

**Retour d'expériences sur la continuité
écologique et les petits ouvrages
12^{ème} Forum Rivières de Lathus**

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

**Michel Bramard
Direction Régionale Nouvelle Aquitaine
antenne de Poitiers**

10 Novembre 2017



**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

Retour d'expériences sur la continuité écologique et les petits ouvrages

- **Préambule : les différents types d'ouvrages abordés**

- **Etablir son diagnostic**

 - ⇒ Bien comprendre le contexte physique local

Illustrations par un exemple de restauration de continuité « classique » sur un bief de moulin

 - ⇒ Prendre en compte les fonctionnalités dans leur ensemble, évaluer les dommages résiduels, corriger, compenser

- **Petits ouvrages franchissables par conception**

- **Equipement de petits ouvrages existants**

Retour d'expériences sur la continuité écologique et les petits ouvrages

- Préambule : les différents types d'ouvrages abordés



Buses, lavoirs, gués, petits seuils
« agricoles », radiers de ponts, seuils
répartiteurs, petits seuils de moulins...



Ouvrages mal posés et ou mal entretenus

Problématique entretien (et vieillissement) des petits OH : les OH sous-dimensionnés posent des problèmes de façon quasi systématique



buse perchée, à demi bouchée par une planche et branchages...



buse fendue, renard

Problématique de gabarit « trop grand » (sans écoulement préférentiel), de sur entretien,



Pas d'écoulement préférentiel : faible lame d'eau + déchaussement aval

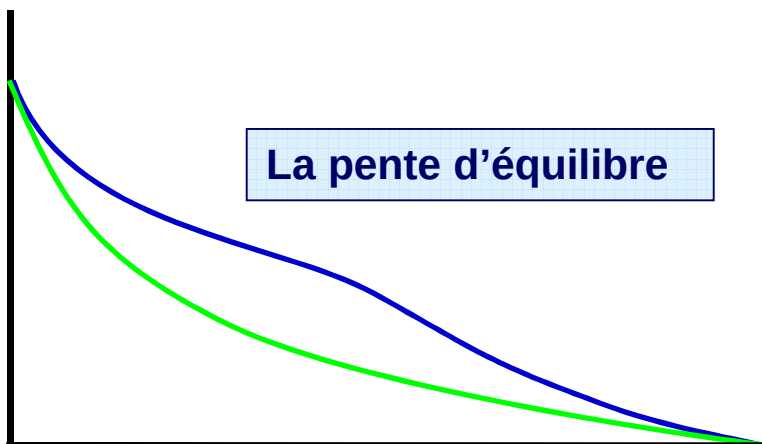


curage non autorisé des sédiments à l'amont d'un pont

Le choix des travaux ne doit pas s'appuyer que sur le seul diagnostic de l'OH

Profil en long

La pente d'équilibre

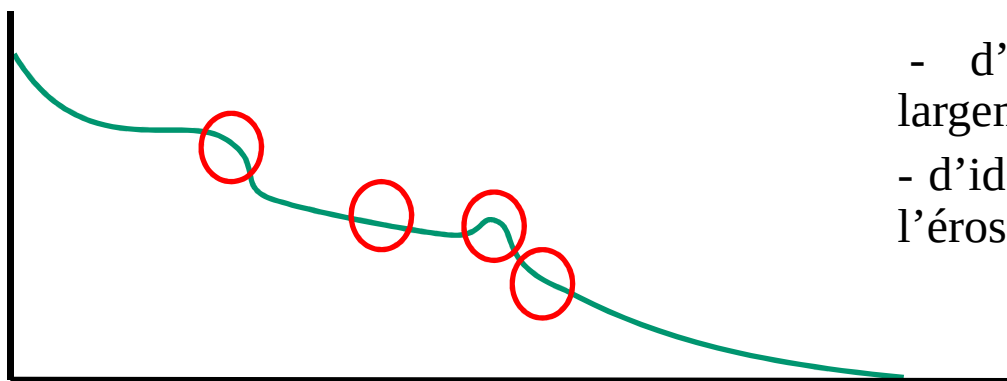


Où se situent les obstacles?

La pente du cours d'eau est-elle en équilibre?
Modifiée? Stable?

Il est important*

- d'avoir un profil en long débordant largement de la zone de travaux!!!
- d'identifier les zones d'incision et de dépôts, l'érosion régressive et progressive...



*comme généralement tous types de travaux sur cours d'eau

Le choix des travaux ne doit pas s'appuyer que sur le seul diagnostic de l'OH



Cet obstacle résulte-t-il

- d'une variation naturelle d'altitude liée aux migrations des sédiments et des faciès associés (successions fosses-radiers)
- d'une incision généralisée? (déficit de sédiments, augmentation des pics de crue...)
- d'une érosion progressive (idem), ou régressive (travaux ou incision du confluent à l'aval...)
- d'un rehaussement du radier?
- ...



radier de pont ancien en bon état



radier de pont commençant à se dégrader



radier de pont restauré avec une rehausse en béton

Le choix des travaux ne doit pas s'appuyer que sur le seul diagnostic de l'OH

Le choix final doit s'appuyer sur un bon diagnostic pour :

- traiter (si possible) les causes plutôt que les conséquences
- d'abord essayer de lever les contraintes plutôt que s'adapter aux contraintes actuelles
- et également anticiper les évolutions futures (techniques plus ou moins souples, accompagnement des travaux à l'amont et ou à l'aval et sur un linéaire suffisamment long ...)
- choisir la solution la plus intéressante en tenant compte des contraintes techniques, foncières, financières
- selon les possibilités de suivi régulier et de ré-intervention (prise en charge financière, responsabilité juridique, ...)

Les solutions techniques peuvent être très variées

En fonction de la taille du cours d'eau, du régime hydrologique et sédimentaire, des usages supprimés, conservés, ajoutés, de la situation (pente, sinuosité...), de l'âge de l'OH et de la nature des matériaux de constructions...

Travaux :

- suppression (dérasement)
- arasement simple (avec conservation d'un seuil noyé, d'un radier béton...)
- arasement avec création d'une échancrure, de banquettes...
- remplacement par un OH franchissable par conception
- ennoisement aval par succession de mini-seuils pré-barrages ou recharge
- rivières de contournement
- pose de déflecteurs, barrettes...
- équipement « lourd » type passe à poissons (rampes, passes à bassins...)
- équipements mixtes...

Gestion :

- ouverture des organes mobiles (quand il y en a!)
- entretien régulier

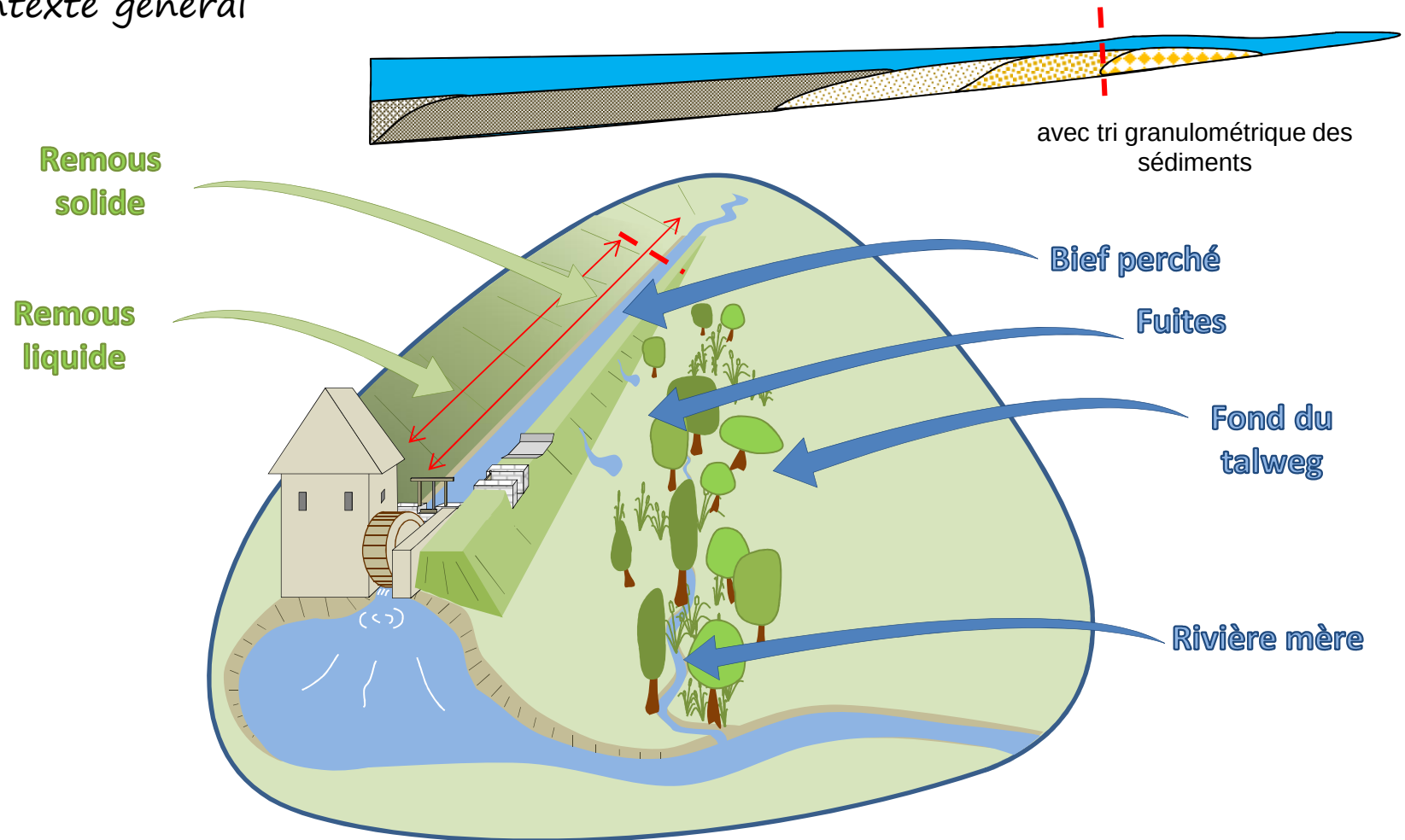
« La continuité écologique :
nécessaire et possible »

