

vnf

voies
navigables
de France

direction de
l'Infrastructure,
de l'Eau et de
l'Environnement

outils

Guide passes à poissons



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable
et de l'Aménagement
du territoire

Centre
d'Études
Techniques
Maritimes
et Fluviales

CETMEF

Auteurs

Ont participé à l'élaboration de ce guide :

Rédaction

F Aigoui et M Dufour
(SIEE - GEI)

Comité de pilotage

Grégoire Isidore
VNF / DIR Bassin Seine

Dominique Leblond
VNF / DIR Centre Est

Claire Albin
VNF / DIEE / DQSE

Luka Antonic
VNF/ DAJCP / DJ

Laura Chapital
VNF / DIEE / DRDR

Michel Larinier
GHAAPPE – ONEMA.

Bertrand De Bruyn
CETMEF

Remerciements

Pour la plus-value mais aussi le cautionnement technique et méthodologique apporté par le **GHAAPPE**.

Pour la contribution de certaines **Directions Territoriales VNF** sollicitées pour cerner les attentes des agents et prendre en compte leurs retours d'expérience en matière de conception de projets.

A d'autres **acteurs** ressource ici cités (ONEMA, Agence de l'Eau en particulier) pour la mise à disposition de contributions en cours de réflexion, (réécriture des SDAGE), permettant d'étayer au plus juste les derniers ajustements à propos de la continuité écologique.

Avant propos

Ce guide...

Pourquoi ?

Faisant suite à la Directive Cadre 2000/60/CE qui prône l'atteinte du « bon état écologique » des cours d'eau pour 2015 (entérinée par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006) et à la veille des prochains SDAGE, les ambitions en matière d'état des ressources ciblent explicitement la **libre circulation des poissons** sur les cours d'eau dont ceux concernés par la navigation.

Pour **accompagner les Maîtres d'Ouvrage** lors des opérations de restauration des barrages ou de mise en conformité réglementaire de ces ouvrages, VNF a engagé la réalisation du présent guide.

Pour qui ?

VNF destine prioritairement ce guide aux **responsables techniques au sein de la maîtrise d'ouvrage des projets de reconstructions ou de mise en conformité des ouvrages de navigation**.

Comment ?

Ce guide constitue un **outil d'aide à la décision** pour orienter les Maîtres d'Ouvrage dans le montage de leurs programmes et leur permettre de juger de la bonne exécution des différentes étapes du projet. A cet effet, il répertorie les principaux points à traiter pour concevoir un dispositif efficace et conforme aux attentes exprimées dans le programme de l'opération.

Au travers des **3 parties** qui le composent, ce guide:

- ⇒ précise en premier lieu **comment aborder, placer et « traiter » de la continuité écologique** dans le canevas de la « procédure projets » classiquement suivie par les responsables techniques,

- ⇒ passe ensuite en **revue** les différents **types d'ouvrages de franchissement piscicole**, puis expose les phases de réalisation d'un projet ainsi que leur contenu,

- ⇒ aborde enfin les aspects **maintenance contrôle et efficacité** des passes à poissons. Pour ce dernier point, le guide fixe des préconisations ambitieuses qui pourront justifier, au cas par cas, en fonction des moyens financiers et humains, une mise en place progressive.

Sommaire

Avant – propos 1

I. Recommandations pour l'établissement d'un programme 5

1 CADRAGE DU PROGRAMME	6
a) Quelques repères sur la migration des poissons	6
b) Ouvrages obstacle à la migration des poissons	8
2 LE PROGRAMME	10
a) Les besoins du programme	11
b) Les contraintes du programme	11
c) Les exigences du programme	14
3 LA CONCERTATION	17
4 LES ETUDES SPECIFIQUES	18
a) Contraintes fonctionnelles	19
b) Contraintes structurelles	20

II. « Catalogue » des passes à poissons et Phases de conception 23

1 PRINCIPES DES PASSES A POISSONS	24
2 CATALOGUE « PASSES A POISSONS »	25
a) Passes à bassins et prébarrages	25
b) Passes à ralentisseurs	30
c) Passes « naturelles »	32
d) Ascenseurs et écluses	33
e) Passes à anguilles	36
3 PRINCIPES D'IMPLANTATION DES PASSES A POISSONS	37
a) Principes et critères de base	37
b) Configuration de l'obstacle	37
c) Conditions hydrodynamiques	37
4 CONTENU DES ETUDES SPECIFIQUES	39
a) Etudes préliminaires	39
b) Etudes d'Avant Projet (AVP)	41
c) Etudes de Projet (PRO)	42
d) Après les études de Projet PRO	43

III. Exploitation, maintenance et contrôle des passes à poissons 45

1 MAINTENANCE PREVENTIVE	46
a) La maintenance préventive, pourquoi ?	46
b) Précautions lors de la conception	47
c) Maintenance de l'ouvrage	48
2 CONTROLE DU FONCTIONNEMENT	51
a) Efficacité - Fonctionnalité	51
b) Suivi piscicole	52

Annexes 55

1 Aménagement hydro-électrique et passes à poissons	56
2 Coûts et financement des passes à poissons	58
3 Canevas du programme (cas de reconstitution du barrage)	59
4 Cadre réglementaire	60

Pour en savoir plus 67

Glossaire 69

Liste des figures et des photographies 73

I. *Recommandations*

pour

l'établissement

d'un

programme

*De la «continuité de la navigation» à
la libre circulation des poissons ...*

Ce premier volet vise à sensibiliser le maître d'ouvrage de l'opération à la globalité et à la multiplicité des facteurs à prendre en compte pour l'établissement d'un programme intégrant la thématique « *continuité biologique des cours d'eau* ».

A cet effet, il :

- ⇒ rappelle succinctement quelques informations essentielles sur la biologie des espèces migratrices
- ⇒ précise **comment aborder la continuité piscicole** dans le déroulement du projet et passe en revue les points à traiter, en déclinant les principaux cas à traiter (reconstruction ou mise en conformité des ouvrages)
- ⇒ liste les aspects à considérer impérativement avant d'engager les études de maîtrise d'œuvre.

1 CADRAGE PREALABLE

a) QUELQUES REPERES SUR LA MIGRATION DES POISSONS

Espèces et périodes de migration

Un certain nombre d'espèces piscicoles ont besoin, pour le déroulement des principales phases de leur cycle biologique, de milieux différents. Elles doivent ainsi se déplacer pour rejoindre leurs zones de grossissement ou de reproduction. **La migration des poissons constitue alors une phase essentielle et indispensable de leur vie.**

Les migrateurs amphibiotes (ou diadromes) doivent obligatoirement changer de milieu au cours de leur cycle biologique qui se déroule pour partie en eau douce et pour partie en eau de mer, avec des trajets entre les zones de grossissement et les zones de reproduction pouvant atteindre plusieurs milliers de kilomètres. Le saumon, la truite de mer, les aloses et les lamproies, espèces anadromes, se reproduisent dans les rivières où ils passent leur vie juvénile, et grossissent en mer. A l'inverse, l'anguille, espèce catadrome, se reproduit en Mer des Sargasses, au large de la Floride, et effectue sa croissance dans les eaux continentales d'Europe et d'Afrique du Nord.

Les distances parcourues sont de l'ordre de :

⇒ 4000 km, pour les saumons venus du Groenland,

⇒ près de 6000 km, pour les anguilles arrivant sur les côtes françaises après avoir traversé l'océan Atlantique.

Les migrateurs holobiotiques (ou potamodromes), tout en réalisant entièrement leur cycle en eau douce, effectuent des déplacements au sein du réseau hydrographique. Ces espèces ont des exigences migratoires plus ou moins marquées, strictes pour certaines espèces (truites, barbeaus, brochets..) dont les zones de reproduction et les zones de grossissement peuvent être éloignées, moins contraignantes pour d'autres (gardon, ablette..) tout en restant primordiales pour éviter l'isolement génétique des populations.

Les migrations recouvrent des périodes distinctes selon les espèces. Elles se produisent principalement au printemps et à l'automne. Sur certains cours d'eau bénéficiant de peuplements diversifiés, des migrations peuvent être observées pratiquement toute l'année. **La libre circulation piscicole est ainsi une exigence quasi-permanente que ce soit pour la migration de montaison (de l'aval vers l'amont) ou pour la migration de dévalaison (de l'amont vers l'aval) qui peuvent s'effectuer à différents stades du cycle de vie des poissons.**

La régression, voire la disparition, des grands migrateurs, surtout marquée à partir du milieu du XIXe siècle, est essentiellement liée à la construction d'obstacles. Les espèces holobiotiques, aux exigences migratoires moins affirmées peuvent également être affectées, à des degrés divers, par la fragmentation de l'habitat.

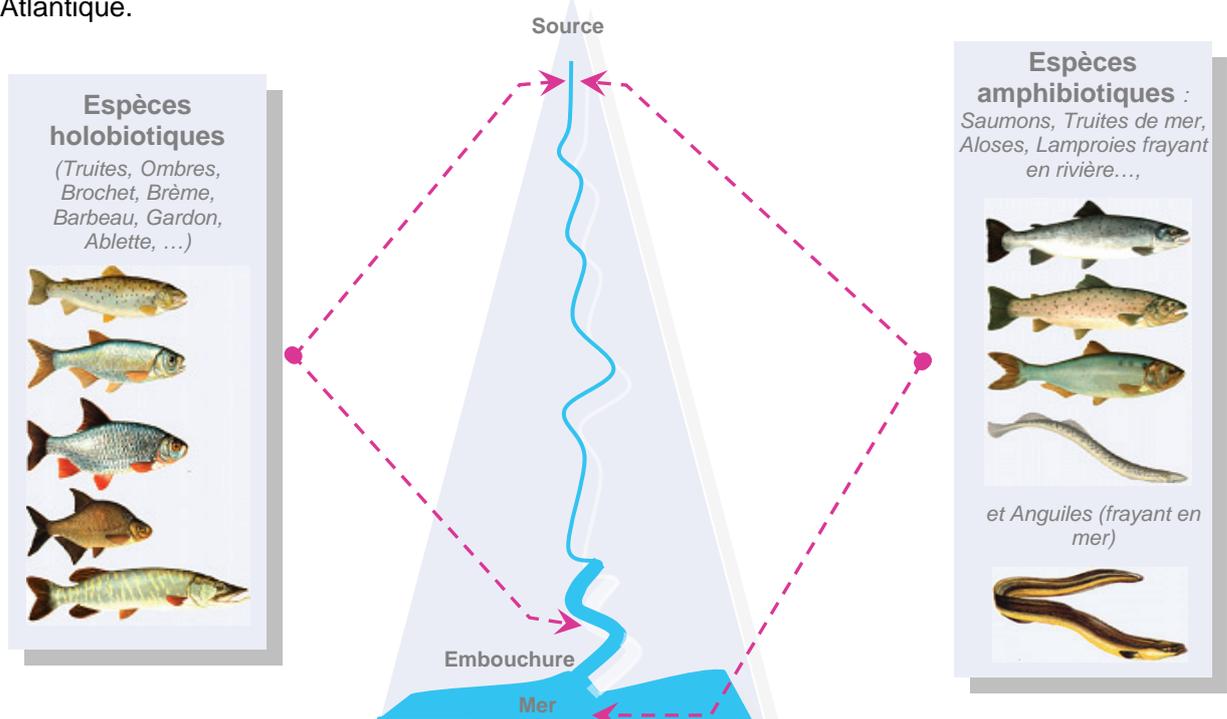


Figure 1: Schématisation de la migration des espèces holobiotiques et amphibiotes

- Les **besoins en migration** et déplacements intéressent tous les poissons; ils peuvent s'exprimer pratiquement **toute l'année** mais avec des amplitudes plus ou moins prononcées selon les espèces.
- Les **obstacles** sont le **principal facteur** responsable de la **régression** ou disparition des **grands migrateurs**.
- La restauration ou le **maintien** des **migrateurs** dépend en premier lieu du maintien ou de la reconquête de la **connectivité longitudinale** des rivières.

Capacités de nage

L'aptitude des poissons à franchir un obstacle varie selon les espèces. Elle est en partie déterminée par leurs **capacités de nage** et dépend notamment de la taille des individus et de facteurs environnementaux. Les niveaux d'activité de nage classiquement distingués sont :

⇒ l'activité de croisière :

Susceptible d'être maintenue pendant des heures sans engendrer de modifications physiologiques profondes, la vitesse maximale de croisière de la majorité des espèces est de l'ordre de 2 à 3 fois la longueur (L) du poisson par seconde (L/s) et de 3 à 4 fois L/s chez **les salmonidés**.

⇒ l'activité de pointe ou « sprint » :

Exigeant un effort intense qui ne peut durer qu'un temps très limité, la vitesse de nage maximale est de l'ordre de 8 à 10 L/s, ce qui représente des vitesses de 6 à plus de 8 m/s pour le saumon, de 4 à 5 m/s pour l'aloise et 3 à 4 m/s pour la truite.

Entre ces niveaux se situe **l'activité de nage soutenue**. Pouvant être maintenue plusieurs minutes, voire dizaines de minutes, elle entraîne à terme la fatigue du poisson.



Photographie 1: Saumon franchissant un obstacle (Onema)

L'**anguille**, au stade juvénile de civelle et d'anguillette, présente des capacités très limitées en termes de vitesse de nage et d'endurance (vitesse maximale de nage de l'ordre de 0,6 m/s pour la civelle et de 1,2 m/s pour un individu d'une soixantaine de cm de longueur). Elle est susceptible d'être bloquée par des ouvrages qui n'arrêteront pas les autres espèces migratrices, comme des chutes locales de faible hauteur

(quelques centimètres) ou des passages à vitesse modérée mais très homogènes (buses ou déversoirs très lisses).

Elle possède cependant des capacités de reptation sur des supports humides qui lui permettent de tirer parti de suintements sur des substrats rugueux ou revêtus de végétation pour franchir un obstacle.



Espèces	DISTANCE MAX FRANCHIE dans un écoulement de vitesse -V- donnée
Petites espèces (gardons, ablettes, ...) et limnophiles	Quelques m pour V=1 à 1,5 m/s
Truites fario, ombres, grands cyprinidés d'eau vives	Quelques m pour V= 2,5 m/s 5 à 6 m pour V= 1,8 à 2 m/s 10 m pour V= 1,2 à 1,5 m/s
Aloses	5 à 6 m pour V= 3 m/s 10 m pour V= 2,5 m/s 20 m pour V= 1,5 à 1,8 m/s
Truites de mer, saumons	1 à 2 m pour V= 4 m/s 5 à 6 m pour V= 3,5 m/s 10 m pour V= 3 m/s

Figure 2: Ordres de grandeur des distances maximales pouvant être franchies par certaines espèces dans des écoulements de vitesses données – Guide technique n°4 Bassin RMC

La **température** influe sur la vitesse maximale de nage qui peut être réduite de moitié pour un abaissement d'une dizaine de degrés par rapport à la température optimale. Ainsi la vitesse maximale de nage d'une truite d'une taille de 20 cm passe de 2,5-3 m/s pour une température de 15-18°C à 1,5 m/s pour une température de 5°C.

En revanche la température affecte proportionnellement moins les capacités de nage du poisson dans le domaine des vitesses de croisière et soutenues.

Les capacités de nage, et donc **l'aptitude à franchir les obstacles** sont fonction :

- ⇒ de **l'espèce** et de la **taille** des individus,
- ⇒ de la **température**.

b) OUVRAGES OBSTACLE A LA MIGRATION DES POISSONS

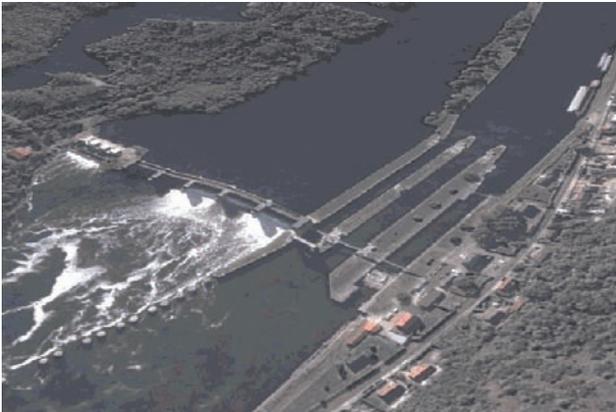
Les **ouvrages de navigation** susceptibles de **mettre en cause la libre circulation** sont :

⇒ les **barrages de navigation**

Edifiés sur les cours d'eau et sur les rivières canalisées ou aménagées, les **barrages de navigation** permettent d'obtenir un mouillage compatible avec l'usage navigation.

⇒ les **ouvrages d'alimentation**

Implantés en différents points du réseau hydrographique, les **barrages de prise d'eau** dérivent pour leur part directement de l'eau des rivières pour alimenter les canaux.



Photographie 2: Barrage de navigation sur la Seine / Méricourt (IGN)



Photographie 3: Barrage de prise d'eau de Roanne (IGN)

Quelle que soit leur fonction - navigation / alimentation - les **barrages**, cloisonnant les axes migratoires, constituent les **cibles premières du guide**.

L'incidence des écluses sur canaux (milieux artificiels) et des barrages réservoirs (généralement situés en tête de bassins versants permettant de stocker puis de mobiliser des volumes d'eau via des rigoles d'alimentation) sur la continuité écologique est dans l'ensemble beaucoup moins sensible. Cependant des équipements pourront s'avérer nécessaires sur certains ouvrages particuliers possédant un impact notable sur la migration des espèces piscicoles.



Figure 3: Typologie simplifiée des ouvrages VNF

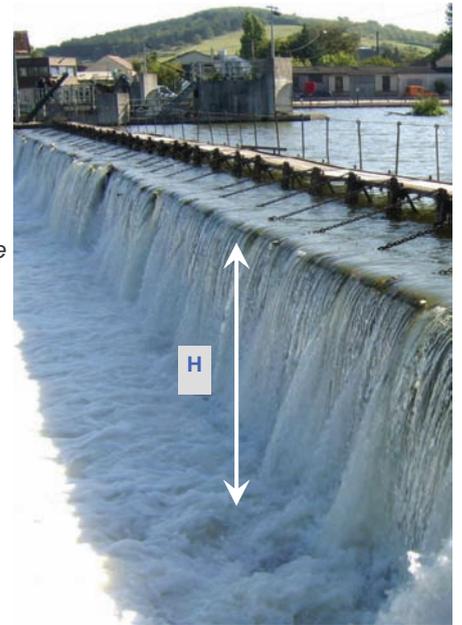
Les points importants à considérer pour qualifier les ouvrages sont :

⇒ les **caractéristiques géométriques** et la connaissance des conditions hydrauliques sur et au pied de l'ouvrage, notamment la **hauteur de chute**. Ces données sont essentielles pour les études techniques (diagnostic de franchissabilité, choix du type de dispositif, positionnement, etc.)

⇒ la possibilité que l'ouvrage étudié comporte une **microcentrale** (ou soit l'objet d'un projet de microcentrale).

La possibilité d'installation d'une microcentrale influence significativement sur les solutions techniques. Elle sera donc à préciser dès les premiers stades de la démarche (cf. annexe 1).

La **hauteur de chute (H)**, dénivelé entre la cote des lignes d'eau en amont et en aval de l'ouvrage, pourra s'avérer infranchissable pour des hauteurs supérieures à 0,30 m, (voire plus faibles suivant la forme de l'obstacle).



Photographie 4: Chute du barrage de Villeneuve sur Yonne (VNF)

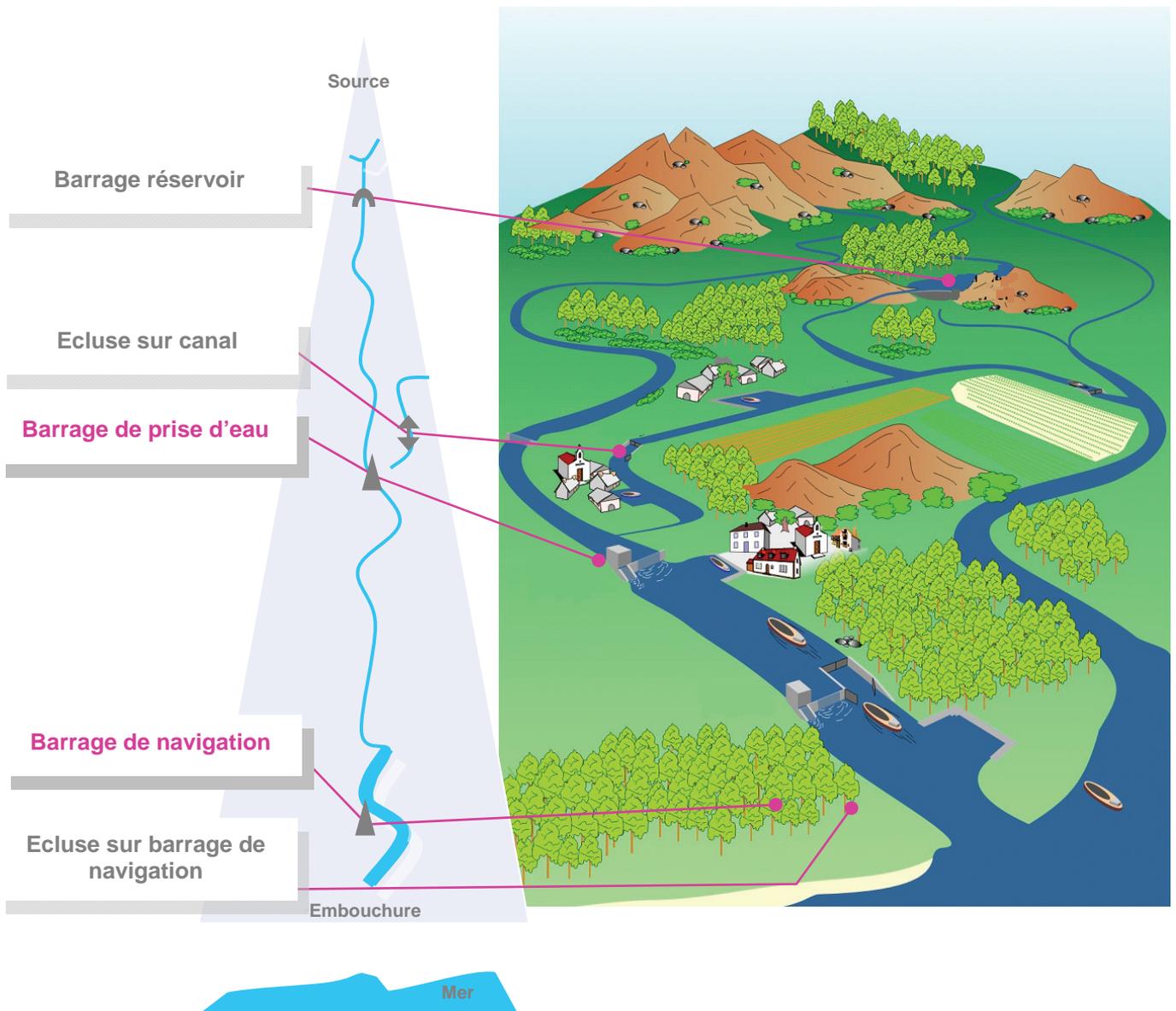


Figure 4: Répartition schématique de l'implantation des ouvrages sur un bassin

2 LE PROGRAMME

Le programme est l'expression des besoins du Maître d'Ouvrage. Il doit, à ce titre, **parfaitement cerner les ambitions en matière de continuité piscicole** pour être en mesure de préciser au plus juste, lors des étapes ultérieures, les variantes techniques des solutions les mieux adaptées, puis justifier le choix de la variante retenue. Il constitue la **base descriptive** de toute opération d'aménagement qu'il définit au travers d'une **analyse en trois points** (cf. figure 5) :

- ⇒ les **besoins** à satisfaire,
- ⇒ les **contraintes** qui s'imposent,
- ⇒ les **exigences** à prendre en compte.

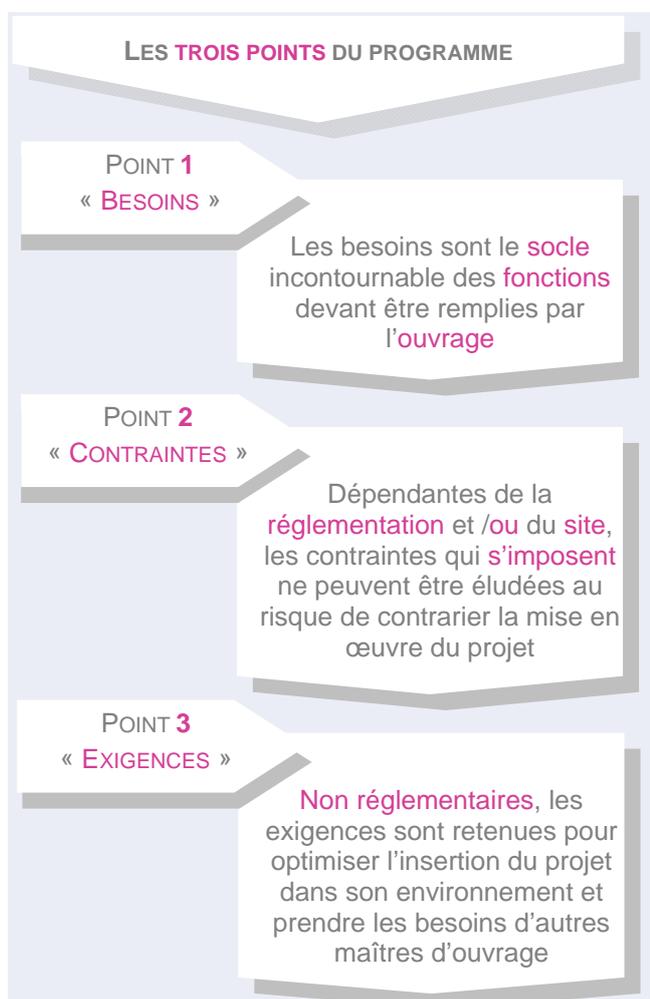


Figure 5: Points d'un programme

Le programme contient ainsi l'ensemble des informations qui seront utiles pour les premières phases des études de conception ainsi qu'une première estimation de l'enveloppe financière de l'opération.

