



Point d'information sur les formations et outils pour dimensionner les projets de restauration des cours d'eau



Mikaël LE BIHAN
Direction Bretagne de l'OFB

31 Mars 2025

Formation nationale OFB & Journées d'informations techniques



Formation nationale OFB

● Portail de formation de l'Office français de la biodiversité (<https://formation.ofb.fr/>)



Offre de formation 2025

à destination des partenaires

Direction des ressources humaines / service formation

03/02/2025

Mise en œuvre de projets de restauration	Acquérir les bases et/ou renforcer ses connaissances afin d'inciter à la restauration hydromorphologique Appuyer techniquement la conception de travaux de restauration de petits cours d'eau de plaine Connaître les étapes pour mettre en place un projet de restauration	31/03 et 08/09	4	Amboise
Hydromorphologie fluviale et principes de restauration écologique des cours d'eau	- Connaître les fondamentaux en hydromorphologie fluviale et les relations entre le fonctionnement hydromorphologique et le fonctionnement écologique des cours d'eau. - Connaître les altérations hydromorphologiques concernant les cours d'eau français et faire le lien entre les dysfonctionnements hydromorphologiques et les altérations de l'état écologique via le concept d'habitat.	29/09	4	Paraclet

Journées d'informations techniques sur les milieux aquatiques

- **Réalisation de journées d'informations techniques sur sollicitation** (ex : ATBVB, FMA, services de l'Etat, etc.)
- **Sur différentes thématiques** (cours d'eau, zones humides, plans d'eau, zones de sources, etc.)
- **Sur le terrain et/ou en salle**