<https://www.youtube.com/watch?v=4yVQljX1640&t=1s>

Exemple des biefs de moulins



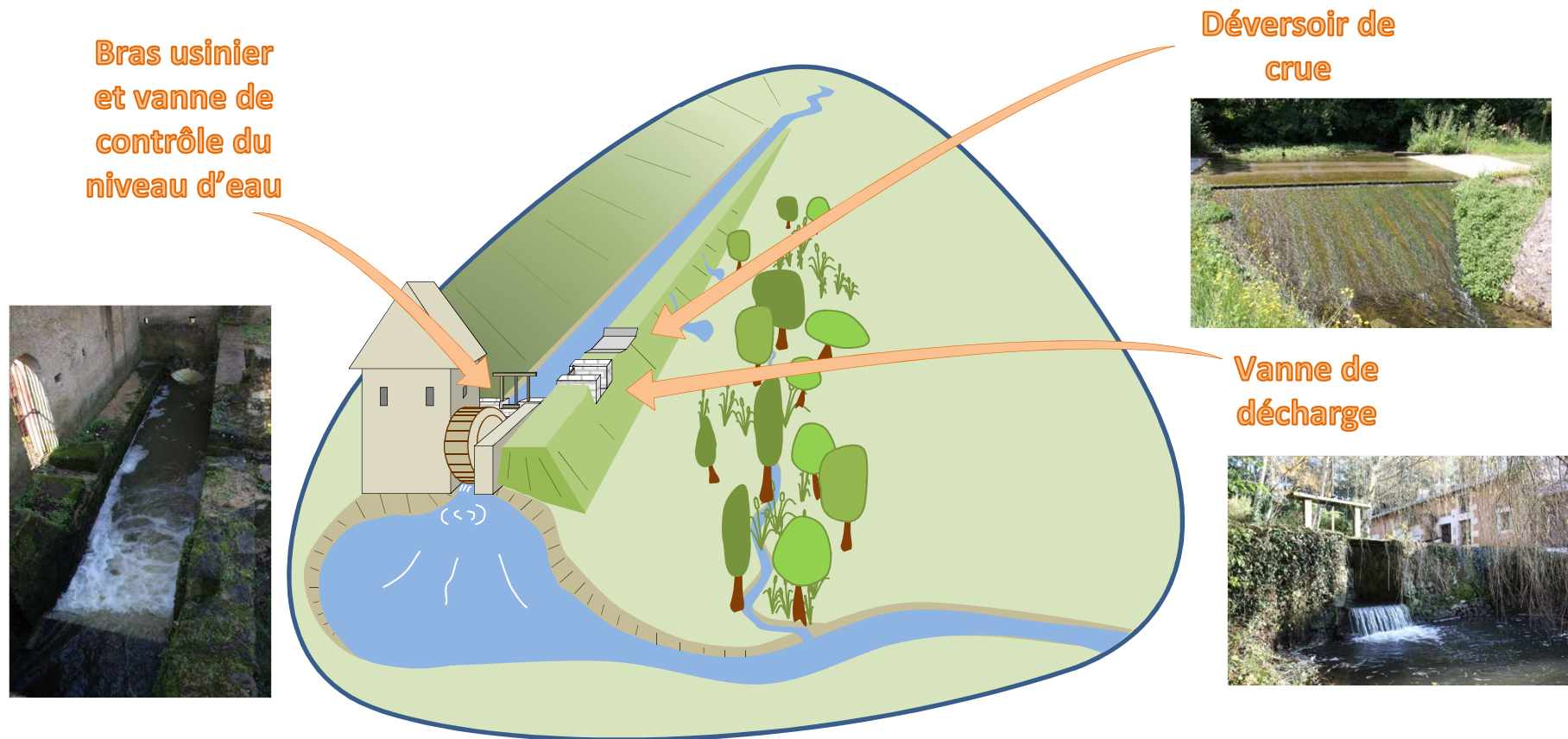
Contexte général



Exemple des biefs de moulins



Contexte général



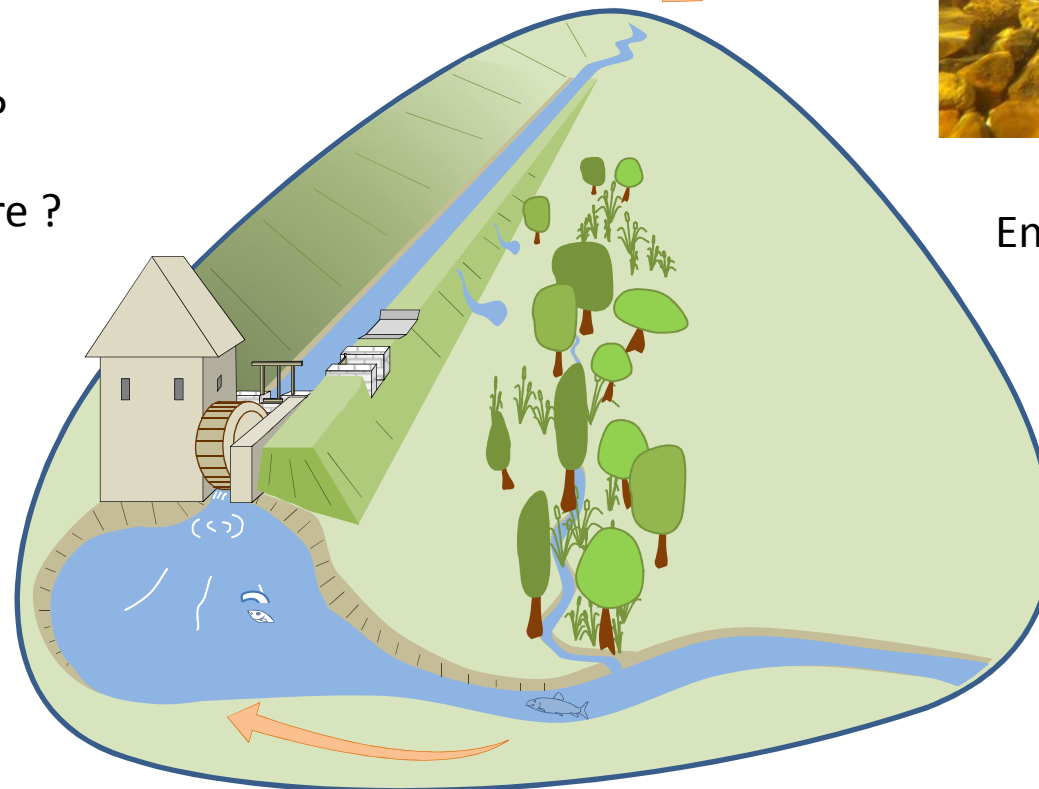
Exemple des biefs de moulins



Comment restaurer la
continuité

Biologique ?

Sédimentaire ?



En quantité et en
qualité !

Exemple des biefs de moulins



Continuité biologique



passer mixte
poissons /CK



passer à rangées
périodiques



pré-barrages



passer rustique



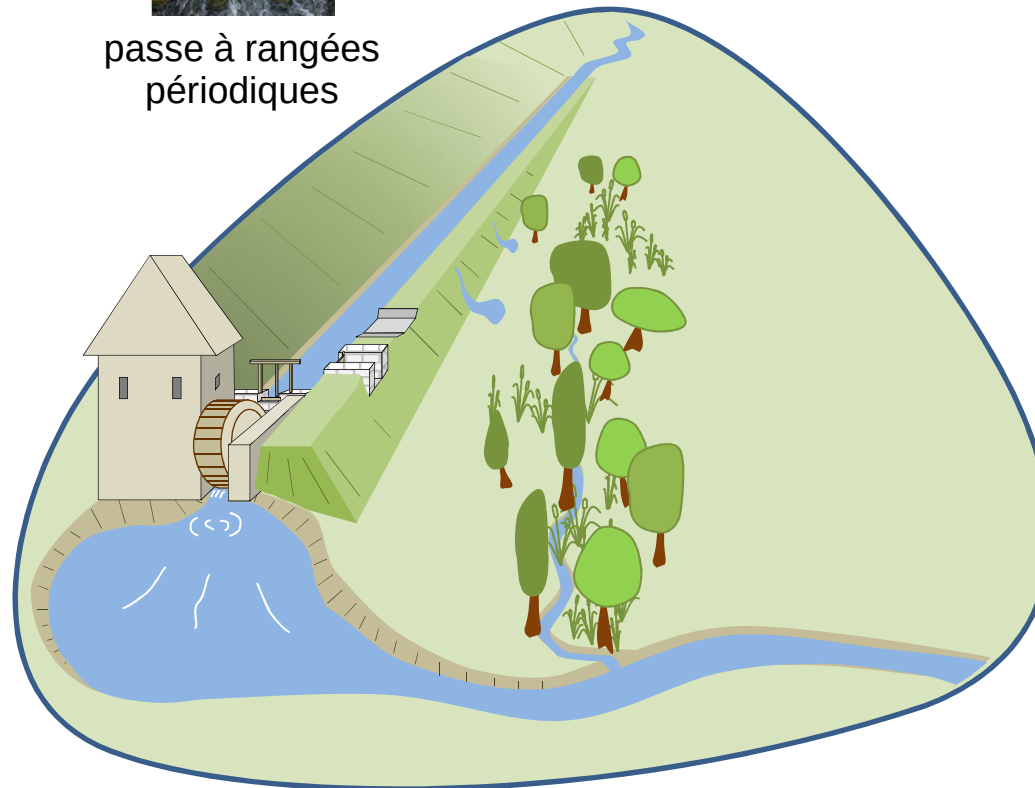
rivière de
contournement



passer à
ralentisseurs



passer à bassins



Choix technique

- Espèces
(amphi et holobiotiques)
- Stades
(taille, saison...)
- Type de cours d'eau
(pente, débit, charge
sédimentaire, embâcles...)
- Configuration de l'OH
(emplacement, vannes,...)

...

Choix social et économique

- Emprise foncière
- Coût
- Gestion entretien
- Esthétique
- ...

Exemple des biefs de moulins



Tableau 2 : Avantages et inconvénients des passes naturelles

	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Hydraulique	Possibilité de faire transiter des débits importants	Sensibilité aux variations de niveaux d'eau
	Moindre sensibilité à l'ennoïement par l'aval	Ouvrage large pour la mise en place d'un dévers latéral
	Plus grande diversité des écoulements (dévers latéral)	
Franchissabilité piscicole	Meilleure attractivité	Application limitée à des chutes jusqu'à 2-3 mètres
	Bonne franchissabilité pour l'ensemble des espèces	Evaluation de l'efficacité difficile
Entretien	Moindre sensibilité au colmatage	
Perception	Meilleure intégration paysagère (en principe)	Emprise spatiale importante
	Maintien des usages possibles	Crainte sur la stabilité en crue

Les passes rustiques

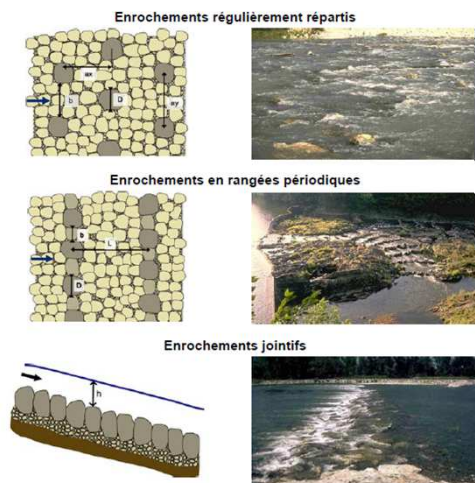
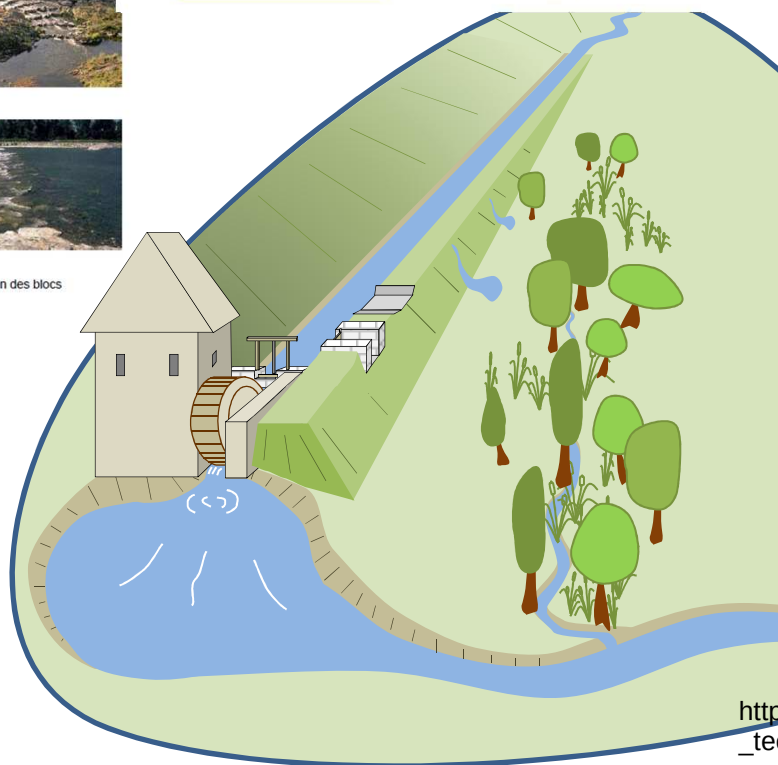


Figure 1 : Les trois principaux modes de disposition des blocs



http://www.onema.fr/sites/default/files/png/PNG%202011/2006_060.pdf



http://www.liferuisseaux.org/documents_techniques/rapports/capacites_deplacement_lamproie_planer.pdf



Rapport
Retour d'expériences
sur les passes en enrochements
régulièrement répartis
en Mayenne



LE BIHAN M., ARAGO M.A., LEROYER O., COULLIER D.

Janvier 2016

Retour d'expériences sur les passes
en enrochements régulièrement
répartis en Mayenne. LE BIHAN M.,
ARAGO M.A., LEROYER O., COULLIER
D. Janvier 2016

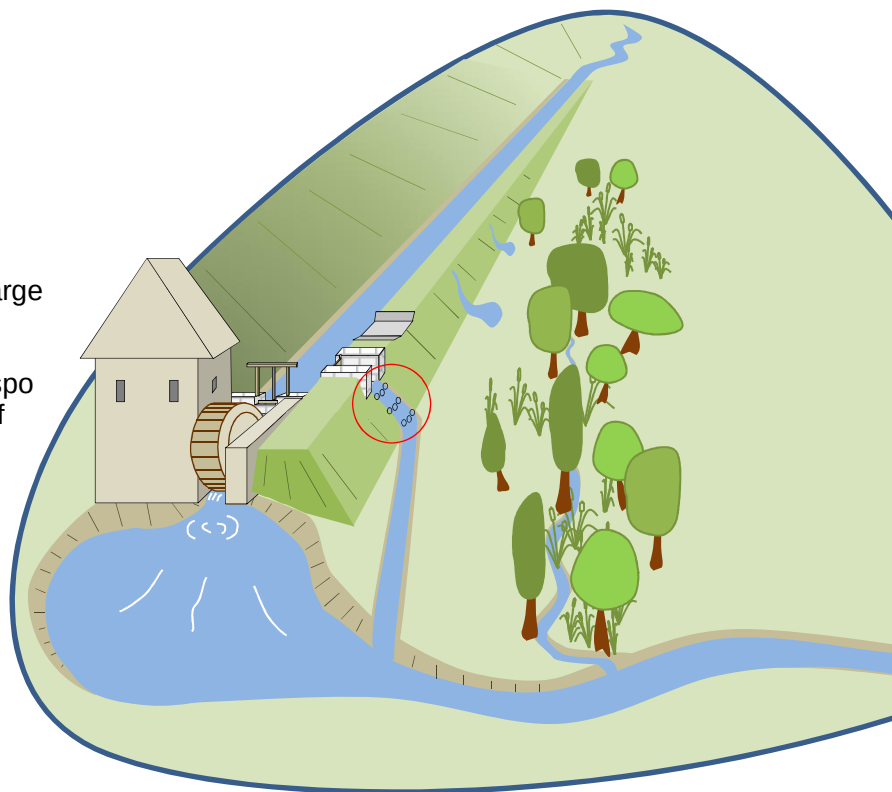
Continuité biologique / Continuité sédimentaire



Les passes « rustiques »



http://www.logrami.fr/telechargement/nos-publications/logrami_-_guide_d_entretien_des_dispositifs_de_franchissement.pdf



Choix social ?