Faute d'un programme suffisamment précis et validé au départ, le maître d'ouvrage sera amené à compléter ou modifier son projet avec pour conséquences : surcoût du projet, non conformité aux objectifs fixés, délais, etc.

Pour alimenter ces trois points, le programme s'appuiera sur :

- ⇒ des temps de **concertation** (cf chapitre 3)
- ⇒ des **études spécifiques** (cf. chapitre 4)

Parmi les **ouvrages susceptibles de faire l'objet d'un équipement en passe à poissons**, le guide retient **deux cas** principaux (cf. figure 6 ci-contre):

♦ Cas 1 : la reconstruction

Pour les programmes portant sur la reconstruction d'ouvrage, la continuité piscicole sera l'une des facettes de l'opération.

Le maintien de la continuité, assuré par la mise en place d'un dispositif de franchissement piscicole, découlera soit :

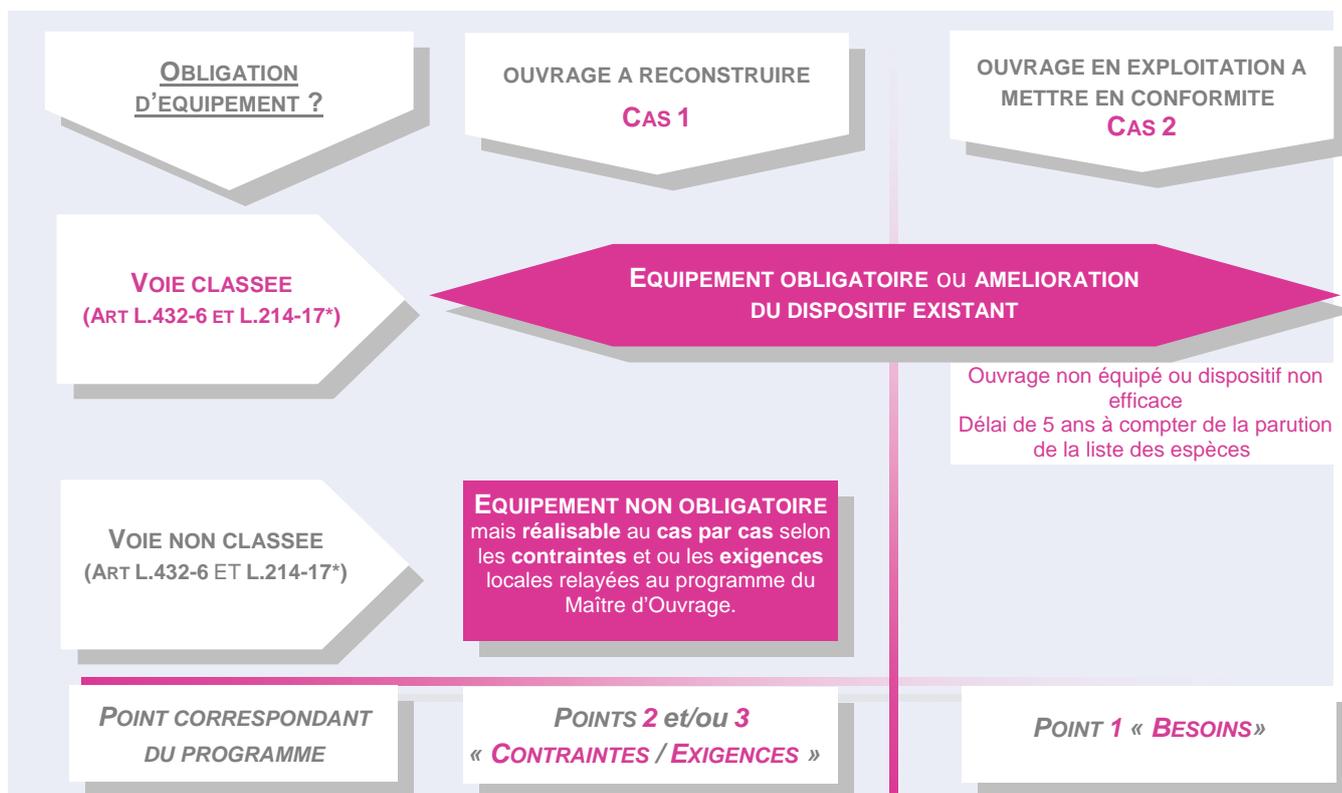
- ⇒ de l'obligation réglementaire en tant que **contrainte** s'imposant à l'opération et à formuler en ce sens au programme,
- ⇒ d'un enjeu de milieu et /ou d'usage, le plus souvent relayé par les services instructeurs et s'inscrivant comme une **exigence** du programme.

♦ Cas 2 : la mise en conformité réglementaire

La mise en conformité s'applique aux barrages construits sur un axe du réseau hydrographique classé par la réglementation en vigueur et pour lesquels une régularisation s'impose.

Le programme qui portera spécifiquement sur la réalisation d'un dispositif de franchissement, traitera donc exclusivement du rétablissement de la continuité piscicole au droit de l'obstacle en exploitation.

Dans ce **cas**, la « **mise en conformité** » sera l'objet du projet et se traduira comme **le ou l'un des besoins du programme**.



* L'article L.432-6 du code de l'environnement reste applicable dans l'attente des listes qui découleront de l'article L.214-17 (phase transitoire)

Figure 6: Cas pouvant justifier l'équipement des ouvrages

a) LES BESOINS DU PROGRAMME

Le **seul cas** où l'aménagement d'une passe à poissons constituera l'unique **besoin** du programme est celui de la **mise en conformité réglementaire** d'un ouvrage existant **sans programme de reconstruction**.

Les implications de cette mise en conformité sont répertoriées au paragraphe « contraintes réglementaires » en page suivante et détaillées en annexe n°4 du présent guide.

Pour les ouvrages à reconstruire, **cas 1**, l'aménagement d'un dispositif de franchissement résultera par contre :

- ⇒ soit d'une des contraintes spécifiées au programme par le Maître d'Ouvrage,
- ⇒ soit d'une des exigences du programme.

b) LES CONTRAINTES DU PROGRAMME

Les contraintes liées au site

Les **contraintes structurelles** sont liées :

- ⇒ à l'espace disponible et utilisable pour l'implantation du dispositif sur l'obstacle et des équipements connexes éventuellement associés,
- ⇒ à la position de toutes les installations, équipements et autres réseaux divers préexistants, liés ou non à l'ouvrage,
- ⇒ au relief et à la topographie,
- ⇒ à la nature des sols.

Les **contraintes fonctionnelles** relèvent :

- ⇒ de la gestion hydraulique du barrage (et d'un éventuel équipement de type microcentrale),
- ⇒ des caractéristiques du cours d'eau pour certaines conditions données (hydrologie, transport solide, flottants, etc....),
- ⇒ de l'incidence de l'obstacle sur la franchissabilité piscicole.

Les contraintes liées au site nécessiteront d'être déterminées par des **études spécifiques** (cf. chapitre 4).

Conduites sous l'autorité du Maître d'Ouvrage et d'un éventuel comité de pilotage, elles aideront à affiner, tout au long du processus de conception, les caractéristiques du projet.

Les contraintes réglementaires

Ces contraintes non techniques sont d'ordre réglementaire :

⇒ **réglementation** issue du code de l'environnement relative aux « **rivières classées** » qui cible d'emblée les points qui s'imposent au programme.

⇒ **autres dispositions** réglementaires ou législatives. Non spécifiquement liées à la continuité piscicole, ces dispositions peuvent néanmoins agir directement sur l'opération (parti général d'aménagement/coût) si elles énoncent par exemple des prescriptions, ou servitudes, relatives à l'environnement patrimonial et architectural du site.

◆ REGLEMENTATION « RIVIERES CLASSEES »

Le classement de la rivière est un élément déterminant sur l'obligation ou non d'équiper l'ouvrage.

Les **rivières** peuvent être « **classées** » pour la **libre circulation des poissons migrateurs** au titre de l'article **L.214-17** ou de l'article **L.432-6** du code de l'environnement. Toutefois ce dernier ne reste applicable que dans l'attente des listes qui découleront de l'article L.214-17 du code de l'environnement, inséré par la loi n°2006-1772 sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006.

L'article **L.432-6** du code de l'environnement met en place **deux régimes d'obligation** :

⇒ le classement par décret

Sur les cours d'eau classés par décret, au titre du premier alinéa de l'article L.432-6 du code de l'environnement, l'obligation de maintenir la libre circulation piscicole au moyen de dispositifs de franchissement s'applique aux ouvrages nouveaux, y compris ceux qui font l'objet de renouvellement d'autorisation administrative et ceux qui sont issus de droits ancestraux.

⇒ le classement par décret et arrêté (s)

Sur les cours d'eau où le **classement** par décret est **complété par un arrêté fixant la liste des espèces migratrices** (1^{er} et 2^{ème} alinéas de l'article L.432-6 du code de l'environnement), l'obligation est étendue à tous les ouvrages existants.

Qu'ils soient nouveaux ou anciens, la **mise en conformité** systématique des ouvrages s'impose dans un **délai de 5 ans** à compter de la publication de la liste spécifique des espèces.

Quand les cours d'eau sont classés avec leurs affluents, seuls les affluents primaires doivent être pris en compte.

Les dispositions fixées par l'article **L.214-17** du code de l'environnement prévoient l'établissement de listes en fonction de l'état écologique des masses d'eau et de leur rôle biologique :

La **liste « alinéa 1 »** qui comprendra :

⇒ les masses d'eau en **très bon état écologique**,

⇒ les masses d'eau jouant le rôle de **réservoir biologique** et qui seront définies par les SDAGE (en cours de réécriture au moment de la rédaction du présent guide).

La **liste « alinéa 2 »** qui cible les masses d'eau où il est nécessaire d'assurer le **transport** suffisant des **sédiments** et la **circulation des poissons migrateurs** vivant alternativement en eau douce et en eau salée.

Pour la liste « alinéa 1 », qui prendra effet à compter de sa publication :

⇒ aucun nouvel ouvrage ne pourra y être aménagé s'il fait obstacle à la continuité,

⇒ les ouvrages existants feront l'objet de prescriptions pour maintenir le très bon état écologique, ou atteindre le bon état, dans le cadre de leur renouvellement d'autorisation.



Figure 7: Identification des contraintes possibles d'un programme

Pour la liste « alinéa 2 », dont le délai de cinq ans à compter de sa publication est reconduit pour la mise en conformité, les règles de gestion, d'entretien et d'équipement seront définies par l'autorité administrative.

Les articles L.432-6 et L.214-17 du code de l'environnement en faveur de la libre circulation des migrateurs (montaison et dévalaison) ne créent pas une obligation de moyen mais une obligation de résultat.

L'absence de classement ne permet pas de statuer sur l'aboutissement du questionnement :

⇒ de nombreux ouvrages non soumis à cette réglementation comptent en effet un équipement mis en place au titre des « exigences milieu », de la compensation des impacts sur le milieu aquatique voire des usages qui en sont fait,

⇒ la non (ou l'insuffisante) prise en compte de « l'exigence milieu, libre continuité piscicole » lors de l'établissement du programme constitue, en outre, un risque certain quant à la bonne marche de l'opération. Pour un projet avancé (ex. stade de l'enquête publique), si la demande d'équipement intervient à l'initiative des services instructeurs, l'ajustement du projet se répercutera significativement sur les termes techniques, économiques et l'échéancier prévisionnel de l'opération.

A défaut de classement, le Maître d'Ouvrage devra initier une réflexion confirmant ou infirmant la nécessité d'un dispositif en regard d'un éventuel enjeu continuité non visé par la réglementation (cf. « Exigences du programme »).

Pour cerner les contraintes (cf. figure 7), sans nécessairement externaliser la tâche, les informations, souvent en ligne sur les sites gouvernementaux, sont accessibles auprès :

- ⇒ des services en charge de la police des eaux (SPE, DDAF, DDE, ONEMA),
- ⇒ de la DIREN (Direction Régionale de l'Environnement).

♦ AUTRES CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

La prise en compte des **contraintes architecturales et/ou patrimoniales** peut résulter :

⇒ soit de prescriptions « directes » : l'ouvrage est alors lui-même la cible de la protection réglementaire.

⇒ soit de prescriptions « indirectes » : un périmètre de protection, associé à un autre élément du site environnant, s'étend et/ou interfère avec les emprises du futur ouvrage.

Le programme devra identifier ces éventuelles prescriptions en matière d'**intégration paysagère et /ou architecturale** des équipements, tout en identifiant les sites inscrits et classés. Le Maître d'œuvre (avec les compétences ad hoc) devra tenir compte de ces contraintes pour proposer le meilleur parti architectural.

En fonction de l'enjeu, ces contraintes pourront aussi justifier le recours à une étude spécifique (conseiller en aménagement) permettant d'arrêter un parti d'aménagement recevable par l'autorité administrative, après avis éventuel de l'Architecte des Bâtiments de France.

En marge des contraintes liées à la continuité piscicole, le projet dans sa globalité pourra aussi être soumis à d'autres dispositions législatives ou réglementaires (ex. DUP,...).

Hors champ du présent guide, elles sont néanmoins à prendre en compte pour le montage de l'opération.

C) LES EXIGENCES DU PROGRAMME

Indépendamment des contraintes réglementaires, le programme pourra prendre en compte des **exigences particulières** si par exemple :

⇒ un « **enjeu milieu** » de maintien, préservation ou restauration de la circulation piscicole est mis en évidence,

⇒ une **demande « sociale »** ou une **opportunité locale** justifiée est retenue.

L'émergence, puis la **définition** des **exigences** du programme, strictement liées aux potentialités du milieu (support des communautés biologiques et/ou de pratiques sociales), seront grandement **facilitées par la concertation** (acteurs du contexte associatif, usagers, gestionnaires des milieux aquatiques...).



Figure 8: Identification des exigences possibles d'un programme

Les exigences milieu

Les classements par lesquels la continuité doit être assurée pour préserver les migrateurs ne suffisent pas à eux seuls pour statuer sur l'intérêt d'équiper ou de prévoir l'équipement d'un obstacle à la libre circulation (cf. 12 Contraintes réglementaires).

Ainsi :

⇒ certains cours d'eau, ou sections de cours d'eau, potentiellement attractifs pour les migrateurs ne sont pas visés par le législateur,

⇒ l'article L.214-7 du code de l'environnement (loi sur l'eau du 30/12/2006) prévoit de revisiter les classements et les listes qui relèvent actuellement de l'article L.432-6 du code de l'environnement (travail en cours dans le cadre des SDAGE – réservoirs biologiques).

⇒ Le maintien de peuplements piscicoles en bon état passe enfin par la conservation, voire la restauration de la connectivité sur l'ensemble du réseau hydrographique (chevelu amont/ cours d'eau médians / fleuve et embouchure).

L'**enjeu** découlera d'une **analyse à l'échelle du bassin** où est construit l'ouvrage.

En première approche et pour faciliter le positionnement de cet enjeu, 3 niveaux sont suggérés (cf. figure 9 ci-contre).

⇒ **Enjeu « certain »** : dès lors que la continuité des cours d'eau où est implanté l'ouvrage est indiquée sur les documents d'orientation ou de planification à l'échelle de district ou de bassins, un « enjeu certain » prévaudra. Exemple : cours d'eau prioritaires des SDAGE – objectifs vitaux du bassin Loire Bretagne / Préconisations des SAGE, des plans migrateurs, etc.

⇒ **Enjeu « logique »** : il devra prévaloir pour les cours d'eau qui n'ont pas de listes d'espèces (ex Meuse) alors que leurs affluents sont classés par une liste « grands migrateurs ». La logique veut ici que l'équipement de l'ouvrage sur l'axe sans liste, tienne compte, a minima, des espèces mentionnées à la « liste d'affluents » en amont de l'opération.

⇒ **Enjeu « par principe de précaution »** : à défaut d'indication découlant des niveaux précédents, le maintien ou la restauration de la continuité relèveront du principe de précaution quel que soit l'ouvrage (barrage de navigation, prise d'eau, réservoir) notamment si le projet implique une voie d'eau « naturelle ».

La **démarche** consistera à **évaluer l'intérêt d'équiper ou non l'ouvrage** à partir d'une étude technique spécifique.

Il conviendra de se rapprocher des services instructeurs (Police de l'eau, etc.) pour :

⇒ ébaucher les premiers contours de la problématique et l'acuité de l'enjeu en matière de libre continuité piscicole,

⇒ valider le cahier des charges de l'étude spécifique à engager pour disposer d'un diagnostic fondé,

⇒ organiser les différentes étapes de concertation à même de faciliter la progression de l'étude.

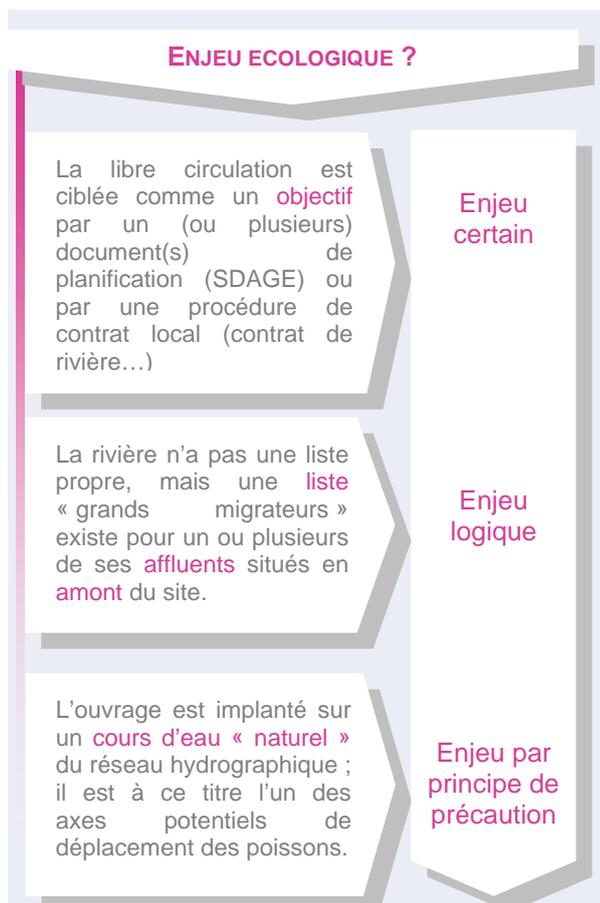


Figure 9 : Niveaux possibles qualifiant l'enjeu de libre continuité d'un programme

Pour optimiser le déroulement de cette **étude spécifique** qui requerra des compétences particulières (hydrologie, hydraulique, hydrobiologie), **il faudra** :

⇒ **analyser et expertiser scrupuleusement le site et le cours d'eau,**

⇒ raisonner à une **échelle géographique** plus étendue que celle du site d'implantation de l'ouvrage en cohérence avec la thématique considérée (situation de l'obstacle dans le bassin, espèces présentes ...),

⇒ mobiliser les différents acteurs (institutionnels, locaux, associations, etc.) pour mettre en évidence les intérêts parfois divergents et faire **émerger** un **compromis partagé** sur la stratégie la plus efficace,

⇒ assurer la mobilisation de compétences nécessaires pour la bonne exécution (bureau d'études, cabinets conseil) et le suivi de l'étude (comité de suivi).

L'analyse croisée de la contrainte réglementaire « rivière classée » et de l'enjeu milieu peut enfin s'exprimer par quatre niveaux traduisant la nécessité d'équipement d'un obstacle.

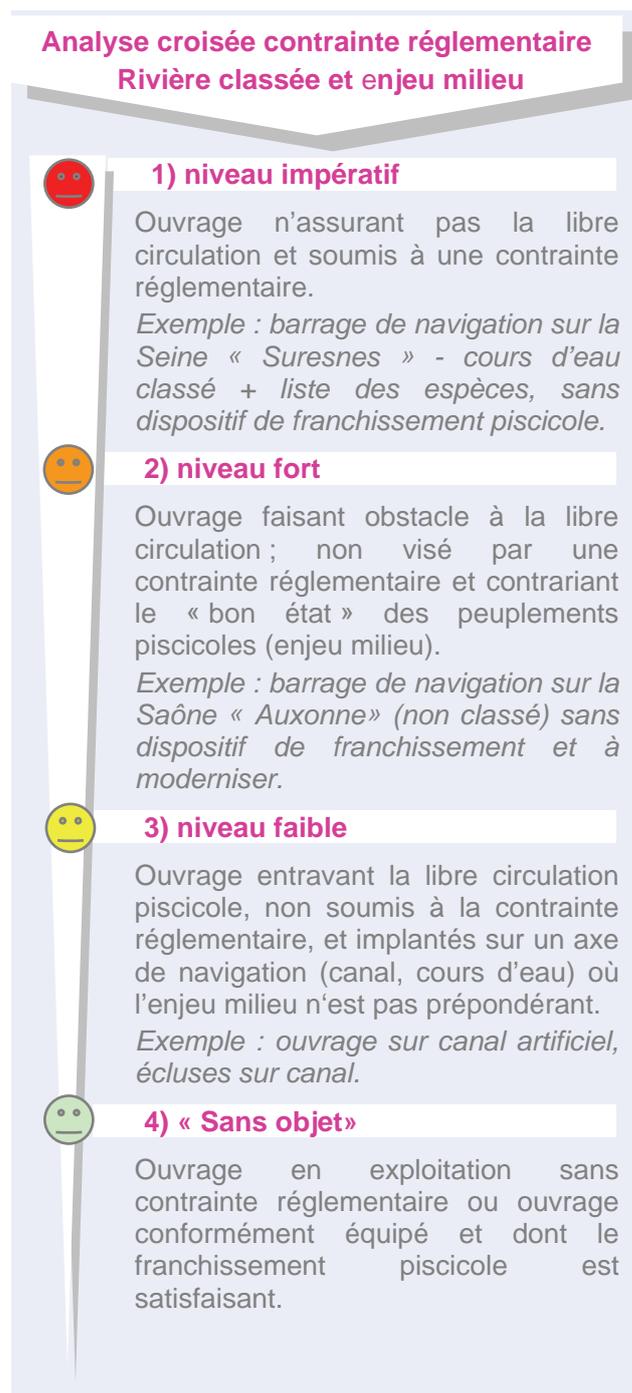


Figure 10: Analyse croisée « rivière classée » et enjeu milieu

Ces niveaux peuvent aussi bien qualifier :

- ⇒ un ouvrage,
- ⇒ un ensemble d'ouvrages pour une vision globale sur un axe donné du réseau hydrographique.

Les exigences d'autres usages

Les cours d'eau et voies de navigation équipés d'ouvrages (barrages, écluses) sont souvent le support à d'autres pratiques comme la pêche, sports d'eau vive, baignade et tout autre usage récréatif.

Parmi celles-ci le **canoë-kayak** sera à prendre en considération pour préciser si la stratégie d'aménagement doit, ou non, intégrer le franchissement des embarcations de type canoë, sous réserve que les conditions réglementaires et de sécurité au droit de l'ouvrage le permettent.

A l'image des aménagements pour la faune piscicole, les équipements destinés à assurer une continuité de la rivière pour les activités nautiques (récréatives ou sportives) recouvrent un vaste panel d'ouvrages pouvant faire appel à des techniques rustiques ou complexes (bras de contournement, passes mixtes poissons – canoës, pré-barrage, glissières à canoës).

Une concertation avec les représentants ad hoc permettra de préciser l'opportunité d'inclure dans le programme de l'opération la continuité des **canoës-kayak**.

Dans ce cas, il conviendra d'être **vigilant** par la suite quant aux **modalités techniques** de la franchissabilité « mixte » de l'ouvrage pour les poissons et les embarcations légères.

Par ailleurs, à l'image de l'enjeu continuité « milieu », un SAGE peut faire prévaloir un objectif de libre circulation des engins nautiques non motorisés, tout comme un contrat de rivière ou autre outil contractuel local.

Certaines réalisations VNF démontrent enfin qu'une exigence de type « **projet pilote** » ou « **vitrine** » peut aussi apporter, en milieu urbain de type parc, **une plus-0value** à destination d'utilisateurs.

Dès lors que l'aménagement piscicole est identifié comme l'un des attraits de l'espace environnant, et donc l'un des supports d'une pratique publique (traitement des emprises, signalisation, information du public, mise en sécurité,...), le programme admet une dimension sensiblement plus complexe (sécurité, sensibilisation, gestion de la fréquentation, etc.).

L'**annexe 3** du présent document synthétise le **canevas du programme**.

L'**annexe 4** comprend :

- ⇒ une **analyse** plus approfondie de la **réglementation « eau »** et de ses évolutions.
- ⇒ une présentation des **principaux autres textes** susceptibles d'influer sur un programme.

¹La fédération française de canoë-kayak est consultable au travers de ses délégations départementales (DDJS).

3 LA CONCERTATION

La **concertation** à amorcer au plus tôt et à faire vivre tout au long de l'opération constitue un moyen pour **partager** les enjeux, les besoins et les solutions avec l'ensemble des acteurs concernés.

Elle est à mener pour :

⇒ placer la réflexion non seulement sur l'objet même de l'opération mais également sur ses relations avec l'environnement global du cours d'eau où s'inscrit l'obstacle,

⇒ préciser les diverses contraintes. Les évaluer dès le départ évite plus tard la remise en cause du projet et renforce la maîtrise des délais et des coûts,

⇒ mettre en cohérence les différentes attentes et volontés en jeu en construisant des bases solides à même de concourir à l'éligibilité du projet (administrative, financière, ...).

La concertation a pour objet de mobiliser les différents **acteurs internes et externes à la maîtrise d'ouvrage**.

Parmi ces acteurs, elle ciblera:

⇒ les exploitants (barragistes) et les équipes de maintenance du site,

⇒ les **services instructeurs**, et autres référents ad hoc, pour installer l'éventail de stratégies réalistes et, en premier lieu, compatibles avec les contraintes réglementaires,

⇒ les **représentants d'autres usages** concernés par la proximité du projet et/ou par le cours d'eau dans sa globalité.