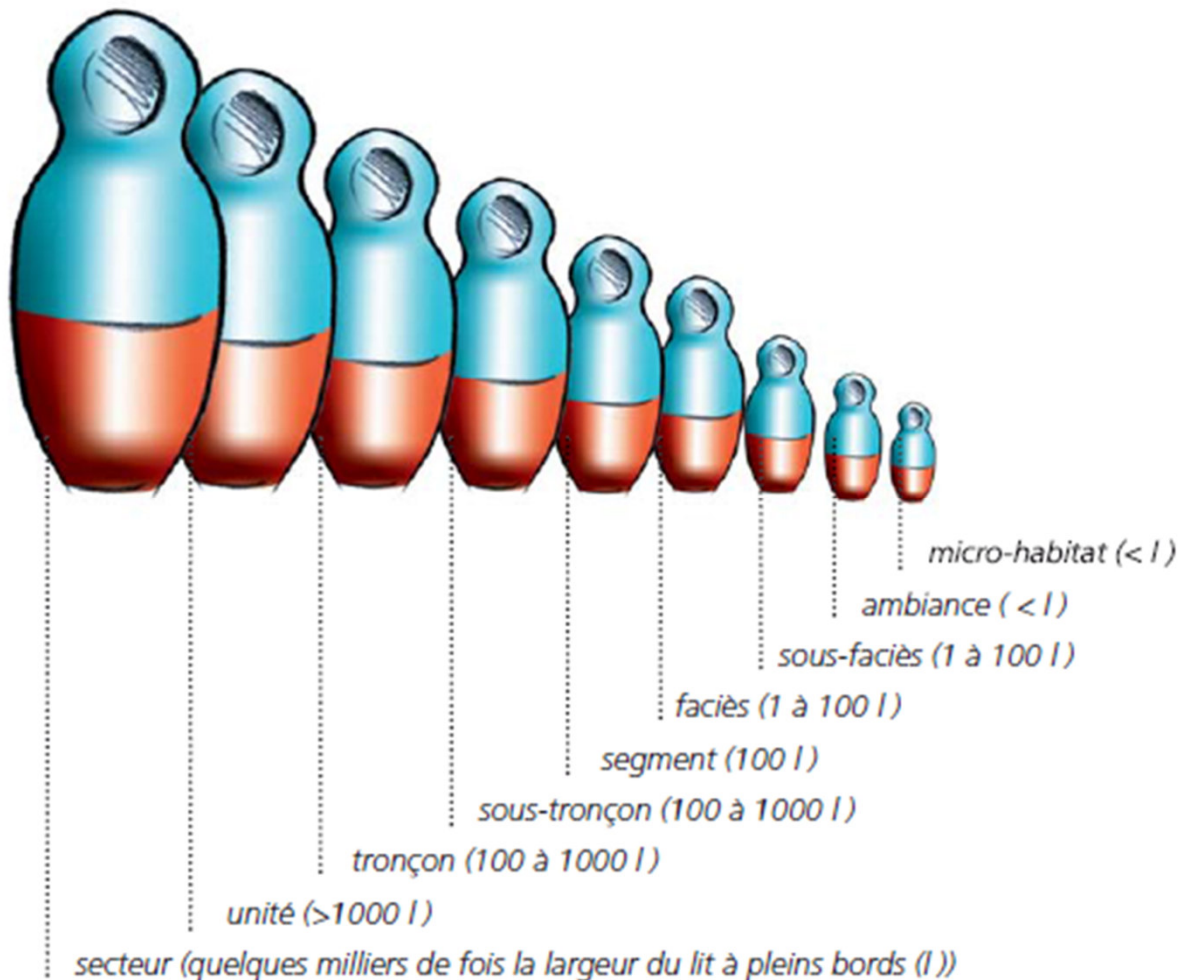


Diagnostic hydromorphologique avant travaux



Plusieurs échelles d'études dans le cadre de la restauration des cours d'eau

- Découper le tronçon étudié en segment morphologiquement homogène

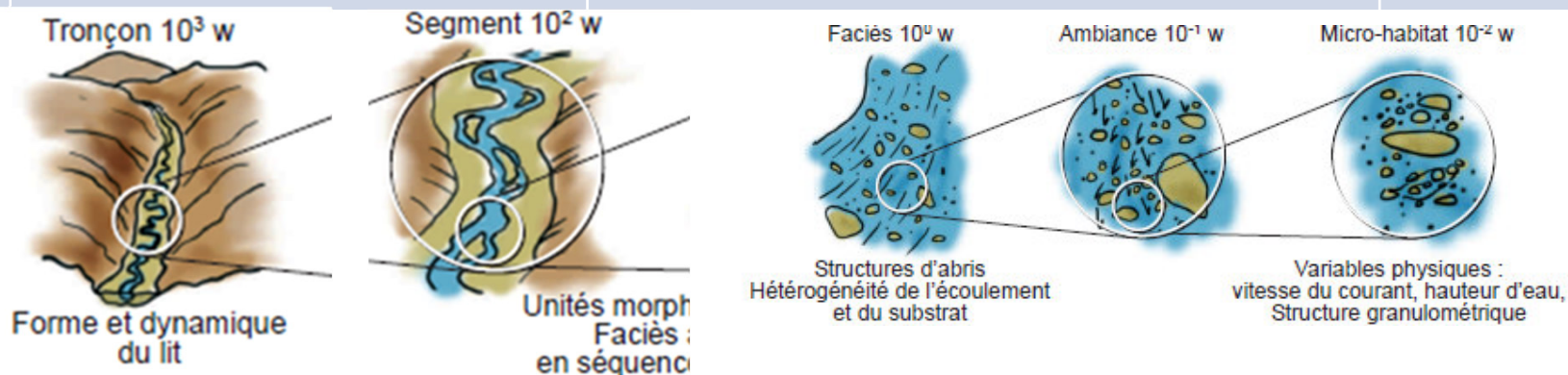


Un diagnostic à l'échelle du **sous-BV** pour identifier les segments à restaurer

Un diagnostic précis à l'échelle du **segment** pour identifier les modalités techniques de la restauration

Les méthodes d'études de l'hydromorphologie des cours d'eau

Compartiments	Nom de la méthode / du protocole	Paramètres étudiés	Références bibliographiques
Bassin versant / Tronçon	SYRAH	10 paramètres élémentaires (hydrologie, continuité, morphologie)	Valette <i>et al.</i> , 2012
	Diagnostic Tête de Bassin versant	Rectification, enterrement de cours d'eau, ripisylve, plans d'eau, obstacles à l'écoulement, occupation des sols, etc.	Note 2020 VF 22/10/2020 FMA, 2020
Tronçon	Réseau d'évaluation des habitats (REH)	Débit, ligne d'eau, lit, berges - ripisylve, annexes, continuité	Vigneron, 2005
Tronçon et segment	Méthodologie d'évaluation des cours d'eau en tête de bassin versant à l'échelle linéaire	Lit mineur, bande riveraine, réseau hydraulique annexe, obstacles à l'écoulement,	Le Bihan, 2023
Station	CARHYCE	Géométrie du lit mineur, ripisylve, débit	Baudoin <i>et al.</i> , 2017
	ROHZACE	Forme de vallée, géométrie du lit mineur, habitats aquatiques, ripisylve, lit majeur, intermittence, physico-chimie	Le Bihan, Melun, Cagnant, Hubert, Ledouble, Irz, Udo, V1.4 Mars 2025
	Micro-habitats	Hauteur, vitesse, substrat	Pouilly <i>et al.</i> , 1995