- Emprise foncière
- Coût
- Gestion entretien
- Esthétique
- ...

Choix technique ! : souvent

- Pente trop forte (vitesses de courant élevées, lames d'eau faibles, turbulences...)
- Absence de fosses de repos
- Contraintes de réalisation et d'entretien assez élevées
- ...

- et nombreux impacts résiduels (qualité d'eau, habitats aquatiques*, transit sédimentaire)

Continuité biologique / Continuité sédimentaire

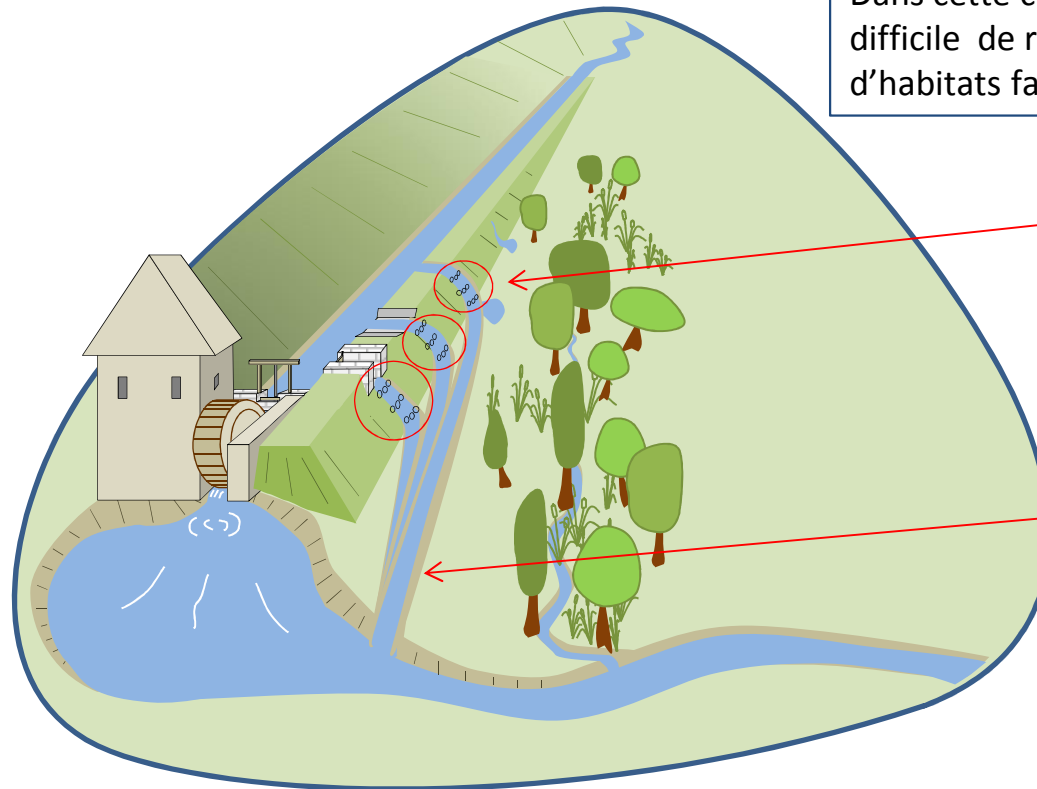


Les passes rustiques

Option technique

- Avec une prise d'eau plus à l'amont, le dénivelé est réduit, mais la pente relative de la rampe peut rester forte

Dans cette configuration il est souvent difficile de recréer des conditions d'habitats favorables sur tout le tracé





Les passes rustiques



photos P. Rousseau AFB 37

Les passes en enrochement nécessitent un franchissement d'une traite.

Pour les espèces et stades à faible capacité de nage*, il est par conséquent nécessaire d'alterner rampes et fosses de repos

Option technique :

- Un terrassement (éventuellement en partie en remblais) peut permettre d'allonger la passe, réduire la pente relative et intercaler des fosses de dissipation



- catégories d'espèces 9 à 10 du guide ICE (tableau 4 p 69)



Les passes rustiques

Approche technique :

⇒ pour les espèces et stades à faibles capacités de franchissement* sont recommandés :

- une pente max de **3%**,
- une longueur de chaque rampe max de **5m**,
- un dénivelé max de chaque chute de **10 à 15cm****.

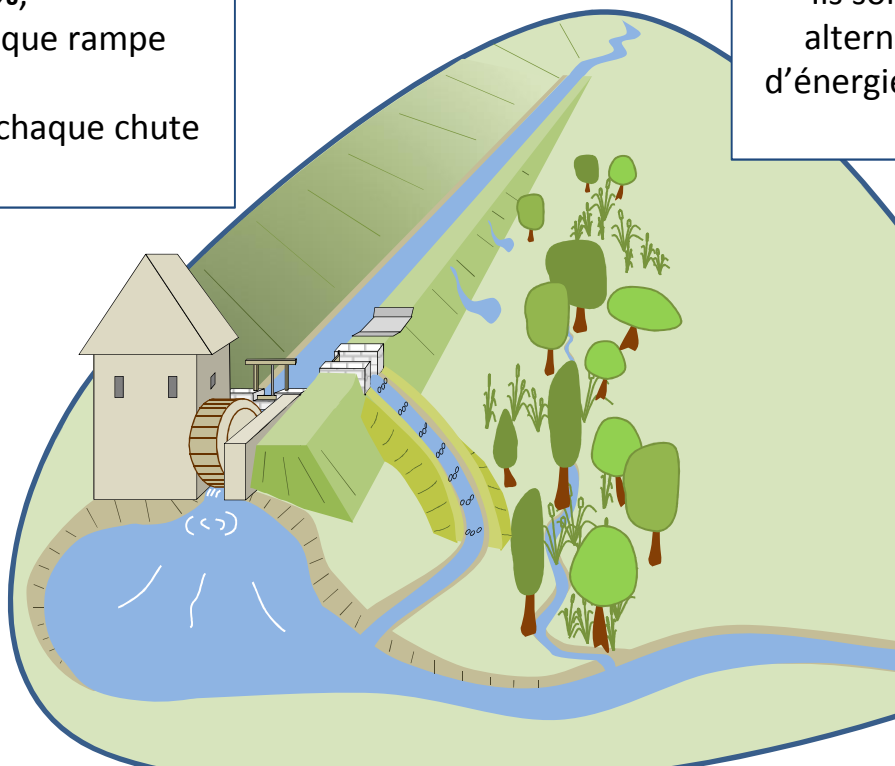
Approche « de bon sens » :

⇒ les radiers naturels ***, « franchissables par conception », ont une pente généralement comprise **entre 2 et 6 fois la pente moyenne du tronçon**.

Ils sont assez régulièrement répartis et alternent avec des fosses de dissipation d'énergie qui constituent des zones de repos pour la faune.

Pour les migrateurs amphihalins ayant des contraintes fortes de « timing », la passe doit être facile à trouver et franchissable très rapidement

Pour les petites espèces sédentaires, la passe doit être accueillante, et permettre une recolonisation lente des milieux reconnectés



- catégories d'espèces 9 à 10 du guide ICE (tableau 4 p 69)

** avec les autres conditions nécessaires à la franchissabilité : léger pendage latéral, absence de redan, charge minimale, débit et positionnement attractif...

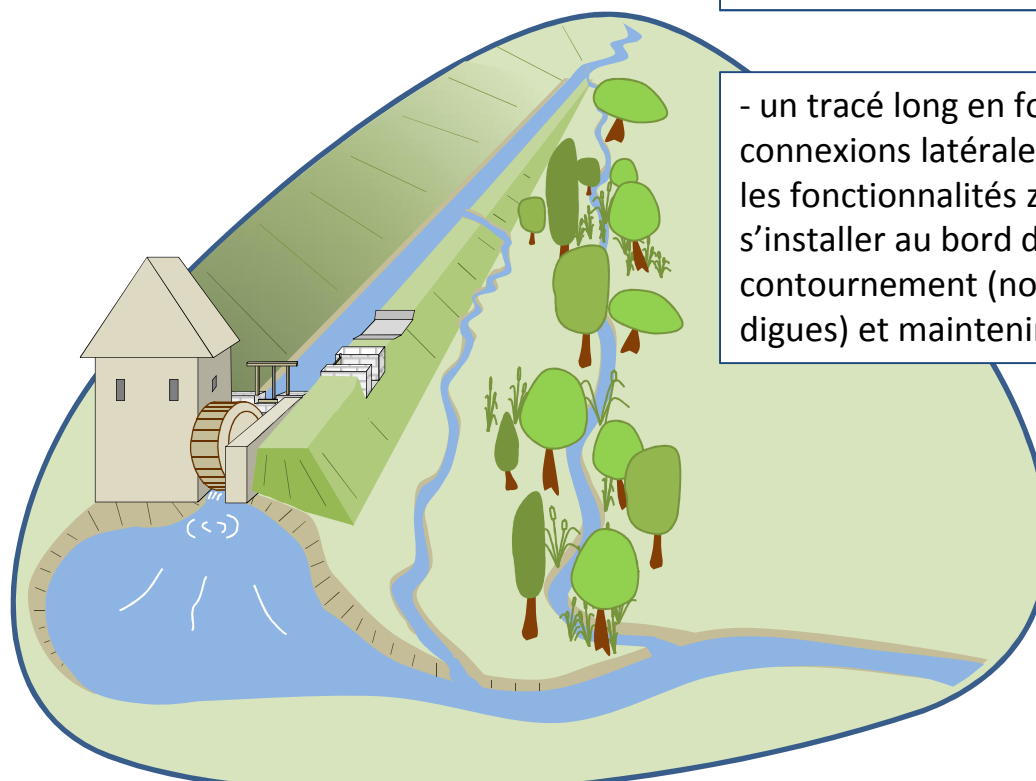
*** cours d'eau coulant sur un matelas alluvial



Les rivières de contournement

L'allongement du tracé de la « passe » permet de se rapprocher de la pente naturelle du fond de vallée

- La variété du tracé en plan et en long permet de diminuer les contraintes hydrauliques*, d'améliorer la résilience, la qualité des habitats, l'autoépuration,...



- un tracé long en fond de talweg améliore les connexions latérales, la recharge des nappes et les fonctionnalités zh. Une ripisylve peut s'installer au bord de la rivière de contournement (non recommandé sur les digues) et maintenir une eau fraîche....