La concertation est à installer dès l'élaboration du programme pour **cadrer** au plus juste la **démarche du Maître d'ouvrage**.

La **concertation** facilitera en particulier :

⇒ **le recueil d'informations et l'émergence d'avis**, nécessaires au Maître d'Ouvrage pour appréhender au mieux les exigences ainsi que les principes d'appréciation de la faisabilité de l'opération qui en découlent.

⇒ la prise en compte d'**enjeux indépendants de la navigation**. La concertation pourra en effet dégager des fonctions distinctes de celles qui sont assignées à l'ouvrage (objectifs de qualité technique, économique, environnementale et besoins d'autres acteurs).

⇒ les premiers **repères** sur la « **dimension économique** » du projet. Ces éléments porteront aussi sur le positionnement des partenaires financiers (éléments d'opération pris en compte ou non dans le cofinancement...). L'annexe 2 du guide apporte quelques pistes pour dégager une première enveloppe estimative du projet.

⇒ la réflexion sur la **cohérence d'ensemble du projet**. Il s'agit en substance de s'accorder sur les espèces cibles pour lesquelles la continuité est à rétablir mais aussi d'anticiper sur la maintenance et l'entretien qui ne doivent pas être négligés ou considérés trop tardivement.

⇒ La **clarification des responsabilités** en matière de conception, de réalisation, d'exploitation et de maintenance.

4 LES ETUDES SPECIFIQUES

Les **études spécifiques** se déroulent en amont de l'élaboration du programme et peuvent également se poursuivre jusqu'en phase d'avant projet (AVP). Ces études, dont la commande et le pilotage relève de la responsabilité de la maîtrise d'ouvrage :

⇒ apportent des éléments pour l'identification des **besoins, des contraintes et des exigences** du programme au fur et à mesure de la progression du projet,

⇒ servent en second lieu à compléter, ou à préciser, les données que le Maître d'Ouvrage doit fournir au Maître d'œuvre en aval du programme (cf. figure 7 : Identification des contraintes possibles d'un programme).

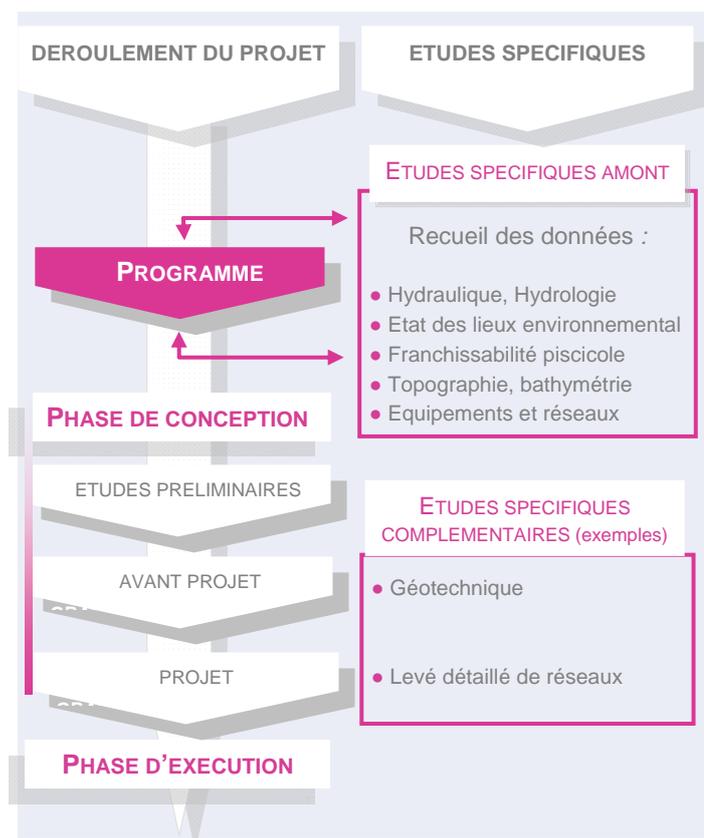


Figure 11 : Organigramme simplifié d'une opération et des études devant participer à l'émergence du programme

Le **périmètre des études spécifiques** doit permettre à la fois une connaissance d'ensemble du contexte général du projet, et la collecte des données élémentaires qui permettront de préciser les contraintes et exigences du programme.

En fonction des thèmes abordés, le périmètre peut donc être très large et englober l'ensemble d'un cours d'eau ou très resserré au niveau de l'ouvrage projeté et de ses abords..

En vue de permettre une rédaction la plus précise du programme, préalable indispensable à une bonne conception, il est nécessaire que les études spécifiques amont soient les plus exhaustives possibles (couvrant notamment la **dimension exploitation** - maintenance-contrôle, sécurité, station de comptage, ...)

Il est possible de tirer parti d'études et données antérieures, éventuellement fournies par d'autres maîtres d'ouvrage. La **concertation** permettra ainsi de recenser les études préexistantes (études globales de rivière, etc.), identifier les réseaux, les producteurs de données (station hydrologique, hydrométrique, etc.) et préciser, le cas échéant, leur limite de fiabilité.

Enfin, il peut être utile d'anticiper dès la rédaction du programme, lorsque cela est possible, partiellement ou totalement, certaines études spécifiques complémentaires de la phase conception. C'est le cas par exemple des études géotechniques, lorsque le contexte est relativement homogène.

- Dans le prolongement des études spécifiques amont, les **études spécifiques complémentaires** pourront être engagées pour nourrir les études de maîtrise d'œuvre, par exemple pour l'implantation de l'ouvrage (ex topographie détaillée au 1/100 de la zone pressentie, géotechnique sur les sols et/ou ouvrages de génie civil en place).

- Les études spécifiques ne sont pas inscrites parmi les missions de base de la maîtrise d'œuvre de la Loi MOP n° 85-704 du 12 juillet 1985. En revanche, elles peuvent être confiées au Maître d'œuvre en missions complémentaires.

a) CONTRAINTES FONCTIONNELLES

Hydrologie

◆ Objectifs :

Connaître le fonctionnement hydrologique du cours d'eau au droit du site, l'importance du transport solide (sédiments) et du transport des flottants (embâcles).

Estimer les débits caractéristiques du cours d'eau, la nature et le volume des sédiments et des flottants transportés annuellement.

◆ Document attendu :

Débits moyens mensuels, module interannuel, courbe des débits classés mensuels en période de migration, débits caractéristiques de crue.

Diamètre moyen des sédiments, volume moyen annuel transporté et seuil d'entraînement.

Caractéristiques des flottants, volume moyen annuel, période préférentielle d'apport et comportement de ces flottants au niveau de l'obstacle (zones préférentielles de passage ou d'accumulation).

◆ Investigations :

Collecte des informations de débit journalier à la station hydrométrique la plus proche et extrapolation au site d'étude.

Traitement statistique des données et estimation des débits caractéristiques.

Synthèse bibliographique des études existantes sur le transport solide du cours d'eau.

Enquête auprès des exploitants (microcentrale, barrage) pour évaluer l'importance du transport des flottants.

◆ Compétences nécessaires :

Hydrologie - hydraulique.

◆ Coût estimatif :

Entre 1.5 et 4 K€ HT.

Hydraulique

◆ Objectifs :

Connaître le fonctionnement hydraulique du site en termes de répartition des écoulements et de niveaux d'eau, en amont et en aval de l'ouvrage.

Déterminer l'évolution des niveaux d'eau amont et aval ainsi que l'évolution de la hauteur de chute au barrage en fonction du débit du cours d'eau. Estimer la répartition des débits en amont et en aval du barrage ainsi que les positions et longueurs des ressauts hydrauliques en pied de chute.

◆ Document attendu :

Courbes d'évolution des niveaux d'eau amont et aval ainsi que de la hauteur de chute en fonction du débit du cours d'eau. Graphique de l'évolution de la répartition des débits et de la longueur du ou des ressauts hydrauliques en fonction des conditions hydrologiques.

◆ Investigations :

Collecte des informations des niveaux d'eau auprès du gestionnaire du barrage. Etablissement, sur les trois dernières années, des relations niveau d'eau/débit (échantillonnage représentatif).

Collecte des consignes de gestion des ouvrages (vannes mobiles, centrale hydroélectrique, ...) et estimation des répartitions des écoulements en fonction du débit du cours d'eau.

Observation des positions et longueurs de ressaut en pied de chute en fonction des débits ou estimation à partir des caractéristiques géométriques du barrage.

◆ Compétences nécessaires :

Hydrologie - hydraulique.

◆ Coût estimatif :

Entre 2 et 4 K€ HT.

Franchissabilité piscicole

◆ Objectifs :

Evaluer les possibilités de franchissement de l'obstacle (franchissabilité totale, partielle, nulle) et caractériser la continuité de la franchissabilité dans le temps (permanente, temporaire) pour la montaison et la dévalaison.

◆ Document attendu :

Schéma des zones de blocage ou d'entraînement avec analyse des possibilités de franchissement à partir des caractéristiques géométriques du barrage (profondeur de la fosse de dissipation ou d'appel, hauteur de chute, forme de la crête et du parement aval) et de sa gestion (périodes et durées d'effacement du barrage).

Tableau synthétisant, en fonction des périodes de migration du poisson, des débits du cours d'eau et des conditions climatiques (températures), les possibilités de franchissement de l'obstacle par les espèces cible. Pour la dévalaison, expertise du % de pertes d'individus (par espèces cible) soit par mortalité (passage par des turbines de microcentrales ou par chocs en pied de seuil) soit par entraînement dans les canaux artificiels sans retour vers l'axe de migration.

◆ Investigations :

Choix des espèces cible en fonction des contraintes réglementaires et/ou en concertation avec les services de l'Etat par enquête de terrain (fédération de pêche, ONEMA) ou exploitation des données piscicoles existantes.

Expertise de l'obstacle, pour un éventuel dispositif de franchissement existant. Croisement des informations bathymétriques et hydrauliques (niveaux d'eau) pour mener l'expertise de franchissabilité de l'obstacle à la montaison par espèces et des dommages à la dévalaison. Pour la dévalaison par entraînement, calcul de la répartition des dévalants en fonction de la répartition des débits. Dans le cas d'une microcentrale, évaluation du % de mortalité (en fonction de la configuration du site, du débit dérivé par la centrale, des caractéristiques des turbines et de celles de sa grille de protection ainsi que de la hauteur de chute).

◆ Compétences nécessaires :

Franchissabilité piscicole / écohydraulique.

◆ Coût estimatif :

Entre 10 à 15 K€ HT.

b) CONTRAINTES STRUCTURELLES

Topographie et bathymétrie

◆ Objectifs :

Connaissance de la configuration du site en planimétrie et en altimétrie à la fois en rive et en rivière. Connaissance du foncier et des servitudes.

◆ Document attendu :

Etablir un document graphique de référence (plan de masse) pour estimer dans un premier temps les possibilités d'implantation des futurs aménagements et par la suite d'insérer les plans projet dans le site.

Connaître les possibilités d'accès pour la réalisation des aménagements et leur entretien.

◆ Investigations :

Plan dans un format numérique vecteur (type autocad® ou similaire) échelle du 1/100 au 1/500 suivant l'étendue du site avec couche cadastrale.

Suivant l'étendue du site, un levé terrestre complété si besoin par une photo restitution.

◆ Compétences nécessaires :

Géomètre expert ou cabinet spécialisé (photo restitution, bathymétrie ...).

◆ Coût estimatif :

De 5 K€ HT pour un petit barrage avec levé terrestre et bathymétrie à 30 K€ HT pour un grand barrage avec photo restitution, levé terrestre et bathymétrie.

Etudes géotechniques

◆ Objectifs :

Connaître la nature des sols et leurs caractéristiques mécaniques.

◆ Document attendu :

Appréhender l'importance et la nature des fondations des futurs aménagements ainsi que les précautions de mise en œuvre.

Procès verbal de synthèse comprenant l'implantation des sondages, les coupes géologiques, les résultats des essais géotechniques (sur place ou en laboratoire), une analyse des résultats.

◆ Investigations :

Missions de type G11+ G12 phase 1 de la norme NF94-500 avec sondages destructifs avec essais pressiométriques, pénétrométriques, sondages carottés avec essais en laboratoire (cisaillement et perméabilité).

◆ Compétences nécessaires :

Géotechnique.

◆ Coût estimatif :

Variable suivant le nombre de sondages.
De 20 K€ HT avec 3 sondages à 50 K€ HT pour une dizaine de sondages.

Equipements et réseaux

◆ Objectifs :

Connaître les réseaux (conduites, câblages, ...) et structures non apparentes (génie civil, contre rideau palplanches, tirants, ...).

Report sur le plan masse des équipements non apparents pour préciser les possibilités d'implantation des futurs aménagements.

◆ Document attendu :

Couche complémentaire plan masse format numérique vecteur (type autocad® ou similaire).

◆ Investigations :

Synthèse des données et plans existants, complétée par des sondages ponctuels pour préciser la localisation et l'altimétrie des équipements.

◆ Compétences nécessaires :

Géomètre expert avec si nécessaire intervention d'une entreprise de terrassement.

◆ Coût estimatif :

Variable suivant la complexité des équipements et la précision des informations existantes.
De 0.5 K€ HT à 10 K€ HT avec sondages multiples.

II. Catalogue des passes à poissons

et

phases de conception

d'une opération

Ce volet du guide concerne plus particulièrement la **description des différents dispositifs de franchissement piscicole pouvant concerner les barrages VNF**, ainsi que les **différentes étapes d'élaboration d'une opération** par le Maître d'Oeuvre.

Il a pour objectif de donner des **repères** au Maître d'Ouvrage afin de faciliter la compréhension et de vérifier la pertinence des choix du Maître d'Oeuvre ainsi que de préciser les points importants des études de conception.

Cette partie se compose :

- ⇒ d'un **catalogue** des **différents types d'ouvrages piscicoles** synthétisant les caractéristiques de fonctionnement ainsi que les avantages et inconvénients de chacun,
- ⇒ des **principes d'implantation** de ces ouvrages en fonction des caractéristiques du barrage et de l'hydrodynamique du site,
- ⇒ du canevas du contenu des **études de conception** réalisées par le Maître d'Oeuvre.

1 PRINCIPES DES PASSES A POISSONS

La **fonction** des dispositifs de franchissement piscicole, appelés plus communément « passes à poissons », est d'**assurer un « passage »** au niveau de l'obstacle (barrage) rencontré, de façon à rétablir la libre circulation de la faune piscicole.

Le dispositif de franchissement efficace doit satisfaire un certain nombre de **critères de base** :

- ⇒ Il doit notamment **permettre le passage de tous les individus** des espèces concernées, et non pas seulement les plus athlétiques ou les plus robustes ;
- ⇒ Le passage du poisson doit être assuré dans les **meilleures conditions possibles** ; sans stress ni blessure ;
- ⇒ Le dispositif doit être suffisamment **attractif** pour que le poisson puisse en trouver rapidement l'entrée de façon à minimiser les retards à la migration ;
- ⇒ Enfin, il doit être conçu afin de **limiter** les problèmes d'**entretien**, de **maintenance** et de **réglage**.

La **fonction** d'un dispositif de franchissement est d'**assurer le passage des poissons** au droit de l'obstacle. Le **principe** est soit :

- ⇒ d'ouvrir une voie d'eau permettant de contourner le barrage (passe à poissons),
- ⇒ de piéger les poissons avant de les transporter et de les déverser en amont de l'ouvrage (ascenseur, etc.).

La plupart des dispositifs fractionnent la chute infranchissable en éléments compatibles avec les capacités de nage des espèces considérées.

D'autres dispositifs reposent sur le principe d'une assistance au franchissement de type « ascenseur » mécanique ou hydraulique.

Le chapitre suivant décrit les différents dispositifs de franchissement. Ceux-ci peuvent être classés en **cinq groupes** :

- ⇒ les passes à bassins et prébarrages,
- ⇒ les passes à ralentisseurs,
- ⇒ les passes « naturelles »,
- ⇒ les ascenseurs et écluses (dont celles de navigation),
- ⇒ les passes à anguilles.

2 CATALOGUE « PASSES A POISSONS »

Ce chapitre présente les principaux types de passes à poissons. Les éléments présentés par la suite proviennent d'une synthèse bibliographique des documents suivants (cf. pour en savoir plus) :

⇒ Larinier M., Porcher J.P., Travade F., Gosset C. *Passes à poissons. Expertise Conception des ouvrages de franchissement* (1994).

⇒ Larinier M., Courret D., Gomes P. *Guide technique pour la conception des passes «naturelles»*. Rapport GHAAPPE (2006).

a) PASSES A BASSINS ET PREBARRAGES

Principe général

Le principe de la passe à bassins successifs est de **diviser le dénivelé** total du **barrage en** une série de **chutes**, afin de former un «escalier hydraulique» compatible avec la capacité de nage du poisson. Les chutes sont contrôlées par des cloisons qui séparent des bassins. Ces derniers ont pour fonction de dissiper l'énergie de la chute et d'assurer une zone de repos au poisson.



Photographie 5 : Passe à bassins à fentes verticales d'Iffezheim sur le Rhin (GHAAPPE)

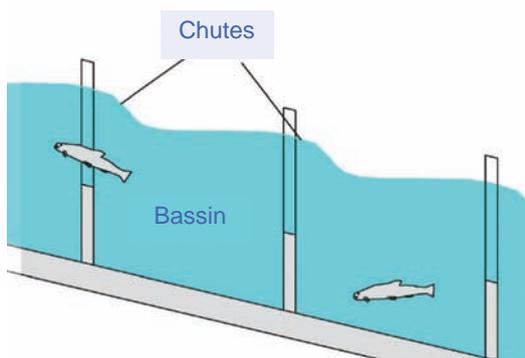


Figure 12 : Principe d'une passe à bassins successifs

Le passage de l'eau d'un bassin à l'autre peut s'effectuer soit

- ⇒ par déversement sur toute la cloison,
- ⇒ par écoulement à travers un ou plusieurs orifices noyés,
- ⇒ par écoulement par une ou plusieurs échancrures ou fentes.

Sur certains ouvrages, plusieurs modes de communication peuvent être associés (échancrure et orifice ou déversoir et fente).

Les principaux paramètres d'une passe sont les dimensions des bassins et les caractéristiques géométriques des cloisons. Ce sont en effet les volumes et la forme des bassins, les altitudes et les largeurs des déversoirs, fentes, les dimensions des orifices, qui, en fonction des cotes d'eau à l'amont et l'aval de l'ouvrage, déterminent le débit, la chute entre bassins ainsi que la configuration des écoulements dans l'ouvrage.

Chutes entre bassins et nature des écoulements

Le passage des poissons sera d'autant plus facile que la chute entre bassins sera faible. Toutefois, celle-ci ne peut être réduite de façon trop importante sous peine d'un trop grand nombre de bassins.

Il convient donc d'adapter les chutes entre bassins aux capacités de nage ou de saut des espèces considérées.

Les hauteurs de chutes entre bassins vont de 15 à 20 cm pour des ouvrages spécifiquement conçus pour les petites espèces à faibles capacités de nage à une trentaine de cm pour les salmonidés. Sur les passes multi-espèces, construites sur les grands axes (ex : Seine), les valeurs généralement retenues sont de l'ordre de 20 à 25 cm.

Suivant les caractéristiques géométriques de la section de communication entre deux bassins, l'écoulement peut se faire soit

- ⇒ à « jet plongeant » (fonctionnement hydraulique dénoyé)
- ⇒ à « jet de surface » (fonctionnement hydraulique noyé).

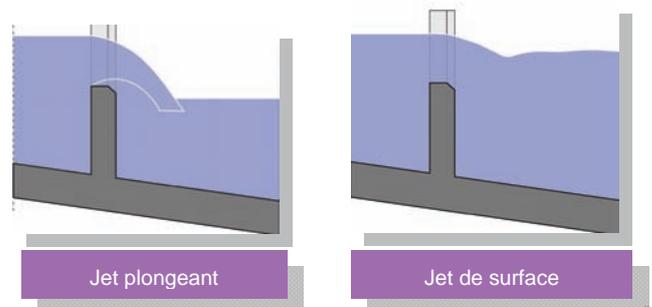


Figure 13 : Comparaison jet plongeant et jet de surface

Dans les ouvrages à jet plongeant, le poisson doit sauter dans la lame d'eau pour passer d'un bassin à l'autre. Ces passes sont plus particulièrement réservées aux **poissons** présentant de **bonnes capacités de saut** tels que les **salmonidés**. Elles sont à proscrire pour la plupart des autres espèces, en particulier l'aloise.

Dans les ouvrages à jet de surface, le poisson peut passer d'un bassin à l'autre en nageant dans la veine d'eau sans obligation de saut.

Dimensions des bassins

Les dimensions du bassin sont déterminées **en fonction des conditions hydrodynamiques** attendues. En effet, la difficulté de passage des poissons d'un bassin à l'autre augmente avec le niveau d'agitation de l'eau dans les bassins, caractérisés par la turbulence et l'aération.

L'indicateur utilisé pour quantifier ce niveau d'agitation de l'eau est la **puissance dissipée volumique**.

$$Pv = \rho g Q DH / V$$

Avec

Pv : Puissance dissipée volumique (watts/m³)

ρ : masse volumique de l'eau (1000 kg/m³)

g : accélération de la pesanteur (9.81 m/s²)

Q : débit dans l'ouvrage (m³/s)

DH : chute entre bassins (m)

V : volume dans le bassin (m³)

Pour les passes à salmonidés, la valeur de 200 watts/m³ constitue une limite haute tandis que pour les espèces aux capacités de nage plus réduites, 150 watts/m³ est une valeur communément retenue.

La **forme des bassins** est liée au mode de communication entre les bassins et au tracé général de l'ouvrage.

Il convient d'éviter en effet d'une part les phénomènes de court-circuit (passage direct d'un jet d'un bassin à l'autre sans dissipation suffisante d'énergie) et, d'autre part, un jet heurtant trop violemment les parois et pouvant alors perturber le comportement du poisson.

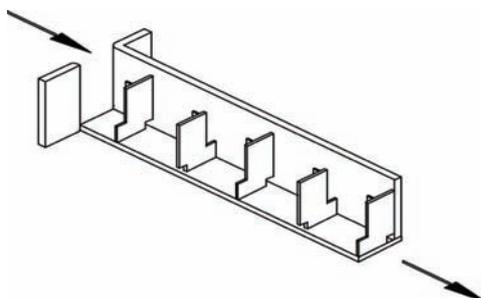


Figure 14 : Vue en perspective d'une passe à bassins successifs

Les types de passe à bassins successifs

Il existe **trois principaux types de passe à bassins successifs** ; les passes à échancrures latérales, à fentes verticales, et à seuils déversants.

◆ PASSE A ECHANCRURES LATERALES PROFONDES

Ce type de passe, qui a fait l'objet de plusieurs études sur modèles réduits, est couramment utilisé en France.

La **communication** entre les **bassins** s'effectue par des **échancrures** positionnées latéralement et généralement complétées par des orifices de fond situés à l'opposé.

D'une cloison à l'autre, la position de l'échancrure et de l'orifice est alternée afin d'éviter les écoulements directs et ainsi d'optimiser la dissipation de l'énergie de l'écoulement dans le bassin.

La faible largeur et la profondeur des échancrures permettent à l'ouvrage de supporter des variations notables de niveau d'eau amont. Un masque hydraulique est positionné sur la face amont de la cloison pour réduire les effets de contraction et obtenir un jet plus homogène.

L'écoulement est à jet de surface afin de faciliter le passage des poissons. La largeur des échancrures (b), qui varie généralement de 0,2 à 0,45 m, détermine les dimensions du bassin, le volume minimal étant fixé par la puissance dissipée volumique.

Afin d'obtenir une dissipation de l'énergie la plus homogène possible dans les bassins, il est généralement retenu un ratio entre la longueur du bassin et la largeur de l'échancrure (L/b) compris entre 8 et 10. Le ratio pour la largeur du bassin (B/b) est de l'ordre de 4 à 6. La profondeur d'eau moyenne est de l'ordre de 1.4 à 1.6 m en fonctionnement nominal.

Le débit de fonctionnement de ce type d'ouvrage est généralement compris entre 0.2 et 0.7 m³/s pour les hauteurs de chute entre bassins les plus couramment admises (0.2 à 0.3 m).



Photographie 6 : Passe à échancrures latérales. Pont de Beauvoisin (73) barrage la Baronnie - rivière Guiers (GEI/SIEE)



Photographie 7 : Pont de Beauvoisin (73) barrage Cholat - rivière Guiers (GEI/SIEE)

Les passes à échancrures latérales sont adaptées aux capacités de nage d'un large éventail d'espèces. Néanmoins, elles sont **plus particulièrement adaptées** aux **cyprinidés rhéophiles et salmonidés**.

Ce concept est **parmi** les **dispositifs** de passes à poissons **les plus compacts**.

Il présente une **très bonne capacité d'insertion** du fait de sa modularité.

PASSE A ECHANCRURES LATERALES

AVANTAGES

- Dispositifs adaptés à une large gamme de hauteur de chute, moins d'un mètre à une dizaine de mètres voire plus.
 - Bon pouvoir d'adaptation aux contraintes foncières et génie civil en place du fait d'une grande modularité de tracé.
 - Bonne adaptation aux variations de niveau d'eau amont.