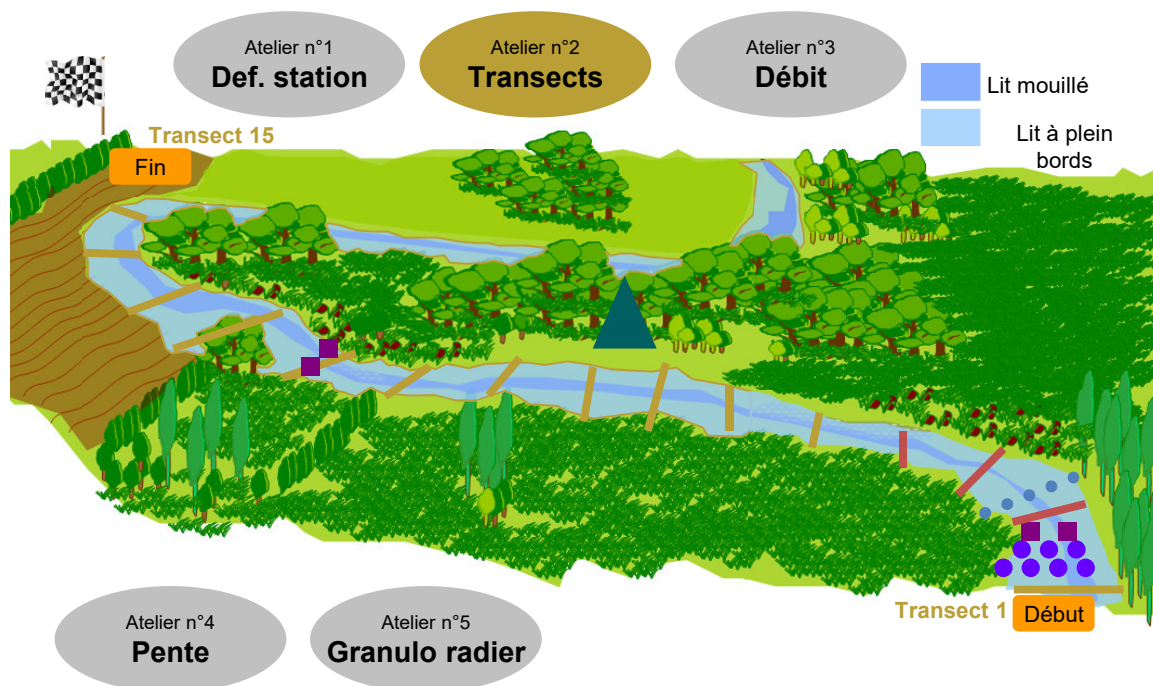


Protocole d'étude de l'hydromorphologie à l'échelle stationnelle : CARHYCE

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT,
DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER, EN CHARGE DES RELATIONS
INTERNATIONALES SUR LE CLIMAT

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Guides et protocoles

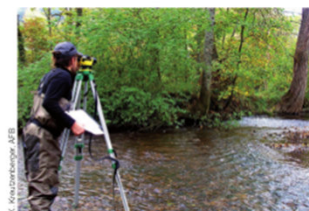


Lien interface d'exploitation des données :
analytics.huma-num.fr/ied_carhyce/

Carhyce

Caractérisation hydromorphologique des cours d'eau

Protocole de recueil
de données hydromorphologiques
à l'échelle de la station
sur les cours d'eau prospectables à pied



Protocole d'étude de l'hydromorphologie à l'échelle stationnelle : ROHZACE

● Version de mars 2025

● Le protocole ROHZACE a été élaboré pour décrire les caractéristiques hydromorphologiques à l'échelle stationnelle des cours d'eau situés en têtes de bassin versant

● Principales caractéristiques étudiées :

1) **du lit mineur** (géométrie, pente et sinuosité du lit, granulométrie, description des berges, des faciès d'écoulement et du colmatage, habitats aquatiques)

2) **de la bande rivulaire et du lit majeur.**

● Etats physiques des cours d'eau étudiés :

- Référence / bon état / altéré / restauré

Le temps de mise en œuvre du protocole sur une station est en moyenne estimé à 2h.



RELEVÉS ET OBSERVATIONS
HYDROMORPHOLOGIQUES
SUR LES ZONES AMONT DE COURS D'EAU

PROTOCOLE ROHZACE

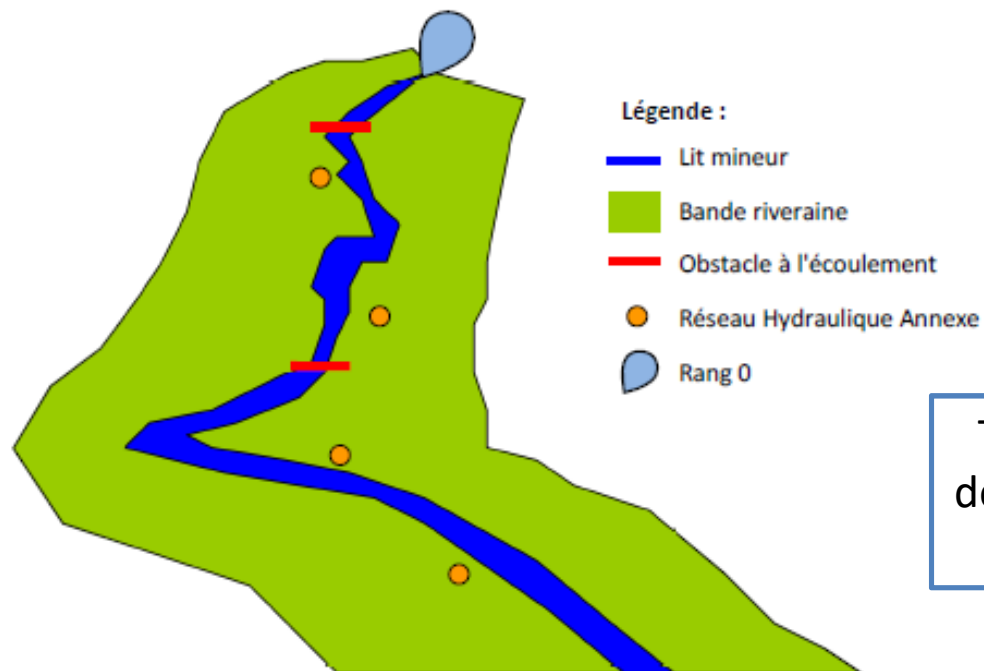


Protocole d'étude de l'hydromorphologie à l'échelle linéaire

● Version V2.4 de mai 2023

● Méthode susceptible d'être utilisée dans le cadre des diagnostics réalisés **dans les Contrats Territoriaux - volet Milieux Aquatiques / Eau** et dans des études plus ponctuelles sur l'état hydromorphologique des cours d'eau en tête de bassin versant.