*permet de mettre en place des radiers naturels, plus souples, plutôt que des seuils fortement ancrés



Les rivières de contournement

Le seuil répartiteur :

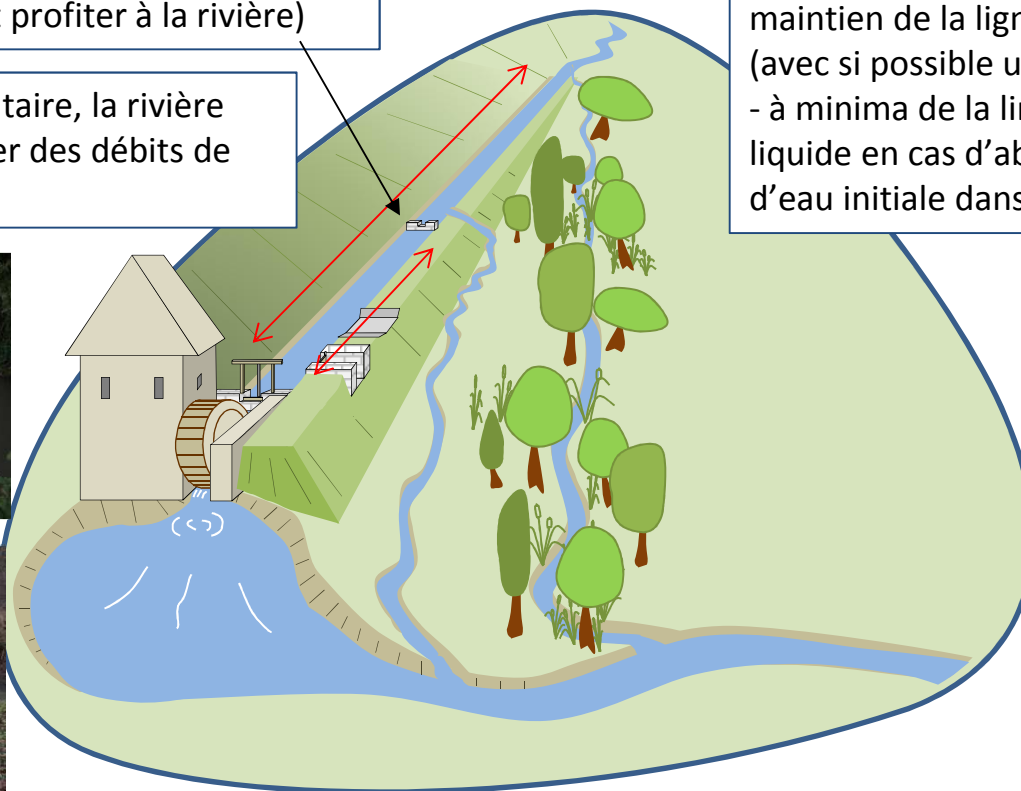
Généralement plutôt artificiel avec un bon contrôle du débit sur le bief, et assez naturel et souple sur la rivière de contournement (le défaut d'entretien doit profiter à la rivière)

Pour le transit sédimentaire, la rivière doit pouvoir faire passer des débits de l'ordre de QJ1 à QJ2

Pour assurer un transit naturel des sédiments

l'amont de la dérivation doit partir :

- de l'amont du remous solide en cas de maintien de la ligne d'eau initiale dans le bief (avec si possible un retour vers la rivière mère)
- à minima de la limite du nouveau remous liquide en cas d'abaissement partiel de la ligne d'eau initiale dans le bief



Continuité biologique / Continuité sédimentaire



Les passes rustiques
Les rivières de
contournement

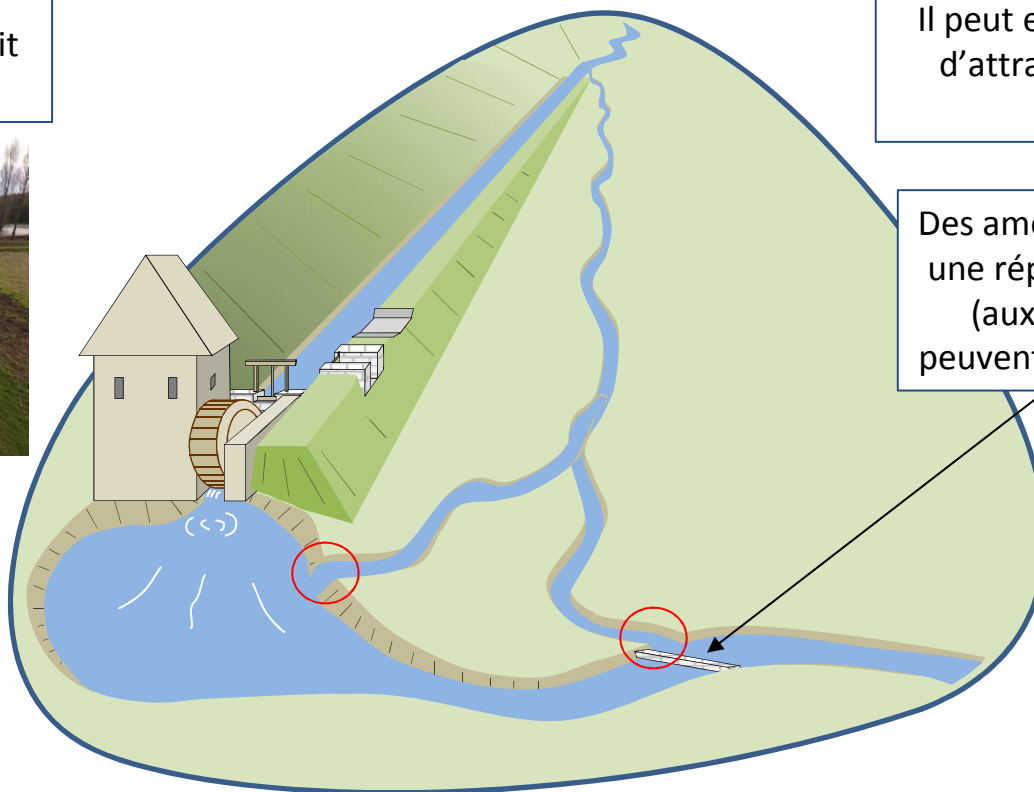
Si des berges hautes et un
gabarit trop grand ne
peuvent être évités, le lit
doit être emboîté



Une confluence éloignée du bief peut permettre de limiter les
problèmes liés à l'incision du lit (pente localement forte, sur-gabarit...)
et de se rapprocher du fond de talweg et du tracé de la rivière d'origine

Il peut en résulter un problème
d'attractivité de la rivière de
contournement

Des aménagements spécifiques et
une répartition du débit adaptée
(aux périodes importantes)
peuvent pallier à cet inconvénient

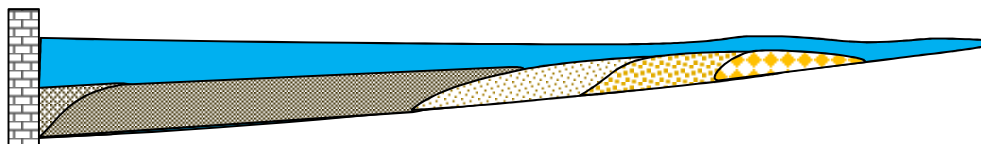




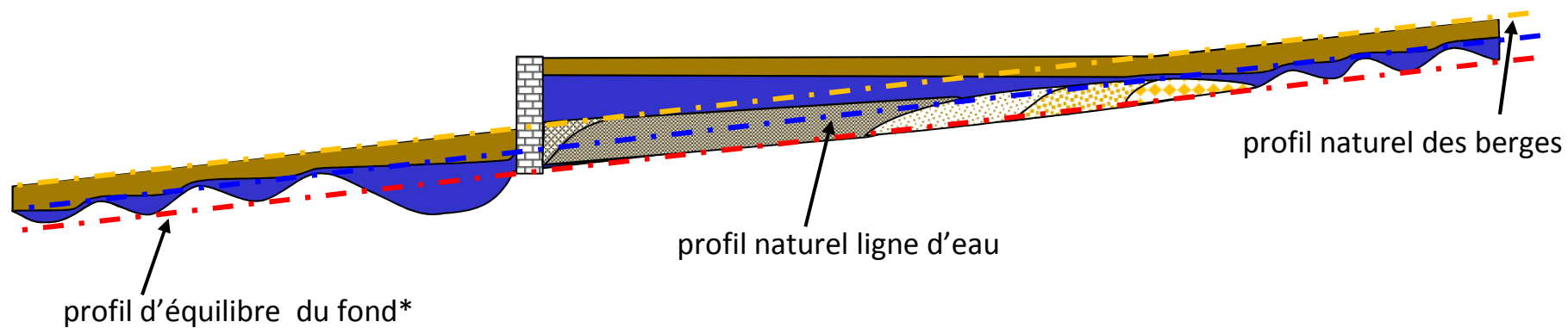
Retrouver un profil équilibré
Assurer le transit sédimentaire



Le choix de la meilleure solution technique ne doit pas se baser sur l'analyse du seul profil en long du bief.



Il faut tracer le profil d'équilibre* de fond de lit, les profils des berges, de la ligne d'eau (miroir) actuels et futurs sur une étendue suffisamment longue



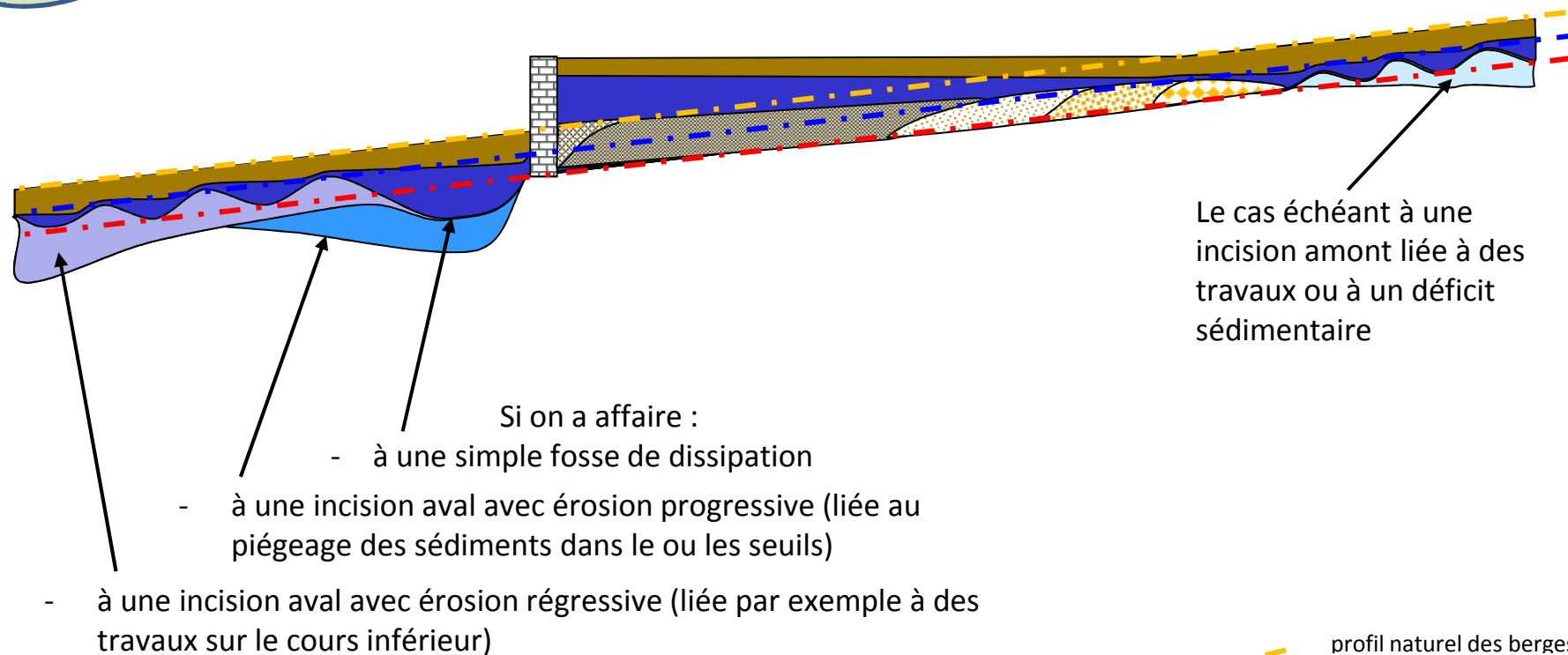
*à ajuster éventuellement par rapport à un tracé en plan peu ou pas altéré par la mise en bief ou des travaux de rectification



Retrouver un profil équilibré
Assurer le transit sédimentaire



Quelque soit le mode de restauration de la continuité, cela permet d'identifier :



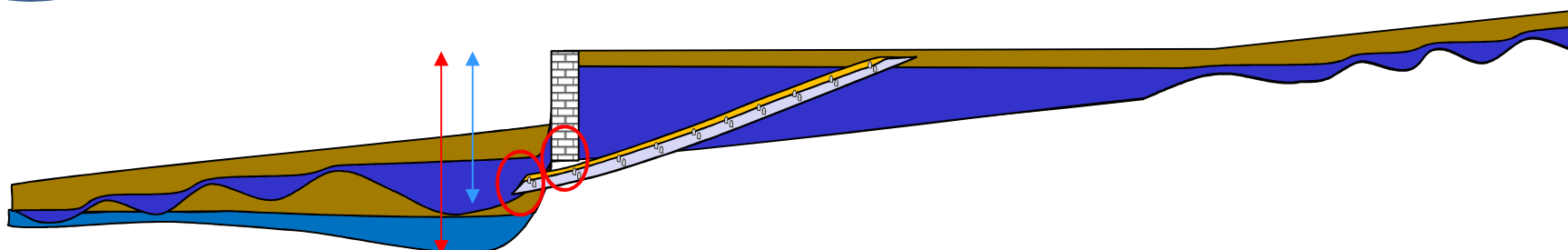
profil naturel des berges
profil naturel ligne d'eau
profil d'équilibre au fond

Continuité biologique / Continuité sédimentaire

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Retrouver un profil équilibré
Assurer le transit sédimentaire



En cas d'équipement (passe ou rivière de contournement), cela permet d'anticiper le risque de dénoisement de l'entrée de la passe (si le phénomène d'incision n'est pas stoppé).

