de Allen, amplitude et longueur d'ondes des méandres, etc.) et justifiées (via la référence spatiale, historique, etc.). La sinuosité doit être adaptée à la pente du cours d'eau (Malavoi & Bravard, 2010).

Si le reméandrage est réalisé à l'aide de la technique dite « des bouchons » (LUCO *et al.*, 2008 ; ONEMA, 2010), il sera nécessaire de créer des bouchons étanches et solides, au risque de perdre les effets bénéfiques de la restauration.

Pour aller plus loin :

GALMICHE N. COORD., 2017. Éléments techniques pour la préservation des ruisseaux et de la continuité écologique. PNRM / PNRBV / ONF / ADAPEMONT / PNRHJ. LIFE10 NAT/FR/192. 116 pages.

PECHARD M., 2018. Etude sur les caractéristiques des méandres de cours d'eau sur le territoire Bretagne - Pays de la Loire de l'Agence Française pour la Biodiversité. Rapport de stage de Master 2. Direction Bretagne Pays-de-la-Loire de l'Agence Française pour la Biodiversité / Université de Rennes 1. 30 pages.

MALAVOI J.R. & BRAVARD J.P., 2010. Éléments d'hydromorphologie fluviale, ONEMA, 224 pages.

LUCO E., DEGIORGI F., AUGE F., PEREIRA V., BADOT P.M., DURLET P., 2008, Les effets du reméandrement de ruisseaux temporaires en forêt de chaux (Jura, France) sur le fonctionnement hydrique des sols riverains : premiers résultats, Forêt Wallone, 97, 29-38.

ONEMA, 2010, La restauration hydromorphologique des cours d'eau, recueil d'expériences sur l'hydromorphologie, ONEMA / Agence de l'eau.

4. Recharge en granulats et la reconstitution de la succession des faciès d'écoulement

La recharge granulométrique est recommandée dans deux cas de figure :

- Lorsqu'il est totalement impossible d'envisager la création d'un nouveau lit ;

- Et/ou lorsque le cours d'eau n'est pas capable de constituer (ou reconstituer) naturellement un matelas alluvial (ex : faible puissance et faible apport solide).

La recharge granulométrique doit veiller à **respecter la gamme granulométrique existante sur des portions naturelles du cours d'eau à restaurer, ou à défaut sur un cours d'eau de référence comparable** (rang de Strahler, pente, géologie, forme du bassin, etc.). Il est recommandé de caractériser la granulométrie de surface à l'aide du Wolman (Baudoin *et al.*, 2017). Il convient également de s'assurer que les matériaux utilisés soient de même nature géologique que ceux naturellement présents dans le cours d'eau concerné.

L'utilisation d'une granulométrie très grossière doit être dûment justifiée (exemple : calcul des forces d'arrachement ; pente locale élevée).

Sur des cours d'eau intermittents et/ou à faible débit d'étiage, il est recommandé de ne pas effectuer de recharge granulométrique supérieure à 30 cm d'épaisseur. En cas de recharge présentant une épaisseur supérieure à 30 cm, il convient d'apporter une sous-couche imperméable (argile) afin d'éviter tout risque de perte de fil d'eau. De même, l'emploi de matériaux trop grossiers peut entraîner une proportion très élevée d'écoulements souterrains. Il faudra par conséquent s'assurer que la recharge granulométrique présente une proportion suffisante de fraction « fine » (0-16 mm).

Les modalités précises de la reconstitution de la succession radier-fosse (distance, calage altimétrique, dénivelé par radier, position par rapport aux méandres) devront être explicitées dans le dossier. Les radiers se positionnent généralement aux points d'inflexion du tracé sinueux d'un cours d'eau (et non dans un méandre). Pour cela, il est notamment recommandé de **réaliser un profil en long détaillé** (repérant les connexions amont-aval, la topographie des faciès existants, les éventuelles connexions avec des réseaux enterrés, etc.).

Pour rappel, **le type de succession de faciès est à adapter en fonction de la pente du cours d'eau**. A défaut de données de référence, la littérature dénombre en moyenne **un radier tous les 4 à 10 fois la largeur à plein bord du cours d'eau, selon sa pente** (Thorne, 1992). De plus, **la cote aval d'un radier doit être égale à la cote amont du radier suivant** (à l'exception des cours d'eau à forte pente) (Péchar, 2018).

[Pour aller plus loin :](#)

LE BIHAN M., 2022. Recommandations pour la restauration hydromorphologique des cours d'eau intermittents et/ou à faible débit d'étiage. Note de la Direction Bretagne de l'OFB. 18 pages.

CATER Basse-Normandie, 2020. La recharge en granulats, une technique souple et rapide pour la restauration des petits cours d'eau. Guide technique. 16 pages.

THORNE C.R., 1992. Bend scour and bank erosion on the meandering Red River, Louisiana. Lowland floodplain rivers: Geomorphological perspectives, 95-115.

5. Création de « radiers lourds »

Les radiers lourds correspondent à des radiers présentant une granulométrie plus grossière que celle naturellement présente sur le cours d'eau concerné.

Leur utilisation est généralement recommandée dans les cas suivants :

- Risques érosifs clairement identifiés (exemples : contexte urbain avec débits de pointe importants, pentes des radiers élevées pour gérer les connexions amont-aval, etc.),
- Nécessité de stabiliser le fond du lit mineur (exemples : ouvrage de répartition des débits en amont, pont sensible à l'érosion en amont, etc.)

La gamme granulométrique à prévoir (0-100, 0-200, 0-300, voire plus) est donc à adapter avec celle déjà en place. Il est important de conserver les fosses entre ces radiers qui auront une pente à 3% maximum avec un pendage latéral pour concentrer les écoulements. Il convient de prévoir une proportion suffisante de fraction fine pour éviter toute perte de fil d'eau à l'étiage.

6. Création de banquettes

Il convient de bien distinguer la reconstitution de banquettes de la création d'un lit emboîté (reconstitution d'un lit majeur artificiel de taille restreinte).

Afin de garantir leur efficacité dans le temps, il est nécessaire de préciser les caractéristiques des banquettes (positionnement, nature – minérale et/ou végétale, longueur, largeur, épaisseur, pendage latéral, etc.).

Attention à ne pas sous-dimensionner la hauteur des banquettes, au risque d'une mise en eau trop fréquente, ne permettant pas l'implantation de la végétation. A l'inverse, des banquettes trop hautes risquent de provoquer l'incision du lit mineur. Ainsi, **le pétitionnaire doit préciser les débits lors desquels les banquettes seront immergées.**

En général, les banquettes minérales ne doivent pas être figées (par du pieutage ou des blocs) et doivent pouvoir s'ajuster selon l'hydrologie du cours d'eau considéré (en adaptant la gamme granulométrique au substrat naturellement présent sur le cours d'eau considéré). La réduction de section en créant des banquettes rigides est à réserver aux milieux très contraints (exemple : contexte urbain).

Le pendage latéral des banquettes doit être le plus faible possible et se rapprocher de celui qui existe naturellement dans le cours d'eau considéré. La largeur des banquettes doit être ajustée à la surlargeur observée.

Créer seulement des banquettes est souvent insuffisant pour reconstituer des habitats aquatiques au sein du lit mineur. Il faut également prévoir **une alternance de fosses et de radiers ainsi que recréer ou accentuer les fosses existantes** (habitat indispensable et zone de refuge en cas de rupture d'écoulement).

Pour la conception de ces banquettes, **l'adoucissement des berges n'est pas à systématiser. Cette opération est de nature à entraîner une augmentation de la section d'écoulement** et apparaît peu pertinente sur de nombreux cours d'eau (exemple : cours d'eau à berges naturellement verticales et basses, cours d'eau avec peu de marnage au cours de l'année, matériaux très argileux ou grossiers en berges limitant la colonisation végétale, etc.). Le recours aux **matériaux présents en haut de berge au sein des bourrelets de curage** apparaît plus adapté (lorsqu'ils sont présents) pour répondre aux problématiques de réduction de sections et de diversifications des habitats et des écoulements. L'utilisation du bois mort peut également permettre de contribuer au renforcement des banquettes existantes.

7. Création d'un lit emboîté

L'objectif du lit emboîté est de créer un lit majeur artificiel et contraint pour le cours d'eau. Pour cela, l'emprise foncière disponible doit être suffisante. Cette opération est adaptée **si et seulement s'il est impossible de recréer un cours d'eau débordant dans son lit majeur naturel** (dérivation de plan d'eau, rivière de contournement, création d'un nouveau lit en contexte urbain ou en zones à risques pour les inondations, etc.).

La largeur du lit majeur reconstitué doit se rapprocher au maximum de la largeur naturelle du lit majeur au droit du cours d'eau étudié (cf. Article R. 214-1 du code de l'environnement). Dans tous les cas, ce dernier doit être **au minimum de 6 fois la largeur à plein bord** du cours d'eau (dimensionné entre le QJ1 et le QJ1,5) (Figure 3).

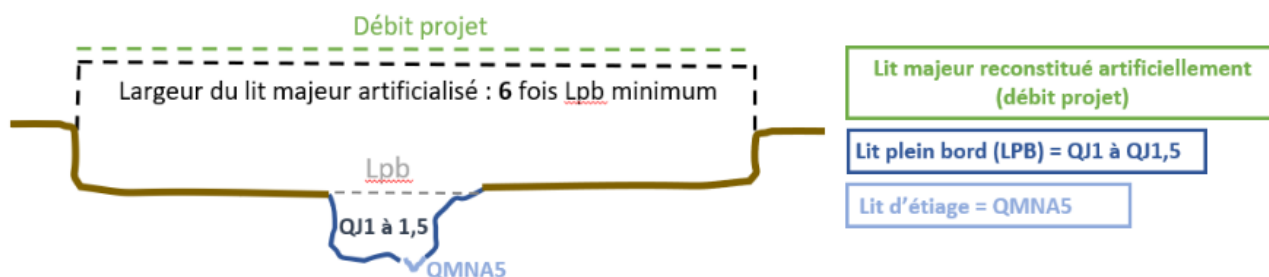


Figure 3 : Dimensionnement d'un lit emboîté

L'ensemble de l'espace disponible en fond de lit emboîté créé peut être utilisé afin de mettre en place la sinuosité du lit mineur. Le reméandrage du lit mineur doit permettre de reconstituer un tracé proche des conditions naturelles. La reconstitution de la ripisylve doit s'effectuer dans le fond du lit emboîté (Figure 4).

Par ailleurs, le lit majeur reconstitué doit être à plat (pour des talus élevés, un fractionnement de la pente peut être envisagé) et protégé du piétinement par le bétail.