● Compartiments étudiés :



Temps moyen
de prospection :
5 km / jour



Note technique

Méthodologie d'évaluation de l'hydromorphologie des
cours d'eau en tête de bassin versant
à l'échelle linéaire



Mai 2023

Rappels sur le dimensionnement du lit mineur



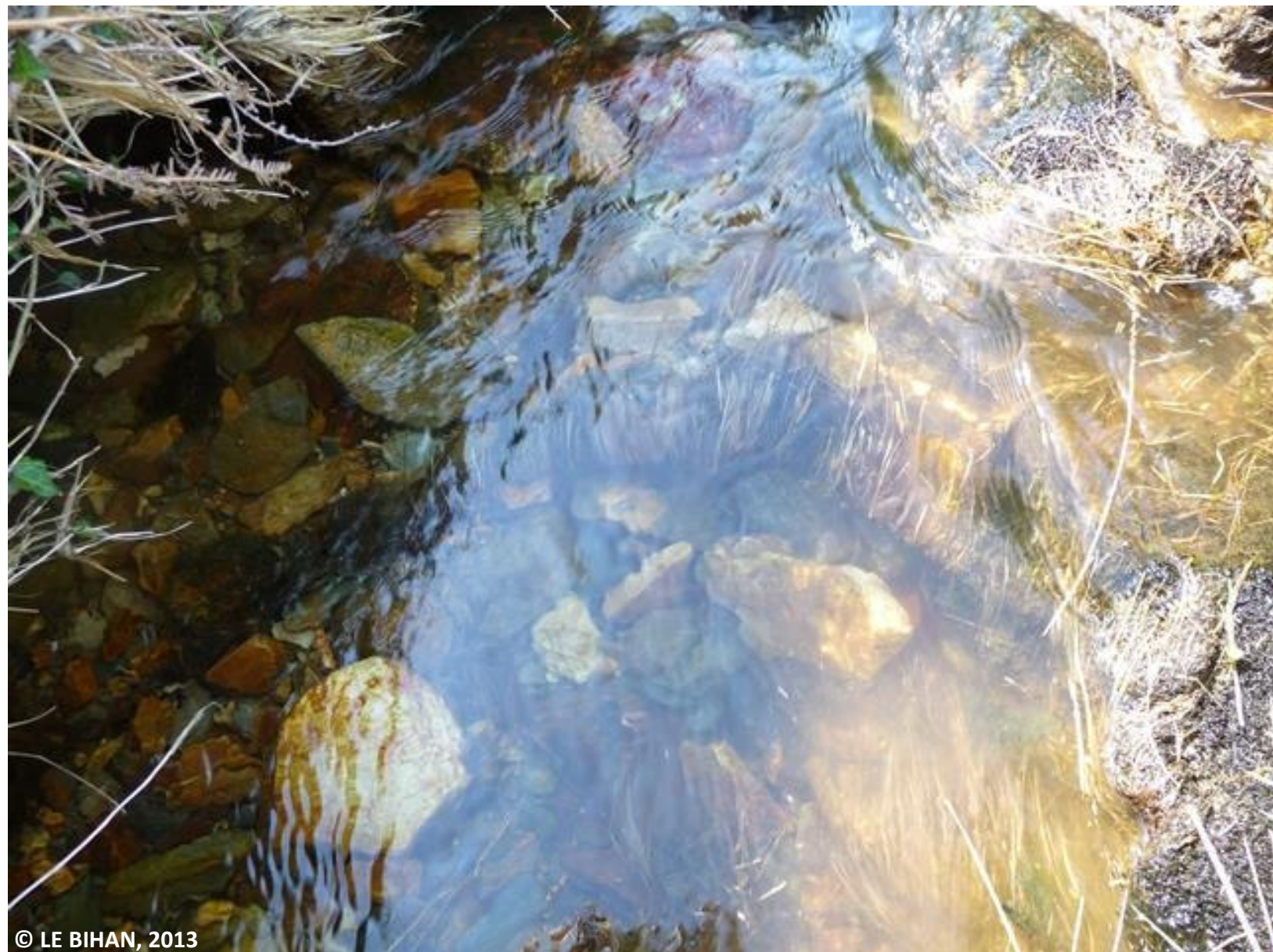
Pourquoi s'intéresser à la référence ?