INCONVENIENTS

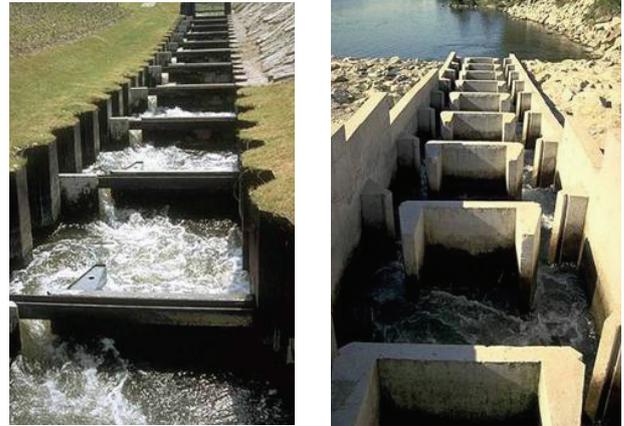
- Dispositifs plus particulièrement adaptés aux salmonidés et cyprinidés rhéophiles.
 - Grande sensibilité vis-à-vis des embâcles et du transport solide nécessitant la mise en place de protections amont (grilles) et éventuellement de couverture (caillebotis) ainsi que d'orifices de fond.
 - Dispositifs nécessitant un entretien régulier (grille amont, échancrures, orifices).
 - Attractivité limitée (ouvrage compact) nécessitant généralement l'adjonction d'un débit d'attrait.
 - Intégration paysagère limitée

◆ PASSE A FENTES VERTICALES

Ce type de passe a été mis au point à l'origine pour permettre au saumon de franchir les rapides de Hell's Gate sur la rivière Fraser au Canada et a fait l'objet par la suite de plusieurs études sur modèles réduits en Amérique du Nord comme en Europe.

Ce concept est **largement utilisé** un peu partout **dans le monde**.

La **communication entre les bassins** se fait au moyen d'une ou deux **fentes verticales positionnées latéralement**. La disposition particulière des fentes a pour objet d'orienter les jets en diagonale vers l'intérieur des bassins.



Photographie 8 : Passe à fentes verticales Méricourt (78) - rivière Seine et passe à fentes verticales Bonicolti (30) - rivière Gardon (GHAAPPE)

La faible largeur des fentes et le fonctionnement fortement noyé en font un ouvrage capable de supporter des variations importantes du niveau d'eau amont, pour autant que les variations du niveau d'eau aval restent comparables. Les conditions de vitesse et de turbulence restent alors très stables quels que soient les niveaux d'eau dans la passe.

La largeur des fentes (b) est déterminée en fonction de la taille des plus gros sujets dont le passage est souhaité mais aussi de leur éventuel comportement de groupe. Cette largeur varie de 0,2 à 0,6m.

Comme pour les passes à échancrures latérales, les dimensions des bassins sont liées à la largeur de la ou des fentes (b). Pour un ouvrage à une fente, le ratio longueur du bassin/largeur de fente (L/b) est de l'ordre de 8 à 10. Le ratio largeur du bassin/largeur de fente (B/b) est de l'ordre de 6 à 8. Pour un ouvrage à deux fentes, la largeur des bassins devient généralement plus importante que leur longueur.

La profondeur d'eau moyenne est comprise entre 1,5 et 2 m en fonctionnement nominal.

Le débit de fonctionnement de ce type d'ouvrage est généralement compris entre 0.8 et 2 m³/s pour une hauteur de chute entre bassins se situant le plus souvent entre 0.2 à 0.3 m.

Les passes à fentes verticales sont considérées comme des **ouvrages toutes espèces**. Le poisson peut, en effet, franchir la passe en nageant à la profondeur choisie, permettant ainsi le passage aussi bien d'espèces pélagiques (pleines eaux) comme l'aloise que d'espèces benthiques (de fond) comme la loche ou le chabot.

Ce concept présente une très **bonne capacité d'insertion** du fait de sa **modularité**.

PASSE A FENTE VERTICALE	
<p>AVANTAGES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passe à poissons toutes espèces. • Dispositifs adaptés à une large gamme de hauteur de chute, moins d'un mètre à une dizaine de mètres voire plus. • Bon pouvoir d'adaptation aux contraintes foncières et génie civil en place du fait d'une grande modularité de tracé. • Très bonne adaptation aux variations de niveau d'eau amont. 	<p>INCONVENIENTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grande sensibilité vis-à-vis des embâcles nécessitant la mise en place de protections amont (grilles) et éventuellement de couverture (caillebotis). • Dispositifs nécessitant un entretien régulier (grille amont, fentes). • Attractivité limitée nécessitant généralement l'adjonction d'un débit d'attrait. • Intégration paysagère limitée

◆ PASSE A SEUILS DEVERSANTS

Pour ce type de dispositif, la **communication** entre **bassins** se fait **par surverse** sur la cloison. Le profil de la cloison est généralement triangulaire ou semi-triangulaire afin d'obtenir un fonctionnement mixte avec :

- ⇒ jet de surface dans la partie la plus basse du «V»,
- ⇒ jet plongeant latéralement.

En hautes eaux, un jet de surface à forte vitesse se forme majoritairement, l'ouvrage présentant alors un fonctionnement de type chenal rugueux.

On admet pour ce type d'ouvrage des valeurs maximales de puissance dissipée volumique 2 à 3 fois supérieures à celles retenues pour les passes à bassins successifs à échancrures ou fentes verticales.

Ce type de communication entre bassins conduit généralement à un **ouvrage relativement large et peu profond**.



Photographie 9 : Passe à seuils déversants St Martin d'Ardèche (07) - rivière Ardèche (GEI/SIEE)

La grande largeur des déversoirs rend le fonctionnement sensible aux variations du niveau d'eau amont, l'ouvrage ne pouvant supporter de trop fortes fluctuations de ce niveau.

Le débit de fonctionnement de ce type d'ouvrage, qui reste limité aux faibles hauteurs de chute et sensible aux variations amont, est de l'ordre de 1 à 5 m³/s pour des chutes par bassin comprises entre 0.15 et 0.25 m.

Les passes déversoir peuvent être adaptées aux capacités de nage de **différentes espèces**. Néanmoins, sans adjonction d'orifice de fond, ce type d'ouvrage est à proscrire pour le passage d'espèces benthiques.

Ce concept permet de faire transiter des **débits relativement importants** conférant une **bonne attractivité**. En revanche, ce type d'ouvrage nécessite, de par ses dimensions généreuses, une **emprise importante**.

PASSE A SEUILS DEVERSANTS	
<p>AVANTAGES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bonne attractivité ne nécessitant généralement pas d'adjonction de débit complémentaire. • Dispositifs peu sensibles aux embâcles, ne nécessitant que peu d'entretien. • Bonne intégration paysagère à la fois en site urbain et naturel. • Dispositifs adaptables au passage des canoës. 	<p>INCONVENIENTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositifs adaptés à de faibles hauteurs de chute (< 2 m). • Dispositifs plus particulièrement adaptés aux poissons de surface ou de pleine eau nécessitant l'adjonction d'orifices de fond pour faire passer les espèces benthiques. • Adaptation modérée aux variations de niveau d'eau amont. • Faible pouvoir d'adaptation aux contraintes foncières et génie civil en place du fait d'une emprise importante et d'un tracé rectiligne.

◆ PASSE MIXTE

Le mode de communication entre les bassins peut être multiple, c'est-à-dire de natures différentes sur une même cloison.

Le **principe** est alors de **multiplier le mode de communication** afin de **combinaison des avantages** de chacun (attractivité, faible sélectivité, ...).

Il peut être ainsi combiné une fente verticale avec une cloison déversante pour obtenir un ouvrage attractif (débit important) tout en garantissant le passage d'un large éventail d'espèces du fait de la présence d'une fente verticale.

De même, les cloisons déversantes peuvent être complétées par des échancrures (dans la partie basse du profil afin de renforcer le fonctionnement en jet de surface) ainsi que par des orifices de fond qui auront pour fonction d'assurer un passage pour les espèces se déplaçant au fond. Ces orifices permettent également de limiter l'accumulation de sédiments dans les bassins.



Photographie 10 : Passe à seuils déversants et échancrures Jaulnes (77) - rivière Seine (GEI/SIEE)



Photographie 11 : Passe à seuils déversants et fentes verticales - Bédarrides (84) - rivière Sorgues (GEI/SIEE)

Pour faciliter le passage des petites espèces benthiques dans les passes à bassins, il est recommandé de disposer des rugosités de fond et ce, quel que soit le type de dispositif de franchissement piscicole.

Les prébarrages

Les prébarrages constituent souvent une solution élégante pour résoudre le problème de franchissement des **obstacles de faible hauteur**.

Ils s'adaptent particulièrement bien aux seuils présentant un fort biais par rapport à l'axe du cours d'eau. Ils sont formés de plusieurs murs ou seuils créant, à l'aval de l'obstacle, de grands bassins qui fractionnent la chute à franchir.

Sur les petits cours d'eau, ils peuvent être implantés sans inconvénient sur toute la largeur du barrage.

L'intérêt des prébarrages vient de leur **attractivité** en raison de la forte proportion du débit de la rivière susceptible de transiter dans l'ouvrage. Cette attractivité se fait généralement au détriment du « confort » du poisson, les hauteurs de chute retenues étant généralement plus importantes que celles des passes à bassins successifs afin de limiter le nombre de prébarrages.



Photographie 12 : Prébarrages St Savin (86) - rivière Gartempe (GHAAPPE)



Photographie 13 : Prébarrages Gurmençon (64) - rivière Gave d'Aspe (GHAAPPE)

Les hauteurs de chute sont comprises entre 0,3 et 0,5 m. La communication se fait par déversement à jet plongeant sur l'ensemble du prébarrage ainsi que généralement par une échancrure centrale.

Comme pour les passes à bassins successifs, le volume entre deux prébarrages est fonction des débits et des chutes. Le débit et la puissance dissipée augmentent très rapidement lorsque le niveau amont s'élève. Le poisson n'ayant généralement que quelques chutes à franchir, les puissances dissipées maximales admises sont supérieures à celles des passes à bassins successifs. Le dimensionnement s'effectue le plus souvent entre 50 watts/m³ en étiage et de l'ordre de 500 watts/m³ pour la limite supérieure de fonctionnement des grands prébarrages de plusieurs dizaine de m³.

Les prébarrages sont généralement adoptés pour les **secteurs à salmonidés**.

L'écoulement étant le plus souvent à jet plongeant, ce type de dispositif est **à éviter pour les cours d'eau à cyprinidés et à aloses** (sauf si les murs créant les jets plongeant, sont remplacés par des mini rampes rugueuses).

Il est également **difficilement franchissable** par les **espèces benthiques**.

LES PREBARRAGES	
AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • Bonne attractivité ne nécessitant généralement pas d'adjonction de débit complémentaire. • Dispositifs peu sensibles aux embâcles, ne nécessitant que peu d'entretien. • Bonne intégration paysagère à la fois en site urbain et naturel. • Dispositifs s'adaptant à des configurations variées de barrages. <ul style="list-style-type: none"> • Dispositifs adaptables au passage des canoës. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositifs limités aux faibles hauteurs de chute (< 2 m). • Dispositifs plus particulièrement adaptés aux salmonidés. • Dispositifs très sensibles aux variations de niveau d'eau amont.

b) PASSES A RALENTISSEURS

Principe général

Le principe de la passe à ralentisseurs est de **disposer**, dans un canal rectiligne à pente relativement forte et de section rectangulaire, des **défecteurs sur le fond et /ou sur les parois**, destinés à **réduire les vitesses moyennes de l'écoulement**.

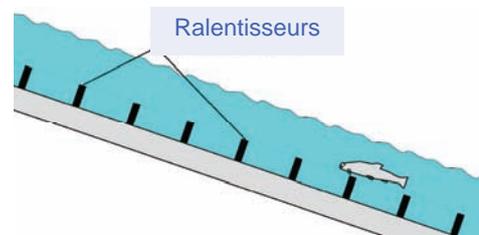


Figure 15 : Principe d'une passe à ralentisseurs de fond

Les déflecteurs, de formes plus ou moins complexes, donnent naissance à des courants secondaires hélicoïdaux qui assurent, par un transfert intense de quantité de mouvement, une forte dissipation d'énergie au sein de l'écoulement.



Photographie 14 : Passe à ralentisseurs Moulin Neuf (22) - rivière Trieux (GHAAPPE)

Une passe à ralentisseurs ne présente **pas de zone de repos** imposant au poisson le **franchissement d'une seule traite**.

Lorsque la chute totale à franchir est trop importante, il convient alors de prévoir un ou plusieurs bassins de repos s'intercalant entre les parties de rampes appelées volées. Les longueurs des volées doivent être adaptées aux capacités de nage des poissons concernés. Pour les grands salmonidés migrateurs, les volées présentent une longueur maximale de l'ordre de 10 à 12 m. Pour les poissons de plus petite taille comme la truite, les longueurs de volées ne dépasseront pas 6 à 8 m. Ces volées doivent être rectilignes, tout changement de direction ne pouvant se faire qu'au niveau d'un bassin de repos.

De par leur écoulement fortement turbulent, les passes à ralentisseurs sont réservées **aux espèces d'eau courante de grande taille** salmonidés, lamproies marines, barbeaus...

Les types de passes à ralentisseurs

◆ PASSE A RALENTISSEURS PLANS

Il s'agit du type de passe à ralentisseurs le plus couramment rencontré de par sa **grande simplicité de construction**. Les ralentisseurs sont composés de plaques de tôle ou de bois échançrées et disposées à 45° par rapport au radier du canal.

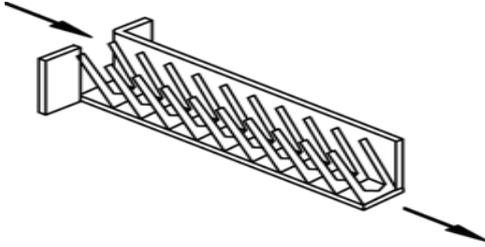


Figure 16 :
Vue en perspective
d'une passe
à
ralentisseurs
plans

La largeur de l'ouvrage peut varier de 0.6 à 1 mètre pour une pente de 12 à 20%. Le débit nominal dans l'ouvrage va varier de 0.2 à 0.6 m³/s suivant sa largeur et sa pente.

Les passes à ralentisseurs plans sont parmi les dispositifs de type rampe les plus compacts de par les fortes pentes envisageables.

La forte rugosité générale rend l'ouvrage sensible au colmatage.

A l'image de l'ensemble des dispositifs à ralentisseurs, les vitesses importantes et la forte aération des écoulements limitent leur utilisation **principalement aux salmonidés**.



Photographie 15 : Passe à ralentisseurs plans en Normandie (GHAAPPE)

◆ PASSE A RALENTISSEURS DE FOND

Ce type d'ouvrage ne comporte des **ralentisseurs que sur le fond du radier**. On distingue les passes à **ralentisseurs de fond suractifs** et celles à **ralentisseurs à chevrons épais** dites « passes mixtes poissons-canoës ».

• Ralentisseurs de fond suractifs :



Photographie 16 : Passe à ralentisseurs de fond suractifs en Normandie (GHAAPPE)

Les ralentisseurs sont composés de chevrons de tôle disposés sur le radier du canal. La largeur de l'ouvrage est fonction de la hauteur des chevrons et du nombre de rangées. Plus les chevrons vont être hauts (grands migrants) plus la largeur de l'ouvrage

sera importante (largeur = 6 fois la hauteur du chevron). La hauteur des chevrons varie de 8 cm (truite) à 20 cm (grands migrants) pour une largeur d'ouvrage de 0.6 à 1.2 mètres dans le cas d'une seule rangée de chevrons.

La pente maximale des passes à ralentisseurs de fond suractifs est de 15 à 16%. Le débit nominal dans l'ouvrage va varier de 0.2 à 1 m³/s suivant sa largeur.

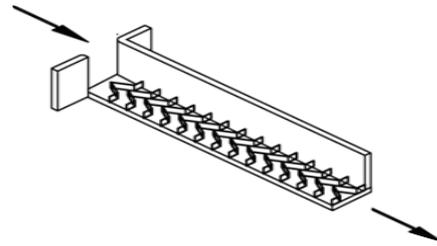


Figure 17 :
Vue en perspective
d'une passe
à
ralentisseurs
de fond

Plusieurs rangées de chevrons peuvent être mises côte à côte afin d'augmenter la largeur de l'ouvrage ainsi que son débit et par la même son attractivité. De par une rugosité positionnée uniquement sur le fond, ce type de passe s'avère peu sensible au colmatage.

• Ralentisseurs à chevrons épais:

Le principe est sensiblement le même que le précédent, les ralentisseurs, plus épais et généralement en bois, ayant été adaptés et rendus moins agressifs – mais moins efficaces hydrauliquement – pour assurer le passage des canoës. **Ce type de passe, trop sélectif, n'est à présent plus utilisé en tant que passe à poissons...**



Photographie 17 : Passe à chevrons épais Brimeux (62) – rivière Canche (GHAAPPE)

PASSES A RALENTISSEURS	
AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • Ouvrage compact. • Réalisation simple. • Bonne intégration dans les barrages au parement aval incliné. • Dispositifs adaptables au passage des canoës (ralentisseurs de fond épais). 	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositifs plus particulièrement adaptés à des hauteurs de chute faibles à modérées (< 2.5 m) ainsi qu'aux petits cours d'eau. • Dispositifs adaptés aux salmonidés et aux espèces à fortes capacités de nage. • Sensibles aux variations de niveau d'eau amont et au colmatage (ralentisseurs plans).

C) PASSES « NATURELLES »

Principe général

Les passes « naturelles », également appelées passes « rustiques », sont des **dispositifs reproduisant** de plus ou moins près le **fonctionnement des cours d'eau**.

Elles sont constituées d'un chenal plus ou moins large dans lequel l'énergie est dissipée et les vitesses sont réduites par la rugosité du fond et des parois, et/ou par une succession d'enrochements plus ou moins régulièrement répartis.



Photographie 18 : Passe naturelle à rangées de rugosités – Allemagne (Gebler)

La notion de passes « naturelles » regroupe des **dispositifs** dont la **conception** est **très variable**.

Les différents types d'ouvrages

On distingue **trois** principaux **types** de passes dites naturelles selon leur implantation au niveau de l'obstacle :

- **Les rivières de contournement**

Elles assurent le franchissement de l'obstacle par un **chenal** à faible pente **positionné en berge**.

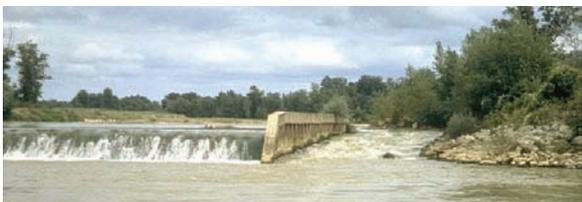


Photographie 19 : Rivière de contournement Châtillon sur Lison (25) – rivière Loue (GHAAPPE)

D'un tracé sinueux rappelant celui d'une rivière, elles sont plus particulièrement **adaptées aux barrages** disposant d'une **importante surface aménageable en berge**.

- **Les rampes**

Elles sont généralement installées sur **une partie du barrage ou contre l'une des berges**.



Photographie 20 : Rampe de Toulouzette (40) – rivière Adour (GHAAPPE)

D'un tracé rectiligne, les rampes sont **adaptées aux barrages de chute faible à modérée**.

- **Les seuils**

Il s'agit du même principe que précédemment (rampe) mais **installé sur l'ensemble de la largeur du barrage**.



Photographie 21 : Seuil de Lescar sur le Gave de Pau (64) (GHAAPPE)

Ce principe est adapté aux **barrages fixes de faible hauteur de chute**.

Chaque type de passes « naturelles » peut être associé à différents modes d'organisation de la rugosité pour « freiner » les vitesses d'écoulement.

En dehors des singularités hydrauliques de type seuil ou épis, **trois** principaux **modes d'organisation de la rugosité** sont distingués :

- ⇒ des gros enrochements régulièrement répartis sur un lit plus ou moins rugueux,
- ⇒ des gros enrochements disposés en rangées régulièrement espacées créant des pseudo-bassins,
- ⇒ des enrochements jointifs, disposés les uns contre les autres de manière compacte et formant un tapis « rugueux ». Ce dernier mode d'organisation est plus particulièrement adapté aux seuils.

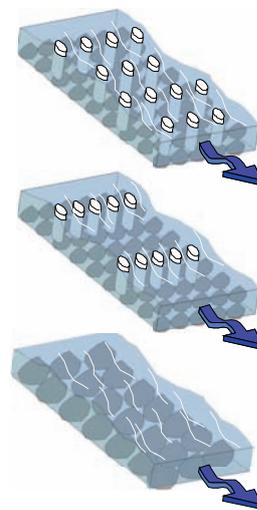


Figure 18 : Modes d'organisation de la rugosité

Les passes « naturelles » sont des **ouvrages** qui restent **peu sélectifs** permettant d'assurer le passage de la plupart des espèces, à condition que le débit par mètre de largeur (quelques centaines de l/s/m) et leur pente (de 2% à 5%) restent limités.

En contrepartie, elles nécessitent une **emprise importante** limitant, le plus souvent leur installation aux barrages présentant une chute faible à modérée (< 2 à 3m).

Les rivières et les rampes n'acceptent que de faibles variations de niveau d'eau amont, les rendant plus adaptés (rivières et rampes) aux barrages pouvant réguler leur plan d'eau amont.

Les seuils ou les rampes très larges peuvent prendre en compte des variations du niveau d'eau amont notables, à condition de leur donner un dévers latéral permettant d'obtenir, pour un niveau d'eau donné, des conditions de passage acceptables sur une partie de l'ouvrage.

Peu d'ouvrages ont été réalisés à ce jour, étant donné le développement récent de ces techniques, se traduisant par un retour d'expérience moindre que d'autres types de dispositifs.

LES PASSES NATURELLES	
AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • Passe à poissons toutes espèces, • Bonne intégration paysagère à la fois en site urbain et naturel, • Bonne attractivité ne nécessitant généralement pas ou peu d'adjonction de débit complémentaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositifs plus particulièrement adaptés à une hauteur de chute faible à modérée (< 2 à 3 m), • Emprise importante des dispositifs • Dispositifs pouvant être sensibles aux embâcles et nécessiter la mise en place de protections amont

d) ASCENSEURS ET ECLUSES

Principe général

A la différence des autres dispositifs, les ascenseurs et les écluses assurent un **franchissement «assisté»** du poisson:

⇒ soit mécaniquement ; ascenseur,

⇒ soit hydrauliquement ; écluse.



Photographie 22 : Ecluse à poissons de Saint Maureice (40) sur l'Adour (GHAAAPPE)

Ils sont mis en place sur des barrages présentant un **espace disponible réduit et/ou une forte hauteur de chute** (> 8 – 10 m).

Les écluses de navigation peuvent, dans certains cas de figure, également être utilisées pour assurer le passage du poisson.

Caractéristiques et fonctionnement

◆ ECLUSES A POISSONS

Une écluse à poissons se compose d'une chambre amont reliée au bassin aval (sas) au moyen d'une conduite inclinée ou d'un puits vertical. Les opérations de remplissage et de vidange du sas sont assurées par l'ouverture et la fermeture de vannes positionnées aux extrémités de l'ouvrage.

Le **principe** de l'écluse piscicole est proche de celui d'une écluse de navigation, il se décompose en quatre temps :

1) Attrait : Le poisson est attiré dans le sas par le courant d'alimentation de l'ouvrage.

2) Remplissage : La vanne aval est fermée et le sas ainsi que la conduite sont remplis jusqu'à équilibre avec le niveau amont.

3) Sortie : Le poisson est incité à sortir du dispositif par le maintien d'un courant traversant l'ouvrage.

4) Vidange : Une fois le poisson sorti, l'écluse est vidangée progressivement afin de débiter un nouveau cycle par une phase d'attrait.

La durée d'un cycle peut être très variable, de une à plus de quatre heures.

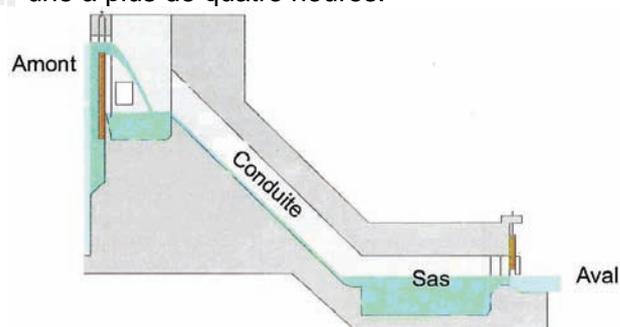
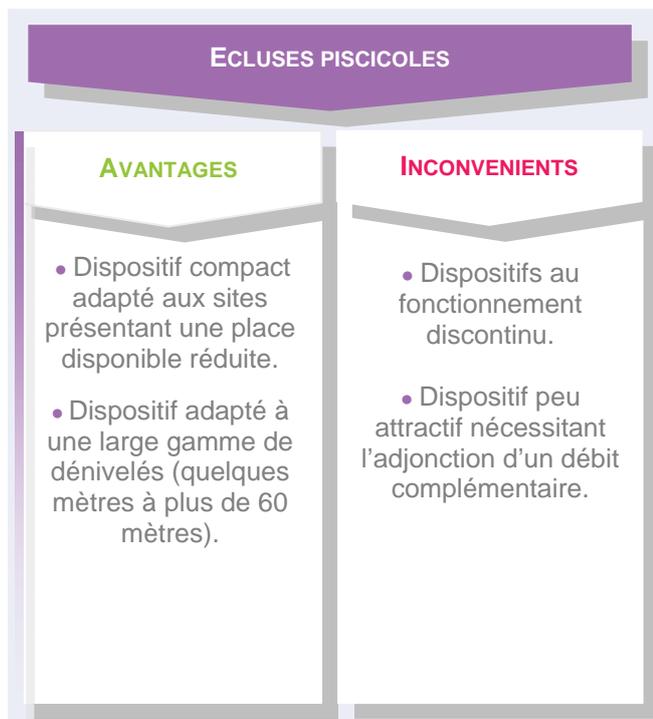


Figure 19 : Principe d'une écluse piscicole

Ce dispositif présente l'**inconvenient majeur** de posséder un **fonctionnement discontinu**. Il n'est d'autre part, pas facile d'optimiser le cycle de fonctionnement lorsque plusieurs espèces migratrices, pouvant avoir des comportements migratoires très différents, sont présentes en aval.

C'est la raison pour laquelle les écluses à poissons sont **peu utilisées** de nos jours en France comme à l'étranger.



◆ ECLUSES DE NAVIGATION

Les écluses de navigation peuvent, dans certains cas, offrir des **solutions alternatives** ou temporaires **pour ré-ouvrir des axes de migration incomplètement équipés** en passes à poissons.