Il est dans tous les cas préférable de stopper l'incision et de retrouver le niveau de base afin :

- de limiter la hauteur de chute et la longueur de la passe

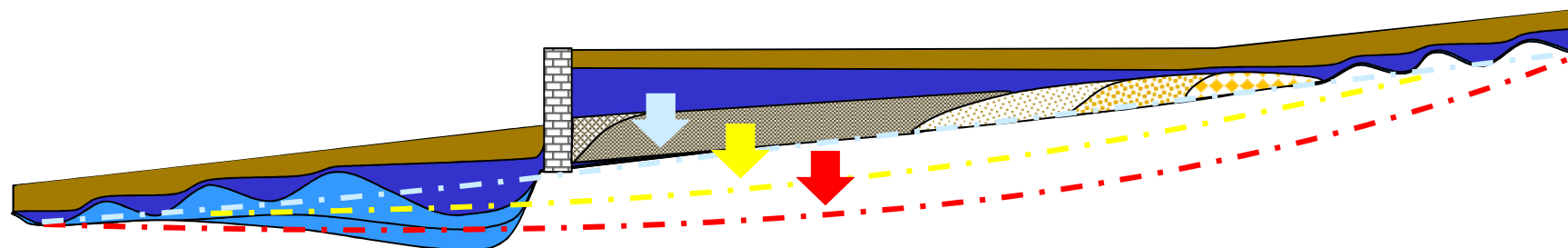
- et de limiter les risques au niveau des infrastructures du seuil (s'il a été choisi de le conserver)



Retrouver un profil équilibré
Assurer le transit sédimentaire



En cas de restauration de continuité par dérasement, arasement et /ou ouverture durable et efficace des vannes, avec évacuation naturelle ou mécanique des sédiments fins accumulés



Les tracés des différents profils permettent d'évaluer :

- Les volumes de sédiments potentiellement mobilisables*
- Les effets de l'érosion régressive et de l'ajustement du profil en long

*avec une analyse qualitative

profil d'équilibre initial
profil d'équilibre ajusté à une faible incision
profil d'équilibre ajusté à une forte incision

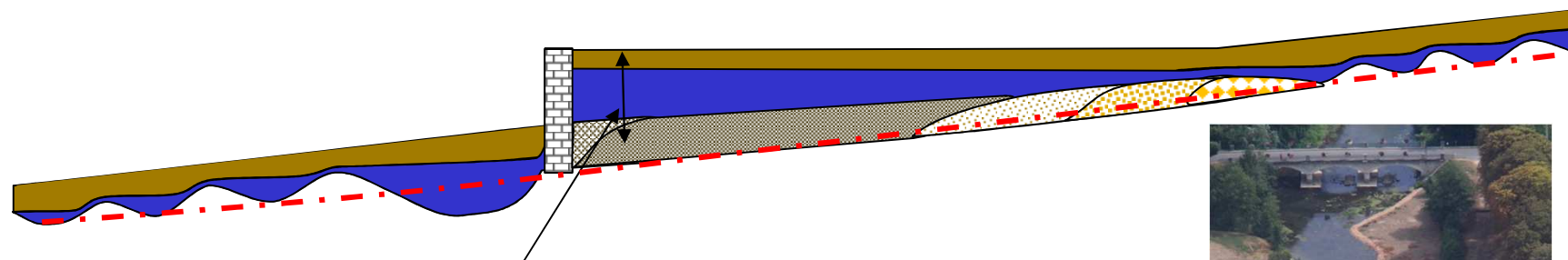
Continuité biologique / Continuité sédimentaire



Retrouver un profil équilibré
Assurer le transit sédimentaire



En cas de restauration de continuité par dérasement, arasement et /ou ouverture durable et efficace des vannes, avec évacuation naturelle ou mécanique des sédiments fins accumulés



Cela permet d'identifier les zones présentant des hauteurs de berges élevées et un gabarit surdimensionné*

Et d'envisager si nécessaire des mesures d'accompagnement :

- arasement de la berge coté talweg,
- emboîtement du lit (déblais-remblais, banquettes...),
- recharge avec augmentation de l'étendue granulométrique initiale,



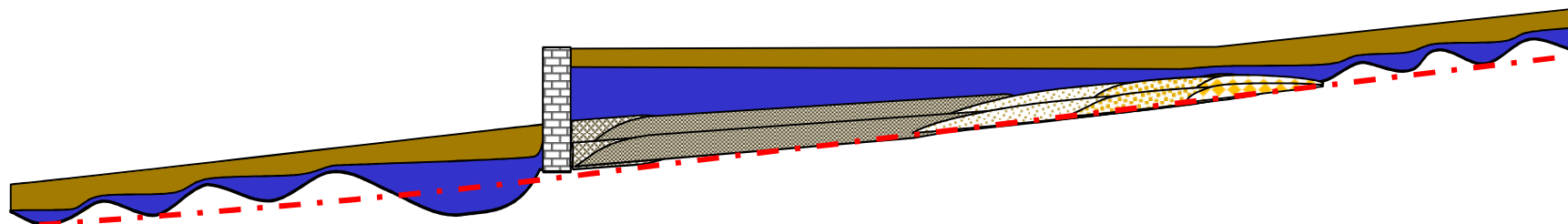
*avec des mesures des largeurs

Continuité biologique / Continuité sédimentaire



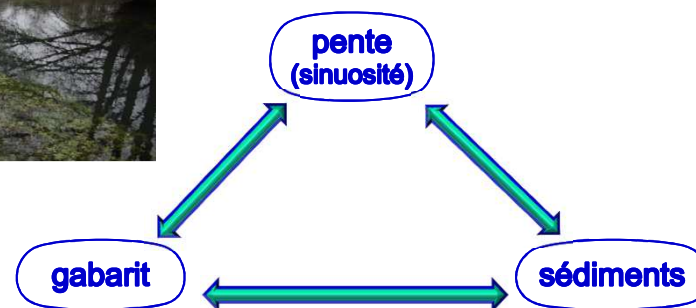
Retrouver un profil équilibré
Assurer le transit sédimentaire

En cas de restauration de continuité par arasement partiel
+ équipement d'une passe



Les mesures de diversification des habitats dans
le bief nécessitent un abaissement suffisant de
la ligne d'eau.

Si la pente de la ligne d'eau reste très inférieure
à la pente d'équilibre, les aménagements
risquent d'être peu efficaces
(ou efficaces que sur la partie amont du bief).



En résumé

Les passes techniques nécessitent :

- des débits bien contrôlés (pas forcément élevés si le débit d'attrait est suffisant),
- des niveaux d'eau assez constants
- une rigidité permettant de garantir et conserver ces caractéristiques techniques
- une surveillance et un entretien important

Inadapté pour le transit sédimentaire, nécessite un ouvrage spécifique.

Les passes rustiques supportent un peu plus de variations du débit et nécessitent moins d'entretien.

Les conditions d'implantation et de construction doivent être cependant très rigoureuses pour assurer la continuité des petites espèces

Les conditions d'implantation ne permettent pas généralement d'assurer le transit sédimentaire pour les biefs comme pour les ouvrages au fil de l'eau (implantation pointe amont). Nécessite un ouvrage supplémentaire

Les rivières de contournement supportent de grandes variations de débit, ne nécessitent pas beaucoup d'entretien et peuvent faire transiter les sédiments (selon le dimensionnement du gabarit et le positionnement de la prise d'eau)
En créant des habitats elles permettent des connexions lentes pour les espèces peu mobiles

La qualité morphologique du cours d'eau, des berges et de la ripisylve, nécessite des variations des niveaux d'eau et la respiration des sédiments (les niveaux trop constants favorisent le battillage, l'érosion des berges et le colmatage des fonds)

La restauration de la continuité doit être faite en tenant compte des autres fonctionnalités, en favorisant des fonctionnements durables (comme le retour en fond de talweg) et une bonne résilience

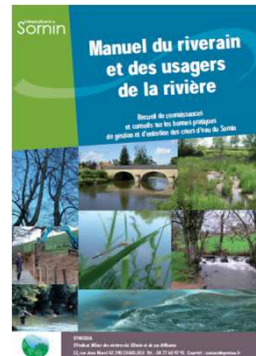
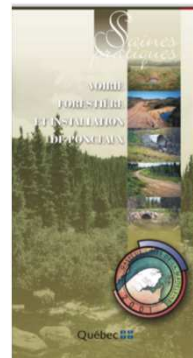
Continuité biologique / Continuité sédimentaire

Ponts, ponceaux, buses, gués, ...

Documentation

Le nombre de références biblio, guides, plaquettes de vulgarisation, retours d'expériences etc., limité jusqu'à présent, tend à se multiplier ces derniers temps

Sans compter les plaquettes des professionnels qui développent des produits spécifiques



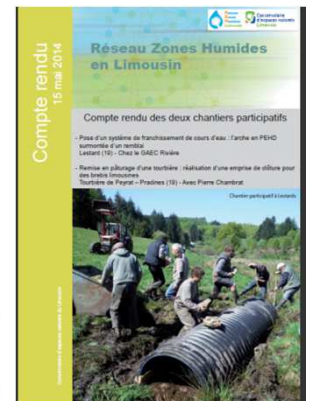
Circulation de la faune aquatique : exemple d'aménagements, réalisés dans le cadre du programme LIFE « Ruisseaux de têtes de bassins et faune patrimoniale associée ».

De façon concrète, la question de la franchissabilité pour la faune aquatique s'envisage dans deux situations :

Le premier cas est illustré par le remplacement d'un passage buse par un pont en bois qui est l'élément central de la commune de Champs-sur-Marais, sur un ruisseau d'un mètre de large environ. Cette solution offre l'avantage, sous réserve de respecter la pente naturelle du cours d'eau, de ne présenter aucun obstacle à la circulation de la faune aquatique.



Rencontres nationales « Direction des ruisseaux de têtes de bassins et des zones humides associées » 3 au 4 avril 2007, Maison du Parc du Morvan, Saint-Etienne (58).



Documentation

Les guides ne suffisent pas (à l'heure actuelle) à définir la solution la plus appropriée à chaque situation. Les retours d'experts favorisent une meilleure appropriation de cette thématique.



POUR UNE TRANSPARENCE HYDRO-ÉCOLOGIQUE DES
LIGNES NOUVELLES FERROVIAIRES
PRINCIPES DE PRISE EN COMPTE
DES COURS D'EAU ET DES ZONES HUMIDES



Juin 2014

Petits ouvrages hydrauliques et continuité piscicole

Choix, dimensionnement, installation et équipement des ouvrages de franchissement hydrauliques (OH) : prescriptions réglementaires, méthodes préconisées

V. de BILLY – ONEMA (DCUAT)
M. GIGLEUX – CEREMA (Dter Est)

Petits ouvrages hydrauliques et continuité piscicole

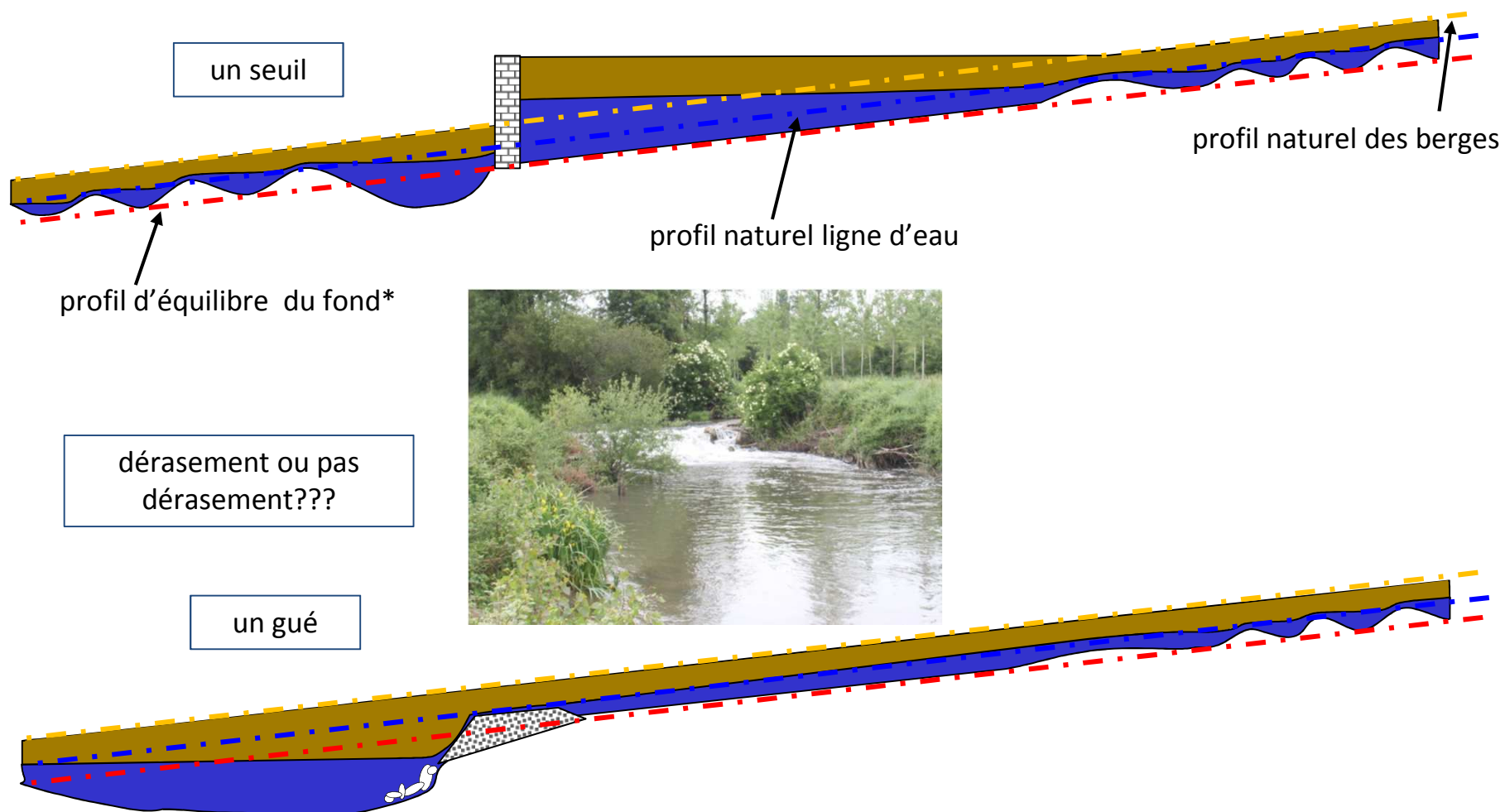
Équipement des OH existants :
Principes de choix et de dimensionnement des dispositifs