- 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 ; in Sundermann *et al.*, 2011)
- Ce recours à la « référence » permet d'obtenir un degré d'intégrité physique plus élevé dans les cours d'eau restaurés (Kristensen, 2011)
- Mais, le retour complet avant perturbation est difficile, voire impossible (Morandi & Piegay, 2017)
- Référence post-industrielle (après 1750) davantage atteignable en Bretagne (Brown *et al.*, 2018)



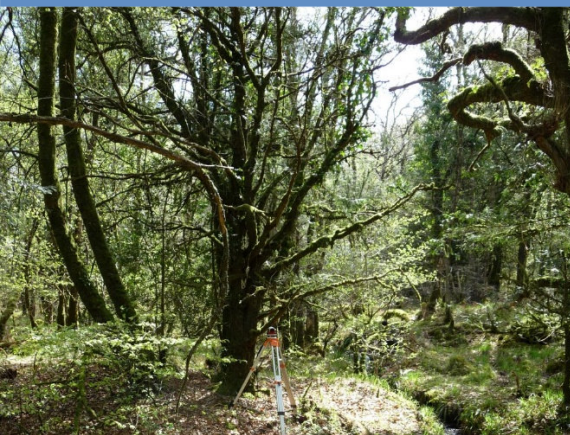
1 / En cas de présence d'une station de référence (peu ou pas altérée)

**Choisir le plus petit
gabarit : l'amont de la
tête du radier**



1 / En cas de présence d'une station de référence (peu ou pas altérée)





Où trouver des cours d'eau de référence ?

● 2 méthodes de recherche d'une section de référence hydromorphologique

1) Sur le terrain

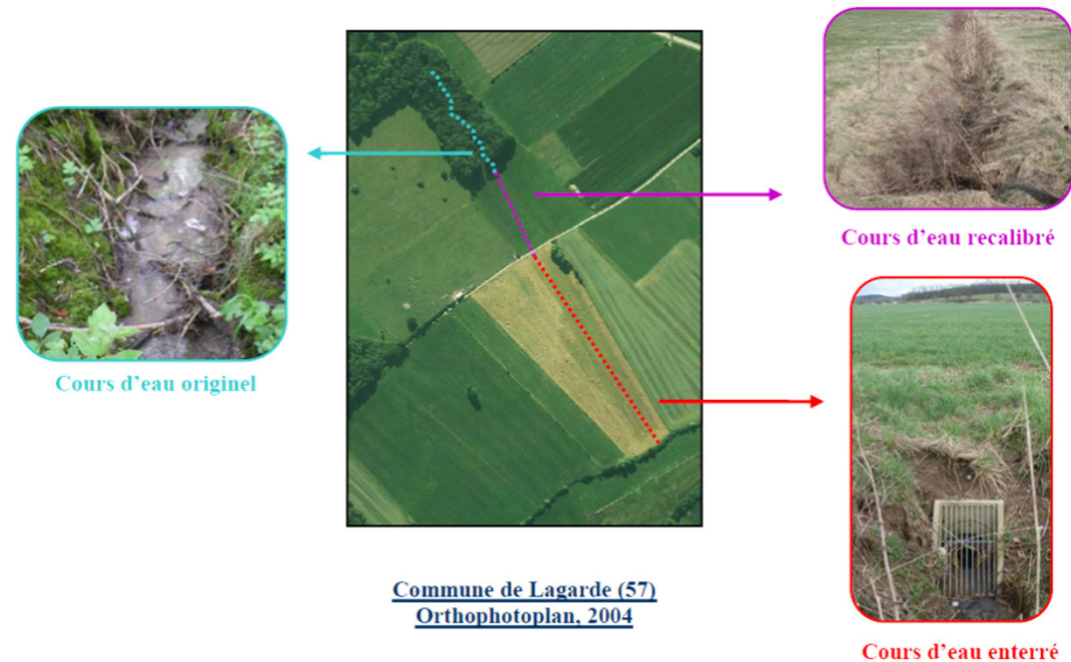
- ✓ A l'amont de la perturbation
- ✓ A l'aval de la perturbation

Remarque : prendre certaines précautions, la présence de drains, de plan d'eau en amont est susceptible d'entraîner un approfondissement du lit à l'aval

- ✓ Par extrapolation (Mathieu, 2010*)
 - > intérêt de retenir une collection de sites de référence (Godet *et al.*, 2023)

2) A partir de données historiques

- ✓ Cartographies et gabarit avant travaux



En l'absence de référence, opter pour les données régionalisées en tête de bassin versant

🟡 Ou trouver des stations de « référence hydromorphologique » à l'échelle du territoire Loire-Bretagne ?

Bretagne, Pays de la Loire
Rang 1 : 55 stations
Jan, 2013 ; Bossis, 2014



?