On distingue **deux principaux cas de figure** :

⇒ les **ouvrages en exploitation** présentant une faible densité de trafic pour lesquels il peut être envisageable d'assurer le passage des poissons en adaptant leur gestion.

⇒ les **écluses réformées** pour lesquelles le génie civil en place peut être «réutilisé» pour la construction d'une passe à poissons.



Photographie 23 : Ecluse de navigation de Beaucaire (40) - rivière Rhône (GHAAPPE)

• Les écluses en exploitation

L'utilisation des écluses en exploitation comme dispositif de franchissement piscicole impose de **modifier la gestion de l'ouvrage**.

L'objectif est de **permettre le passage du poisson tout en répondant aux conditions de navigation, de sécurité et d'exploitation** des ouvrages.

Il convient de fixer, en fonction du trafic, des plages horaires distinctes pour le passage des bateaux et des poissons pendant la journée ainsi que pendant la nuit. On pourra profiter de l'éventuelle interruption nocturne de la navigation pour réaliser une gestion strictement piscicole de l'écluse.

Le principe de gestion est le même que pour les écluses à poissons stricto sensu, avec un cycle en quatre phases (attrait, remplissage, sortie et vidange).

Un certain nombre d'essais, notamment sur le Rhône, montrent que la **condition à satisfaire** est la création d'un courant d'attrait suffisant en aval de l'écluse pour attirer le poisson. Cet attrait est généralement créé en ouvrant (partiellement sinon totalement) les aqueducs de remplissage, les portes aval de l'écluse restant ouvertes. Une fois l'écluse remplie, pour inciter le poisson à passer à l'amont, un débit de circulation dans l'écluse est créé en ouvrant des vannes situées dans les portes aval.

En 1992, plus de 10 000 aloses ont transité par l'écluse de Beaucaire sur le Rhône en 49 éclusées avec un débit d'attrait de 60 m³/s.

• Les écluses réformées

Pour les barrages présentant plusieurs écluses, suite à la modernisation progressive des installations, il n'est pas rare que l'une d'entre elles ne soit plus en service. Ces écluses, suivant leur position, sont généralement utilisées comme zone de stationnement ou de débarquement pour les bateaux.

Ces écluses offrent un **potentiel d'équipement** intéressant de par le génie civil existant et l'important volume aménageable. Généralement, les dimensions de ces écluses rendent envisageable la **réalisation de dispositifs de franchissement piscicole** avec un débit conséquent de l'ordre de 5 à 8 m³/s.

Le type d'aménagement va dépendre de la longueur de l'écluse et de la hauteur de chute du barrage conditionnant la pente du futur dispositif :

⇒ Dans le cas d'une écluse longue (>100 m), un dispositif à faible pente de type rampe à rugosités peut être envisageable (cf. Passes naturelles).

⇒ Dans le cas d'un ouvrage court, un dispositif de type bassins successifs est alors recommandé.

Les écluses de navigation peuvent également être transformées en écluses strictement piscicoles, en modifiant ou remplaçant les systèmes de vannes et leur gestion.

Le **recours aux écluses de navigation** en tant que dispositifs de franchissement reste une **solution d'appoint ou complémentaire**, car les écluses sont, pour des raisons de sécurité, situées en retrait des écoulements vifs de la rivière (voire séparées par un îlot) et constituent généralement des implantations peu attractives pour le poisson.

ECLUSES DE NAVIGATION	
AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • Alternative intéressante à la construction d'une passe à poissons sur un ouvrage existant • Possibilité de réaliser un dispositif alimenté par un débit conséquent • Coût des travaux réduit par rapport à un aménagement similaire en berge 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité d'adapter la gestion de l'écluse. • À considérer plutôt comme un aménagement d'appoint ou complémentaire à une passe existante

◆ ASCENSEURS A POISSONS

Le principe d'un ascenseur consiste à piéger le poisson dans une cuve ou une nasse en pied de l'obstacle dans une cuve, puis d'élever cette dernière et de déverser les poissons dans le plan d'eau amont.

Le volume de la cuve dépend non seulement des espèces mais aussi du nombre de poissons susceptibles d'être présents simultanément.

Le **cycle de fonctionnement** comporte trois temps:

1) Piégeage : Dans la cuve qui est en position basse un courant d'attrait est injecté. Les poissons remontent dans la cage où ils sont piégés par une grille anti-retour.

2) Remontée et déversement : La cuve est ensuite remontée, puis, arrivée en position haute, bascule pour déverser le poisson dans le plan d'eau amont.

3) Descente : Après déversement, la cuve redescend en position de capture.

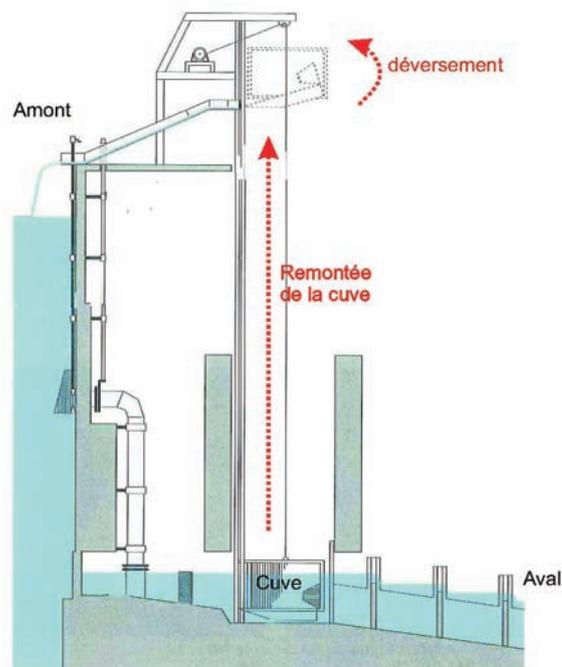


Figure 20 : Principe d'un ascenseur à poissons

La durée d'un cycle, fonction de l'espèce considérée et du nombre d'individus susceptibles de se trouver dans la nasse, varie suivant les sites, et pour un site donné, suivant la période de l'année. Il peut varier d'une vingtaine de minutes (lors des pics de migration d'alose qui se déplace en bancs relativement denses), à quelques heures.

Les ascenseurs sont des **dispositifs** de franchissement piscicole **complexes** comprenant de nombreux organes mécaniques et électromécaniques (treuils, vannes, grilles, automates ...) entraînant des **contraintes** et des **coûts de fonctionnement** plus importants que ceux des autres types de passes.

ASCENSEURS	
AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • Faible encombrement du dispositif. • Coût quasi indépendant de la hauteur de chute du barrage. • Absence de sensibilité aux variations du plan d'eau amont. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contraintes d'exploitation importantes • Coûts de fonctionnement élevés. • Dysfonctionnements fréquents. • Dispositif non adapté pour les petites espèces (anguillettes,).

e) PASSES A ANGUILES

L'anguille se caractérise lors de sa remontée en eau douce par une évolution physiologique importante passant progressivement du stade larvaire au stade adulte. Elle débute sa remontée du cours d'eau par une migration passive (portée par les marées) pour faire place à une migration active (nage) avec une capacité de nage qui augmente progressivement avec la taille. La capacité de nage reste cependant faible à modérée, ce que la jeune anguille compense par des capacités de reptation sur des substrats rugueux humides qu'elle peut utiliser pour contourner des zones trop rapides ou les obstacles de faible hauteur.

Si pour le **stade adulte**, on optera pour une **adaptation des passes à poissons** (réduction de la hauteur de chute entre bassins, ...), pour les **jeunes stades** (civelles et anguillettes), on préférera la réalisation d'un **aménagement spécifique** basé sur la capacité de reptation de l'espèce.

Le choix se fera en fonction de la position du barrage sur l'axe de remontée du poisson en privilégiant les dispositifs pour les jeunes stades sur la partie aval de l'axe.

Principe général

Les passes à civelles et anguillettes sont composées de deux parties:

⇒ La **rampe de montée**, dont la partie inférieure est immergée dans le plan d'eau aval. Cette rampe est revêtue d'un matériau facilitant la progression des anguilles. Il est maintenu humide ou faiblement submergé soit par arrosage soit gravitairement par le plan d'eau amont.

⇒ La **partie amont**, configurée pour permettre l'accès au plan d'eau amont avec des vitesses d'écoulement compatibles avec la capacité de nage de l'anguille afin d'éviter tout rejet du poisson vers l'aval.

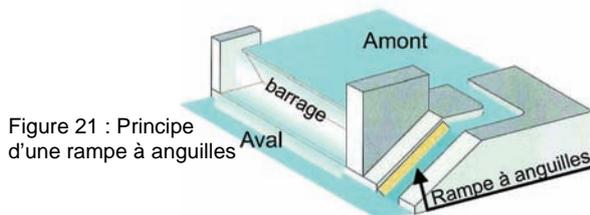
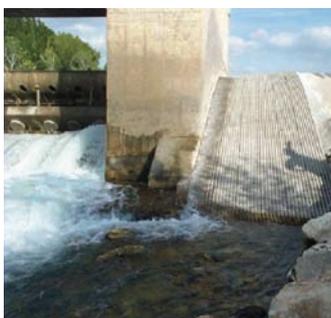


Figure 21 : Principe d'une rampe à anguilles



Photographie 24 : Ecluse de navigation de Beaucaire (40) - rivière Rhône (GHAAPPE)

Caractéristiques

Les **revêtements** utilisés pour les rampes à anguilles sont de nature variable suivant les pays. En France, deux principaux types de revêtements sont utilisés.

- **Revêtement de type brosse:**

Il s'agit d'un **tapis artificiel** (matière plastique) parsemé de faisceaux de soies («poils») d'un espacement variable suivant la taille du poisson concerné.

Photographie 25 : Remontée anguillettes sur brosse (GHAAPPE)



Pour les civelles, les écartements retenus sont de 7 mm entre faisceaux de soies tandis que pour les anguillettes et anguilles, l'écartement est de 14 mm.

L'anguille prend appui de proche en proche sur les soies pour assurer sa progression.

Ce revêtement est positionné dans une rampe d'une largeur généralement comprise entre 0.2 et 1 m pour une pente inférieure à 100 % (pente 1m/1m).

- **Revêtement de type macroplots:**

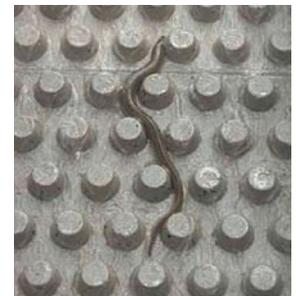
Ce revêtement est composé de **dalles de béton** parsemées de **plots plus ou moins tronconiques** assurant un appui lors de la reptation de l'anguille.

Par conception, l'écartement des plots est plus

important que celui des soies sur les brosses (30 à 40 mm)

conduisant à ne retenir ce substrat que pour les anguillettes et anguilles.

Il présente l'avantage d'être plus résistant que la brosse et permet un revêtement sur une grande surface à l'image d'un « carrelage » pour bénéficier d'une plus grande largeur de passage.



Photographie 26 : Rampe macroplots (GHAAPPE)

Dans le cas d'une alimentation gravitaire de l'ouvrage par la retenue amont, la rampe présente généralement un dévers latéral afin d'assurer une plage suffisante de fonctionnement en cas de marnage du plan d'eau amont. Dans le cas d'une alimentation par aspersion, le dévers ne s'avère pas nécessaire.

Il est important de rappeler que ces dispositifs restent **spécifiques à l'anguille** ne permettant **pas** d'assurer le passage d'**autres espèces**.

3 PRINCIPES D'IMPLANTATION DES PASSES A POISSONS

a) PRINCIPE ET CRITERES DE BASE

Le dispositif choisi peut être rendu totalement inefficace si le poisson n'en trouve pas l'entrée. Le **repérage** de l'**entrée de la passe** par le poisson repose sur la **notion d'attractivité**. Celle-ci est liée à la configuration du barrage, ainsi qu'aux conditions hydrodynamiques (débits, vitesses, lignes de courant) au voisinage de son entrée.

L'entrée de la passe à poissons ne représente généralement qu'une largeur réduite comparée à celle de l'obstacle et est alimentée par un débit ne constituant qu'une faible fraction de l'écoulement total du cours d'eau. Ce débit, communément dit débit d'attrait ou courant de sortie de la passe, ne correspond ni au débit de fonctionnement de la passe (fonction des espèces et de leurs capacités à franchir l'obstacle) ni au débit réservé au milieu naturel. La définition de la valeur de débit d'attrait est liée à l'implantation de l'ouvrage.

En effet, l'ouvrage doit être implanté dans le secteur où le poisson va rechercher spontanément un passage pour franchir l'obstacle. Pour que le poisson trouve l'entrée, le courant de sortie de la passe doit être suffisamment attractif et ne doit pas être masqué par des écoulements connexes tels que les zones de recirculation, les écoulements issus des turbines ou les écoulements de surverse ou sousverse des vannes du barrage.

Le choix de l'implantation s'avère donc tout aussi important que celui du type de passe à poissons.

b) CONFIGURATION DE L'OBSTACLE

D'une façon générale, le poisson a tendance à remonter dans le courant le plus en amont possible, jusqu'à ce qu'il soit arrêté par un obstacle infranchissable. Il convient donc d'installer l'**entrée de la passe le plus près possible du point ou de la ligne de plus haute remontée du migrateur**.

L'implantation d'une passe sur un barrage positionné en biais par rapport à l'axe du cours d'eau se fait dans la mesure du possible dans la partie amont de l'obstacle.

Dans le cas de figure d'un barrage perpendiculaire aux écoulements, l'implantation de la passe peut se faire indifféremment sur l'une ou l'autre des deux rives. Ce **positionnement**

est en effet **préférable** à une implantation au milieu du barrage dans la mesure où les migrateurs ont généralement tendance à se déplacer le long des rives. Elle présente également l'avantage de faciliter l'accès pour les travaux de réalisation ainsi que pour l'entretien et la gestion de la passe.

Le **choix** de la **rive** est conditionné par les contraintes du site (topographie, occupation des sols, accessibilité) ainsi que par les conditions hydrodynamiques en aval de l'ouvrage.

Pour les barrages de grande largeur (au moins une centaine de mètres), il convient le plus souvent d'installer un dispositif de franchissement de chaque côté de l'ouvrage.

Ceci va également dépendre de l'enjeu en terme de libre circulation piscicole ainsi que de l'espèce considérée.

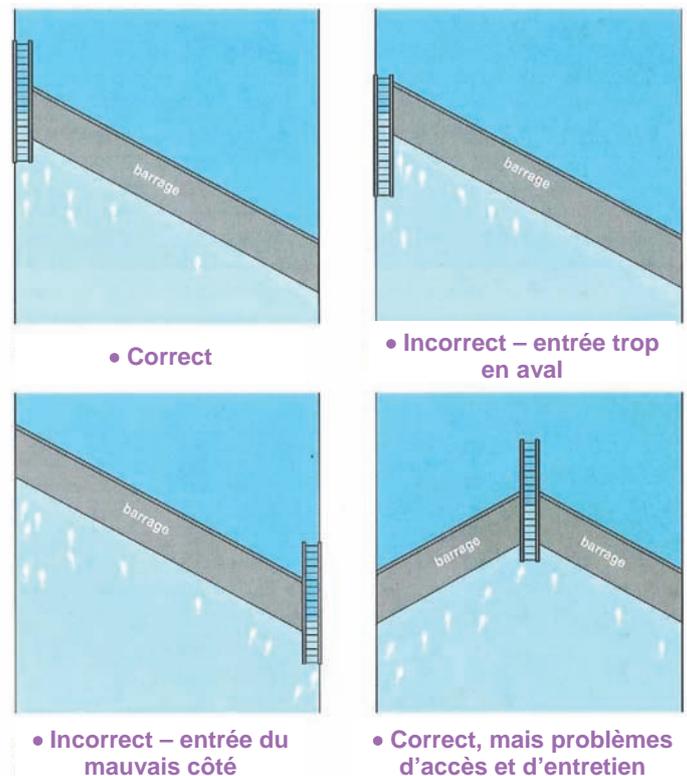


Figure 22 : Conseil d'implantation en fonction de la configuration d'un barrage

c) CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES

Le seul **stimulus** utilisable pour **guider le poisson vers l'entrée du dispositif** de franchissement piscicole est le **champ de vitesse au pied de l'obstacle**. Le poisson est en effet guidé par les lignes de courant.

L'écoulement provenant de la passe doit être décelable par le poisson à la plus grande distance possible de l'entrée. L'attractivité est liée à la situation et l'orientation du jet issu de la passe ainsi qu'à son débit et sa vitesse.

On veillera à choisir l'implantation de l'entrée afin que le jet issu de la passe ne soit pas masqué par un écoulement avec lequel il ne pourra venir en compétition : il doit rester bien individualisé dans le bief aval.

Lorsque le barrage est équipé de vannes de régulation, la gestion de celles-ci peut être adaptée afin de faciliter le guidage du poisson vers l'entrée de la passe. On privilégiera une répartition progressive des débits restitués par les vannes afin de guider le poisson vers l'entrée de la passe. Les répartitions irrégulières sont à proscrire car génératrices de zones de recirculation ou zones d'eau morte susceptibles de piéger le poisson.

En présence d'un aménagement hydroélectrique, les migrateurs auront généralement tendance à être attirés du côté de la centrale, du fait de la concentration de la plus grosse partie du débit au pied des turbines. Il convient alors d'installer l'entrée de la passe du côté de l'usine, de préférence en rive.

Pour être attractif, le jet en sortie de passe à poissons doit avoir une vitesse élevée tout en restant compatible avec les capacités de nage des espèces considérées. L'ordre de grandeur généralement retenu est compris entre 2 et 2.4 m/s correspondant à une chute de 0.2 à 0.3 m.



Photographie 27 : Vanne de régulation passe à poissons barrage Jaulnes (77) – rivière Seine (GEI/SIEE)

Cette attractivité peut être réduite lorsque le niveau du plan d'eau aval s'élève suite à une augmentation du débit du cours d'eau. Cet exhaussement du niveau d'eau aval se traduit en effet par une baisse de la chute à l'entrée de la passe et des vitesses d'écoulement dans le jet de sortie.

Pour maintenir l'attractivité de l'entrée, la solution est de mettre en place une vanne de régulation qui permettra de conserver une chute constante et ainsi une vitesse stable en entrée de passe.

La vanne est alors asservie au niveau aval ainsi qu'au niveau dans le dernier bassin de façon à maintenir une chute aval constante.

L'amélioration de l'attractivité peut être également obtenue en augmentant le débit restitué par la passe. Ce débit d'attrait peut être

injecté, après dissipation, directement dans le dernier bassin aval de la passe, cas de figure des gros ouvrages ou injecté directement dans le plan d'eau aval en parallèle du jet de sortie de la passe.

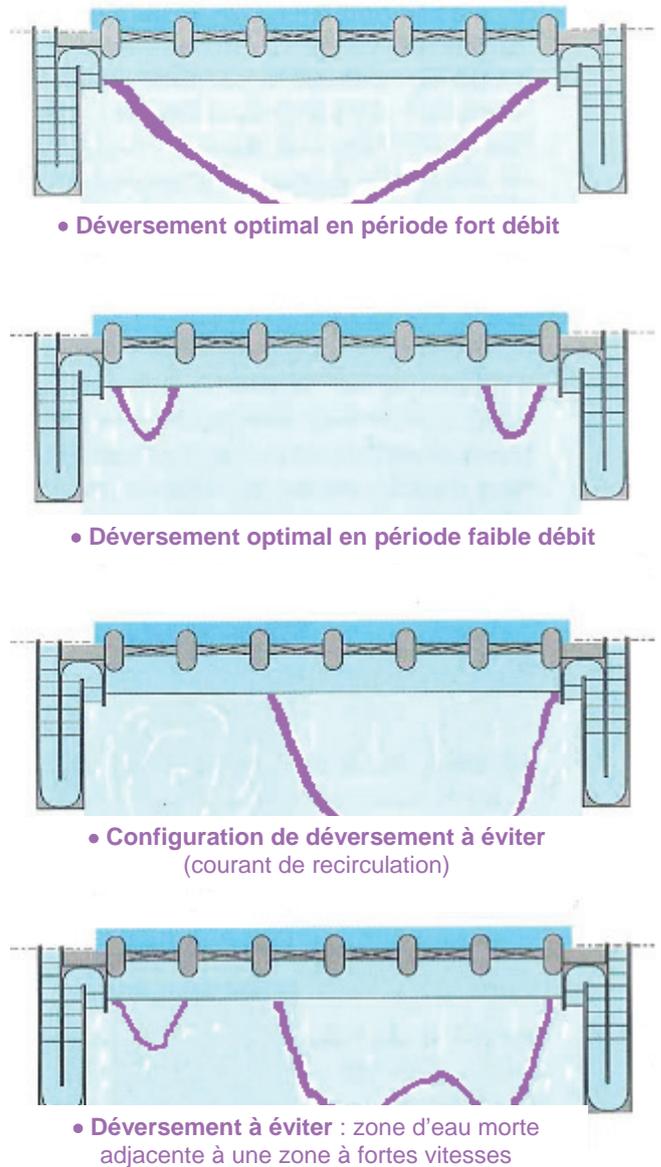


Figure 23 : Evolution de l'attractivité en fonction de la gestion hydraulique d'un barrage

Le **choix de l'implantation** comptera parmi les points importants à analyser lors de la conception du dispositif de franchissement. En effet, l'implantation du dispositif est un facteur déterminant pour l'**attractivité de l'ouvrage** ainsi que pour son **entretien ultérieur**.

4 CONTENU DES ETUDES DE CONCEPTION

Les **études** de **conception** comprennent successivement :

- ⇒ Les études préliminaires ;
- ⇒ Les études d'avant-projet ;
- ⇒ Les études de projet.

A échéance de leur exécution, mais aussi de l'obtention des autorisations administratives requises, interviennent ensuite l'Assistance au Contrat de Travaux et le visa des études d'exécution.

Les paragraphes suivants précisent l'objet et le contenu des études de conception.

Le Maître d'ouvrage vérifiera que les points importants indiqués aux **paragraphes a) à c)** en gras surligné ont bien été pris en compte dans les études.

« Aspects administratifs »

Il ne s'agit pas « d'entrer » dans la dimension technique ni dans les hypothèses, qui relèvent de compétences spécifiques, mais bien de **contrôler que les informations indispensables à la progression du projet ont été analysées et qu'elles sont restituées.**

- Aux différents stades d'avancement de la conception du projet, le Maître d'ouvrage associera un groupe de travail ou **comité de pilotage**.

- A composition variable en fonction des enjeux, ce comité de pilotage rassemblera a minima :

- ⇒ des représentants des exploitants et des équipes de maintenance,
- ⇒ les services instructeurs,
- ⇒ des compétences « experts techniques » autres que la maîtrise d'œuvre, pour obtenir un avis éclairé tout au long de la progression,
- ⇒ les partenaires institutionnels et/ou financiers.

a) ETUDES PRELIMINAIRES :

Etat des lieux:

Cette première phase essentielle a pour objet d'établir un **état des lieux** dans le cas d'un dispositif de franchissement à installer sur un obstacle existant, de recueillir les **données nécessaires** à l'**établissement** du **projet**, de préciser si des **investigations complémentaires** s'avèrent nécessaires (sondages géotechniques,...), de vérifier la **faisabilité** de l'**opération** au regard des différentes contraintes du projet et du site, de proposer **une ou plusieurs solutions** et d'en présenter les **dispositions générales techniques** envisagées, les **principes** de son/leur **fonctionnement** ainsi que l'**implantation**.

Dans le cas de la réhabilitation ou de la réutilisation d'une passe à poissons existante, cette phase aura également pour objet d'établir un diagnostic du dispositif existant (génie civil et expertise de l'efficacité du ou des dispositifs).

Cette phase s'articulera en deux parties :

- ⇒ la **description du site**,
- ⇒ les **données de base** et les **contraintes**

◆ DESCRIPTION DU SITE ET DES OUVRAGES EXISTANTS

Cette description devra **présenter** les **éléments** suivants. Il s'agit d'une liste minimale pouvant être complétée suivant les spécificités du site ou du barrage.

• Le site

- localisation du site et description,
- positionnement du barrage à l'échelle du bassin versant et suivant l'axe de migration des espèces piscicoles.

• Le barrage

- description du site (prises d'eau, canaux d'amenée et de fuite, organes de restitution, passes existantes, microcentrale ...),
- caractéristiques détaillées de certains ouvrages (dimensions et cotes caractéristiques définissant les ouvrages de régulation hydraulique, les déversoirs, les vannes et clapets) ainsi que de la prise d'eau et des turbines dans le cas d'un aménagement hydroélectrique existant,

- dans le cas d'une réhabilitation ou de la réutilisation d'une passe à poissons existante, caractéristiques détaillées du ou des dispositifs existants et expertise sur leur efficacité.

• Contexte piscicole

- les espèces présentes et leur abondance relative,
- les espèces-cibles et leurs périodes de migration (montaison et dévalaison) au niveau de l'obstacle,
- le comportement des poissons au niveau de l'obstacle : définition des zones de blocage, de rassemblement et de tentatives de franchissement des migrateurs à l'amont et à l'aval des ouvrages (montaison et dévalaison).

L'état des lieux devra préciser sans ambiguïté la liste des espèces à prendre en compte dans le projet.

• Les usages et activités

- caractérisation des usages ou activités en lien avec le site,
- liste des usages et activités susceptibles d'interagir avec la mise en place d'un dispositif de franchissement piscicole.

• Aspects administratifs

- recensement des parcelles cadastrales concernées par le projet (noms et coordonnées des propriétaires des terrains d'accès et/ou des riverains des digues), liste des éventuels achats fonciers ou conventions ou servitudes de passage que le Maître d'Ouvrage devra envisager, y compris en phase travaux,
- liste des études réglementaires à établir dans le cadre du projet.

◆ **DONNEES DE BASE TECHNIQUES ET CONTRAINTES**

L'ensemble des données listées en suivant aura, pour mémoire, été acquis lors des études spécifiques amont du programme.