Courret Dominique
Pôle Ecohydraulique ONEMA – IRSTEA – IMFT



Pôle Ecohydraulique ONEMA – IRSTEA – IMFT (Toulouse)

Il faut faire également la même démarche de relevé des pentes et repérage des problèmes d'érosion progressive ou régressive



Les tendances évolutives

Remplacement des ouvrages sous-dimensionnés (généralement des buses)
par des ouvrages plus grands (généralement des dalots).



Ouvrage de grande taille, vide d'air important 😊

mais : mauvais calage, absence de fosse d'appel, lame d'eau dans l'OH insuffisante sans pendage latéral... 😡 😡

Ce n'est pas le dalot en soi qui constitue une avancée technique, car s'il est mal calé il peut aggraver les problèmes de continuité



Dalots bien dimensionnés (?), bien calés.



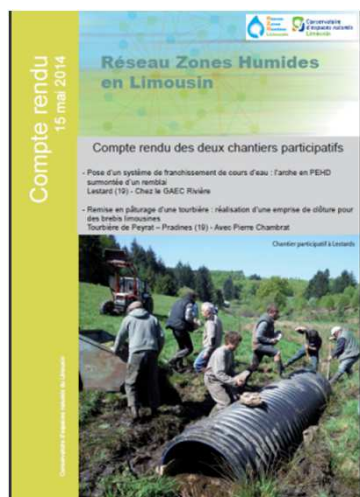
Respect de la pente naturelle du cours d'eau, ennoiment sous 30cm de substrats, éléments rugueux, écoulement préférentiel à l'étiage par décalage altitudinal des deux arches (voir l'Arrêté de Prescriptions Générales du 28 novembre 2007)



Un vide d'air plus important est obtenu avec une pose verticale

Les tendances évolutives

Remplacement des ouvrages sous-dimensionnés ou mal calés (généralement des buses) par des demi-buses PEHD



Des buses ou demi-buses métalliques peuvent présenter des conditions d'utilisation proche, pour des coûts légèrement plus élevés, mais des dimensions pouvant être supérieures

Cela présente l'avantage de laisser (ou recréer) le substrat naturel et permettre les évolutions verticales du profil en long

⇒ Le coût est faible (140 à 300 € HT le mètre linéaire posé pour des très petits cours d'eau*)

⇒ La mise en place assez aisée



⇒ Peu de recul sur la durée de vie (mises en places récentes)

⇒ faible portance pour les engins (dépendante de l'épaisseur de remblai sur la demi-buse)

⇒ plusieurs problèmes de tenue en pied (selon le soin apporté aux semelles, la stabilité des sols etc.)**

⇒ quelques problèmes de sous-dimensionnements*



Les tendances évolutives

Remplacement des ouvrages sous-dimensionnés ou mal calés (généralement des buses) par des demi-buses préformées



Des modèles spécifiques sont fabriqués au Canada (pas de distributeur à ce jour en France) évitant la coupe manuelle des buses PEHD

- ⇒ Le coût est plus élevé env 800\$ le module de L : 1m l : 2m
- ⇒ Les modules permettent une pose simplifiée (sur des troncs), sont légers, et permettent de réaliser des coudes*



A priori cela représente les mêmes inconvénients que le modèle précédent

- ⇒ Peu de recul sur la durée de vie (mise en place récente)
- ⇒ faible portance pour les engins (dépendante de l'épaisseur de remblai sur la demi-buse) 😞
- ⇒ ...?

* pas vraiment conseillé pour une bonne efficacité sur la continuité

Les tendances évolutives

Remplacement des ouvrages sous-dimensionnés ou mal calés (généralement des buses) par des demi-buses



PEHD renforcé

- ⇒ Pose rapide
- ⇒ Résistance à la charge ???



- ⇒ Coût : env 1 095,00 pour du 4m*0,4m (HT non posé)
- ⇒ 1 200,00 pour du 4m*0,6m
- ⇒ 1 390,00 pour du 4m*0,8m
- ⇒ 1 500,00 pour du 4m*1m

* largeur « utile »



Les tendances évolutives

Remplacement des ouvrages sous-dimensionnés ou mal calés (généralement des buses) par des demi-buses

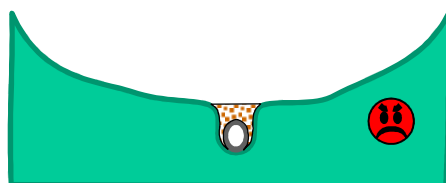


Un nouveau modèle en béton, de fabrication récente (en Bretagne), vient d'être breveté et commence à être installé

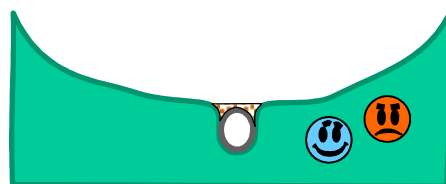
- ⇒ Pose rapide : à priori selon le modèle (pas d'infos obtenues auprès du constructeur), possibilité de simplifier l'installation des semelles sous patins ou d'avoir une semelle intégrée???)
- ⇒ Forte résistance à la charge (32T) 😊
- ⇒ Coût élevé (à priori équivalente à un dalot : de l'ordre de 10 000€HT le module de L : 2m, l : 1,5m*)
- ⇒ Modèle plus lourd (nécessite un engin de levage)
- ⇒ ...? 😞

* largeur « utile »

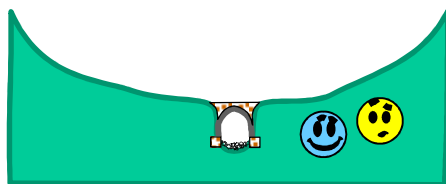
hiérarchisation des options techniques



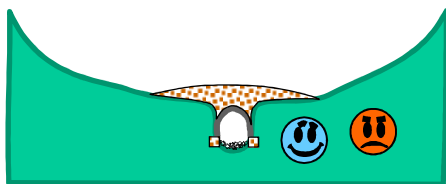
- ⇒ **buse sous-dimensionnée** : problème de bouchage (sur les TPCE), effet refoulement amont (sédimentation), effet « spray » aval (érosion pouvant créer des dysfonctionnements sur la continuité)



- ⇒ **buse bien dimensionnée** : les effets négatifs sont limités, mais il reste une réduction de la section hydraulique du cours d'eau (béton et remblai), et la section hydraulique n'est pas ajustable



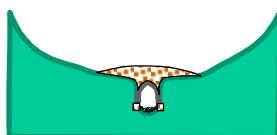
- ⇒ **demi-buse avec «petit» remblai** : les effets négatifs sont limités, mais il reste une réduction de la section hydraulique du cours d'eau (remblai), la section hydraulique est ajustable verticalement (matelas alluvial)



- ⇒ **demi-buse avec «gros» remblai*** : en période de crue**, la mise en charge peut entraîner à l'amont de la buse un refoulement (sédimentation...) des vitesses et des érosions fortes sous la buse et à l'aval

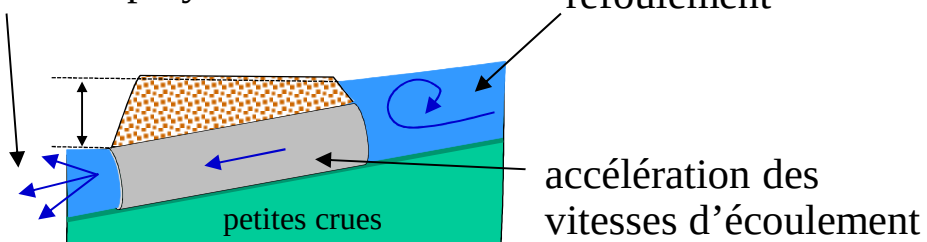
* pour renforcer la portance de l'OH ** débordement hors lit-mineur

Problématique des remblais

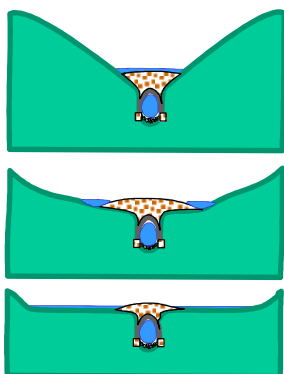
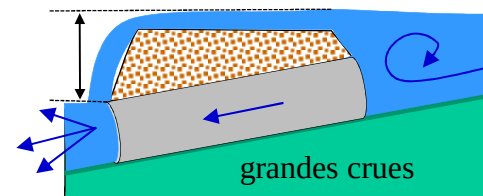


⇒ Obstacle aux écoulements en période de crue

effet « spray »



érosion du remblai, +
agrandissement de la
fosse de dissipation liée à
la chute



⇒ Les effets sont plus ou moins marqués selon la forme de la vallée, l'hydrologie, la pente...



Des aménagements complémentaires peuvent réduire ces effets (par exemple ajout de buses sèches dans le remblai)

Les tendances évolutives

Remplacement des ouvrages sous-dimensionnés ou mal calés (généralement des buses) par des ponts (portiques) construits sur place

Plusieurs Maitres d'Ouvrages choisissent de privilégier des constructions sur place plutôt que des modules pré-fabriqués



photos FDAPPMA Hte-Saône

- ⇒ Coûts moins élevés que les modules préfabriqués (2 à 3000€ HT pour les modèles présentés* (4 à 6m de long)**
- ⇒ la section hydraulique est ajustable verticalement (matelas alluvial)
- ⇒ la forme de l'OH peut s'adapter plus facilement que les buses et dalots enterrés au rapport de forme (l/h) « naturel » du cours d'eau



- ⇒ Attention aux effets induits par l'épaisseur des structures!