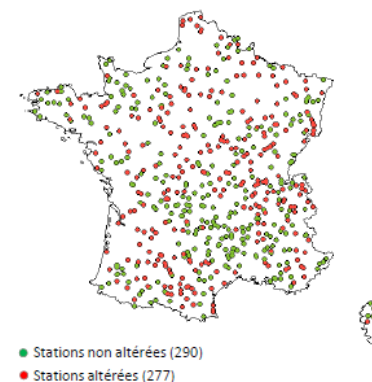
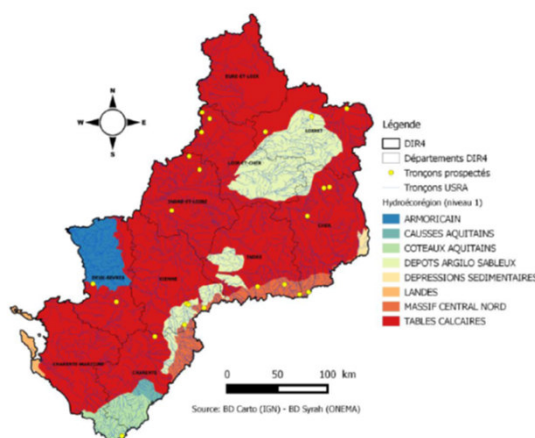
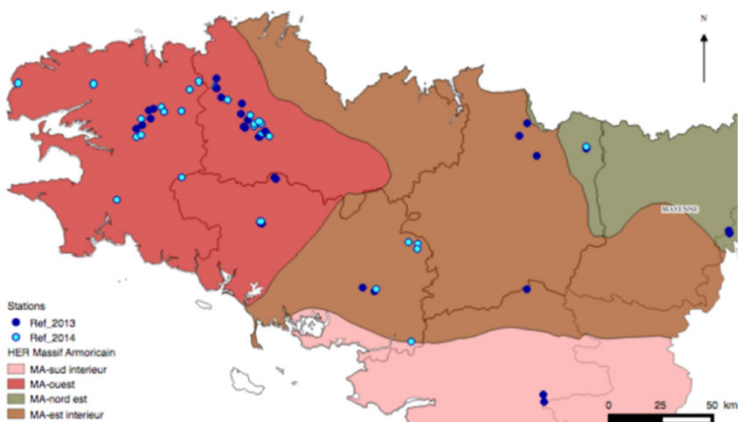


Bretagne
Rang 2, 3 : 20 stations
Galineau, 2019

Poitou-Charentes
Vierron, 2015

Stations de Réf CARHYCE
406 stations peu ou pas altérées en France

https://analytics.huma-num.fr/ied_carhyce/



2/ En cas d'absence de référence

Estimation du débit de la crue journalière de fréquence annuelle à biennale (QJ1 à QJ2)

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 caractéristiques des lits mineurs. Elles sont à réserver au dimensionnement des ouvrages d'art voire des lits majeurs en contexte urbain.



2/ En cas d'absence de référence

Estimation du débit de la crue journalière de fréquence annuelle à biennale

QJ1 à QJ2 : crue journalière de fréquence annuelle à biennale



Fréquence « théorique » de retour : 1 à 2 ans

Le débit de la crue journalière de fréquence biennale

● Il est aujourd'hui couramment admis que le débit à pleins bords d'un cours d'eau est proche de la crue journalière de fréquence biennale » (Malavoi & Bravard, 2010)

Tableau 5

Exemples de fréquence du débit de pleins bords selon divers auteurs (synthèse de Wilkerson, 2008).

Zone étudiée	Période de retour du débit à pleins bords (Qpb)	Auteurs
Ouest des Etats-Unis	1,4 (moyenne)	Castro et Jackson (2001)
Belgique	0,7 - 5,3	Petit et Pauquet (1997)
Moitié est des Etats-Unis	1,5	Leopold et al. (1995)
Wyoming (bassin de la Green river)	1,7 (médiane)	Lowham (1982)
Amérique du nord	1,58	Dury (1981)
Nord ouest du bassin du Colorado	1,18 - 1,4 (mode)	Andrews (1980)
Queensland (Australie)	1,1 - 1,85	Dury et al. (1963)
Angleterre et Pays de Galles	0,46	Nixon (1959)

«

2/ Absence de référence

Estimation du débit de la crue journalière de fréquence annuelle à biennale

● Comment choisir la station hydrométrique représentative du secteur étudié ?

- ✓ Premièrement, privilégier si possible une station sur le même BV
- ✓ Deuxièmement, privilégier une station de même géologie
- ✓ Troisièmement, privilégier une station avec une surface de BV comparable



Comment déterminer la valeur de la crue journalière de fréquence biennale (1/9)

🟡 **Etape 1** : Consulter le site de la banque hydro : <http://hydro.eaufrance.fr/>

 MENU

  v3.1.4.3

 LIENS UTILES

 AIDE

 SE CONNECTER



Accédez gratuitement aux données publiques quantitatives relatives à l'écoulement des cours d'eau :

- Le référentiel (stations de mesures...)
- Les données mesurées (hauteurs, vitesses, jaugeages...)
- Les données calculées (débits, statistiques...)
- Leurs visualisations graphiques et cartographiques

 **Accueil**

Référentiel ▾

Cartes hydrologiques ▾

Comparateur ▾

Échanges ▾

Accès rapides

-  Recherche d'entités hydrométriques (sites / stations)
-  Recherche d'entités météorologiques (sites / grandeurs)