• Topographie et bathymétrie

• Equipements et réseaux

• Hydrologie et sédimentologie

• Hydraulique

• Franchissabilité piscicole

Le chapitre 4 du volet 1 « Contenu des études spécifiques » détaille en particulier le contenu de ces études.

Esquisse du ou des dispositifs:

Il s'agit, dans cette partie, **de proposer des solutions** dans le but de **choisir le type d'ouvrage** ainsi que son **implantation**.

Cette partie devra mettre plus particulièrement en avant, décrire et justifier :

- ⇒ l'implantation du dispositif envisagé,
- ⇒ la plage de fonctionnement du dispositif de franchissement en termes de niveaux d'eau (amont et aval) et de débits,
- ⇒ le choix du type du dispositif de franchissement envisagé,
- ⇒ les principes généraux de dimensionnement et les critères de conception retenus,
- ⇒ les esquisses de la ou des différentes solutions envisagées comportant un plan de situation des dispositifs et de leurs annexes (dispositif d'attrait, chambre de visualisation, etc.).

L'esquisse sera illustrée par des plans cotés (dimensions et altitudes), établis au 1/1000-1/500 pour l'implantation générale et au 1/500-1/200 pour la vue en plan des dispositifs avec certaines coupes significatives au 1/100.

On insiste qu'à ce stade les **cotes et dimensions sont données à titre indicatif** et qu'elles seront susceptibles d'évoluer significativement lors de la phase suivante d'avant-projet. Au stade de l'esquisse, les **études** sont limitées au **strict nécessaire** pour **permettre le choix entre plusieurs solutions** et **examiner leur compatibilité avec l'enveloppe financière** prévisionnelle fixée par le Maître d'Ouvrage.

Le descriptif de l'aménagement sera accompagné d'une **estimation du coût des travaux** (cf. repères portés en annexe 2), en analysant les coûts de travaux récents d'ouvrages similaires, si possible réalisés dans la région où se situe l'étude et en indiquant l'incertitude qui y est attachée compte tenu des bases d'estimation utilisées.

Si plusieurs solutions ont été étudiées, une **analyse comparative** multicritères, permettant d'éclairer le choix, sera détaillée dans le mémoire technique.

Le document présentera également la **liste des études complémentaires** à mener afin de cerner au mieux les contraintes (topographie complémentaire, étude géotechnique ...) pour l'établissement de l'**avant-projet**.

- A l'issue de cette phase, le **Comité de pilotage** émettra un **avis** sur :
 - ⇒ le choix du dispositif,
 - ⇒ les principes généraux de conception,
 - ⇒ ainsi que l'**implantation**.
- Sur cette base, le **Maître d'Ouvrage** **validera** les **études préliminaires** et **engagera** les **études spécifiques complémentaires** nécessaires pour réaliser l'AVP.

b) ETUDES D'AVANT PROJET (AVP)

Les études d'avant-projet sont **fondées sur la solution d'ensemble** retenue à l'issue des études préliminaires, approuvée par le Maître d'Ouvrage et/ou le comité de suivi et présentée dans le rapport de fin de la phase précédente. La phase AVP de l'étude est destinée à **confirmer la faisabilité** de la **solution retenue** et d'en **définir** en détail l'ensemble des **caractéristiques et conditions de réalisation**. L'AVP prendra en compte les différentes remarques et observations formulées lors de la réunion de présentation des résultats des études préliminaires et de leur approbation.

L'**avant projet** permettra de :

- ⇒ confirmer la faisabilité de la solution retenue à l'issue de la phase précédente,
- ⇒ préciser l'**implantation de l'ouvrage** en prenant en compte les contraintes liées au site (accès, fondations, garantie de l'alimentation suffisante de la passe en période d'étiage, protection de la passe contre les risques d'engravement et de colmatage par les embâcles lors des crues ...),
- ⇒ détailler le **dimensionnement hydraulique** des différentes parties des dispositifs de franchissement : conditions d'entonnement, caractéristiques des bassins (largeur, longueur, profondeur, revanche, hauteur de chute entre bassins, énergie dissipée...) ou des ralentisseurs dans le cas d'une passe,
- ⇒ définir le dimensionnement et les principes de fonctionnement du **dispositif de piégeage** ou chambre de visualisation piscicole,
- ⇒ définir le **matériel hydromécanique** (vannes, clapets, nasse de transfert, matériel de levage...) et de **protection** destiné à faciliter l'entretien (grilles fixes et mobiles, masques, caillebotis etc.),
- ⇒ définir les **principes constructifs**, de fondation et de structure, ainsi que leur dimensionnement indicatif, dont ceux éventuellement nécessaires en cas de risque d'érosion régressive (protections anti-érosion...).

L'avant-projet devra présenter l'ensemble de l'ouvrage, ses critères de dimensionnement et ses conditions de fonctionnement. Il présentera une **note** de **calcul hydraulique** des **écoulements** dans le dispositif permettant de juger de son efficacité pour les espèces-cible dans la gamme des niveaux d'eau amont et aval rencontrés en période de migration et sur la plage de fonctionnement retenue : débit dans la passe, énergie dissipée, chutes, vitesses maximales, niveaux d'eau pour les passes à bassins et les rivières de contournement ; débits ou débits unitaires dans les passes à ralentisseurs ; fonctionnement du ou des dispositifs de régulation amont ou aval... Il devra également tenir compte des notions d'**intégration paysagère**. Les éventuelles contraintes paysagères (site inscrit, classé) seront prises en compte. Les principes généraux d'intégration de l'ouvrage, seront présentés ainsi que le choix de matériaux.

L'**avant-projet** comprendra les pièces graphiques suivantes :

- ⇒ un **plan d'ensemble général** présenté sur le fonds topographique (échelle 1/200-1/100) sur lequel figurera l'ensemble de l'ouvrage.
- ⇒ une **vue en plan** présentant la passe intégrée dans son environnement immédiat (accès, protections, ...),
- ⇒ un **profil en long** de la passe ou plus généralement du dispositif,
- ⇒ un **plan plus détaillé** des extrémités amont et aval (prise d'eau et restitution des débits),
- ⇒ un **plan de principe** du dispositif de piégeage et/ou de la chambre de visualisation,
- ⇒ quelques **coupes en travers types**.

Les caractéristiques générales de l'aménagement seront définies au 1/100-1/50 et, pour les détails et les coupes, au 1/50-1/20.

Une estimation du **coût prévisionnel** des travaux sera effectuée sur la base d'un **avant métré**. Une évaluation des **coûts de fonctionnement et des coûts de maintenance** sera également présentée. Les principes d'exploitation et de maintenance seront exposés de façon à vérifier la faisabilité et l'estimation sommaire des coûts.

Pour les projets importants, une proposition d'étude sur **modèle réduit** pourra être effectuée. Celle-ci permettra de répondre à des interrogations concernant l'implantation de la passe en particulier pour déterminer la position optimale de son entrée et /ou pour dimensionner certaines parties du dispositif comme les prises et restitutions des débits complémentaires d'attrait ainsi que la protection de l'ouvrage contre les corps dérivants.

Concernant les ouvrages de régulation, une optimisation du réglage d'ensemble et/ou une recherche de phase critique sera réalisée.

Les études d'avant-projet peuvent également comprendre l'établissement des dossiers nécessaires pour l'obtention des autorisations administratives.

- En fin d'AVP, les caractéristiques générales de l'ouvrage (implantation, dimensions, calage en altitude, fonctionnement hydraulique, aménagements annexes tels que le local de visualisation et de comptage...) sont arrêtées après **validation du Comité de Pilotage**. Une attention particulière est à porter sur le **fonctionnement hydraulique** qui présente les résultats sur lesquels s'engage le Maître d'Ouvrage et sur lesquels seront pour partie délivrées les autorisations administratives.
- Ces caractéristiques sont arrêtées après **validation du Comité de Pilotage**.
- Le **Maître d'Ouvrage** vérifie en particulier la **cohérence avec l'estimation financière** (programme/ AVP) ; il valide d'éventuels ajustements de l'estimatif.
- Le **Maître d'Ouvrage** engage **si besoin** les **études spécifiques** complémentaires définitives nécessaires au Maître d'Ouvre pour l'élaboration du projet (ex modèle réduit...).
- Le Maître d'Ouvrage veillera à la **prise en compte du dispositif** de franchissement piscicole **dans le règlement d'eau** du barrage en termes de gestion, fonctionnement et maintenance.
- Le Maître d'Ouvrage **validera le plan de maintenance**, celui-ci pouvant être affiné lors des phases suivantes.

C) ETUDES DE PROJET (PRO)

Les études de projet ont pour objectif de définir la **conception de l'ouvrage dans ses détails**. Il s'agit d'établir un **document technique** qui servira de **base descriptive** pour la réalisation du Dossier de Consultation des Entreprises.

Les études de projet ont pour objet :

- ⇒ de fixer, avec toute la précision nécessaire, les caractéristiques et dimensions des différentes parties du dispositif ainsi que son implantation topographique, en vue de son exécution,
- ⇒ de confirmer les choix techniques, et de préciser la nature des matériaux et équipements et les conditions de leur mise en œuvre,
- ⇒ de vérifier, au moyen de notes de calculs appropriées, que la stabilité et la résistance des ouvrages sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils pourront être soumis ;
- ⇒ de préciser par des plans, coupes ou élévations les formes des différents éléments du dispositif,
- ⇒ de préciser les dispositions générales et les spécifications techniques des équipements répondant aux besoins de l'exploitation,
- ⇒ d'établir un coût prévisionnel des travaux décomposés en éléments techniques homogènes,
- ⇒ de permettre au maître d'ouvrage d'arrêter le coût prévisionnel de la solution ou, le cas échéant, de chaque tranche de réalisation et de préciser les coûts d'entretien /maintenance,
- ⇒ de permettre au maître d'ouvrage de fixer l'échéancier d'exécution et d'arrêter, s'il y a lieu, le partage en lots (planning prévisionnel et phasage des travaux).

Toutes les parties de l'aménagement (génie civil et équipements) seront définies au 1/100-1/50 et, pour les détails, au 1/50-1/20, voire au 1/10 si besoin est.

- **En fin de projet**, le Maître d'Ouvrage s'assure que la **description des différents éléments** de la **Passe à Poissons** est établie (tant du point de vue de la conception que celui de la réalisation) pour être ensuite intégrée au DCE.
- Le Maître d'Ouvrage suit et **vérifie** la progression du projet en particulier la **cohérence du phasage prévisionnel, des coûts par tranches**.
- Le Maître d'Ouvrage valide cette étape sur la base de l'avis du comité de pilotage.

d) APRES LES ETUDES PRO

L'**assistance au contrat de travaux (ACT)** apportée au maître de l'ouvrage pour la passation du ou des contrats de travaux, sur la base des études de projet qu'il a approuvées, a **pour objet** :

⇒ d'établir les **pièces techniques** nécessaires à l'élaboration du **Dossier de Consultation des Entreprises (DCE)** : établissement du CCTP, cadres du bordereau des prix et du détail estimatif, plans, pièces propres à faciliter aux candidats la compréhension du projet, ainsi que les pièces administratives (RC, CCAP..)

⇒ de préparer, s'il y a lieu, la **sélection des candidats** et d'analyser les candidatures obtenues ;

⇒ d'**analyser** les **offres** des entreprises et, s'il y a lieu, les variantes à ces offres, de vérifier la conformité de ces offres aux documents de consultation, notamment qu'il n'y ait pas d'omissions, d'erreurs ou de contradictions et d'établir un rapport d'analyse comparative proposant les offres susceptibles d'être retenues.

Dans la **phase travaux**, il est fréquent que le Maître d'œuvre assure la mission **VISA** des études d'exécution pour le Maître d'Ouvrage. Après notification à l'entreprise de son marché et de l'ordre de service de commencement de travaux, cette dernière est tenue contractuellement, si cela est prévu dans le marché, de fournir l'ensemble des plans d'exécution des ouvrages pour visa. Cet élément de mission consiste à vérifier la bonne adéquation des ouvrages prévus à l'exécution par rapport au fonctionnement à atteindre et par rapport aux règles de construction et de sécurité. Un rapport d'analyse et de visa des études d'exécution remis par le titulaire du marché sera remis à l'issue de cette phase. Il conviendra de prévoir dans le marché de maîtrise d'œuvre que cette mission VISA soit également confiée au Maître d'Ouvre.

Un **plan de maintenance** doit être établi, éventuellement par le maître d'œuvre si cela est prévu dans le marché, sur la base des éléments des études de conception ainsi qu'à partir des spécifications des constructeurs pour les organes de manœuvre, de régulation et de sécurité.

Ce plan devra décrire l'ensemble des opérations d'entretien, réglage, et révision tant d'un point de vue des moyens techniques qu'humains. Il devra tenir compte des règles de sécurité en vigueur et devra être validé par le coordinateur Sécurité Prévention Santé (CSPS).

Toutefois, le plan de maintenance visé par le (CSPS) ne remplace pas le dossier d'intervention ultérieure de l'ouvrage (DIUO) établi par celui-ci.

III Exploitation, maintenance, et contrôle des passes à poissons

De la conception du dispositif à sa maintenance en phase d'exploitation

La restauration de la continuité écologique, et par la même de la libre circulation piscicole, imposée par le législateur, fait référence à la **notion de résultat**. Pour cela, un suivi régulier, donc planifié, de l'ouvrage doit être assuré pour obtenir un fonctionnement optimal conforme aux attentes.

Ce dernier volet du guide a pour objectif de présenter au **Maître d'Ouvrage** les différents points relatifs à la **gestion et à la maintenance des dispositifs** de franchissement piscicole.

Pour cela il:

- ⇒ replace les problèmes et les conséquences résultant d'un manque de maintenance,
- ⇒ rappelle les précautions à prendre dès la phase de conception pour anticiper les difficultés et limiter les contraintes durant les opérations de maintenance,
- ⇒ expose les principales interventions à réaliser dans le cadre de la gestion et de la maintenance d'un dispositif de franchissement.

En ce qui concerne la maintenance des dispositifs, les préconisations du guide visent un optimum à atteindre. Le maître d'ouvrage pourra toutefois justifier une mise en place graduelle en fonction des moyens humains, techniques et financiers dont il dispose.

1 MAINTENANCE PREVENTIVE

a) LA MAINTENANCE PREVENTIVE..., POURQUOI?

Les **passes à poissons** sont, comme tout aménagement hydraulique, des dispositifs nécessitant une **maintenance préventive régulière** ainsi qu'une vérification périodique de leur fonctionnement.

L'analyse de l'origine du **dysfonctionnement** des passes à poissons et des autres ouvrages de franchissement reconnus peu efficaces (en France ou à l'étranger), met en évidence **deux causes récurrentes** :

- ⇒ le **manque d'attractivité** de l'ouvrage, consécutif à une mauvaise implantation et/ou à un débit insuffisant,
- ⇒ le défaut voire le **manque total de maintenance** de la part du propriétaire de l'ouvrage.

Le **manque de maintenance** peut se traduire par :

- ⇒ l'obturation des communications entre bassins (orifices, fentes), le colmatage de ralentisseurs par des branches ou de la végétation et plus généralement par des corps dérivants,
- ⇒ le colmatage des grilles de protection de la passe ou des prises d'eau des débits auxiliaires,
- ⇒ l'engravement de l'ouvrage (de l'entrée, de la prise d'eau, voire de l'ouvrage lui-même),
- ⇒ Le blocage ou le mauvais fonctionnement de certains mécanismes ou organes des ascenseurs (système de relevage de la cuve) ou des écluses (dispositif de fermeture ou d'ouverture des vannes), ainsi que des dispositifs de régulation des niveaux et des chutes,...



Photographie 28 : Colmatage de la prise d'eau (GEI /SIEE)

L'ouvrage devient alors non fonctionnel :

- ⇒ le débit dans l'ouvrage peut être réduit, voire devenir pratiquement inexistant,
- ⇒ certaines chutes peuvent devenir infranchissables,
- ⇒ la turbulence dans certains bassins peut devenir trop importante,
- ⇒ certaines phases du cycle d'une écluse ou d'un ascenseur peuvent se trouver perturbées voire inopérantes.



Photographie 29 : Colmatage de la prise d'eau (GEI /SIEE)



Photographie 30 : Colmatage de la prise d'eau – (GEI /SIEE)

Le **défaut de maintenance d'un seul ouvrage** sur un axe migratoire peut contribuer à **ruiner la totalité des efforts consentis** pour la restauration d'une espèce migratrice.

b) PRECAUTIONS LORS DE LA CONCEPTION

Les problèmes de **maintenance** doivent être **pris en compte dès la conception** des dispositifs :

⇒ À efficacité équivalente, il convient de choisir le dispositif posant le moins de difficultés lors des opérations de maintenance (absence de grille ou de mécanisme, passages les plus larges possibles),

⇒ Dans l'implantation de l'ouvrage sur le barrage, il faut autant que possible éviter les zones préférentielles d'arrivée des corps dérivants et prévoir un accès aisé pour la maintenance,

⇒ On évitera d'implanter la sortie de la passe face à l'amont, les sorties disposées latéralement voire à contre-courant sont préférables,

⇒ La protection des ouvrages contre les corps flottants s'effectuera par les moyens classiques employés sur les ouvrages hydrauliques : drome flottante, grilles à barreaux suffisamment espacés (25 à 30 cm) pour permettre le passage des migrateurs de grande taille (représentés en général par les migrateurs diadromes).



Photographie 32 : Grille de protection (GEI/SIEE)



Photographie 31 : Drome flottante (GEI/SIEE)

On pourra utiliser des masques en maçonnerie ou en béton, des rangées de pieux ou de rails battus à l'amont de l'ouvrage. Les grilles de protection en amont de la passe seront installées au niveau d'une section dans laquelle les vitesses ne dépasseront pas 30 à 40 cm/s de façon à éviter un colmatage trop rapide; cela conduit à installer un bassin de tampon à l'amont de la première échancre ou du premier ralentisseur.

⇒ Les risques de chutes graves dans une passe à poissons sont réels lors des opérations de maintenance. On veillera à rendre toutes les parties du dispositif concernées par les opérations de maintenance préventive et de réparation accessibles en toute sécurité. Des dispositions seront prises (installation de vannes ou batardeaux en amont de la passe

permettant la vidange de celle-ci, couverture de la passe par des caillebotis) pour assurer le déroulement de ces opérations en toute sécurité, en privilégiant les équipements de protection collectifs et ceci a fortiori pour la visite de routine.

⇒ La sortie de la passe ne devra pas être dans une zone d'eau morte ou de recirculation, rendant difficile, voire impossible, l'évacuation des corps dérivants,

⇒ Pour les ouvrages présentant une prise d'eau à gros débit protégée par des grilles à espacement réduit, prévoir la possibilité d'installer un dispositif de dégrillage automatique ou semi-automatique.



Photographie 33 : Dégrilleur automatique (GEI/SIEE)

La prise en compte de l'ensemble de ces précautions lors de la phase de conception ne dispense pas le Maître d'Ouvrage de réaliser des opérations de maintenance préventive.

C) MAINTENANCE DE L'OUVRAGE

Les opérations de maintenance préventive doivent être réalisées selon le **plan de maintenance** établi par le Maître d'Oeuvre lors des études de conception. Ce plan repose sur des **interventions régulières** mettant en jeu :

- ⇒ les visites d'inspection,
- ⇒ les interventions de maintenance.

Visites d'inspection

On distinguera trois niveaux dans les visites d'inspection destinées à **vérifier le bon fonctionnement de l'ouvrage**.

◆ NIVEAU 1 : VISITES DE «ROUTINE»

A réaliser **fréquemment** (1 à 2 fois /semaine) pour vérifier par simple **constat visuel** le bon fonctionnement de l'installation, cette visite peut être accomplie par une **personne seule** sans matériel particulier, autre que les équipements de sécurité.



Photographie 34 : Visite de routine (GEI/SIEE)

Les **points observés** sont :

- ⇒ l'état de colmatage de la grille de protection de la prise d'eau de la passe à poissons,
- ⇒ l'état de colmatage du corps principal de l'ouvrage (échancrures, fentes verticales, ...),
- ⇒ la régularité de fonctionnement de l'ouvrage (écoulements, chute ou jet aval de sortie, chutes entre les bassins, ...),
- ⇒ l'état de colmatage des ouvrages annexes (vannes de décharge, prise d'eau du dispositif de débit d'attrait, ...).

La durée de cette visite est estimée à moins d'une demi-heure.

◆ NIVEAU 2: VISITES D'INSPECTION (OUVRAGE EN EAU)

A planifier **annuellement** en période estivale (niveaux d'eau les plus bas), cette inspection est exécutée par **une ou plusieurs personnes** (suivant la taille de l'ouvrage). Se réalisant sans descente dans l'ouvrage qui n'est pas vidangé, elle ne requiert aucun matériel spécifique.

L'inspection visuelle porte sur :

- ⇒ la structure de l'ouvrage,
- ⇒ les organes de régulation et les équipements divers (sécurité, ...).

La durée de l'inspection est estimée entre 1 et 2 jours suivant les dimensions et les équipements de l'ouvrage.

◆ NIVEAU 3: VISITES D'INSPECTION DETAILLEE (OUVRAGE A SEC)

Cette inspection détaillée porte sur la **structure de l'ouvrage, les organes de régulation et les équipements divers** (sécurité, ...).

A opérer en **condition de vidange totale** de l'ouvrage, elle impose le batardage amont / aval ainsi que la vidange par pompage du dispositif. Suivant les facilités de mise hors eau, elle interviendra **tous les 2 à 3 ans** en période estivale.

Pour des impératifs, de sécurité elle doit être effectuée par **plusieurs personnes**.



Photographie 35 : Visite détaillée (GEI/SIEE)

Outre le port des équipements de protection individuelle adaptés (casque, bottes avec semelles antidérapantes,...), le personnel sera muni de matériel lui permettant d'accomplir les vérifications suivantes :

- ⇒ les protections de l'ouvrage (grillage, garde-corps, caillebotis,...) ainsi que les éléments d'accès (passerelle, escalier, trappes, ...),
- ⇒ les vannes de contrôle de l'ouvrage (canal, murale, martelière,...), ainsi que les organes de manœuvre (moteurs électriques, vérins, centrale hydraulique, ...),
- ⇒ le système électrique (capteur de niveau d'eau, câblage, éclairage,...),
- ⇒ l'état des voiles et des cloisons de la passe à poissons (repérage de fissures, ...),
- ⇒ le nettoyage général de l'ouvrage (grille, orifices de fond, fentes verticales, bassins, rainures de batardage,...) avec évacuation des flottants,
- ⇒ l'inspection des conduites d'alimentation (débit d'attrait, ...),

La durée de l'inspection détaillée est estimée entre 2 et 5 jours suivant les dimensions et les équipements de l'ouvrage.

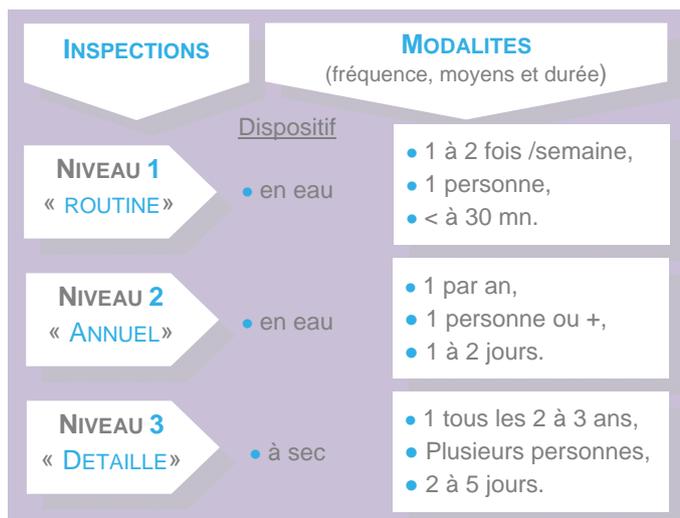


Figure 24 : Synthèse schématique des trois niveaux d'inspection

Chaque visite doit se faire selon un protocole établi sur la base de **listes de contrôle** issues du plan de maintenance de l'ouvrage.

Après chaque intervention, ces listes sont reportées sur un **cahier de suivi** permettant au Maître d'Ouvrage de justifier de la bonne gestion de l'ouvrage ainsi que de réaliser, si cela s'avère nécessaire, les ajustements permettant d'assurer le bon fonctionnement de l'ouvrage.

Tout colmatage significatif, ou anomalie constatée, doit entraîner une **intervention de maintenance/réfection** dans les meilleurs délais.

Interventions de maintenance

En fonction des dysfonctionnements ou anomalies constatées, lors des visites d'inspection, **trois types d'interventions de maintenance** peuvent être pratiquées : nettoyage, réglages, révision et réparation.

◆ INTERVENTIONS DE NETTOYAGE

Ces interventions sont provoquées si nécessaire à la suite d'une visite de « routine » pour réaliser un nettoyage de l'ouvrage. Cette visite doit être réalisée par un **minimum de deux personnes**.

Suivant le type d'intervention à effectuer, le personnel devra revêtir un équipement adapté (casque, bottes avec semelles antidérapantes,...) ainsi qu'être muni de matériel (râteau, gaffe, échelle, outillage divers...) lui permettant d'accomplir les tâches nécessaires.

Les interventions portent principalement sur le **retrait des corps flottants** et tout objet entraînant un **colmatage ou obstruction** :

- ⇒ de la grille de la prise d'eau de la passe à poissons,
- ⇒ de la grille du débit d'attrait,
- ⇒ du corps de l'ouvrage (échancrure, fentes, bassins, rampe, ...).

Au cours de ces opérations de nettoyage, si l'ouvrage présente une vanne de fermeture de la prise d'eau, le débit de l'ouvrage peut alors être momentanément réduit pour faciliter le retrait des corps flottants.

La descente dans l'ouvrage ne doit être qu'exceptionnelle afin d'éviter une mise hors d'eau trop fréquente.