* infos B Dumain Fédé Pêche Hte Saône

**!rajouter éventuellement coût étude béton pour la portance engins lourds

Le rapport de forme

AGENCE FRANÇAISE
DE L'EAU ET DE LA BIODIVERSITÉ



Boivre avec ripisylve l/p : 9



lit sur-élargi Boivre (86) l/p : 17

lit rectifié (ancien bief), suppression ripisylve et piétinement bovins

Les tendances évolutives

Remplacement des ouvrages sous-dimensionnés ou mal calés (généralement des buses) par des ponts construits sur place



passerelle anti passage
bovins



- ⇒ Des modèles mixtes (béton-métal) présentent certaines facilités de mise en place. Modèle présenté 1950€ HT m/l* posé.
- ⇒ bétons préfabriqués pour les bajoyers et béton coulé pour la dalle
- ⇒ bois : pour véhicules légers 3800€HT (3,5x4,00 m), pour tracteurs et véhicules forestiers 7 200€HT, (5x4m, ép 0,30m)** (bajoyers blocs empilés)

P
A
S
S
E
L
L
E
E
N
B
O
I
S

O
U
V
R
A
G
E

D
E

F
R
A
N
C
H
I
S
S
E
M
E
N
T



* infos M Lebihan ONEMA Dir 2, infos B Dumain Fédé Pêche Hte Saône

ouvrages pour la continuité en marais



TERRE ET MER DE MIGRATEURS

Comment favoriser le passage entre
eau douce et eau salée de **l'anguille ?**



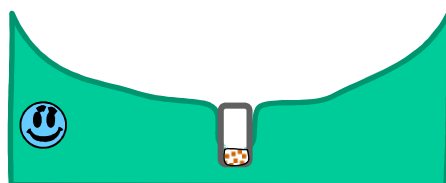
Lettre d'INFO n°1
novembre 2015

RN1 naturelle des marais
de l'Île de Ré
LPO - Gironde 17100
Route de l'Île de Ré
17100 La Rochelle - Tél: 05 46 42 42 85

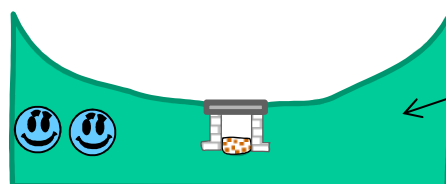


https://www.lpo.fr/images/espaces_proteges_natura_2000/reserves_naturelles/Moeze/lettreinfoanguille_n1.pdf

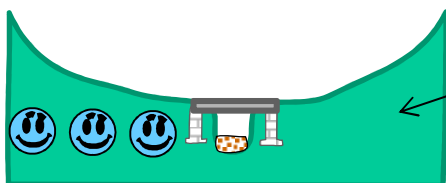
hiérarchisation des options techniques



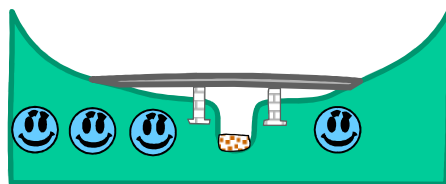
dalot



Privilégier toujours* les passerelles et ponts (sans assise en lit mineur), plutôt que les buses ou dalots (même enterrés) : meilleure adaptation au rapport de forme L/l, possibilités d'ajustements verticaux...



Une pose des assises en retrait des rives permet également des ajustements latéraux et de conserver des berges naturelles...



Une pose en viaduc offre une solution optimale

* De Billy V. et Gigueux M., Nancy 2014, préconisent d'imposer les OH sans assises en lit mineur pour tous les cours d'eau de pente $> \text{à } 3\%$ et les cours d'eau à enjeux biologiques

** compte tenu de la faible luminosité, une recharge en berges est préférable

hiérarchisation des options techniques



exemple de franchissement en viaduc



Dans certaines régions des passerelles très anciennes, calées bas*, font preuve d'une bonne efficacité et d'une remarquable longévité**
Cette option est rarement retenue pour les OH modernes!



Gué facilement submersible

*submersion dès la crue annuelle (avant débordement en lit majeur)

** Elles demandent tout de même une surveillance et un entretien régulier.



Amélioration de la continuité sur des OH existants

FRANCHISSEMENT ROUTIERS ET CONTINUITE ECOLOGIQUE

Initiatives et retours d'expérience en Touraine

Forum TMR Lathus – 6 novembre 2015

- ⇒ Une grande variété de situations, une recherche de solution au cas par cas
- ⇒ Des tests, essais, réajustements...



Exemples d'aménagements

CD 37 - Aménagement d'une arche - OA à la confluence Loire/Choisille
OA de 180 ml de long – 2 arches de 6,10 ml de large – Hauteur : 6,10 m)

Après travaux : 2014 aménagement de l'arche en RG

Avant travaux : 2004 état initial (vue amont de l'arche en rive gauche) : faiblesse des hauteurs sur le radier

* diapos B Coudrin, CATER 37

Exemples d'aménagements

SI Amasse – OA sur RD (Dpt 41) - Creusement du radier et recharge aval du lit

Avant travaux *Après travaux*

Exemples d'aménagements

SI Manse – Recharge aval du lit

Avant travaux *Après travaux*

Comblement de la fosse mais hauteur d'eau sur radier ?

Amélioration de la continuité sur des OH existants

Avant d'équiper, traiter en priorité les contraintes



M Bramard
destruction d'une rehausse mal positionnée



M Bramard
Encoche rugueuse pour concentrer des écoulements



M Bramard
Mini-seuil privilégiant une arche à l'étiage

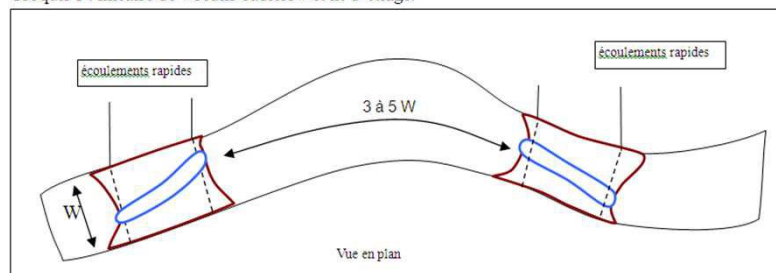
Araser (notamment les rehausses « tardives »), concentrer les écoulements * (pour les lames d'eau trop faibles), retirer ou écarter les bajoyers (pour les vitesses d'écoulement trop rapides)...

* à adapter aux contraintes hydrauliques en périodes de migration piscicole

Amélioration de la continuité sur des OH existants

Privilégier les techniques les plus intéressantes pour le milieu, sans focaliser uniquement sur l'aspect continuité piscicole (sédiment, résilience, habitat, qualité d'eau, fonctions hydrauliques...)

Croquis 1 : linéaire de « seuils-radiers » et lit d'étiage.



W : largeur de référence plein bord avant débordement.

Lit d'étiage

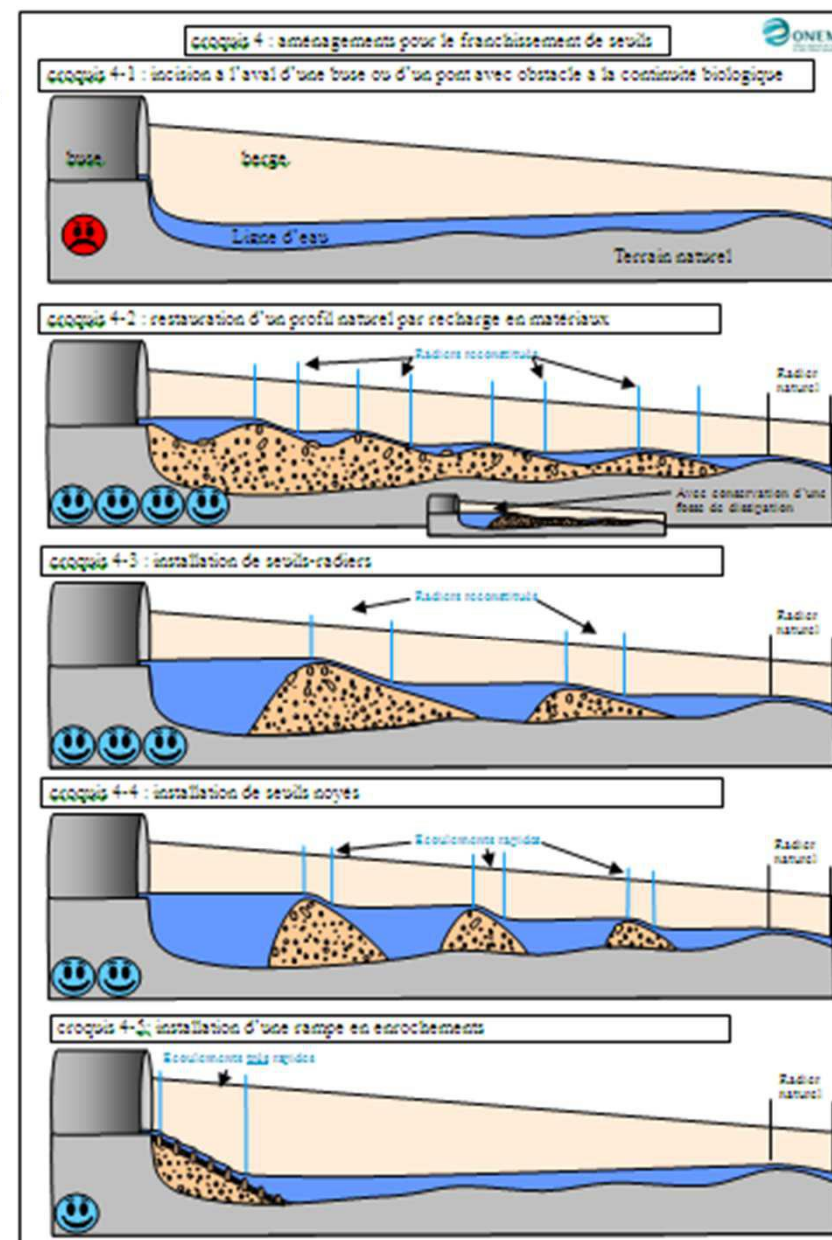
Ces distances inter-seuils-radiers (croquis 1) seront généralement de 3 à 5 fois la largeur **naturelle** du cours d'eau plein bord avant débordement (W).

Le pourcentage de linéaire d'écoulement rapide (radiers) à reconstituer dépend du type de cours d'eau (surtout de sa pente et de la granulométrie des substrats). Il varie en général de 10 à 30% sur les cours d'eau de plaine (pente < à 1%), soit de 0.6 à 2 largeurs plein bord.

extrait fiche technique « Rehaussement d'une ligne d'eau ». ONEMA M.Bramard avril 2012

Les structures souples (radiers) présentent souvent* une meilleure résilience car la charge hydraulique est répartie sur de plus grands linéaires

* respecter les règles de l'art en ajustant le triptique gabarit- pente-taille des granulats aux contraintes locales



Amélioration de la continuité sur des OH existants



OH sous-dimensionné (vide d'air faible)
équipé de barrettes



recharge dans la fosse de dissipation

← Granulats chassés à l'aval, répartis en long : reconstitution de la fosse de dissipation, formes du radier mieux ajustées



OH* avec faibles contraintes latérales
(1 seul bajoyer), la recharge reste en place



avant travaux



après travaux : recharge dans la fosse de dissipation

OH « surdimensionné », la recharge reste en place....
jusqu'à une crue de fréquence rare???

* ancien lavoir

Les rivières de contournement



section amont d'une rivière de contournement bien dimensionnée



section aval de la rivière de contournement surdimensionnée



longue rivière de contournement très homogène, peu biogène

- Très peu de rivières de contournement présentent des caractéristiques techniques satisfaisantes (problèmes de référentiels, guides, formations...).
- Problèmes de résilience des travaux, aspects hydraulique ou continuité piscicole privilégiés au détriment de l'habitat et/ou de la qualité d'eau

Quelques projets ambitieux présentent de nettes améliorations techniques et permettent d'affiner les contraintes particulières à ce type de travaux





Cas particulier des banquettes sous ouvrages d'art



Les banquettes sous OH* devraient obéir aux mêmes règles de dimensionnement que les travaux de restauration en cours d'eau (longueurs, largeurs, calage altitudinal et adaptation des matériaux...)



 Attention à ne pas générer des contraintes hydrauliques non compatibles avec la tenue des matériaux naturels et à la continuité piscicole

Il peut être privilégié l'emploi de banquettes en encorbellement qui ne réduisent pas la section d'écoulement de l'OH (attention aux points de raccordement)

* si l'OH est suffisamment bien dimensionné

Cas particulier des banquettes sous des ouvrages d'art



Lit amont OH incisé



Sédiments arrachés étalés dans la portion aval de l'OH



Surdimensionnement de lit, mais resserrement partiel consécutif à la fixation naturelle des sédiments atterris par les végétaux en dehors d'un OH



Absence de lit mineur différencié.

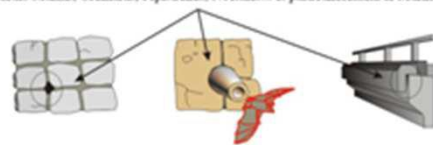
Les contraintes de luminosité sous certains OH (trop petits ou très longs*) ne permettent pas d'ajustements favorables à terme au milieu naturel en fixant les sédiments par les végétaux aquatiques.

* la mise en place de puits de lumière peut limiter cet effet



Prise en compte d'autres espèces à valeur patrimoniale

Certaines espèces de **chauve-souris** affectionnent les disjointements entre les pierres, les tuyaux de drainage, les corniches et autres joints de dilatation (Plumiers Moustes, Oreillards, Pipistrelles, Noctules... et particulièrement le Murin de Daubenton).



Certains **oiseaux** profitent de différents supports offerts par ce type d'édifice (Bergamottes des ruisseaux, Troglodyte et surtout Cincle plongeur qui peut construire son nid en majorité sous les ponts).

Les Collisions routières peuvent représenter également une cause de mortalité majeure pour les **mammifères aquatiques** (Loutre, Vison, Castor, Putois...) qui ne peuvent franchir certains ponts, particulièrement en période de crues.