Figure 4 : Exemple de réalisation d'un lit emboîté sur un cours d'eau en tête de bassin versant (source : Le Bihan)

Il est impératif d'étudier les horizons pédologiques à la cote de creusement du lit emboîté pour prévenir tout risque de perte d'écoulements (en cas d'apparition d'un substrat trop perméable). **Les horizons organiques à la surface du sol, au droit de la zone terrassée (avant les travaux) devront être conservés et remis en place en fond de lit emboîté.**

8. Apports de blocs

Concernant la pose de blocs, il est recommandé de ne pas en disposer sur des cours d'eau qui en sont naturellement dépourvus. Sur ces cours d'eau, c'est notamment le maintien total ou partiel du bois en rivière (et donc la présence d'une ripisylve naturelle) qui joue ce rôle de diversification des habitats et des écoulements.

En cas de pose de blocs, la densité de blocs ainsi que leur diamètre doivent correspondre à ceux du cours d'eau considéré.

9. Lutte contre le piétinement

Il convient de rappeler la réglementation en vigueur sur le territoire concerné par l'Accord de Territoire. Par exemple, **en Pays de la Loire, l'accès direct aux animaux dans le lit des cours d'eau est interdit** (cf. 7^{me} PAR Nitrates - Article 6.3).

Lorsque la pose de clôtures vise comme objectif l'installation d'une ripisylve diversifiée, il convient d'augmenter la distance de retrait du pied de la berge (pose de clôture à au moins 2 mètres du lit mineur) et ce afin de permettre l'expression de la ripisylve sur 1 m minimum sur chaque berge (cf. 7^{me} PAR) et prévenir les risques d'altération des berges.

10. Protection des berges

A l'état naturel, un cours d'eau présente des zones d'érosion, de dépôt et d'équilibre. La protection des berges est naturellement assurée par les caractéristiques des lits mineurs (largeur et hauteur, sinuosité, rugosité, etc.) ainsi que par la ripisylve.

Par conséquent, avant d'envisager une protection de berges, il convient de réaliser un diagnostic visant à déterminer les causes précises de l'érosion (exemple : cours d'eau recalibré, angle droit, ouvrage mal calé ou mal dimensionné, etc.).

Les solutions à retenir devront privilégier la restauration de l'hydromorphologie du cours d'eau et la reconstitution de la ripisylve.

III. MODALITES D'INTERVENTION SUR LA RIPISYLVE

1. Préservation des ripisylves existantes

Afin d'améliorer les bénéfices environnementaux des projets de restauration, **il convient de tout mettre en œuvre pour préserver les ripisylves existantes**. Dans le cas des remises dans le talweg, une vigilance particulière devra être portée sur le devenir de la ripisylve, qui deviendra alors une haie. Il existe un enjeu fort à inscrire ces linéaires en éléments boisés classés dans le PLU(I) des communes concernées.

[Pour aller plus loin :](#)

VILLAR M., CHEVALIER R., DUFOUR S. (coord.), 2025. Ripisylves et forêts alluviales. Connaissances et gestion en contexte de changements globaux, Versailles, éditions Quæ, 340 p. Disponible sur : <https://www.quae.com/produit/1952/9782759241293/ripisylves-et-forets-alluviales>

2. Reconstitution active ou passive de la ripisylve

En zone tempérée, les cours d'eau s'accompagnent généralement d'une fort alluviale ou ripisylve qui se développe au sein du lit majeur. La ripisylve peut se limiter un cordon riparien de quelques mètres de large, ou occuper tout l'espace de la plaine alluviale. Elle influence la morphologie du cours d'eau et participe son fonctionnement, notamment via la stabilisation des berges, l'ombrage qui abaisse la température de l'eau, l'apport en nutriment et en matière organique, et l'apport en bois qui participe à structurer des habitats dans le lit mineur (Dufour & Piégay, 2004 ; Naiman & Decamps, 1997). Par ailleurs, **plus la ripisylve est large et plus elle assure de fonctions écologiques.**

La ripisylve est essentielle pour garantir le bon fonctionnement des cours d'eau, notamment dans un contexte de changement climatique (4-5 °C de différence de température de l'eau entre des petits cours d'eau avec et sans ripisylve) (Rutherford *et al.*, 2004).

Il est pertinent de privilégier l'accompagnement de la fermeture naturelle du milieu, sans plantation. La recolonisation spontanée présente plusieurs avantages : sélection des espèces les mieux adaptées aux conditions écologiques locales, conservation de la biodiversité, moindre coût. La plantation de ligneux, comme pour l'ensemencement, doit être réservée aux cas le nécessitant vraiment (absence d'un pool de semence à proximité, risque fort de développement d'EEE, risque d'érosion marqué, etc.).

Une plantation partielle peut également être envisagée afin que les enjeux de développement d'une ripisylve soient bien pris en compte par les gestionnaires du site restauré (la présence de quelques arbres rappelant la nécessité de laisser un espace pour le développement de la ripisylve).

La vitesse de colonisation du milieu par les espèces ligneuses dépendra notamment de la structure paysagère, des conditions du milieu (hydromorphie, niveau trophique, acidité, luminosité, etc.) et de l'historique des usages de la zone (Preux *et al.*, 2019). Il est important de garder en tête que, du fait de leur situation à l'extrême amont du réseau, l'apport de sédiments, de matière organique et surtout de graines via le cours d'eau (propice à la reprise spontanée de la bande riveraine) sera plus limité au niveau des cours d'eau de rangs 1 et 2 que sur des sections de rang de Strahler supérieur.

Lors des plantations, il faut privilégier des espèces indigènes (CD29, 2024), de préférence d'origine locale. Lorsque cela est possible, il est recommandé d'utiliser des plants ou semences de la marque « Végétal local » (www.vegetal-local.fr) ou collectés sur place ou à proximité immédiate.

Pour aller plus loin :

BOUCHAMA N., 2025. Etude sur le dimensionnement des mesures compensatoires des cours d'eau en Bretagne. Rapport AgroParisTech / Direction Bretagne de l'Office Français de la Biodiversité (OFB). 55 pages. Disponible sur : https://oai-gem.ofb.fr/exl-php/document-affiche/ofb_recherche_oai/OUVRE_DOC/62698?vue=ofb_recherche_oai&action=OUVRE_DOC&cid=62698&fic=doc00086758.pdf

RUTHERFORD JC, MARSH NA, DAVIES PM, ET AL., 2004. Effects of patchy shade on stream water temperature: how quickly do small streams heat and cool? *Marine and Freshwater Research* 55 (8) : 737. DOI: 10.1071/MF04120.

CD29, 2024. Guide pour bien choisir ses arbres - Plan 500 000 arbres. 12 pages. Disponible sur : <https://www.maquestion.biodiversite.bzh/ressources-guide-pour-bien-choisir-ses-arbres-757-687-0-0.html>

OFB Pays de la Loire., 2025. Recommandations pour la plantation et l'entretien des haies. 15 pages. Disponible sur : https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/recommandation_plantation_de_haies_avril2025_vf.pdf

3. Entretien de la ripisylve

Il convient de questionner l'intérêt écologique des ouvertures de milieux au regard des connaissances scientifiques actuelles (Preux *et al.*, 2019).

L'abattage d'arbres doit être réservé aux peuplements composés d'essences inadaptées implantées le long des cours d'eau (exemple : épicéas, peupliers, etc.) et/ou dans les cas de risque pour la sécurité des biens ou des personnes. L'entretien de la ripisylve doit viser la préservation ou la reconstitution d'une ripisylve multi-strates composée d'essences naturelles et diversifiées. L'apport régulier de bois en rivière est essentiel pour garantir le bon fonctionnement d'un cours d'eau. Cela suppose d'avoir des arbres suffisamment anciens et disposant de leurs branches, afin de pouvoir produire une quantité et une diversité satisfaisante de bois mort.

La diminution de la rugosité du lit majeur, susceptible d'être occasionnée par des travaux trop lourds sur la bande riveraine, est de nature à amplifier les à-coups hydrauliques et le départ de sédiments fins (argile, limon, sable).

Le débroussaillage des ronciers présenté dans de nombreux dossiers ne doit pas être recommandé, sauf dans le cas d'un projet de reconstitution d'une ripisylve fonctionnelle. En effet, les ronciers constituent des habitats intéressants pour de nombreuses espèces (insectes, oiseaux, mammifères, etc.).

Il est rappelé aussi que le 7ème PAR nitrates des Pays de la Loire prévoit que sur une bande de 1 m le long des cours d'eau et sections de cours d'eau, l'exploitant agricole met en œuvre des conditions d'entretien compatibles avec le développement ou le maintien de la ripisylve. (cf. Art V.2.). Cette obligation est détaillée dans l'annexe du document de synthèse du PAR 7 mis à disposition sur le site internet de la DREAL des Pays de la Loire.

[Pour aller plus loin :](#)

PREUX T., AUGIER A., LASLIER M., DUFOUR S. ET MAGUEUR A., 2019. « L'enfrichement des milieux humides en Bretagne. Dynamique paysagère, évolution des usages, effets sur l'écologie des milieux aquatiques. », Rapport scientifique du programme ECOFRICHE phase 1, FMA, Université Rennes 2, LETG-Rennes, 128 p. Disponible sur : https://forum-zones-humides.org/wp-content/uploads/2021/11/EcoFriche_version_numerique_201904.pdf

DREAL., DRAAF Pays de la Loire., 2025. Synthèse des obligations des exploitations agricoles se situant en zones vulnérables en Pays de la Loire. 29 pages. Disponible sur : https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/synthese_par7-pan7_v15octobre2025.pdf

4. Gestion du bois en rivière

Tout d'abord, il apparaît judicieux de privilégier le terme « **bois en rivière** » aux termes « embâcles », « déchets ligneux », « encombres », au vu des enjeux écologiques majeurs associés à la présence de bois au sein des cours d'eau. **Les bois présents dans le lit des cours d'eau jouent de nombreuses fonctions écologiques**, leur enlèvement

doit ainsi être justifié clairement (exemple : menace pour la sécurité des biens et des personnes).

En lit majeur, un arbre mort sert d'habitat et de nourriture à de nombreuses espèces animales et végétales, dont certaines sont essentielles aux processus de décomposition des litières. Indispensable à la vie de ces espèces, l'arbre mort favorise le maintien de la biodiversité. Il est maintenant établi que **l'arbre mort n'est généralement pas porteur d'agents pathogènes et ne présente donc aucun risque pour le peuplement environnant**. Les cas particuliers, comme le dépérissement des aulnes glutineux dû au *Phytophthora*, doivent être traités spécifiquement.

En cas d'apport de bois en rivière, les positionnements du bois à privilégier sont les suivants : « entassement déflecteur », « entassement parallèle » et « passerelle » (cf. fiche FR_6 du guide de Melun, Le Bihan et de Billy, 2020). Afin d'assurer son maintien au sein du lit mineur, le bois en rivière doit conserver ses branches et présenter une longueur plus grande que la largeur du lit mineur à plein bord. En cas d'infrastructures sensibles au transit du bois en rivières en aval, il convient de stabiliser les bois en rivière apportés (en berge, par pieux voire câbles).