◆ INTERVENTIONS DE REGLAGES

Ces interventions portent sur le **contrôle des dispositifs de régulation de la passe à poissons** (vannes, capteurs,...).

Les dispositifs doivent être réglés de façon à garantir un fonctionnement optimal de la passe à poissons sur la base des prescriptions stipulées lors de la conception.

Ces interventions de réglages sont réalisées au minimum **une fois par an** lors de la visite d'inspection en eau.

◆ INTERVENTIONS DE REVISION ET DE REPARATION

Ces interventions visent principalement les organes de régulation de la passe à poissons, mais concernent aussi les équipements divers (sécurité,...).

En fonction des prescriptions des fabricants, ces organes et équipements seront vérifiés (démontage, graissage, changement des pièces d'usure, resserrage, ...).

Sauf intervention d'urgence, suite au constat d'un dysfonctionnement, ces interventions se feront sur la base du plan de maintenance établi par le Maître d'Ouvre dans le projet de conception.

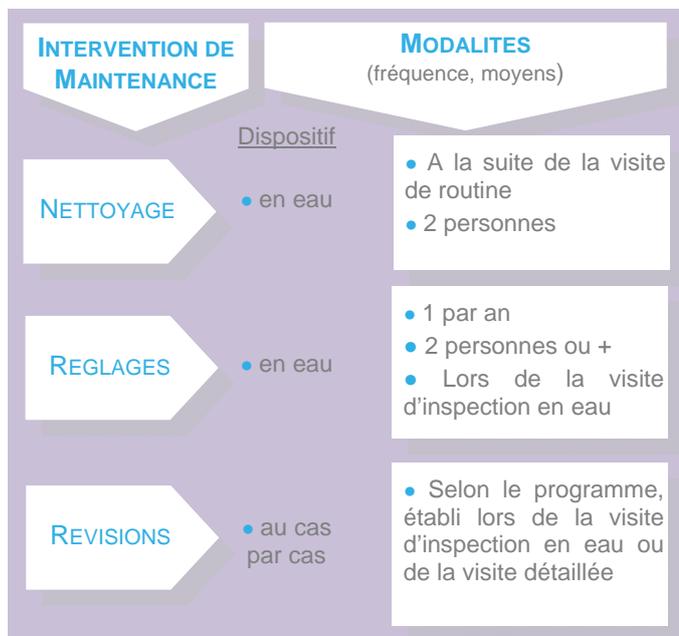


Figure 25 : Synthèse schématique des interventions de maintenance

⇒ Pour les organes et équipements accessibles sans mise hors d'eau de l'ouvrage, ces interventions peuvent être combinées avec les visites d'inspection (ouvrage en eau).

⇒ Pour les organes et équipements accessibles avec mise hors d'eau de l'ouvrage, ces interventions seront, autant que possible, combinées avec les visites d'inspection détaillées (ouvrage vidangé).

2 CONTROLE DU FONCTIONNEMENT

a) EFFICACITE - FONCTIONNALITE

La réglementation impose une **obligation de résultat** pour les dispositifs de franchissement piscicole. En d'autres termes, **l'ouvrage doit assurer en permanence la libre circulation du poisson**. Cette obligation fait appel aux **notions d'efficacité et de fonctionnalité** de l'ouvrage.

L'**efficacité** est une notion quantitative qui s'exprime en termes de **pourcentage de passage et de retard à la migration**.

L'efficacité d'un ouvrage peut être évaluée grâce à des opérations de radiotélémétrie ou de marquage-recapture. La détermination de l'efficacité d'une passe suppose, outre de compter le nombre d'individus empruntant la passe, de connaître la population aval voulant passer en amont. Cela n'est possible que pour les espèces amphibiotiques anadromes (saumon, alose, lamproie...) et à condition que l'obstacle se trouve en aval de toutes les zones de reproduction. Si tel n'est pas le cas pour les espèces anadromes, et de façon générale pour les espèces potamodromes au comportement migratoire plus aléatoire (cyprinidés, percidés, salmonidés), on ne peut que compter les individus dans le dispositif. Dans ce cas, l'efficacité ne peut être quantifiée et on ne peut donner qu'une appréciation qualitative de cette efficacité.

Cette appréciation qualitative de l'efficacité peut s'exprimer par exemple en terme de nombre d'individus de telle ou telle espèce franchissant l'ouvrage, ou encore a minima en terme de fonctionnalité de la passe, c'est-à-dire que son fonctionnement est conforme aux critères retenus lors de sa conception et qu'elle est capable de permettre le franchissement des espèces-cible.

L'efficacité d'une passe à poissons s'évalue, pour une espèce donnée :

⇒ en fonction du nombre de poissons ayant franchi l'ouvrage sur le nombre total de migrants,

⇒ en prenant en compte les retards à la migration.

Toutefois, l'évaluation quantitative de l'efficacité ne se fait que sur les axes à grands migrants et ne concerne donc qu'un nombre très limité d'espèces.

Pour la grande majorité des cours d'eau et des espèces, on se limite généralement à vérifier la fonctionnalité des ouvrages de franchissement en complétant le cas échéant par des opérations de comptage ponctuelles.

Un ouvrage est réputé **fonctionnel** lorsque son fonctionnement est **conforme aux critères** retenus lors de sa **conception** (chute entre bassins, puissance dissipée, ...).

La fonctionnalité est évaluée lors de la mise en eau et du réglage de l'ouvrage par l'entreprise - le Maître d'Œuvre - et validée par les services de l'ONEMA et le Maître d'Ouvrage.

Elle est **ensuite** régulièrement **contrôlée** en phase d'exploitation et dans le cadre des observations effectuées par le Maître d'Ouvrage, lors des visites d'inspection.

b) SUIVI PISCICOLE

Lorsque l'ouvrage se situe à un point stratégique pour la migration du poisson (premier barrage faisant obstacle à la migration, amont immédiat d'un confluent important, ...), **un suivi piscicole peut s'avérer intéressant**. Il permet d'améliorer la connaissance des populations de poissons migrateurs et des caractéristiques de leurs migrations.

La passe à poissons pourra être équipée d'un **dispositif spécifique** permettant d'**observer** et/ou de **compter les poissons**.

Trois types de dispositifs peuvent être mis en place :

◆ DISPOSITIF DE PIEGEAGE

Il s'agit d'un dispositif permettant la **capture des poissons**. Outre la possibilité de compter les individus, ce système permet également d'effectuer des mesures biométriques (mesure de la taille, de leur poids, prélèvement d'écaillés) ainsi que des marquages. Le piège est généralement constitué d'une cage grillagée ou d'un bassin équipé d'un système amovible de piégeage (nasse anti-retour et grille fine).

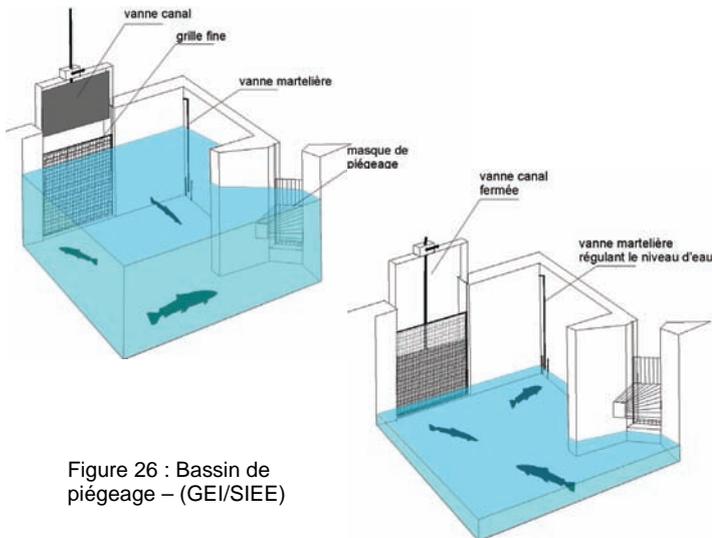


Figure 26 : Bassin de piégeage – (GEI/SIEE)



Photographie 36 : Cage de piégeage (GHAAPPE)

◆ DISPOSITIF DE COMPTAGE PAR RESISTIVITE

Le principe de ce **comptage** est basé sur le fait que le poisson ne possède pas la même résistivité que l'eau.

On oblige le poisson à passer au-dessus ou entre des électrodes, ce qui crée un signal dont l'amplitude est fonction de la masse du poisson et le signe fonction du sens de passage.

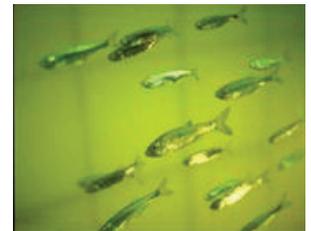
Permettant de dénombrer les individus ce dispositif ne permet toutefois de distinguer les espèces que si celles-ci sont significativement différentes par leur taille.



Photographie 37 : Tube de comptage - GHAAPPE

◆ DISPOSITIF DE COMPTAGE PAR VISUALISATION

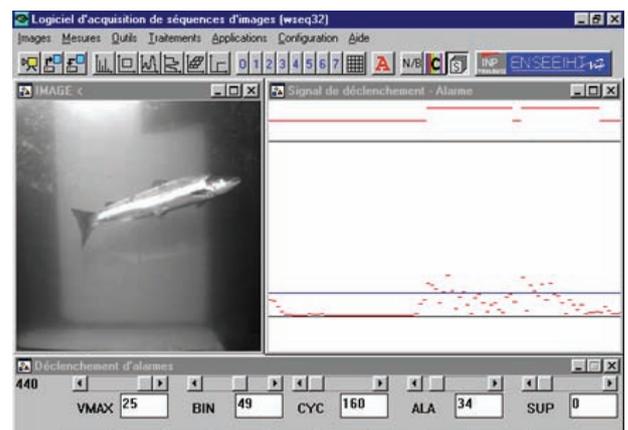
Le principe consiste à **visualiser le poisson** en l'obligeant à passer à proximité d'une vitre positionnée latéralement dans un des bassins généralement situé à l'amont de la passe à poissons.



Photographie 38 : Vitre de visualisation - GHAAPPE

Ce dispositif nécessite la réalisation d'un local pour l'observation.

Le comptage peut être réalisé soit par un observateur, soit par un système vidéo couplé à un système informatisé d'enregistrement des passages.



Photographie 39 : Logiciel SYSIPAP de surveillance des passes (GHAAPPE)

Ce type de dispositif peut aussi être associé à un local plus vaste ouvert au public si une valorisation de l'aménagement est souhaitée.

Le suivi de la passe à poissons peut être assuré la première année par le Maître d'Ouvrage en concertation avec les services de l'ONEMA afin d'obtenir une appréciation qualitative de l'efficacité de l'ouvrage de franchissement.

Par la suite le Maître d'Ouvrage peut mettre à disposition le matériel et les locaux (chambre de visualisation) pour que les organismes en charge de la gestion piscicole de la rivière puissent réaliser, si besoin, des suivis plus pérennes.

- Le **choix** du **dispositif** de **suivi** piscicole résulte de la **concertation** avec les différents partenaires (techniques, institutionnels, financiers).

- Il va dépendre des exigences en termes de connaissance des populations de poissons migrateurs, de suivi de l'efficacité et de valorisation de l'ouvrage.

Impliquant des dispositifs spécifiques, le **suivi piscicole** de la passe à poissons est à **signaler au programme** et à **étudier** en phase de **conception**.

- 1) AMENAGEMENTS HYDRO ELECTRIQUE ET PASSES A POISSONS
- 2) COUTS ET FINANCEMENT DES PASSES A POISSONS
- 3) CANEVAS DU PROGRAMME (CAS DE RECONSTITUTION DU BARRAGE)
- 4) CADRE REGLEMENTAIRE

ANNEXE 1 : AMENAGEMENT HYDRO ELECTRIQUE ET PASSES A POISSONS

La présence ou un projet d'implantation d'une microcentrale hydroélectrique sur le site comptera aussi parmi les **contraintes fonctionnelles à prendre impérativement en compte pour l'établissement du programme** ainsi que pour les études de conception.

La montaison

Les microcentrales peuvent constituer, de par la concentration des débits à la sortie des turbines (entre 40 et 100 % du module), le **principal point d'attraction pour les poissons migrateurs**.

Il est alors **impératif** que la microcentrale soit équipée de sa propre passe à poissons pour assurer le passage des migrateurs.

Il conviendra de veiller à ce que l'entrée de la passe à poissons soit positionnée à proximité immédiate de la zone de blocage du poisson (cf figure 27).

Si la microcentrale s'avère suffisamment attractive (débit turbiné proche du module, fonctionnement régulier, positionnement dans le même bief que le barrage, largeur du cours d'eau faible à modérée), sa passe à poissons peut s'avérer suffisante pour l'ensemble de l'obstacle (barrage + microcentrale).

Dans le cas contraire, un second dispositif devra être installé au barrage, généralement positionné en rive opposée, de manière à garantir la continuité piscicole de l'ensemble des ouvrages.

La dévalaison

Les microcentrales hydroélectriques constituent les aménagements annexes aux barrages les plus **problématiques vis-à-vis** de la **dévalaison**, plus particulièrement de la dévalaison des migrateurs diadromes. Le **passage dans les turbines** représente en effet le principal facteur de risque de mortalité pour les poissons dévalants.

A ce titre, la dévalaison devra effectivement être abordée et faire l'objet d'**études spécifiques** (évaluation de la mortalité par passage par les turbines avec analyse des effets cumulatifs d'un barrage à l'autre) pour poser un diagnostic global (barrage + microcentrale) puis fixer, au besoin, une stratégie partagée.

Pour les cas de restauration d'un barrage, un **partenariat** avec le microcentralier sera toutefois **indispensable** pour définir une stratégie globale des solutions techniques à privilégier pour garantir la franchissabilité de l'ouvrage.

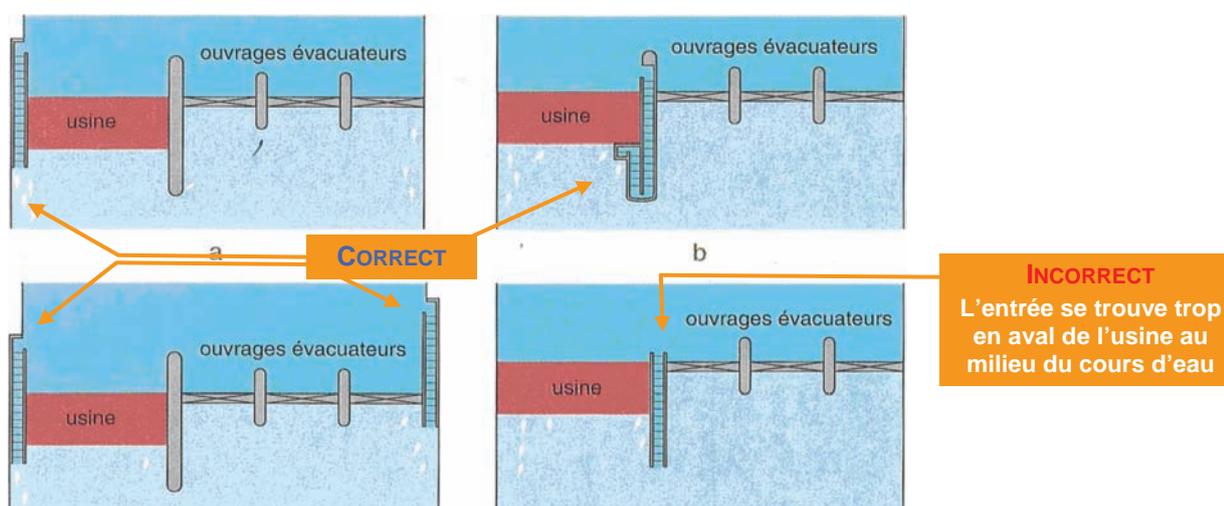


Figure 27 : Exemple d'implantation d'une passe à poissons dans le cas d'une microcentrale hydroélectrique

Exemple : le barrage de Roanne

Le barrage de **Roanne sur la Loire** est un barrage dit de navigation qui assure l'alimentation amont du canal latéral à la Loire en passant par les ports de Dompierre sur Besbre, Plagny et Decize. Il alimente également le canal de Roanne à Digoin en passant par les ports de Roanne et de Briennon. Il permet aussi de soutenir la nappe alluviale dans laquelle puisent environ cinquante communes.



Figure 28 : Vue du barrage de Roanne- Loire

Ce barrage qui comprend quatre passes fut construit en 1909 sous la forme d'un barrage à aiguilles et ensuite profondément modifié en 1939, (remplacement des aiguilles par des hausses de type Haubert).

Pour pallier les nombreux désordres diagnostiqués en 1999, le projet de modernisation et de réhabilitation consiste à :

- ⇒ Remplacer les hausses de la passe 4 par deux clapets automatiques,
- ⇒ Réaménager les hausses des passes 2 et 3 et aménager la passe à poissons actuelle située en rive droite.

Retenant que le fonctionnement hydraulique, sera principalement influencé par la micro centrale à construire en rive gauche (investisseur privé), le dispositif global de franchissement du barrage comprend **deux passes à poissons** dont une implantée en rive gauche là où l'attractivité sera optimale.

Ainsi, l'aménagement pour la libre circulation piscicole consiste en :

- ⇒ Une **passse à poissons**, à bassins successifs, **multi-espèces**, installée en rive gauche et associée à la micro centrale,
- ⇒ Une **passse complémentaire** et **spécifique** pour l'**anguille** en rive droite. Cette passe a été construite en réhabilitant la passe déjà existante. Sa réhabilitation effective sur toute sa longueur dans les parties aériennes, comprend la reprise des maçonneries, la mise en place d'un fond rugueux avec pente, et d'un petit canal. L'ensemble est enfin recouvert de dalles macro-plots.

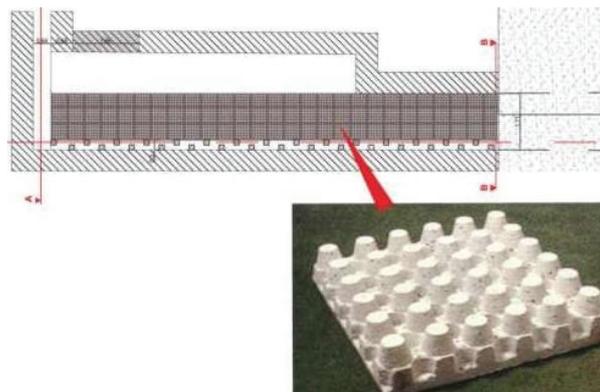


Figure 29 : Passe à anguilles

Un dispositif de dévalaison (limitation de l'espacement des grilles et exutoire de dévalaison) sera positionné au droit des grilles de la prise d'eau de la microcentrale, restituant les poissons dévalants en aval immédiat du barrage.

Pour l'**évaluation** de l'**efficacité** des passes, le projet prévoit par ailleurs, la liberté d'accès aux ouvrages et les réservations nécessaires au comptage des poissons lors de la contractualisation avec les investisseurs de la microcentrale.

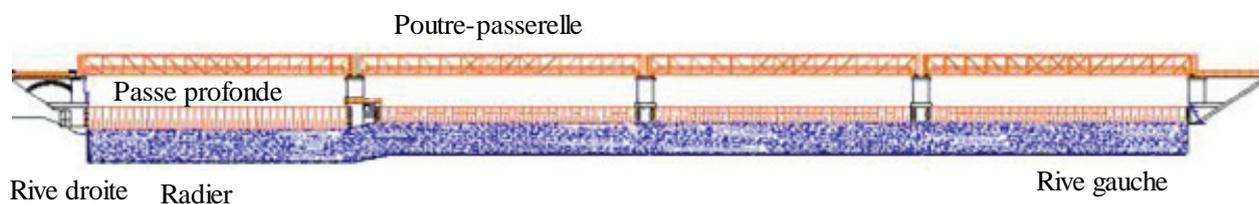


Figure 30 : Coupe du barrage de Roanne- Loire

ANNEXE 2 : COÛTS ET FINANCEMENT DES PASSES A POISSONS

Les **coûts de réalisation** des passes à poissons ne peuvent être **définis précisément** qu'**en fin de phase avant-projet**, lorsque l'ensemble des contraintes du site ainsi que les caractéristiques de l'ouvrage ont été précisément définies.

Néanmoins, il est impératif de pouvoir **évaluer sommairement le coût** des travaux du futur ouvrage **dès** l'élaboration du **programme**.

Le coût d'une passe à poissons va dépendre de multiples paramètres (type de passe, dimensions, contraintes du site ...) conduisant à une grande variabilité du montant global de l'ouvrage suivant les sites. Les statistiques des coûts de travaux de réalisation des passes à poissons mettent cependant en évidence que le coût des ouvrages est **approximativement proportionnel au produit de la hauteur de chute du barrage à l'étiage et du débit transitant dans la passe à poissons** :

$$C = K.H.Q$$

Avec :

C : le coût de la passe (€ HT)

H : la chute maximale à l'étiage (m)

Q : le débit dans la passe à l'étiage (m³/s)

K : le coefficient de pondération

Le coefficient K moyen est de 225 000 € par mètre de chute et par m³/s de débit.

Il est susceptible de varier entre 150 000 et 300 000 € suivant les contraintes et exigences du projet (valeurs 2007)

- Le **co-financement** du projet (études, réalisation) est à considérer dès l'étape du programme (concertation).

- Certains partenaires financiers peuvent aussi apporter leur contribution pour les coûts inhérents à la gestion et au suivi du dispositif en faveur de la libre circulation des poissons.

- Ce coût reste un **ordre de grandeur** qui sera affiné tout au long des études de conception.

- Pour parfaitement caler le programme aux stades des variantes possibles, les **coûts de gestion et de suivi** doivent être **intégrés** à l'analyse.

A titre indicatif, l'ordre de grandeur du coût annuel pour la maintenance (suivi et réparations) oscille, suivant le type d'ouvrage, entre 2 et 5 % du coût global des travaux.

Les travaux de réalisation ainsi que les études de dimensionnement des passes à poissons peuvent faire l'objet de **co-financement** par des partenaires tels que :

- ⇒ l'Etat,
- ⇒ la Région (plan Etat/Région),
- ⇒ le Département.

Des aides peuvent être également accordées par des organismes comme l'Agence de l'Eau ainsi que par l'Europe (programme Life) notamment dans le cadre de la préservation de certaines espèces piscicoles menacées (exemple : Airon du Rhône).

Ce co-financement impose, en contrepartie, un **droit de regard** de ces organismes sur le projet à travers une représentation au sein du comité de pilotage qui assure le suivi et la validation des différentes étapes des études de conception.

ANNEXE 3 : CANEVAS DU PROGRAMME (CAS DE RECONSTRUCTION DU BARRAGE)

Le présent canevas constitue une **check-list** servant à poser les points indispensables à considérer avant d'engager les études de maîtrise d'œuvre dans le cadre de reconstruction d'un barrage (cas 1 précisé dans le chapitre I.2 du présent guide).

a) PRESENTATION DU SITE

◆ RAPPEL DES ENJEUX ET AMBITIONS DU MAITRE D'OUVRAGE

Relatifs à la voie d'eau ainsi qu'au milieu aquatique

◆ LOCALISATION ET PRESENTATION GENERALE DU SITE

Joindre un plan de situation en annexe

◆ FONCTION DE L'OUVRAGE ACTUEL

Bief régulé, niveaux, débits,...

◆ DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'OUVRAGE ACTUEL

Inscription dans le site global: écluses adjacentes, centrales hydroélectriques,...et bref rappel historique si connu, type, caractéristiques principales, année de construction,...

◆ DESCRIPTION SOMMAIRE DU FUTUR OUVRAGE

Nouveau positionnement de l'ouvrage, modifications apportées aux organes de bouchure...

◆ EFFET D'OBSTACLE DES BARRAGES SUR LA LIBRE CIRCULATION PISCICOLE :

Nécessité de déplacement des poissons pour accomplir leur cycle biologique (reproduction, grossissement)

b) BESOINS

◆ RAPPEL DES FONCTIONS A REMPLIR PAR L'OUVRAGE BARRAGE

Maintenir une hauteur d'eau pour la navigation.

Assurer un débit d'alimentation du canal de navigation.

Assurer des conditions optimales de sécurité pour les usagers de la voie d'eau.

Assurer la connaissance des débits.

Permettre le passage des migrateurs.

c) CONTRAINTES LIEES A LA FRANCHISSABILITE PISCICOLE

◆ REGLEMENTAIRES

Décret de classement cours d'eau (articles L.432-6 et L.214-17 du code de l'environnement)

Arrêté fixant la liste des espèces migratrices (articles L.432-6 et L.214-17 du code de l'environnement)

Autres dispositions législatives ou réglementaires (patrimoine naturel et/ou architectural)

◆ TECHNIQUES

Structurelles (topographiques, géotechniques, architecturales,...)

Fonctionnelles (hydrologiques, hydrauliques, ...)

Etudes préalables

d) EXIGENCES DU PROGRAMME

Au titre :

- d'un enjeu milieu de continuité piscicole,
- de l'intégration paysagère / architecturale,
- d'une adaptation à un dispositif hydroélectrique
- d'une adaptation à un usage canoës
- de l'évaluation de l'efficacité ou de la fonctionnalité (ex dispositif de comptage, de piégeage, ...)

e) COUT ET PLANNING

Première estimation du coût et de la durée de l'opération (études, travaux et divers) à partir d'opérations similaires ou de ratios.

f) ETUDES SPECIFIQUES A ENGAGER

Liste des études à mener pour établir les différentes possibilités d'aménagement.

Le **canevas** servira de **fil conducteur** à la rédaction du programme. Il conduira à la caractérisation des exigences et des contraintes du Maître d'Ouvrage au travers notamment d'une analyse :

- ⇒ de la franchissabilité de l'ouvrage,
- ⇒ du contexte réglementaire,
- ⇒ de l'enjeu milieu aquatique et des attentes locales,
- ⇒ **sans omettre**, la maintenance et le contrôle de l'ouvrage en phase d'exploitation.