Recherche dans l'aide en ligne

Mots clefs recherchés *

3) Vérification du dimensionnement du lit mineur

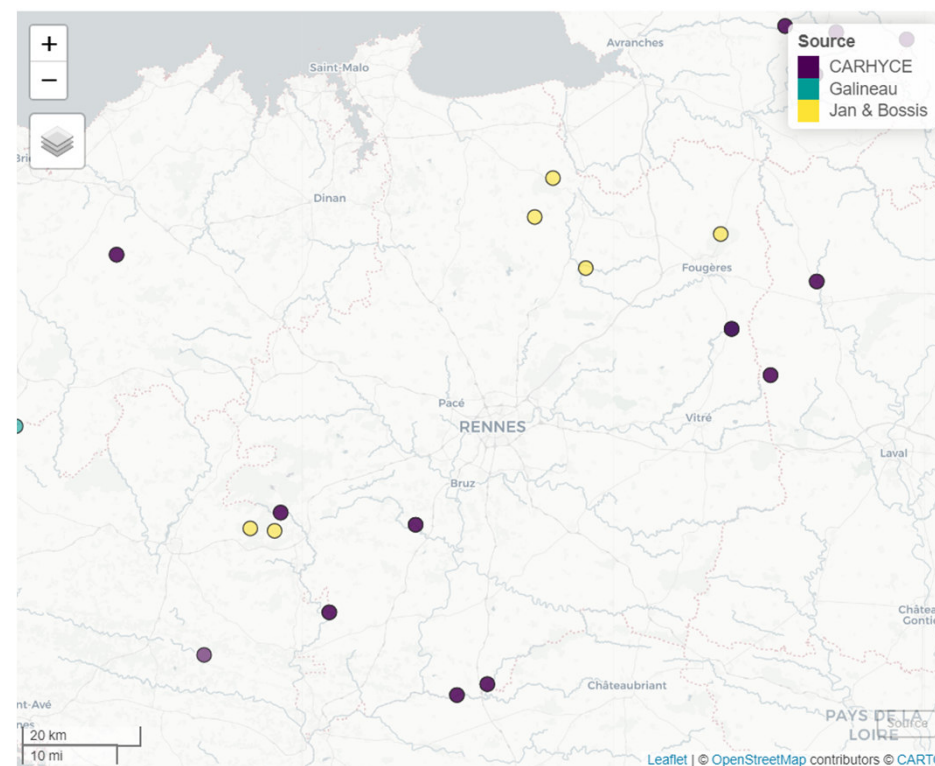
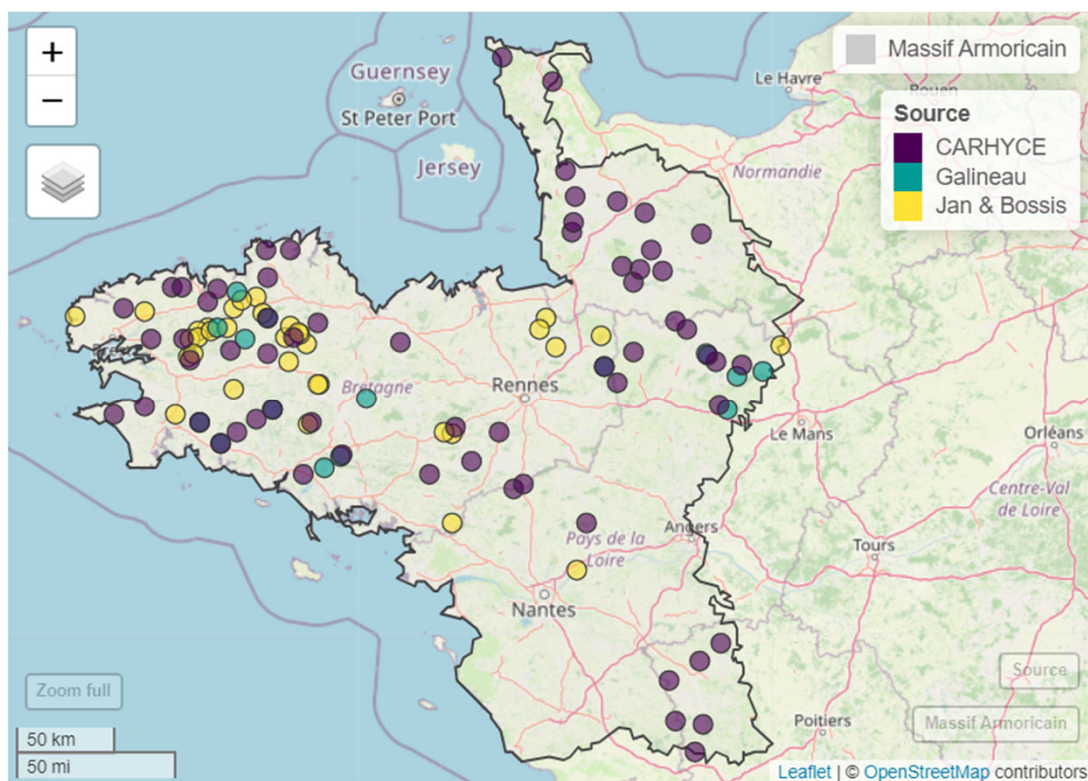


Figure 1: Carte des sites prospectés.