Par ailleurs, lorsque que le cours d'eau à restaurer présente des seuils générés par des chevelus racinaires (Figure 5) témoignant de l'incision de celui-ci, il est préférable de restaurer des radiers régulièrement répartis à l'aval de ces derniers afin de restaurer le profil en long du cours d'eau. La suppression de ces chevelus racinaires, qui peuvent induire une chute difficilement franchissable pour certaines espèces piscicoles, n'est pas pertinente.



Figure 5 : Seuil généré par des chevelus racinaires (source : OFB, SD 85)

[Pour aller plus loin :](#)

MELUN G., LE BIHAN M., DE BILLY V., 2021. Guide de préconisations techniques pour l'exploitation alluvionnaire et la réhabilitation hydromorphologique des criques guyanaises. Office français de la biodiversité, collection Guides et protocoles, 176 pages.

BIACHE C., 2017. Vieux bois et bois morts. Guide technique. - Office national des forêts, Direction forêts et risques naturels (DFRN), 102 pages.

FREDON Lorraine, INRA, Agence de l'eau Rhin-Meuse., 2007. Dépérissement des aulnes glutineux dû à *Phytophthora alni*. Revue bibliographique. Synthèse des travaux réalisés entre 1999 et 2006 dans le bassin Rhin-Meuse et conseils de gestion. 8 pages.

PITON G. & BENAKSAS S., 2023. Action Embâcle : sources, risques et mesures associés. Outils et recommandations. Tâche 1: Notes grand public sur le bois flottant.. IGE – Institut des Géosciences de l'Environnement. 2023, pp.10. hal-04239762.

QUINIOU M. & PITON P., 2022. Embâcles : concilier gestion des risques et qualité des milieux. Guide de diagnostic et de recommandations. [Rapport de recherche] ISL Ingénierie ; INRAE. pp.135.

IV. MODALITES D'INTERVENTION SUR LA CONTINUITE ECOLOGIQUE

1. Suppressions d'obstacles à la continuité écologique

La solution la plus efficace pour rétablir la continuité écologique est la suppression totale de l'obstacle (Malavoi & Salgues, 2010). Cette solution doit permettre de restaurer les caractéristiques hydromorphologiques naturelles du cours d'eau sur le tronçon influencé par l'obstacle. **Les projets de restauration de la continuité écologique devront systématiquement étudier un ou plusieurs scénarios de suppression totale (dérasement) ou partielle (arasement) de l'ouvrage.** L'usage éventuel de l'ouvrage doit être systématiquement questionné. Le cas échéant, des solutions techniques permettant à la fois la suppression de l'ouvrage et le maintien d'un usage devront être proposées.

2. Dimensionnement d'un dispositif de franchissement piscicole

D'une manière globale, la conception des aménagements s'appuiera sur la liste des espèces ciblées et leurs exigences en matière de franchissement (valeurs guides figurant dans le guide ICE de l'Agence Française pour la Biodiversité - chapitre « Pré-diagnostic des différents dispositifs de franchissement »), les autres valeurs présentes dans ce guide n'ont pas vocation à dimensionner des ouvrages de franchissement et le guide l'explique clairement.

3. Diagnostic - dimensionnement

Les éléments indispensables pour concevoir et dimensionner les dispositifs de franchissement piscicole sont :

- Une **chronique des débits disponibles** et notamment une estimation des **débits classés**. Sur un cours d'eau en liste 2 au titre de l'article L.214-17 du Code de l'environnement, une passe à poissons doit être fonctionnelle au moins 80 % du temps, généralement sur une gamme de débits comprise entre le Q10 et le Q90. Du fait de l'évolution des débits imputable au changement climatique, il est impératif que le dispositif fonctionne en période de basses eaux. L'estimation seule par la modélisation n'est pas suffisante et des mesures de débit sur le terrain doivent être réalisées.
- Les **hauteurs de chutes** et **l'évolution des cotes de ligne d'eau amont/aval de l'ouvrage** sur la gamme de débits ciblée. Les outils de modélisations peuvent être utiles pour estimer les cotes mais ne peuvent se suffire. Des campagnes de mesures sur le terrain sont indispensables. A l'étiage, la hauteur de chute est maximale et permet de dimensionner la passe. En hautes eaux, il convient de vérifier que l'enneigement par l'aval ne réduit pas de manière drastique l'attractivité. Une chute de 15 cm à l'aval de la passe est préconisée pour garantir l'attractivité.
- Une **analyse de la répartition des débits au droit de l'ouvrage** afin de vérifier que la passe est attractive. L'identification de potentiels **débits concurrents** est importante pour implanter au mieux la passe et s'assurer que le jet soit bien visible par les espèces piscicoles.

Les espèces cibles retenues pour le classement des cours d'eau en liste 2 dans les départements des Pays de la Loire varient d'un secteur à l'autre. En compilant tous les tronçons, les espèces potentiellement prises en compte sont :

- Pour les espèces amphihalines : l'anguille, l'alose, la lamproie marine, le saumon atlantique et la truite de mer ;
- Pour les espèces holobiotiques : le barbeau fluviatile, le brochet, le hotu, la lamproie de planer, la loche de rivière, la lotte de rivière, la truite fario, le spirlin et la vandoise.

Critères piscicoles à respecter

Dispositifs de franchissement piscicole avec une succession de chutes

Tableau 1 : Critères de dimensionnement des passes à poissons pour différentes espèces selon la hauteur de chute, la puissance dissipée, la longueur des bassins et le tirant d'eau.

Espèces	Hauteur de chute max. (m)	Puissance dissipée max. (W/m ³)	Longueur minimale des bassins (m)	Profondeur minimale des bassins (m)	Largeur minimale des fentes ou échancrures (m)
Anguille	0,20 – 0,25	130 – 150	1,25	0,50	0,15
Alose	0,25 – 0,30	130 – 150	3,50	1,00	0,40
Lamproie Marine	0,25 – 0,30	150 – 200	1,25	1,00	0,15
Saumon Atlantique / Truite de mer	0,30 – 0,30	200 – 220	2,50	1,00	0,30
Barbeau fluviatile	0,25 – 0,30	130 – 150	2,00	0,75	0,25
Brochet	0,25 – 0,30	130 – 150	2,50	0,75	0,30
Hotu	0,25 – 0,30	130 – 150	2,00	0,75	0,25
Lamproie de Planer	0,15 – 0,20	100 – 130	1,25	0,50	0,15
Loche de rivière	0,20 – 0,25	100 – 130	2,50	0,50	0,15
Lotte de rivière	0,15 – 0,20	100 – 130	1,25	0,75	0,30
Truite fario	0,25 – 0,30	150 – 200	1,00	1,75	0,20
Spirlin	0,20 – 0,25	100 – 130	2,00	0,75	0,25
Vandoise	0,20 – 0,25	100 - 130	2,50	0,75	0,30

Tous les jets doivent être de surface. En mode dégradé (étiage), des jets de quasi de surface sont acceptables.

Dispositifs de franchissement de type rampe / bras / etc.

Tableau 2 : Critères de dimensionnement du tirant d'eau des passes à poissons pour différentes espèces.

Espèces	Anguille	Alose	Lamproie Marine	Saumon Atlantique / Truite de mer	Barbeau fluviatile	Brochet	Hotu
Hauteur d'eau (cm)	5	40	15	40	30	30	30
Espèces	Lamproie de Planer	Loche de rivière	Lotte de rivière	Truite fario	Spirilin	Vandoise	Anguille
Hauteur d'eau (cm)	20	20	30	30	20	30	5

Pour ce type de dispositif, il faut également vérifier que les vitesses des écoulements, sur la gamme de débits retenue, en relation avec la distance à parcourir sont compatibles avec les capacités de nage des poissons. Pour ce faire, on pourra utiliser les graphiques présentés dans le guide ICE à partir de la page 129 (Figure 6).

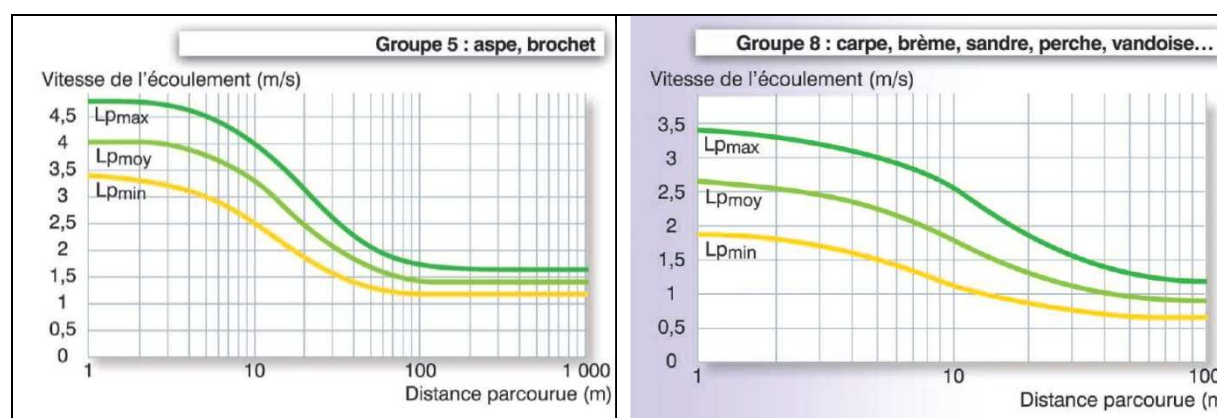


Figure 6 : Evolution de la distance parcourue en fonction de la vitesse de l'écoulement pour les groupes d'espèces n°5 et n°8

Pour aller plus loin :

BAUDOIN J.M., BURGUN V., CHANSEAU M., LARINIER M., OVIDIO M., SREMSKI W., STEINBACH P. & VOEGTLE B., 2013. Informations sur la continuité écologique, Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons, Principes et méthodes. Guide ONEMA, Collection "Comprendre pour agir", 200 pages. <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/evaluer-franchissement-obstacles-poissons-principes-methodes-informations>.

LARINIER M., COURRET D. & GOMES P., 2006, Guide technique pour la conception des "passes naturelles", Rapport GHAAPPE RA.06.05-V1, CSP/CEMAGREF/GHAPPE Institut de Mécanique des Fluides, 66 pages. <https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/fr/notice/file/29233>

LARINIER M., PORCHER J.P., TRAVADE F., GOSSET C., 1994. Passes à poissons : expertise, conception des ouvrages de franchissement/ Conseil Supérieur de la Pêche, collection « mise au point », 335 p. <https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/fr/notice/file/29580>

MALAVOI J.-R. & SALGUES D., 2010. Arasement et dérasement de seuils. Aide à la définition de cahier des charges pour les études de faisabilité. Onema/Cemagref. 83 pages.