MESURES CORRECTIVES ET COMPENSATOIRES

Pour les **Chauves-souris**, il faut absolument conserver l'existant, il ne faut pas obtenir les disjointements dont on ne voit pas le fond car elles peuvent être endommagées profondément. Il existe des modèles de nichoirs qui peuvent présenter une alternative relativement satisfaisante s'ils possèdent de bonnes qualités thermiques et sont fixés de façon durable.

Il est cependant préférable d'aménager des aires dans le bâti lui-même (dans le neuf comme dans l'ancien), en réservant par exemple des espaces dans le béton avec du polystyrène, ou en utilisant des modules préfabriqués prévus à cet effet. Éviter les travaux de mi-nuit à mi-jour, et consulter des spécialistes pour un diagnostic préalable.

Pour les **oiseaux**, il est beaucoup plus facile de proposer des nichoirs qui offrent des résultats satisfaisants. On peut également fixer des planches inaccessibles entre deux poteaux pour créer des supports supplémentaires. Éviter les travaux de mi-nuit à mi-jour.

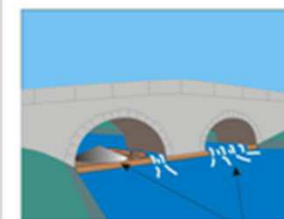
Pour les **mammifères**, des banquettes permettent le franchissement des ouvrages sans risque de collision routière. Dans certains cas, il est nécessaire d'aménager un passage supplémentaire à côté de l'ouvrage et de poser des clôtures.

Les **Organismes à contacter** : les services départementaux du CSP, de l'ONCFS, les Fédération départementales de Pêche (FDAPPMA), de protection de la nature et de protection des oiseaux...

- Bibliographie :**
Larousse M., Fauriol J., Thirard F., Goulet C. 1994. FAJCEZ A POEZO002 - reptiles et amphibiens des ouvrages de franchissement, CSE, Collectif de l'Etat au point, 136 p.
Ruel D. 2000. Méthode scientifique et document d'usage, CSE, Collectif de l'Etat au point, 164 p.
Ouvrages routiers et aménagements des passages, 1994. Plaque à adhésif pour le CSE et le CSP.
Une place pour les aménagements des zones humides et des cours d'eau, 2003. Plaque à adhésif pour l'Agence de l'Eau Loire Bretagne.
Les Châtreaux sont les ponts, comment les protéger, Plaque à adhésif pour le CSE et le CSP.
Bouchard C. 2005. Les Ponts d'Europe, histoire d'une construction. CSE, Collectif de l'Etat au point, 136 p.
Duguet M. 1997. Comment protéger les ruisseaux, Bâtis, 27 p.



Recommandations pour la restauration des ponts et autres ouvrages routiers



Les atteintes à la circulation des poissons : Arches encombrées, mauvais calage du seuil entraînant par érosion ou dépôt de sédiments un déchaussement amont ou aval, parois verticales (même avec une faible hauteur cela peut causer une gêne importante pour le franchissement en fonction des espèces et de l'âge des poissons), lames d'eau trop faibles, vitesses de courant trop rapides, parcs et fonds lisses.

Les solutions :

Un abaissement du seuil avec une pente longitudinale identique à la pente moyenne du cours d'eau permet de retrouver des lames d'eau et des écoulements favorables et de reconstituer un lit naturel (calage conseillé : 30cm en dessous du lit moyen du cours d'eau).

Si un abaissement du radier n'est pas possible, un seuil disposé à l'aval (ou plusieurs si le dénivelé est important) peut permettre de noyer le pied de l'ouvrage (veiller aux conditions d'installation et de franchissabilité du seuil -donner loi sur l'eau-).

Une reprise du radier peut permettre d'améliorer les conditions de franchissement : - en réalisant un remblaiement partiel avec encoche concentrant les débits d'étiage (pendage latéral conseillé : 1/3 à 1/6, hauteur d'eau minimale à rechercher : 15cm) - en insérant des plots béton ou des galets afin d'augmenter la diversité des écoulements et de ralentir la vitesse des lames d'eau (démarche conseillée 15 par m, taille 5 à 15cm de Ø).

Pour améliorer les conditions d'écoulement et de franchissabilité, les buses et dièges peuvent bénéficier d'aménagements du même type, ou de procédés plus spécifiques.

ATTENTION :

Pour des pentes élevées (> à 2%), les contraintes hydrauliques rendent le franchissement par les poissons difficiles. Les techniques de maîtrise d'ouvrage s'apparentent à celles utilisées pour les passes à poissons, et demandent des expertises individuelles très poussées, réalisées par des spécialistes.

Note de synthèse Délégation interrégionale Bretagne, Pays de la Loire de l'AFB - 2017

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ

Vitesses d'écoulement

Equipements des ouvrages routiers ou ferroviaires existants

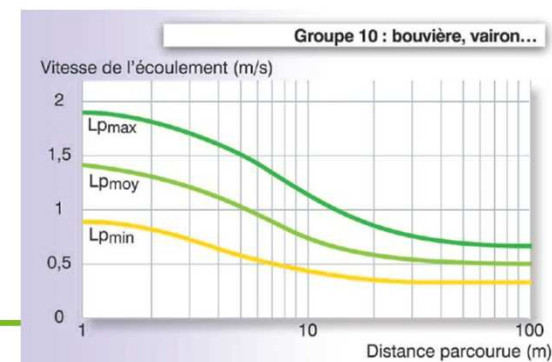
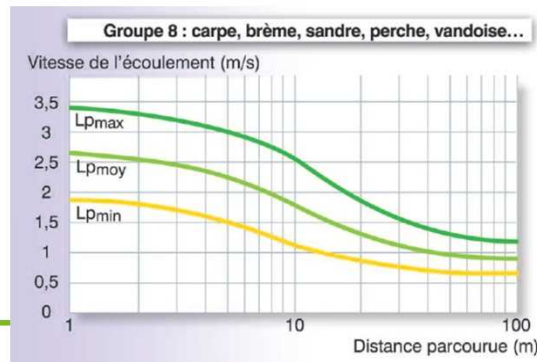
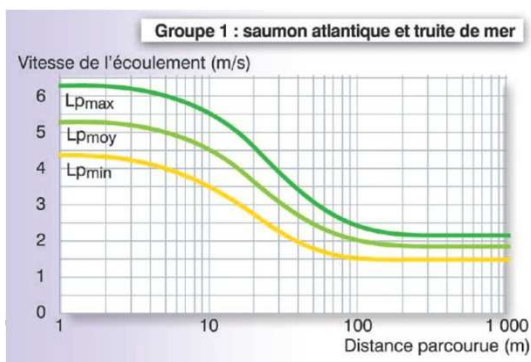
En se substituant localement au milieu naturel, les ouvrages routiers ou ferroviaires modifient généralement le substrat, les conditions d'éclairement et le régime d'écoulement des eaux. Ces ouvrages peuvent constituer de sérieux obstacles à la migration des poissons vers l'amont (ICE, 2015). L'équipement d'un ouvrage reste une mesure corrective qui sera toujours moins efficace qu'un ouvrage franchissable « par conception ».

A) Origine des problèmes de franchissement (ICE, 2015 ; Formation PAP, 2015)

Les problèmes de franchissement piscicole des ouvrages routiers ou ferroviaires existants sont principalement dus :

1) Aux conditions d'écoulement au sein de l'ouvrage

- Vitesses d'écoulement trop importantes (radier lisse, section réduite, pentue)



Hauteurs d'eau minimales

Equipements des ouvrages routiers ou ferroviaires existants

Groupe 1 : Saumon atlantique, truite de mer (50 à 100 cm)	20 cm
Groupe 3a : Grande alose	15 cm
Groupe 3b : Alose feinte et Lamproie marine	10 cm
Groupe 4a : Truite <u>fario</u> et truite de mer (25 à 55 cm)	10 cm
Groupe 4b : Truite de mer (15 à 30 cm)	5 cm
Groupe 5 : Aspe et brochet	15 cm
Groupe 6 : Ombre commun	10 cm
Groupe 7a : Hotu, barbeau et chevaine	10 cm
Groupe 7b : Lamproie fluviatile	5 cm
Groupe 8d : Vandoise	5 cm
Groupe 9a : Ablette, gardon, rotengle,...	5 cm
Groupe 9b : Chabot, lamproie de planer, loche franche	5 cm
Groupe 10 : Vairon, bouvière,...	5 cm
Groupe 11 : Anguille	2 cm

Présence ou absence de
chute en aval ou redan à
l'intérieur

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ

Equipements des ouvrages routiers ou ferroviaires existants

B) Démarche et données nécessaires à la conception d'un équipement

La première étape est de définir les objectifs de franchissabilité :

- **Quelles espèces à faire franchir ?** Toutes les espèces piscicoles présentes (exemple : truite fario, brochet, vandoise, chabot, anguille...), et dans certains cas les écrevisses.

- **Pour quelle gamme de débit ?** Pour des débits compris entre l'étiage (QMNA5) et jusqu'à 2,5 fois le module moyen inter-annuel (à affiner éventuellement en cas d'enjeux importants ou de difficultés lors du dimensionnement), les vitesses d'écoulement et les tirant d'eau doivent être compatibles avec la capacité de franchissement des espèces piscicoles ciblées. Les vitesses doivent rester inférieures ou égales à la vitesse de nage dite « de croisière » et leurs capacités d'endurance, la hauteur d'eau doit permettre la nage effective des individus.

La seconde étape consiste à une description topographique et hydraulique de l'ouvrage hydraulique et du cours d'eau en aval et en amont :

- Profil en long du fond et de la ligne d'eau à 1 débit,
- Caractérisation des pentes longitudinales, des chutes et des hauteurs d'eau,
- Ligne d'eau à relever à bas débit (à mesurer),
- Second relevé de ligne d'eau à fort débit éventuellement,
- Profils en travers à chaque modification notable de la section,
- Mesures de vitesses d'écoulement.

C) Types d'équipement possibles et principe de dimensionnement

Le choix d'un équipement doit permettre de rendre les conditions d'écoulement compatibles avec les capacités de nage et éventuellement de saut des espèces-cibles. Il existe 3 grands types d'équipements possibles : les cloisons périodiques, les macrorugosités et la rugosité de fond.

	Cloisons périodiques (barrettes, déflecteurs)	<u>Macrorugosités</u> Régulièrement réparties	Rugosité de fond (dalle à plots)
Principe	Former des bassins séparés par des chutes franchissables	Réduire les vitesses et dissiper l'énergie de proche en proche	Prévu initialement pour l'anguille pour leur reptation
Section adaptée	Convient à tous les types de section (rectangulaire, circulaire)	Plutôt les sections rectangulaires	
<u>Niveau</u> minimale	> 10-20 cm	> 15-20 cm	
Chute maximale	15-30 cm (tableaux 24- 25 du guide ICE)		
Puissance dissipée	dans les bassins (100-250 W/m²)	200-500 W/m²	
Critères spécifiques	Type de jet : • Jet plongeant ($\Delta H \geq$ 0,4-0,5 H échancrure) espèces sautant (truite) <u>Niveau</u> $\Delta H > 2 \Delta H$ • Jet de surface ($\Delta H \leq$ 0,4-0,5 H) toutes espèces	Vitesse maximale dans les jets (1,5-2,0 m/s, tableaux 27 du guide ICE)	20-30 L/s par mètre de largeur
Préconisations techniques	Cloisons d'entente plus proches que la pente est forte ou en quinconce Disposer les barrettes en alternance pour éviter les « couloirs hydrauliques »	Concentration en blocs d'entente plus élevée que la pente est forte	Mettre en place un pendage latéral Décharger une partie du débit si possible
Limites	Difficultés parfois à obtenir des jets de surface Peut perdre sa fonctionnalité lorsque la submersion est importante (fortes vitesses et puissances dissipées)	Difficultés pour les faibles débits à obtenir une hauteur d'eau minimale Fonctionnel jusqu'à ce que les <u>macrorugosités</u> soient submergées, adapter leur hauteur en conséquence	Peut convenir aux petites espèces (CHA, LPP), mais fonctionnalité compromise dès que les plots sont significativement submergés
Réf Bibli		<u>Laugier et al.</u> , 2006	



Bypasses as compensative habitats Imatra urban brook 2015

New constructed channel with 300/ 150 litres/sec

Intégrer les passes à
poissons dans la
compensation des
habitats???



Planned and constructed to be optimal habitat for trout

Touristic landscape

Planning: MA-architects, SYKE

Jukka Jormola
Landscape Architect
Finnish Environment Institute SYKE

ECRR General Members Meeting
Paris 8-9. November 2017

Implementation of river continuity restoration in Finland

Public opinion is for migrative fish

- TV- advertisement of a big commercial chain together with WWF:
- "K- Fish Paths: Making love/spawning belongs to everyone"
 - Loving couples are facing a barrier



Merci aux collègues, aux techniciens rivières, aux agents de fédés de pêche, de CD... pour leur contribution

Changer de techniques de communication?

Jukka Jormola
Landscape Architect
Finnish Environment Institute SYKE