Dans le détail, 3 jeux de données peuvent être distingués dans les analyses suivantes, en lien notamment avec un critère de nombre de stations :

- le jeu de données « têtes de bassins de référence » issu des travaux de Jan (2013) et Bossis (2014) sur des cours d'eau de rang 1 en Bretagne et Pays de la Loire (n=38 stations) ;
- le jeu de données issu des travaux de Galineau (2020) sur des cours d'eau de rang 1 à 4 en Bretagne et Pays de la Loire (n=17 stations) ;
- le jeu de données issu de Carhyce, intégrant des cours d'eau plus importants, de rang 1 à X sur l'HydroEcoRégion "Massif Armoricain" (n=65 stations).

Groupe technique sur les cours d'eau

🟡 Constitution d'un groupe régional :

- Poursuivre la dynamique autour de la restauration des cours d'eau ;
- Identifier les besoins des acteurs du territoire ;
- Partager les études et démarches en cours ;
- Favoriser le travail en commun ;
- Répartir les sujets d'étude à porter à l'échelle régionale.

A photograph of a shallow stream with a rocky bed. The water is clear, reflecting the sky and the surrounding environment. In the foreground, the reflections of four people are visible in the water, appearing as dark, inverted shapes. The people are standing on the rocky bank, and their reflections are clearly visible in the calm water. The text "MERCI DE VOTRE ATTENTION" is overlaid in white, bold, sans-serif capital letters across the middle of the image.

MERCI DE VOTRE ATTENTION

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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>.
- 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'ONEMA / Université de Rennes 1.
- BROWN, A.G., LESPEZ, L., SEAR, D.A., MACAIRE, J.-J., HOUBEN, P., KLIMEK, K., BRAZIER, R.E., VAN OOST, K., PEARS, B. (2018).** Natural vs anthropogenic streams in Europe: History, ecology and implications for restoration, river-rewilding and riverine ecosystem services. Earth- Science Reviews, 180, 185–205.
- FMA, 2020.** Les têtes de bassin versant. Des zones essentielles pour la gestion des milieux aquatiques et de la biodiversité. 12 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 (AFB) / Université de Rennes 1. 59 p. Disponible sur : https://oai-gem.ofb.fr/exl-php/documentaffiche/ofb_recherche_oai/OUVRE_DOC/61539?fic=doc00085057.pdf.
- 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. Edition Iste Ecologie Environnement. 302 pages.
- JAN A. 2013.** Etude du fonctionnement hydromorphologique de référence des cours d'eau de tête de bassin sur le Massif Armoricaire. Rapport de stage de Master 2. Délégation Bretagne Pays de la Loire de l'ONEMA / Université de Rennes 1.
- KRISTENSEN E.A., BAATTRUP-PEDERSEN A. & THODSEN H., 2011.** An evaluation of restoration practises in lowland streams: Has the physical integrity been re-created ? Ecological Engineering. 37, 1654-1660.
- 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.
- LE BIHAN M., 2023.** Méthodologie d'évaluation de l'hydromorphologie des cours d'eau en tête de bassin versant à l'échelle linéaire . Note de la Direction Régionale Bretagne de l'OFB. Version V2.4. 67 pages.
- LE BIHAN M., AUGIER A., MAGUEUR A., PÊCHEUX N., MEVEL A., LE ROY S., TOREAU V., THERIN E., CORRE L., COUDARD A., RENOU S., RIVIERE A., NIVOY B, 2020.** Retours d'expériences techniques - Chapitre 11 Tête de bassin versant. 20 pages.
- MALAVOI J.R., & BRAVARD J.P. (2010).** Éléments d'hydromorphologie fluviale. ONEMA. Coll. Comprendre pour Agir. 224 p. https://oai-gem.ofb.fr/exl-php/documentaffiche/ofb_recherche_oai/OUVRE_DOC/59566?fic=PUBLI/R7/48.pdf.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MATHIEU A. (2010).** Quels prérequis pour la restauration des cours d'eau enterrés en tête de bassin ? Rapport de stage, ONEMA/Université de Rennes 1, 36 p.
- MORANDI B. & PIÉGAY 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.
- POUILLY M., VALENTIN S., CAPRA H., GINOT V. & SOUCHON Y., 1995.** Méthode des microhabitats : principes et protocoles d'application. *Bulletin Français Pêche Piscicole*. 336 : 41-54.
- SUNDERMANN A., STOLL S. & HAASE P., 2011.** River restoration success depends on the species pool of the immediate surroundings. *Ecological Applications*. 21, 6, 1962-1971.
- VALETTE L., PIFFADY J., CHANDESRIS A. & SOUCHON Y., 2012.** SYRAH-CE : Description des données et modélisation du risque d'altération hydromorphologique des cours d'eau pour l'état des lieux DCE. Rapport final. 104 pages.
- VIERRON A., 2015.** « Caractérisation de stations de "référence hydromorphologique" en région Centre et Poitou-Charentes ». Rapport de stage ONEMA.
- VIGNERON T., 2005.** Le réseau d'évaluation des habitats. Note méthodologique. Note du Conseil Supérieur de la Pêche. 10 pages.