4. Création et/ou remplacement d'ouvrages de franchissement

Concernant les franchissements de cours d'eau, il convient de **privilégier les dispositifs sans assise dans le fond du lit mineur du cours d'eau** (passerelle béton, passerelle bois, etc.) (Figure 7). Par ailleurs, il est nécessaire d'anticiper la cote de fond des ouvrages hydrauliques afin de respecter le profil en long naturel du cours d'eau concerné (CETE, 2013).

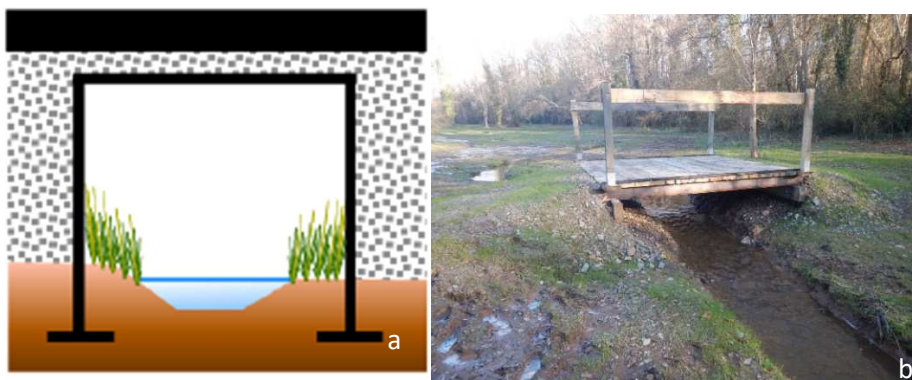


Figure 7 : Illustrations d'ouvrages sans assise dans le fond du lit mineur
(Sources : a) CETE de l'Est et ONEMA, 2013, b) OFB, SD 85)

La pose de barrettes est utile, notamment pour maintenir un tirant d'eau suffisant à l'étiage. Dans ce cas, elles doivent permettre de garantir un tirant d'eau suffisant pour les espèces cibles. Les dispositifs de type barrettes doivent être disposés de manière alterne à l'intérieur des ponts-cadres sur 2/3 de la largeur pour éviter l'apparition de couloirs hydrauliques. Ces barrettes ont pour objectifs de maintenir la granulométrie en place et de concentrer les écoulements à l'étiage.

En cas d'enjeux relatifs à la circulation de la faune terrestre (lors de la pose d'un pont cadre par exemple), il convient de suivre les recommandations techniques formulées dans le guide du CEREMA en 2021 intitulé « Les passages à faune. Préserver et restaurer les continuités écologiques, avec les infrastructures linéaires de transport ».

Concernant les passages petite faune (PPF), il est notamment attendu :

- une largeur de 60 cm,
 - une hauteur libre sous l'ouvrage de 70 cm,
 - que la hauteur soit calée à la cote du débit de crue décennale (Q10),
 - que la liaison avec la berge du cours d'eau (qui est primordiale pour la fonctionnalité de l'aménagement) soit réalisée avec les pentes les plus douces possibles, sans marche.
- Des aménagements connexes (grillages, panneaux occultant sous glissière, etc.) peuvent parfois être nécessaires pour guider et inciter le passage vers ces ouvrages,
- l'entretien régulier de cet aménagement afin qu'il reste fonctionnel en permanence.

Le dimensionnement des ponts cadres doit également tenir compte du ratio section/longueur adéquat (par rapport au risque de retard à la migration en raison de la transition jour/nuit) (Tableau 1).

Rappel des prescriptions de l'arrêté ministériel du 28/11/2007, notamment son article 6 - 2^{ème} alinéa : « Le radier de l'ouvrage est situé à environ 30 cm au-dessous du fond du lit du cours d'eau et est recouvert d'un substrat de même nature que celui du cours d'eau.

Un aménagement d'un lit d'étiage de façon à garantir une lame d'eau suffisante à l'étiage est assuré ».

Longueur de couverture	Rapport ouverture/longueur
$L < 30 \text{ m}$	≥ 0.25
$30 < L < 60$	≥ 0.5
$L > 60$	≥ 0.75 ou recherche d'un autre type d'ouvrage

Tableau 1 : Rapport section/longueur en fonction de la longueur de couverture (CEREMA, 2021)

Pour aller plus loin :

LARINIER M., PORCHER J.P., TRAVADE F., GOSSETC., 1994. Passes à poissons : expertise, conception des ouvrages de franchissement/ Conseil Supérieur de la Pêche, collection « mise au point », 335p.

LARINIER M., COURRET D., GOMES P., 2006. Guide Technique pour la conception des passes naturelles/ GHAPPE, 66p.

<https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/fr/notice/file/29233>

CEREMA, 2021. Les passages à faune. Préserver et restaurer les continuités écologiques, avec les infrastructures linéaires de transport. Collection : références. Disponible sur <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/20803/les-passages-a-faune-preserver-et-restaurer-les-continuites-ecologiques-avec-les-infrastructures-lin>.

CETE de l'Est et ONEMA, 2013. Petits ouvrages hydrauliques et continuités écologiques. Cas de la faune piscicole. Note d'information du SETRA. 25 pages. Disponible sur : <https://doc.cerema.fr/doc/SYRACUSE/17154/petits-ouvrages-hydrauliques-et-continuites-ecologiques-cas-de-la-faune-piscicole-note-d-information>

5. Amélioration de la continuité écologique sur ouvrage existant

Il convient d'éviter le terme de « mini-seuil » pour désigner la mise en place de radiers dans un cours d'eau en aval de certains ouvrages routiers. Selon les cas de figure, il faut privilégier soit des radiers régulièrement répartis, soit des rampes en enrochements (Larinier *et al.*, 2006). Afin de garantir le franchissement des petites espèces, il convient autant que possible de respecter des pentes de radiers de 2-3% au maximum. Sur un cours d'eau en liste 2, les critères piscicoles définis pour les espèces cibles doivent être respectés.

Pour aller plus loin :

CETE de l'Est et ONEMA, 2013. Petits ouvrages hydrauliques et continuités écologiques. Cas de la faune piscicole. Note d'information du SETRA. 25 pages. Disponible sur : <https://doc.cerema.fr/doc/SYRACUSE/17154/petits-ouvrages-hydrauliques-et-continuites-ecologiques-cas-de-la-faune-piscicole-note-d-information>

LARINIER M., COURRET D. & GOMES P., 2006, Guide technique pour la conception des "passes naturelles", Rapport GHAPPE RA.06.05-V1, CSP/CEMAGREF/GHAPPE Institut de Mécanique des Fluides, 66 pages.

6. Suppression de plan d'eau

Concernant les modalités techniques de suppression d'un plan d'eau, il est recommandé de se référer à la fiche intitulée « La suppression d'un plan d'eau en barrage sur un cours d'eau » rédigée par l'OFB en 2023. Concernant la vidange préalable à une opération de suppression de plans d'eau, il est nécessaire de se référer à l'Arrêté de Prescriptions Générales du 09/06/2021.

Pour aller plus loin :

JEANNEAU G. & LE BIHAN M., 2018. Retour d'expériences sur les opérations de suppressions de plan d'eau à l'échelle du territoire Bretagne, Pays de la Loire. Rapport de l'Agence Française pour la Biodiversité, Direction Interrégionale Bretagne, Pays de la Loire, 32 pages.

LE BIHAN M. & HUBERT A., 2023. FICHE technique n°1 : La suppression d'un plan d'eau en barrage sur un cours d'eau. Note de la Direction Bretagne de l'Office Français de la Biodiversité. 10 pages.

7. Dérivation de plan d'eau

Concernant les modalités techniques de dérivation d'un plan d'eau, il est recommandé de se référer à la fiche intitulée « La réalisation d'une dérivation d'un plan d'eau en barrage sur un cours d'eau » rédigée par l'OFB en 2023.

Pour aller plus loin :

ANQUETIL H., HUBERT A., LEDOUBLE O., LE BIHAN M., 2023. Fiche technique n°2 : La réalisation d'une dérivation d'un plan d'eau en barrage sur un cours d'eau. Note de la Direction Bretagne de l'Office Français de la Biodiversité. 9 pages.

8. Mise en place de moines hydrauliques

Concernant les modalités techniques de la réalisation de moines hydrauliques, il est recommandé de se référer à la fiche intitulée « Installation d'un moine hydraulique sur un plan d'eau existant » rédigée par l'OFB en 2025.

Pour aller plus loin :

LE BIHAN M., HUBERT A. & ANQUETIL H., 2025. Fiche technique n°3 : Installation d'un moine hydraulique sur un plan d'eau existant. 13 pages. Disponible sur : <https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/actions-a-mener-sur-les-plans-d-eau-a6234.html>

V. MODALITES D'INTERVENTION EN ZONES HUMIDES

Dans les projets de restauration écologique, il est recommandé de retenir les solutions les plus ambitieuses pour restaurer les zones humides altérées (exemple : suppression de remblais, dédrainage, suppression de plans d'eau, etc.).

1. Neutralisation des réseaux de drainage

Concernant la neutralisation des réseaux de drainage, il est recommandé de se référer au carnet d'itinéraires techniques « Neutralisation de drainage en zone humide », rédigée par le Forum des Marais Atlantiques en 2025.

2. Suppression de remblais

En cas d'opérations de suppression de remblais, il est recommandé de consulter avec attention le carnet d'itinéraires techniques dédié, réalisée par le FMA en 2023.

3. Restauration des rangs 0

Il est pertinent d'intervenir dès les zones de sources (zones humides de rang 0) (Bodineau *et al.*, 2025 ; Galineau, 2020 ; Yvin, 2023).

Pour aller plus loin :

BODINEAU J., LE BIHAN M. & HUBERT A., 2025. Définition, identification, préservation et restauration des zones de sources des cours d'eau en Bretagne et Pays de la Loire. Fiche technique. 41 pages. Disponible sur : <https://www.trameverteetbleue.fr/documentation/references-bibliographiques/fiche-technique-sur-la-preservation-et-la-restauration>

DAUSSE, A. 2023 - Suppression d'un remblai en zone humide. Carnet technique du réseau sur la restauration des zones humide de Bretagne. Agence de l'eau Loire-Bretagne / Région Bretagne / DREAL Bretagne. Forum des Marais Atlantiques, Brest. 13 p. Disponible sur : <https://rerzh.forum-zones-humides.org/ressources-et-outils/carnets-methodologiques-et-techniques-2/>

DAUSSE A., 2025. Neutralisation de drainage en zone humide. Carnet d'itinéraires techniques. Guide sur la restauration des zones humides de Bretagne. Réseau sur la restauration des zones humide de Bretagne, Forum des Marais Atlantiques, 52 p. Disponible sur : <https://rerzh.forum-zones-humides.org/ressources-et-outils/carnets-methodologiques-et-techniques-2/>

GALINEAU, 2020. Etude exploratoire des rangs zéro sur le territoire Bretagne, Pays de la Loire. Rapport de stage de Master 2. Direction Bretagne de l'OFB / Université de Rennes 1. 32 pages.

YVIN, 2023. Caractérisation des rangs 0 préservés à l'extrême amont des têtes de bassin versant en Bretagne. Rapport de stage d'Ingénieure. Direction Bretagne de l'OFB / AgroParisTech Nancy. 38 pages.

VI. MODALITES D'INTERVENTION SUR LE RESEAU HYDRAULIQUE ANNEXE (RHA), LES MARES, LES MARAIS ET LES ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES (EEE)

1. Entretien et déconnexion du Réseau Hydraulique Annexe

Au préalable à la réalisation des interventions prévues sur le réseau hydraulique annexe (fossés/drains), il convient d'identifier les cours d'eau artificialisés qui devront faire l'objet d'une démarche d'entretien ou de restauration spécifique (cf. cartographie des cours d'eau au titre de la police de l'eau - DDT(M)).

Les techniques d'entretien de fossés considérées comme des alternatives à la méthode dite « traditionnelle » sont les suivantes : la méthode du tiers inférieur, la méthode du curage en alternance, la déconnexion de fossés, l'arrêt du curage, etc. (Morin & Bizet, 2022).

En cas d'opérations de curage de fossé, il est nécessaire de ne pas approfondir les réseaux existants, au risque d'augmenter le drainage des milieux humides situés de part et d'autre des fossés.

Pour aller plus loin :

CD 53, 2023. Fiche technique Infiltr'eau. Entretien des fossés routiers. Fiche technique. 2 pages. Disponible sur : <https://climat.lamayenne.fr/wp-content/uploads/2025/03/FicheTechniqueInfiltr'eau-Vdef.pdf>

EPNAC, 2018. Définitions autour des zones de rejet végétalisées. 4 pages. Disponible sur https://reseau-eau.educagri.fr/files/DefinitionsAutourDesZonesDeRejetVegetalis_fichierRessource1_def-autour-des-zrv.pdf.

MC DONALD D., DE BILLY V. & GEORGES N., 2018. Bonnes pratiques environnementales. Cas de la protection des milieux aquatiques en phase chantier : anticipation des risques, gestion des sédiments et autres sources potentielles de pollutions des eaux. Collection Guides et protocoles. Agence française de la biodiversité. 148 pages. Disponible sur : <https://ofb.gouv.fr/doc/bonnes-pratiques-environnementales-protection-des-milieux-aquatiques-en-phase-chantier>

MORIN F., BIZET V., 2022. Entretien des fossés et des bas-côtés routiers, Guide technique départemental. Conseil Départemental des Côtes-d'Armor. Réédition 2022 suite à l'approbation du Schéma Directeur des Routes des Côtes d'Armor. 48 pages.

2. Préservation et création de zones tampons pour la qualité physico-chimique de l'eau

Les zones tampons naturelles (ripisylves, bandes enherbées, talus, haies, prairies humides, bosquets, etc.) présentes à l'échelle des BV doivent être préservées **en priorité** puisqu'elles participent à une meilleure qualité d'eau à l'échelle du bassin versant.

Le choix du type de zone tampon et son dimensionnement dépendent d'un diagnostic précis à l'échelle de la parcelle concernée (Figure 8) (Catalogne & Le Hénaff, 2017).

La création de zones tampons doit être réfléchi à l'échelle du bassin versant et devrait être intégrée aux projets de restauration de cours d'eau afin de réduire les impacts du drainage (routier, agricole, etc.) et des eaux pluviales sur celui-ci (à-coups hydrauliques, érosion, colmatage, altération de la qualité d'eau, etc.).

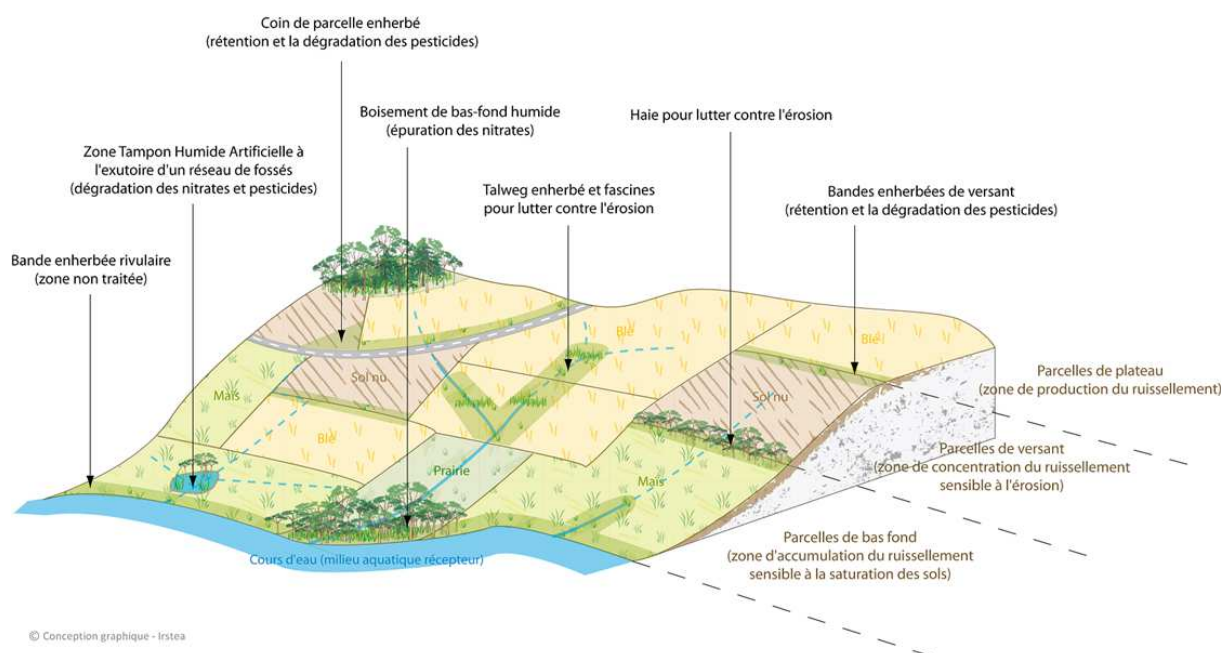


Figure 8 : Exemple d'aménagement de zones tampons dans un versant à forte dominante agricole : une diversité de solutions peut être proposée pour répondre aux différentes problématiques rencontrées (Catalogne & Le Hénaff)

Concernant la création de zones tampons humides artificielles (ZTHA), **ces dernières ne doivent pas être réalisées en zones humides (EPNAC, 2018)**. Si ce n'est pas possible hors zone humide, la séquence ERC doit obligatoirement être mise en œuvre.

Pour aller plus loin :

CATALOGNE C. & LE HENAFF G., 2017. Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole. Collection Guide et protocole. Rapport IRSTEA/ONEMA élaboré dans le cadre du Groupe Technique Zones Tampons. 44 pages. Disponible sur : <https://ofb.gouv.fr/doc/guide-aide-a-implantation-des-zones-tampons-pour-attenuation-des-transferts-de-contaminants>

EPNAC, 2018. Définitions autour des zones de rejet végétalisées. 4 pages. Disponible sur https://reseau-eau.educagri.fr/files/DefinitionsAutourDesZonesDeRejetVegetalis_fichierRessource1_def-autour-des-zrv.pdf.

3. Création / restauration de mares

Il est nécessaire de préciser l'objectif recherché pour les projets de création et de restauration de mares et de viser un gain de biodiversité. Une réflexion doit être apportée sur l'état des lieux, étudiant notamment la flore, les amphibiens, le réseau de mares ainsi que la matrice paysagère (haies et zones boisées pour les sites d'hivernage) existant à proximité du projet (Courteille & Vivier, 2025). La création de mare sans site d'hivernage sur son pourtour n'est pas pertinente compte tenu de la biologie des espèces vivant dans ce milieu. L'introduction volontaire de flore exotique, poisson, etc. dans les mares créées devra être proscrite pour leur bon fonctionnement naturel et le développement équilibré des invertébrés et amphibiens.

Il est impératif de ne pas créer de mare connectée au réseau hydrographique, ni sur une zone humide. La création de mare à proximité des cours d'eau devra également être évitée, pour empêcher toute introduction de poissons lors des crues. Son implantation devra être à une distance minimale de 10 à 20 mètres du réseau hydrographique.

Il convient de définir la superficie envisagée au regard des exigences des espèces cibles. **Au sein des rangs 0, il convient de ne pas systématiser la création de mares** (risque d'atteinte à des zones humides ou des habitats d'intérêt, contraintes supplémentaires liées à l'entretien pour la gestion post-restauration). En cas de création, il faudra adapter les caractéristiques des mares à cette position apicale (surface comprise entre quelques dizaines de m² et 100 m²).

En cas de risque de piétinement par le bétail, la mise en défens des rives doit être prévue (exclos avec point d'abreuvement éventuel).

Pour la restauration des mares, il convient de préciser, dans le cadre de l'état initial, la surface en eau avant curage, la hauteur d'envasement, les données floristiques et faunistiques en indiquant les éventuelles espèces protégées présentes.

Les méthodes d'inventaires des amphibiens doivent être précisées (comptage visuel, ADN environnemental, écoute, etc.) et réalisées à une période favorable à leur détection.

[Pour aller plus loin :](#)

COURTEILLE, T, VIVIER A., 2025. Création et restauration des mares en France. Définitions, fonctionnement et techniques d'intervention. Office Français de la Biodiversité. Paris, 105p + annexes. Disponible sur : https://hal.science/hal-05329490v1/file/Creation_et_Restauration_Mares_Courteille_vf.pdf

OFB Pays de la Loire., 2025. Recommandations pour création et l'entretien d'une mare. 9 pages. Disponible sur : https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/recommandation_creation_de_mares_avril2025_vf-1.pdf

4. Modalités d'intervention sur les espèces exotiques envahissantes

Les interventions sur les espèces exotiques envahissantes (EEE) devront être réalisées en mettant en œuvre tous les moyens disponibles pour éviter les risques de dissémination. Les méthodes utilisées devront s'appuyer sur un retour d'expériences robuste sur les moyens de gestion ou d'éradication de l'espèce considérée. La consultation des retours d'expériences du centre de ressources dédié aux EEE est

fortement recommandée (<http://especes-exotiques-envahissantes.fr/centre-de-ressources-especes-exotiques-envahissantes/>).

5. **Actions spécifiques en marais**

Le curage de canaux de marais est souvent présenté comme étant une opération présentant un impact bénéfique pour la biodiversité, tendant à minimiser les impacts de ces travaux (Wasson *et al.*, 1995).

Le curage en marais a pour objectif de maintenir son fonctionnement hydraulique ainsi que les usages associés mais ne saurait se justifier de manière générale en termes d'amélioration de la biodiversité. C'est la diversité des habitats à l'échelle du marais qui permet de favoriser la biodiversité.

Des techniques de curage plus adaptées existent et permettent de minimiser plus ou moins fortement les impacts générés par les opérations de curage sur les linéaires concernés et sur les écosystèmes aval. Ainsi, nous recommandons l'utilisation de la technique du « tiers inférieur » (Mac Donald *et al.*, 2018).

Dans tous les cas, les mesures de protection de la faune aquatique (poissons, etc.) doivent être draconiennes et les modalités d'interventions précisément définies au préalable (obligation de résultats), quel que soit le mode de curage retenu (en eau ou à sec).

[Pour aller plus loin :](#)

WASSON J.G., MALAVOI J.R., MARIDET L., SOUCHON Y. & PAULIN L., 1995. Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. Rapport de recherche Irstea. 166 pages.

VII. **BONNES PRATIQUES EN PHASE CHANTIER**

1. **Prise en compte des enjeux biodiversité**

Les mesures de sauvegarde de la biodiversité durant le chantier doivent être anticipées et mises en œuvre durant toute la durée du chantier (cf. pages 65 à 79 du guide Georget *et al.*, 2025). En cas de découverte d'une espèce protégée lors de la phase chantier, le pétitionnaire devra immédiatement prévenir le service instructeur et prendre les mesures nécessaires.

2. **Période de travaux**

Il convient d'adapter la période des travaux à la pluviométrie et de n'intervenir qu'en période d'étiage afin d'éviter toute pollution des cours d'eau (Mac Donald *et al.*, 2018).

Pour préserver les enjeux relatifs à la biodiversité, il est généralement recommandé de réaliser les travaux de septembre à octobre mais ce planning doit être adapté aux espèces présentes (Chauvigné & Le moine, 2019).

3. **Gestion des matières en suspension (MES)**

Sur les chantiers, l'approche « multi-barrières » (Figure 9) doit être mise en œuvre au droit des zones terrassées afin de contrôler à la source les risques d'érosion des sols et limiter les volumes d'eau et de sédiments à traiter au point bas des chantiers. Pour

cela, les techniques préventives doivent être favorisées aux techniques curatives (Mac Donald *et al.*, 2018).

Quatre grands types de bonnes pratiques sont associés à l'approche multi-barrières :

- Anticiper les risques d'érosion ;
- Lutter contre l'érosion ;
- Gérer les écoulements superficiels ;
- Traiter les sédiments.

Pour les travaux en cours d'eau, la mise en place d'un batardeau avec big-bags ou d'une dérivation provisoire afin de travailler à sec (hors d'eau) constitue bien souvent la meilleure des mesures pour éviter le départ de MES ou d'autres polluants dans le cours d'eau.

Le choix du ou des dispositif(s) de filtration ainsi que leur dimensionnement doivent être adaptés au rejet (débit et quantité de MES) considéré. **Les filtres granulométriques sont à privilégier aux filtres à paille** (cf. fiche Lutter n°7, MacDonald *et al.*, 2018). Le maintien et l'entretien des dispositifs de filtration doit être assuré durant toute la période de risque de rejets de MES.

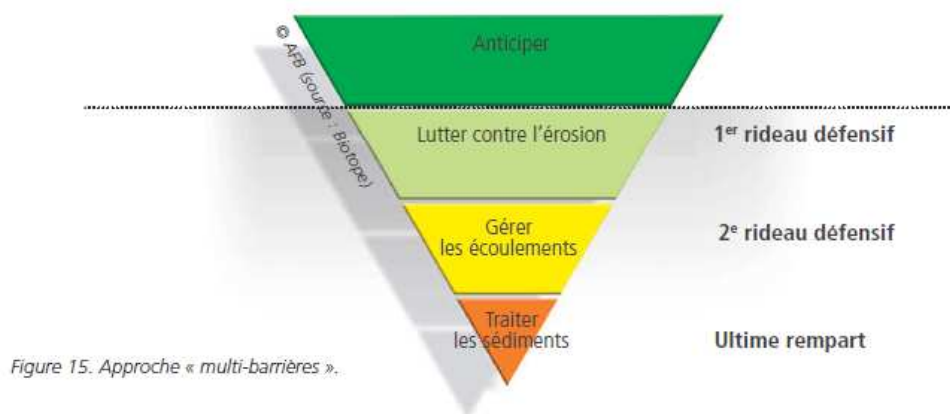


Figure 15. Approche « multi-barrières ».

Figure 9 : Approche "multi-barrières" (MacDonald *et al.*, 2018)

En présence de risques érosifs ou d'instabilités sur les zones fraîchement restaurées, il est recommandé de réaliser un ensemencement pour reconstituer une strate herbacée adaptée sur ces zones sensibles (Mac Donald *et al.*, 2018 ; Fiche Lutter n°3), avec :

- semis de Ray-grass d'Italie en faible densité (espèce exogène mais annuelle donc vite concurrencée par les indigènes) ;
- semis de mélanges de semences de type prairie diversifiée d'origine locale (attention aux semences non locales avec un risque de pollution génétique) ;
- récolte de graines, étalage de fauches fraîches ou bottes de foin riches en graines issues de récoltes dans des prairies attenantes.

4. Informations des services

Nous rappelons qu'il est recommandé aux porteurs de projets d'informer les services police de l'eau des dates précises des travaux afin de pouvoir réaliser des visites en phase chantier. Par ailleurs, il est pertinent de réaliser, en début de chantier, un

« segment test » avec l'ensemble des partenaires du projet (services instructeurs, OFB, chef de chantier, pelleteur, etc.) pour s'assurer de la bonne mise en œuvre des travaux.

Pour aller plus loin :

CHAUVIGNE & LEMOINE, 2019. Biodiversité & chantiers. Comment concilier nature et chantiers urbains ? 80 pages. Disponible sur : <http://www.genieecologique.fr/reference-biblio/guidebiodiversite-chantiers-comment-concilier-nature-et-chantiers-urbains>

GEORGES N., BILLY DE V., SCHWAB T., RIVAUD P., CORBET T., MOULIN N., MIRAMONT T. 2025. Travaux en cours d'eau. Bonnes pratiques en phase chantier. Office français de la biodiversité, Méthodes et techniques, 210 pages.

MC DONALD D., DE BILLY V. & GEORGES N., 2018. Bonnes pratiques environnementales. Cas de la protection des milieux aquatiques en phase chantier : anticipation des risques, gestion des sédiments et autres sources potentielles de pollutions des eaux. Collection Guides et protocoles. Agence française de la biodiversité. 148 pages.

VIII. Modalités de suivi

Les suivis des opérations de restauration doivent être définis au regard de l'objectif de l'opération de restauration.

Les bureaux d'études sont invités à se référer aux guides suivants afin de définir une stratégie de suivi pertinente :

- Pour les cours d'eau (Rolan-Meynard M. *et al.*, 2019 ; Hubert *et al.*, 2019) ;
- Pour les zones humides (FMA, 2015 ; Porteret, 2017) ;
- Pour le volet faune et flore, il est recommandé de mettre en place un suivi adapté au contexte, aux enjeux et aux éventuelles espèces ciblées par la restauration ;
- Pour la relation cours d'eau-nappe-zones humides (Paran & Augeard, 2017 ; Berceau, 2021).

Chaque suivi préconisé dans ce document devra comporter à minima un état avant (état initial) et après travaux.

Leur fréquence de mise en œuvre est à adapter selon l'appréciation du gestionnaire en fonction des événements hydrologiques significatifs (crue morphogène, étiage sévère, etc.). Néanmoins, des recommandations sur les pas de temps à respecter pour chaque méthode sont développées à partir de la page 20 du guide Rolan-Meynard *et al.*, 2020.

Il faut s'assurer que le découpage en segments morphologiquement homogènes soit comparable entre l'état initial et l'état après travaux. Parmi les fiches « indicateurs », certaines mesures s'effectuent à l'échelle du tronçon, du segment, de la station. Les mesures effectuées à l'échelle de la station impliquent au préalable de choisir une station représentative du linéaire étudié.

Il est conseillé de réaliser une couche SIG des sites suivis, associée à un calendrier d'échantillonnage, afin de faciliter la pérennité et la valorisation de ces suivis.

Pour aller plus loin :

BERCEAU, 2021. Apport des techniques de suivi spécifiques de la piézométrie sur les échanges nappe-rivière. Tache 2 du projet BERCEAU. 113 pages. Disponible sur :

[Berceau_rapport-Tach2-2022.pdf \(creseb.fr\)](#).

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 <https://forum-zones-humides.org/wp-content/uploads/2021/06/Mallette-dindicateurs.pdf>.

HUBERT A., LE BIHAN M., GRIMAULT L., PECHEUX N., MAY C., SEGUY P. & MEVEL A., 2019. 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. Guide de l'Agence Française pour la Biodiversité, Direction Interrégionale Bretagne, Pays de la Loire. 47 pages.

PARAN F., AUGÉARD B. (COORDINATEURS), 2017. Guide technique Interactions nappe/rivière : des outils pour comprendre et mesurer les échanges. Agence française pour la biodiversité, collection Guides et protocoles, 102 pages. Disponible sur : <https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/pdf/Naprom-4pages-couverture.pdf>.

PORTERET J., 2017. Guide méthodologique d'utilisation des indicateurs pour le suivi des travaux de restauration. 28 pages. Disponible sur : https://www.gesteau.fr/sites/default/files/gesteau/content_files/document/guide_restoration_bao_rhomeo.pdf.

ROLAN-MEYNARD M. et al., 2019. Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau. Agence française pour la biodiversité. Collection *Guides et protocoles*. 189 pages.

BIBLIOGRAPHIE

AELB, 2022. SDAGE 2022-2027 du bassin Loire-Bretagne - Tome 1 : orientations fondamentales. Disponible sur : <https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home/le-sdage-2022-2027.html>

Arrêté du 9 juin 2021 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux plans d'eau, y compris en ce qui concerne les modalités de vidange, relevant de la rubrique 3.2.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du Code de l'Environnement. PG du 9 Juin 2021.

ANQUETIL H., HUBERT A., LEDOUBLE O., LE BIHAN M., 2023. Fiche technique n°2 : La réalisation d'une dérivation d'un plan d'eau en barrage sur un cours d'eau. Note de la Direction Bretagne de l'Office Français de la Biodiversité. 9 pages.

BAUDOIN J.M., BURGUN V., CHANSEAU M., LARINIER M., OVIDIO M., SREMSKI W., STEINBACH P. & VOEGTLE B., 2013. Informations sur la continuité écologique, Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons, Principes et méthodes. Guide ONEMA, Collection "Comprendre pour agir", 200 pages. <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/evaluer-franchissement-obstacles-poissons-principes-methodes-informations>

BERCEAU, 2021. Apport des techniques de suivi spécifiques de la piézométrie sur les échanges nappe-rivière. Tache 2 du projet BERCEAU. 113 pages. Disponible sur : [Berceau_rapport-Tach2-2022.pdf](#) (creseb.fr).

BIACHE C., 2017. Vieux bois et bois morts. Guide technique. - Office national des forêts, Direction forêts et risques naturels (DFRN), 102 pages.

BODINEAU J., LE BIHAN M. & HUBERT A., 2025. Définition, identification, préservation et restauration des zones de sources des cours d'eau en Bretagne et Pays de la Loire. Fiche technique. 41 pages.

Disponible sur : <https://www.trameverteetbleue.fr/documentation/references-bibliographiques/fiche-technique-sur-la-preservation-et-la-restauration>

BOSSIS M., 2014. Étude de l'hydromorphologie à l'échelle stationnelle des cours d'eau de tête de bassin versant armoricains en situation de référence. Rapport de stage de Master 2. Délégation interrégionale Bretagne-Pays de la Loire de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques / Université de Rennes 1. 19 pages.

BOUCHAMA N., 2025. Etude sur le dimensionnement des mesures compensatoires des cours d'eau en Bretagne. Rapport AgroParisTech / Direction Bretagne de l'Office Français de la Biodiversité (OFB). 55 pages. Disponible sur : https://oai-gem.ofb.fr/exl-php/document-affiche/ofb_recherche_oai/OUVRE_DOC/62698?vue=ofb_recherche_oai&action=OUVRE_DOC&cid=62698&fic=doc00086758.pdf

BRADSHAM, 1996. Underlying principles of restoration. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 53 (suppl. 1), pp. 3-9.

CATALOGNE C. & LE HENAFF G., 2017. Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole. Collection Guide et protocole. Rapport IRSTEA/ONEMA élaboré dans le cadre du Groupe Technique Zones Tampons. 44 pages. Disponible sur : <https://ofb.gouv.fr/doc/guide-aide-a-implantation-des-zones-tampons-pour-attenuation-des-transferts-de-contaminants>

CATER Basse-Normandie, 2020. La recharge en granulats, une technique souple et rapide pour la restauration des petits cours d'eau. Guide technique. 16 pages.

CD 53, 2023. Fiche technique Infiltr'eau. Entretien des fossés routiers. Fiche technique. 2 pages. Disponible sur : <https://climat.lamayenne.fr/wp-content/uploads/2025/03/FicheTechniqueInfiltr'eau-Vdef.pdf>

CD29, 2024. Guide pour bien choisir ses arbres - Plan 500 000 arbres. 12 pages. Disponible sur : <https://www.maquestion.biodiversite.bzh/ressources-guide-pour-bien-choisir-ses-arbres-757-687-0-0.html>

CEREMA, 2021. Les passages à faune. Préserver et restaurer les continuités écologiques, avec les infrastructures linéaires de transport. Collection : références. Disponible sur : <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/20803/les-passages-a-faune-preserver-et-restaurer-les-continuites-ecologiques-avec-les-infrastructures-lin>.

CETE (2013). Petits ouvrages hydrauliques et continuités écologiques. Cas de la faune piscicole. Note d'information SETRA. 21 pages. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/1338w-ni_faune_piscicole.pdf

CHAUVIGNE & LEMOINE, 2019. Biodiversité & chantiers. Comment concilier nature et chantiers urbains ? 80 pages. Disponible sur : <http://www.genieecologique.fr/reference-biblio/guidebiodiversite-chantiers-comment-concilier-nature-et-chantiers-urbains>

COURTEILLE, T, VIVIER A., 2025. Création et restauration des mares en France. Définitions, fonctionnement et techniques d'intervention. Office Français de la Biodiversité. Paris, 105p + annexes. Disponible sur : https://hal.science/hal-05329490v1/file/Creation_et_Restauration_Mares_Courteille_vf.pdf

DAUSSE A., 2025. Neutralisation de drainage en zone humide. Carnet d'itinéraires techniques. Guide sur la restauration des zones humides de

Bretagne. Réseau sur la restauration des zones humide de Bretagne, Forum des Marais Atlantiques, 52 p. Disponible sur : <https://rerzh.forum-zones-humides.org/ressources-et-outils/carnets-methodologiques-et-techniques-2/>

DAUSSE, A. 2023 - Suppression d'un remblai en zone humide. Carnet technique du réseau sur la restauration des zones humide de Bretagne. Agence de l'eau Loire-Bretagne / Région Bretagne / DREAL Bretagne. Forum des Marais Atlantiques, Brest. 13 p. Disponible sur : <https://rerzh.forum-zones-humides.org/ressources-et-outils/carnets-methodologiques-et-techniques-2/>

DREAL, DRAAF Pays de la Loire., 2025. Synthèse des obligations des exploitations agricoles se situant en zones vulnérables en Pays de la Loire. 29 pages. Disponible sur : https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/synthese_par7-pan7_v15octobre2025.pdf

EPNAC, 2018. Définitions autour des zones de rejet végétalisée. 4 pages. Disponible sur https://reseau-eau.educagri.fr/files/DefinitionsAutourDesZonesDeRejetVegetalis_fichierRessource1_def-autour-des-zrv.pdf

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 <https://forum-zones-humides.org/wp-content/uploads/2021/06/Mallette-dindicateurs.pdf>.

FOURNIALS, 2018. La Recréation de cours d'eau. Guide de la CATER Basse-Normandie. 32 pages.

FREDON Lorraine, INRA, Agence de l'eau Rhin-Meuse., 2007. Dépérissement des aulnes glutineux dû à *Phytophthora alni*. Revue bibliographique. Synthèse des travaux réalisés entre 1999 et 2006 dans le

bassin Rhin-Meuse et conseils de gestion. 8 pages.

GALINEAU M., 2019. Caractérisation de stations de référence hydromorphologique sur le territoire Bretagne-Pays de la Loire. Rapport de stage de Master 1. Direction Bretagne Pays-de-la-Loire de l'Agence Française pour la Biodiversité / Université de Rennes 1. 19 pages.

GALMICHE N. COORD., 2017. Éléments techniques pour la préservation des ruisseaux et de la continuité écologique. PNRM / PNRBV / ONF / ADAPEMONT / PNRHJ. LIFE10 NAT/FR/192. 116 pages.

GEORGES N., BILLY DE V., SCHWAB T., RIVAUD P., CORBET T., MOULIN N., MIRAMONT T. 2025. Travaux en cours d'eau. Bonnes pratiques en phase chantier. Office français de la biodiversité, Méthodes et techniques, 210 pages.

GODET L., DUFOUR S. & ROLLET A.J., 2023. Conservation de la biodiversité et état de référence, la nostalgie de la nature à l'ère de l'Anthropocène. Collection Ecologie-Environnement. 302 pages.

HUBERT A., LE BIHAN M., GRIMAUULT L., PECHEUX N., MAY C., SEGUY P. & MEVEL A., 2019. 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. Guide de l'Agence Française pour la Biodiversité, Direction Interrégionale Bretagne, Pays de la Loire. 47 pages.

JAN A., 2013. Etude du fonctionnement hydromorphologique de référence des cours d'eau de tête de bassin versant sur le massif Armoricaïn. Rapport de stage de Master 2. Délégation interrégionale Bretagne-Pays de la Loire de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques / Université de Rennes 1. 39 pages.

JEANNEAU G. & LE BIHAN M., 2018. Retour d'expériences sur les opérations de suppressions de plan d'eau à l'échelle du

territoire Bretagne, Pays de la Loire. Rapport de l'Agence Française pour la Biodiversité, Direction Interrégionale Bretagne, Pays de la Loire, 32 pages.

KRISTENSEN E.A., BAATTRUP-PEDERSEN A. & THODSEN H., 2011. An evaluation of restoration practices in lowland streams : has the physical integrity been re-created ? Ecological Engineering, 37, 1654-1660.

LARINIER M., COURRET D. & GOMES P., 2006, Guide technique pour la conception des "passes naturelles", Rapport GHAPPE RA.06.05-V1, CSP/CEMAGREF/GHAPPE Institut de Mécanique des Fluides, 66 pages.

LARINIER M., PORCHER J.P., TRAVADE F., GOSSETC., 1994. Passes à poissons : expertise, conception des ouvrages de franchissement/ Conseil Supérieur de la Pêche, collection « mise au point », 335p.

LE BIHAN M., MELUN G., CAGNANT M., HUBERT A., IRZ P., LEDOUBLE O., UDO H., 2025. Relevés et observations hydromorphologiques sur les zones amont de cours d'eau – Protocole ROHZACE. Office français de la biodiversité. Rapport technique. 63 p. https://hal.science/hal-05003485v1/file/Protocole%20Rohzace%20%5BOFB_2025%5D%20v.1.4.pdf

LE BIHAN M., HUBERT A. & ANQUETIL H., 2025. Fiche technique n°3 : Installation d'un moine hydraulique sur un plan d'eau existant. 13 pages. Disponible sur : <https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/actions-a-mener-sur-les-plans-d-eau-a6234.html>

LE BIHAN M. & HUBERT A., 2023. FICHE technique n°1 : La suppression d'un plan d'eau en barrage sur un cours d'eau. Note de la Direction Bretagne de l'Office Français de la Biodiversité. 10 pages.

LE BIHAN M., Version V2.4 au 01/05/2023. Méthodologie d'évaluation de l'hydromorphologie des cours d'eau en tête de bassin versant à l'échelle linéaire. Guide de l'Office Français de la Biodiversité, Direction Régionale Bretagne. 40 pages.

LE BIHAN M., 2022. Recommandations pour la restauration hydromorphologique des cours d'eau intermittents et/ou à faible débit d'étiage. Note de la Direction Bretagne de l'OFB. 18 pages.

LE BIHAN, 2018. Journées d'informations techniques. Choix techniques et dimensionnement d'un projet de restauration. OFB.

LUCO E., DEGIORGI F., AUGE F., PEREIRA V., BADOT P.M., DURLET P., 2008, Les effets du reméandrement de ruisseaux temporaires en forêt de chaux (Jura, France) sur le fonctionnement hydrique des sols riverains : premiers résultats, Forêt Wallone, 97, 29-38.

MC DONALD D., DE BILLY V. & GEORGES N., 2018. Bonnes pratiques environnementales. Cas de la protection des milieux aquatiques en phase chantier : anticipation des risques, gestion des sédiments et autres sources potentielles de pollutions des eaux. Collection Guides et protocoles. Agence française de la biodiversité. 148 pages. Disponible sur : <https://ofb.gouv.fr/doc/bonnes-pratiques-environnementales-protection-des-milieux-aquatiques-en-phase-chantier>

MALAVOI J.R. & BRAVARD J.P., 2010. Eléments d'hydromorphologie fluviale, ONEMA, 224 pages.

MALAVOI J.-R. & SALGUES D., 2010. Arasement et dérasement de seuils. Aide à la définition de cahier des charges pour les études de faisabilité. Onema/Cemagref. 83 pages.

MELUN G., LE BIHAN M., DE BILLY V. 2021. Guide de préconisations techniques pour l'exploitation alluvionnaire et la réhabilitation hydromorphologique des crues guyanaises. Office français de la biodiversité, collection Guides et protocoles, 176 pages.

MORANDI B., PIEGAY H. 2017. Restauration de cours d'eau en France : comment les définitions et les pratiques ont-elles évolué

dans le temps et dans l'espace, quelles pistes d'action pour le futur ? Collection Comprendre pour agir. 28 pages.

MORIN F., BIZET V., 2022. Entretien des fossés et des bas-côtés routiers, Guide technique départemental. Conseil Départemental des Côtes-d'Armor. Réédition 2022 suite à l'approbation du Schéma Directeur des Routes des Côtes d'Armor. 48 pages.

OFB, 2022. Recueil d'expériences sur l'hydromorphologie et la restauration des cours d'eau - volet « la suppression ou dérivation d'étangs sur cours d'eau ». Fiche introductive et 5 exemples. Disponible sur : <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/217>.

OFB Pays de la Loire., 2025. Recommandations pour la plantation et l'entretien des haies. 15 pages. Disponible sur : https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/recommandation_plantation_de_haies_avril2025_vf.pdf

OFB Pays de la Loire., 2025. Recommandations pour création et l'entretien d'une mare. 9 pages. Disponible sur : https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/recommandation_creation_de_mares_avril2025_vf-1.pdf

ONEMA, 2010, La restauration hydromorphologique des cours d'eau, recueil d'expériences sur l'hydromorphologie, ONEMA / Agence de l'eau.

ORAISON F., SOUCHON Y. ET VAN LOOY K., 2011. Restaurer l'hydromorphologie des cours d'eau et mieux maîtriser les nutriments : une voie commune ? Pôle Hydroécologie des cours d'eau Onema-Irstea Lyon MAEP-LHQ, Lyon. 42 p.

PALMER M.A., 2009. Reforming watershed restoration : science in need of application

and applications in need of science. *Estuaries and coasts*, 32, 1-17.

PARAN F., AUGÉARD B. (COORDINATEURS), 2017. Guide technique Interactions nappe/rivière : des outils pour comprendre et mesurer les échanges. Agence française pour la biodiversité, collection Guides et protocoles, 102 pages. Disponible sur : <https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/pdf/Naprom-4pages-couverture.pdf>

PECHARD M., 2018. Etude sur les caractéristiques des méandres de cours d'eau sur le territoire Bretagne - Pays de la Loire de l'Agence Française pour la Biodiversité. Rapport de stage de Master 2. Direction Bretagne Pays-de-la-Loire de l'Agence Française pour la Biodiversité / Université de Rennes 1. 30 pages.

PITON G. & BENAKSAS S., 2023. Action Embâcle : sources, risques et mesures associés. Outils et recommandations. Tâche 1 : Notes grand public sur le bois flottant. IGE – Institut des Géosciences de l'Environnement. 2023, pp.10. hal-04239762.

PORTERET J., 2017. Guide méthodologique d'utilisation des indicateurs pour le suivi des travaux de restauration. 28 pages. Disponible sur : https://www.gesteau.fr/sites/default/files/gesteau/content_files/document/guide_restoration_bao_rhomeo.pdf.

PREUX T., AUGIER A., LASLIER M., DUFOUR S. ET MAGUEUR A., 2019. « L'enfrichement des milieux humides en Bretagne. Dynamique paysagère, évolution des usages, effets sur l'écologie des milieux aquatiques. », Rapport scientifique du programme ECOFRICHE phase 1, FMA, Université Rennes 2, LETG-Rennes, 128 p. Disponible sur : https://forum-zones-humides.org/wp-content/uploads/2021/11/EcoFriche_version_numerique_201904.pdf

QUINIOU M. & PITON P., 2022. Embâcles : concilier gestion des risques et qualité des milieux. Guide de diagnostic et de recommandations. [Rapport de recherche] ISL Ingénierie ; INRAE. pp.135.

ROLAN-MEYNARD M. et al., 2019. Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau. Agence française pour la biodiversité. Collection Guides et protocoles. 189 pages.

RUTHERFORD JC, MARSH NA, DAVIES PM, ET AL., 2004. Effects of patchy shade on stream water temperature: how quickly do small streams heat and cool? *Marine and Freshwater Research* 55 (8): 737. DOI: 10.1071/MF04120.

SER, 2004. Abécédaire sur l'écologie de la restauration de la SER Internationale. *Society for Ecological Restoration*, 15 p.

THORNE C.R., 1992. Bend scour and bank erosion on the meandering Red River, Louisiana. *Lowland floodplain rivers: Geomorphological perspectives*, 95-115.

VIGNERON T., 2005. Réseau Evaluation des Habitats (REH) - Note méthodologique. Conseil supérieur de la Pêche. 7 pages.

VILLAR M., CHEVALIER R., DUFOUR S. (coord.), 2025. Ripisylves et forêts alluviales. Connaissances et gestion en contexte de changements globaux, Versailles, éditions Quæ, 340 p. Disponible sur : <https://www.quae.com/produit/1952/9782759241293/ripisylves-et-forets-alluviales>

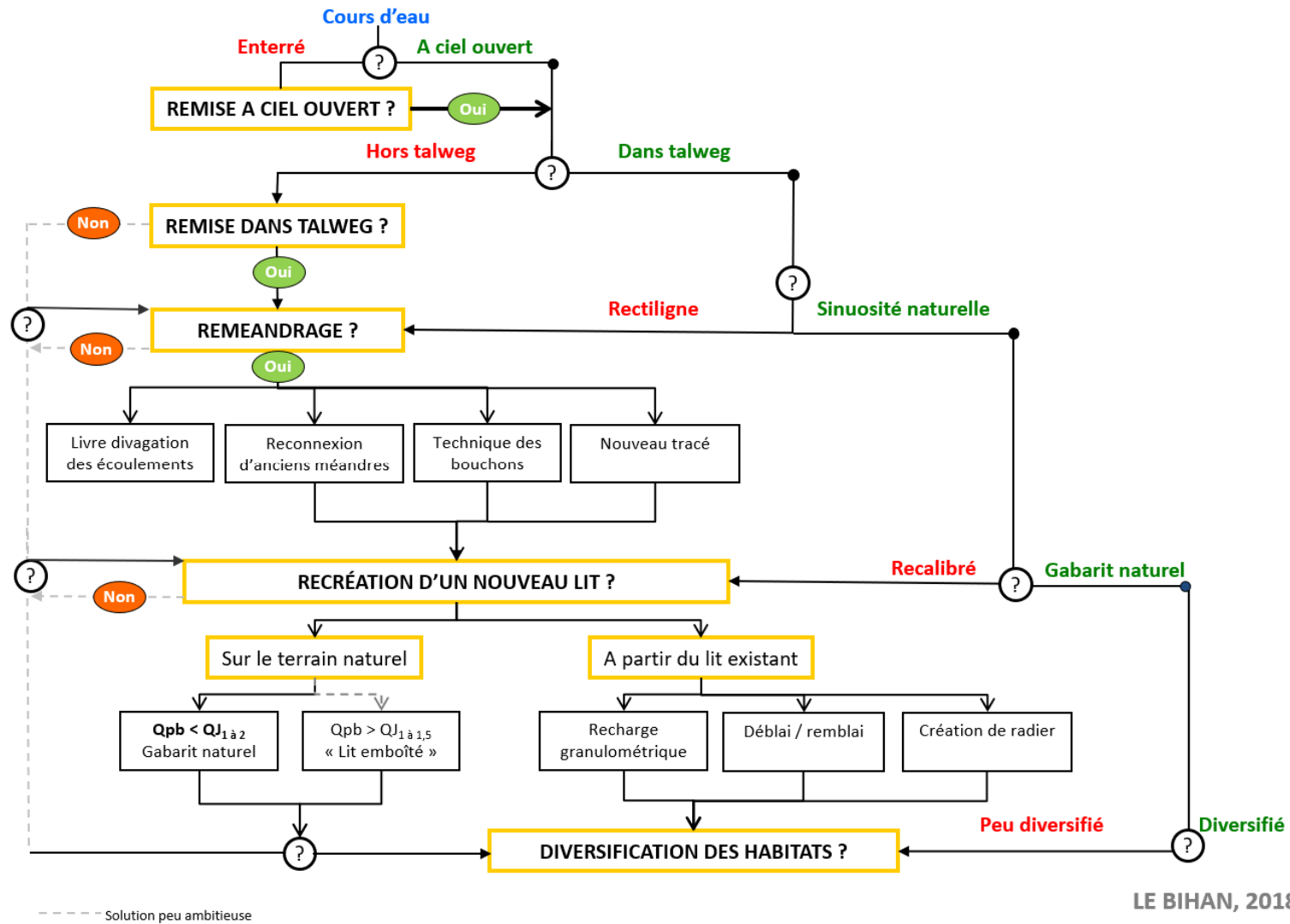
VIVIER, A., BUISSON, E., CARRE, A., GERMAIN, L., GALLET, S., JAUNATRE, R., MORARD, N., AUSCHER, F., BOUGON, N., CHIFFARD-CARRICABURU, J., COURTEILLE, T., CURTET, L., DAUSSE, A., DECOCQ, G., GAILHARD-ROCHER, I., GAYET, G., LUCAS, M., MELUN, G., MILLET, J., MONOD, K., MUTILLOD, C., SAGAN, J., STAUB, P.-F., TATIN L., VIDALLER, C., ZANINOTTO, V. (2025). Éléments de cadrage sur la restauration écologique et la

restauration des écosystèmes. Références historiques, rappels de définitions et de principes d'action, critères d'évaluation et de suivi des projets, exemples d'utilisation. Rapport. OFB – Patrinat - REVER. 149 p.

YVIN, 2023. Caractérisation des rangs 0 préservés à l'extrême amont des têtes de bassin versant en Bretagne. Rapport de stage d'Ingénieure. Direction Bretagne de l'OFB / AgroParisTech Nancy. 38 pages.

WASSON J.G., MALAVOI J.R., MARIDET L., SOUCHON Y. & PAULIN L., 1995. Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. Rapport de recherche Irstea. 166 pages.

ANNEXE A : Logigramme la restauration de la morphologie des cours d'eau



NB : Dans ce schéma, le Q_{pb} correspond au débit de débordement dans le lit majeur naturel du cours d'eau.