ANNEXE 4 : CADRE REGLEMENTAIRE

LA REGLEMENTATION « la libre circulation piscicole - continuité écologique »

Notions de base

Le contexte réglementaire a peu à peu évolué, pour accorder à l'environnement une importance croissante. Les lois n°76-629 du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature, n°84-512 du 29 juin 1984 sur la pêche, n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau, la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, du 23 octobre 2000, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (directive cadre sur l'eau ou DCE), transposée par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004 et par la loi n°2006-1172 sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006, ont conduit à consacrer la notion de gestion globale de la ressource en eau, basée sur le principe de solidarité entre les usagers et la prise en compte de l'eau sous toutes ses formes : ressource vitale, écosystème, support d'activités, etc.

En matière de franchissabilité, le "régime des Echelles à poissons" qui s'est affirmé comme l'une des préoccupations environnementale forte, vise les ouvrages en vertu des obligations découlant du classement (articles L.214-17 et L.432-6 du code de l'environnement),

Hier

Conscients des enjeux liés à la libre circulation des poissons migrateurs, les pouvoirs publics ont commencé, au milieu du XIX^{ème} siècle à prendre des mesures pour permettre les migrations. Dans un premier temps une circulaire ministérielle du 20 juin 1863 a invité les Services de Navigation à étudier la mise en place des passes à poissons pour permettre leur remontée. Un rapport dit « Guyot » (du 15 février 1864) a aussi attiré l'attention sur les incidences des installations sur les poissons migrateurs.

Dans un second temps et découlant de la loi du 15 juin 1829 relative à la pêche fluviale pour garantir l'alimentation des populations rurales, la loi du 31 mai 1865 a soumis certains cours d'eau à l'obligation d'aménagement «d'Echelles à poissons». Afin de lutter contre la disparition des espèces, elle institua le classement par décret de plusieurs cours d'eau (bassin de la Seine, de la Loire, de la Canche, de l'Authie, cours d'eau normands, cours d'eau bretons et pyrénéens).

Par la suite et notamment à compter de la « **loi pêche** » (n° 84-512 du 29 juin 1984. relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicoles), d'autres textes ont repris cette disposition. Ainsi et consécutivement aux mesures de simplification permettant la mise en œuvre «du programme de codification », les dispositions de la loi de 29 juin 1984 furent

« **intégrées** » au code rural, puis reprises au sein du **code de l'environnement** (livre IV qui reprit l'architecture et les dispositions du livre II de l'ancien code rural et renouvela ainsi celles relatives à la préservation du patrimoine biologique, la chasse et la pêche en eau douce).

Aujourd'hui : le contexte posé par la DCE

Transposée en droit français par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004 (puis relayée plus précisément en 2006 par la loi n°2006-1772 sur l'eau et les milieux aquatiques), la directive 2000/60/CE qui vise une politique communautaire dans le domaine de l'eau a été adoptée le 23 octobre 2000 (entrée en vigueur le 22/12/2000). Etablissant un cadre pour la gestion et la protection des eaux par district hydrographique tant du point de vue qualitatif que quantitatif, cette directive joue un rôle stratégique et fondateur en matière de politique de l'eau.

Elle **fixe** ainsi des **objectifs ambitieux** pour la préservation et la restauration de l'**état des eaux superficielles** et souterraines pour l'horizon 2015, dont celui de « **Bon Etat Ecologique** » voire de « Bon potentiel » à atteindre respectivement pour les masses d'eau naturelles et pour les masses d'eau fortement modifiées.

Pour les **eaux superficielles**, la **continuité écologique**, à **assurer** tant pour les **migrations** des espèces amphihalines, que pour le **transit sédimentaire**, **participe aux objectifs** de bon état ou de bon potentiel écologique suivant le statut des masses d'eau (MEN, MEFM).

La nécessité d'assurer la circulation des espèces et notamment celle des grands migrateurs est un objectif important de la Directive Cadre Européenne et de la loi n°2006-1772 sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 donc des SDAGE en cours de réécriture.

La circulaire sur le bon état écologique (du 28 juillet 2005) indique clairement la nécessité d'assurer globalement la continuité biologique et le transport solide dans les cours d'eau comme un objectif phare de la DCE, même si elle ne constitue pas un critère strict à l'échelle de chaque masse d'eau.

Cette « **continuité écologique** » des cours d'eau se définit par la **libre circulation** des **espèces biologiques** et par le **bon déroulement** du **transport naturel** des **sédiments**. Cette **double notion** a des **conséquences** interdépendantes sur le **bon état écologique** (BEE pour les masses d'eau naturelle) **ou le bon potentiel** (BPE pour les masses fortement modifiées).

1829
(15/04)
1840
(6/06)
1865
(31/05)

LOIS FONDATRICES RELATIVES A LA
PECHE FLUVIALE ET INSTITUANT LE
REGIME DES ECHELLES A POISSONS

1984
(29/06)

« LOI PECHE" LOI N°84-512 RELATIVE A
LA PECHE EN EAU DOUCE ET A LA
GESTION DU PATRIMOINE PISCICOLE

1989
(27/10)

Décret n° 89-804 : Insertion des
articles L 232-5 à -8 dans le code
Rural (Livre II – Titre III - Chapitre II)

Repris aux articles ci-contre du code de l'environnement

1992
(3/01)

« LOI N° 92-3 DU 3 JANVIER 1992 SUR L'EAU

2000
(18/09)

*Pour mémoire, ordonnance n°2000-914
relative à la partie législative du code de
l'environnement, ratifiée par la loi n° 2003-
591 du 2 juillet 2003 habilitant le
gouvernement à simplifier le droit.*

2000
(23/10)

Directive Cadre sur l'Eau
du Parlement européen et du Conseil
prise le 23 octobre 2000.

Transposée en droit
français par la loi du
21 04 2004 puis par
la loi sur l'eau du
30/12/2006

Les dispositions de l'article
L.432-6 du code de
l'environnement restent
applicables dans l'attente de
la parution des listes prévues
par l'article. L.214-17 du
même code

2006
(30/12)

LOI N° 2006-1772 DU 30 DECEMBRE 2006 SUR
L'EAU ET LES MILIEUX AQUATIQUES

⇒ Article L.432-6:

Dans les **cours d'eau ou parties** de cours d'eau **et canaux** dont la **liste** est fixée par décret, après avis des conseils généraux rendus dans un délai de six mois, **tout ouvrage doit comporter des dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs**. L'exploitant de l'ouvrage est tenu **d'assurer le fonctionnement et l'entretien** de ces dispositifs. Les ouvrages existants doivent être mis en conformité, sans indemnité, avec les dispositions du présent article dans un délai de cinq ans à compter de la publication d'une liste d'espèces migratrices par bassin ou sous-bassin fixée par le ministre chargé de la pêche en eau douce et, le cas échéant, par le ministre chargé de la mer.

⇒ Article L.432-7 :

Le **classement** des cours d'eau, parties de cours d'eau et canaux intervenu au titre du régime des échelles à poissons antérieurement au 1er janvier 1986 vaut classement au titre du premier alinéa de l'article L.432-6.

Article. L.214-17:

I. – Après avis..., l'autorité administrative établit pour chaque bassin ou sous bassin:

1- Une **liste** de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux qui sont en **très bon état écologique ou** identifiés par les SDAGE comme jouant le **rôle de réservoir biologique** nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant **ou** dans lesquels une **protection complète des poissons migrateurs** vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels **aucune autorisation ou concession** ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages **s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique**.

Le **renouvellement** de la concession ou de l'autorisation des ouvrages existants, ... est subordonné à des **prescriptions** permettant de maintenir le très bon état écologique des eaux, de maintenir ou d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau ... ou d'assurer la protection des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée ;

2- Une **liste de cours d'eau**, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est **nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs**. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

La définition la plus conforme à l'esprit de la DCE intègre donc l'ensemble des organismes aquatiques concernés par la continuité au sens large : les macro-invertébrés, les poissons, les batraciens et les crustacés. A ce propos, la circulaire définissant le bon état écologique indique que cette notion sera précisée par les programmes de mesures. De fait, la continuité, sera logiquement traitée à l'échelle de plusieurs masses d'eau, de plusieurs sous bassins versants en vue de proposer des mesures cohérentes.

La circulation longitudinale des poissons migrateurs qui était jusqu' alors le terme principal de la continuité se voit élargie par l'approche transversale des cours d'eau (lit mineur / lit majeur / annexes hydrauliques).

Le cadre DCE, qui s'étend à l'ensemble des composantes biologiques et physiques du milieu aquatique intègre les trois dimensions des milieux aquatiques ; longitudinale, latérale et verticale ; les deux premières participent d'ailleurs des besoins de certains migrateurs.

Pour l'heure..., un classement national en cours d'ajustement

Jusqu'au 30 décembre 2006, l'obligation de libre circulation piscicole était posée par l'article L.432-6 du code de l'environnement. Cet article reste aujourd'hui applicable dans l'attente des dispositions qui découleront du nouvel article L.214-17, inséré par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006, et au plus tard jusqu'au 1er janvier 2014.

◆ LES DISPOSITIONS DE L'ARTICLE L.432-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Posant le **principe de libre circulation** et celui de l'aménagement des obstacles pour tout ouvrage futur sur un cours d'eau classé, l'article L.432-6 du code de l'environnement définit aussi les **obligations** pour les **ouvrages existants**.

Plusieurs **préalables** sont toutefois listés :

- ⇒ Le **classement** d'un cours d'eau au titre de cet article,
- ⇒ La **liste** des **poissons migrateurs** qui doit être arrêtée en vue d'assurer la libre circulation et la protection de ces espèces.

Les milieux concernés sont les **cours d'eau et les canaux classés** (eaux libres au sens juridique du terme). Le texte qui n'opère pas de distinction entre les cours d'eau et les canaux s'applique à des eaux qui peuvent relever du domaine public fluvial, du domaine privé, être chimiquement saumâtres, salées ou douces.

Tout ouvrage créant un obstacle à la migration sur un cours d'eau ou un canal classé entre dans le champ d'application de l'article L.432-6 et est, en conséquence, tenu de posséder des dispositifs assurant la libre circulation : les barrages, les digues, les moulins, les retenues, les ouvrages faits de pieux, de galets et de gros blocs, les seuils, etc.

Le régime juridique de l'ouvrage n'a aucune incidence sur l'obligation de respecter les dispositions prévues par l'article L 432-6 du code de l'environnement. Sont astreints à cette obligation, les ouvrages privés, les ouvrages publics, les usines fondées en titre ou sur titre.

Ce régime juridique connaît **deux particularités** :

- ⇒ L'article L.432-6 accorde un **délai** de cinq ans pour **mise en conformité** avec les dispositions (libre circulation, dispositifs, fonctionnement, entretien),
- ⇒ La mise en **conformité** est **conditionnée** par la **publication** d'une **liste des espèces migratrices** (bassin, sous bassin).

Pour les ouvrages existants, la mise en conformité est obligatoire sur les cours d'eau classés pour lesquels la liste des espèces migratrices a été publiée.

En pratique, il est constaté :

- ⇒ des cours d'eau classés sans liste d'espèces (la liste des poissons migrateurs n'a pas été arrêtée) ;
- ⇒ des cours d'eau classés avec liste d'espèces ; la liste des espèces pouvant varier selon les cours d'eau.

Les listes des poissons migrateurs ont été prises, dans leur grande majorité, entre 1989 et 1995.

L'article **L.432-6** ne **crée** pas une obligation de moyen mais une **obligation de résultat**.

Pour satisfaire les impératifs de la migration (montaison, dévalaison) des poissons, les techniques et procédés en charge de l'exploitant peuvent donc varier. Cette « latitude » quant au choix de dispositif peut permettre d'envisager de recourir à :

- ⇒ des **équipements « techniques »** au droit de l'obstacle: passes / échelles à poisson, ascenseurs, chenal de contournement ;
- ⇒ Une **gestion ajustée** du fonctionnement de l'ouvrage : ouverture de vanne, arrêt de l'installation à certaines périodes de migration.
- ⇒ Une gestion par « piégeage - transport » des migrateurs.

A l'obligation de résultat, s'ajoutent des **obligations de fonctionnement et d'entretien** à l'exploitant à compter de la mise en place du dispositif.

Pour mémoire, l'article L.432-6 du code de l'environnement s'inscrit dans un ensemble cohérent qui considère d'autres variables « milieu » essentielles à la préservation des espèces. Ainsi, l'article L.214-18 (qui reprend les dispositions L.432-5 abrogées par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006) définit quant à lui le débit biologique comme celui garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces (poissons, crustacés, grenouilles) qui peuplent les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'aménée et de fuite.

◆ LES DISPOSITIONS DE L'ARTICLE L.214-17 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Dans le contexte posé par la DCE, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 vise deux objectifs fondamentaux dont l'un consiste à « donner les outils à l'administration, aux collectivités territoriales et aux acteurs de l'eau en général pour reconquérir la qualité des eaux et **atteindre** en **2015** les **objectifs** de **bon état écologique** fixés par la **directive cadre européenne** sur l'eau».

Les articles L.214-17 à L.214-19 du code de l'environnement, relatifs aux « Obligations relatives aux ouvrages » ont été insérés dans le code par l'article 6 la loi sur l'eau et les milieux aquatiques.

Parmi les points saillants, cette loi fixe en particulier des **obligations de respect** de la **continuité écologique** qui sont imposées aux ouvrages sur certains cours d'eau, et qui peuvent aller jusqu'à l'interdiction d'implanter des ouvrages.

Pour les **évolutions marquantes** liées aux dispositions des articles L.214-17-I-1 et L.214-17-I-2 du code de l'environnement par rapport à celles prévues par l'article L.432-6, les éléments suivants sont à retenir :

En fonction de l'état écologique des masses d'eau et de leur rôle biologique, le législateur prévoit l'établissement de listes avec

- ⇒ Une **liste** « **alinéa 1** » qui comprendra :
 - les masses d'eau en **très bon état écologique**,

- les masses d'eau jouant le rôle de **réservoir biologique** et qui seront définies par les SDAGE en cours de réécriture.

- ⇒ Une **liste** « **alinéa 2** » qui cible les masses d'eau où il est nécessaire d'assurer le **transport** suffisant des **sédiments** et la **circulation des poissons migrateurs** vivant alternativement en eau douce et en eau salée.

- Pour la liste « alinéa 1 », qui prendra effet à compter de sa publication :

- ⇒ aucun nouvel ouvrage ne pourra y être aménagé s'il fait obstacle à la continuité.

- ⇒ les ouvrages existants feront l'objet de prescriptions pour maintenir le très bon état écologique ou atteindre le bon état dans le cadre de leur renouvellement d'autorisation.

- Pour la liste « alinéa 2 », dont le délai de cinq ans, à compter de sa publication est reconduit pour la mise en conformité, les règles de gestion, d'entretien, et d'équipement seront définies par l'autorité administrative.

L'établissement des **listes** (« alinéa 1 » – « alinéa 2 ») interviendra **après** celui d'une **étude des impacts** des classements sur les usages qui intégrera une analyse des coûts et des avantages économiques et environnementaux.

Les orientations suivantes sont formulées au projet de décret visé à l'article L.214-19, pour application des dispositions des articles L.214-17 et L.214-18 :

- ⇒ Pour l'établissement de la liste des cours d'eau « alinéa 1 », les « réservoirs biologiques », (notion antérieurement mise en avant par le bassin RM et C) qui seront identifiés et délimités par les SDAGE à venir (2009) s'entendent comme les aires offrant pour la faune et la flore aquatiques retenues comme éléments de qualité biologique pour la définition de l'état écologique, soit des zones de reproduction fonctionnelles, soit des zones d'habitats à partir desquelles les espèces peuvent se maintenir ou se répartir dans un ou des cours d'eau du bassin versant.

- ⇒ pour la définition du bon état écologique, les éléments de qualité biologique concernent le phytoplancton, les macrophytes et phytobenthos, la faune benthique invertébrée et l'ichtyofaune.

- ⇒ La liste des cours d'eau « alinéa 1 » sera établie en fonction des objectifs d'état et de potentiel fixés par le SDAGE.

- ⇒ Les listes seront modifiables à chaque mise à jour des SDAGE.

Article L.214-17 « Obligations relatives aux ouvrages » Extrait de la section 5 « **OBLIGATIONS RELATIVES AUX OUVRAGES** » complétant le code de l'environnement (chapitre IV du titre Ier du livre II).

« Art. L. 214-17.

I. – Après avis des conseils généraux intéressés, des établissements publics territoriaux de bassin concernés, des comités de bassins et, en Corse, de l'Assemblée de Corse, l'autorité administrative établit, pour chaque bassin ou sous bassin :

1- Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

Le renouvellement de la concession ou de l'autorisation des ouvrages existants, régulièrement installés sur ces cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux, est subordonné à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique des eaux, de maintenir ou d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou d'assurer la protection des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée ;

2- Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

II. – Les listes visées aux 1o et 2o du I sont établies par arrêté de l'autorité administrative compétente, après étude de l'impact des classements sur les différents usages de l'eau visés à l'article L. 211-1.

III. – Les obligations résultant du I s'appliquent à la date de publication des listes. Celles découlant du 2o du I s'appliquent, à l'issue d'un délai de cinq ans après la publication des listes, aux ouvrages existants régulièrement installés.

Le cinquième alinéa de l'article 2 de la loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique et l'article L. 432-6 du présent code demeurent applicables jusqu'à ce que ces obligations y soient substituées, dans le délai prévu à l'alinéa précédent. A l'expiration du délai précité, et au plus tard le 1er janvier 2014, le cinquième alinéa de l'article 2 de la loi du 16 octobre 1919 précitée est supprimé et l'article L. 432-6 précité est abrogé.

« Les obligations résultant du I du présent article n'ouvrent droit à indemnité que si elles font peser sur le propriétaire ou l'exploitant de l'ouvrage une charge spéciale et exorbitante.

- Pour le Rhin, qui a un statut particulier de fleuve international, le programme de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) vise pour 2020 le retour des grands migrateurs jusqu'aux parties amont, vers la Suisse.

Les conventions internationales (cf. convention de Berne 1999) signées dans ce cadre, engagent l'Etat français sans toutefois fixer des objectifs explicites en terme de délais ou de moyens.

- A l'échelle des districts internationaux Rhin et Meuse, les « questions importantes » émanant de l'état des lieux, ont repris cet objectif de rétablissement de la continuité écologique.

L'élaboration des plans de gestion faitiers internationaux du Rhin et de la Meuse, et la mise en cohérence des programmes de mesures nationaux, définiront les objectifs et les moyens en regard des exigences internationales.

- Pour mémoire, les bassins en vue de l'élaboration de la mise à jour des SDAGE comprennent :

- ⇒ les 5 districts nationaux métropolitains,
- ⇒ les 3 districts Internationaux,

AUTRES DISPOSITIONS LEGISLATIVES OU REGLEMENTAIRES

Liste des dispositions législatives ou réglementaires susceptibles de s'appliquer lors de la mise en place d'un dispositif en faveur de la libre circulation en matière d'**intégration paysagère et /ou architecturale** des ouvrages et équipements.

Code de l'environnement

Protection des monuments naturels et des sites (Articles L.341-1 à L.341-22) dont la conservation ou la préservation présente, au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général.

Article L.341-1 « Il est établi dans chaque département une liste des monuments naturels et des sites dont la conservation ou la préservation présente, au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général.

L'inscription sur la liste est prononcée par arrêté du ministre chargé des sites Un décret en Conseil d'Etat fixe la procédure selon laquelle cette inscription est notifiée aux propriétaires ou fait l'objet d'une publicité. ...

L'inscription entraîne, sur les terrains compris dans les limites fixées par l'arrêté, l'obligation pour les intéressés de ne pas procéder à des travaux autres que ceux d'exploitation courante en ce qui concerne les fonds ruraux et d'entretien normal en ce qui concerne les constructions sans avoir avisé, quatre mois d'avance, l'administration de leur intention... »

Code du patrimoine

- **Protection des monuments historiques** (Articles L621-1 à 621-34)

Article L.621-1 : « Les immeubles dont la conservation présente, au point de vue de l'histoire ou de l'art, un intérêt public sont classés comme monuments historiques en totalité ou en partie par les soins de l'autorité administrative.

Sont notamment compris parmi les immeubles susceptibles d'être classés au titre des monuments historiques :

a) *Les monuments mégalithiques, les terrains qui renferment des stations ou gisements préhistoriques ;*

b) *Les immeubles dont le classement est nécessaire pour isoler, dégager, assainir ou mettre en valeur un immeuble classé au titre des monuments historiques. »*

Article L.621-3 : « Sont également classés et soumis aux dispositions du présent titre :

a) *Les immeubles figurant sur la liste publiée au Journal officiel du 18 avril 1914 ;*

b) *Les immeubles ayant fait l'objet d'arrêtés ou de décrets de classement, conformément aux dispositions de la loi du 30 mars 1887. »*

- **Protection des secteurs sauvegardés** (Articles L641-1 et L641-2)

Article L.641-1 : « Les règles relatives aux secteurs sauvegardés sont fixées aux articles L. 313-1 à L. 313-3 et L. 313-11 à L. 313-15 du code de l'urbanisme, ci-après :

"Art. L. 313-1 - I. - Des secteurs dits "secteurs sauvegardés" peuvent être créés lorsqu'ils présentent un caractère historique, esthétique ou de nature à justifier la conservation, la restauration et la mise en valeur de tout ou partie d'un ensemble d'immeubles bâtis ou non.

Le secteur sauvegardé est créé par l'autorité administrative sur demande ou avec l'accord de la commune ... compétent en matière de plan local d'urbanisme après avis de la Commission nationale des secteurs sauvegardés. »

- **Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager**

(Articles L642-1 à L642-7).

Article L.642-1 : « Sur proposition du conseil municipal des communes intéressées ou de l'organe délibérant de l'établissement public de coopération intercommunale compétent en matière de plan local d'urbanisme, des zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager peuvent être instituées autour des monuments historiques et dans les quartiers, sites et espaces à protéger ou à mettre en valeur pour des motifs d'ordre esthétique, historique ou culturel.

Article L.642-2 : *Des prescriptions particulières en matière d'architecture et de paysages sont instituées à l'intérieur de ces zones ou parties de zone pour les travaux mentionnés à l'article L. 642-3. »*

Quelques sites et liens utiles

- Agences de l'Eau ☞ <http://www.eaufrance.com>
- Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales ☞ www.cetmef.equipement.gouv.fr
- Commission Internationale pour la Protection du Rhin ☞ www.iksr.org
- Fédération Française de Canoë-kayak ☞ www.ffck.org
- Fédération Française des Sociétés d'Avion ☞ www.avironfrance.asso.fr
- Groupe d'Hydraulique Appliquée aux Aménagements Piscicoles et à la Protection de l'Environnement ☞ www.cemagref.fr
- Gesteau site animé par l'Office International de l'Eau sous la coordination de la Direction de l'Eau du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable ☞ www.gesteau.eaufrance.fr
- Légifrance (service public de la diffusion du droit par Internet) ☞ www.legifrance.gouv.fr/
- LOGRAMI, association LOire GRAnds Migrateurs du bassin de la Loire ☞ www.logrami.fr
- MI.GA.DO, Association pour la restauration et la gestion des poissons migrateurs du bassin de la Garonne et de la Dordogne ☞ www.migado.fr/
- MIGRADOUR, association bassins de l'Adour, de la Nivelle et des cours d'eau côtiers des départements
- Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire ☞ www.ecologie.gouv.fr
- Ministère de la Santé, de la Jeunesse, et des Sports ☞ www.jeunesse-sports.gouv.fr
- MRM, association Migrateurs Rhône Méditerranée ☞ www.migrateursrhonemediterranee.org
- Office International de l'Eau (OIEAU) ☞ www.oieau.fr
- ONEMA (l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) ☞ www.onema.fr
- Saumon Rhin, association Alsace ☞ www.saumon-rhin.com
- Union Nationale pour la Pêche en France ☞ www.unpf.fr
- Voies navigables France ☞ www.vnf.fr

Quelques références bibliographiques

- ☞ Passes à poissons. Expertise Conception des ouvrages de franchissement. Larinier M., Porcher J.P, Travade F., Gosset C. Collection mise au point CSP, 335 p, 1994.
- ☞ Guide technique pour la conception des passes « naturelles ». Larinier M., Courret D., Gomes P. Rapport GHAAPE RA.06.05-V1, 66p, décembre 2006.
- ☞ Guide technique n°4 Libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivières. Bassin Rhône Méditerranée Corse, 51p, Février 2001.
- ☞ Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Bulletin Français de la pêche et de la protection des milieux aquatiques (B.F.P.P. n°364), 181 p, Février 2002.
- ☞ L'entretien des passes à poisson – Agence de l'eau Adour Garonne, CSP, GHAAPE, plaquette 6 p, septembre 2005.
- ☞ Guide méthodologique. La concertation dans la conduite de projet. Carole DESMARAIS. Collection Territorial - Dossier d'experts / Techni.Cités.

- A**
- ☞ **Alevin** : Jeune poisson, aux premiers stades de développement après sa sortie de l'œuf.
 - ☞ **Amphibiotiques / Amphihalins** : Poisson dont le cycle de développement se déroule en partie en eau douce et en partie en eau de mer.
 - ☞ **Amphidrome** : Un poisson amphidrome se déplace entre eau douce et eau salée à une certaine époque de sa vie mais pas pour se reproduire.
 - ☞ **Anadrome** : Un poisson anadrome vit le plus souvent en eau de mer mais se reproduit en eau douce.
 - ☞ **Axes de vie** : Ensemble de cours d'eau ou secteurs fluviaux, en continuité hydraulique et biologique, offrant notamment toutes latitudes de circulation aux espèces aquatiques pour y effectuer leur cycle vital : reproduction, dispersion des juvéniles, croissance et migrations saisonnières.
- B**
- ☞ **Benthique** : Qualifie les organismes qui vivent et se déplacent à proximité du fond d'un cours d'eau.
 - ☞ **BE - Bon Etat** : Objectif à atteindre au titre de la directive cadre pour l'ensemble des eaux en 2015 (sauf report de délai ou objectifs moins stricts). Le bon état d'une eau de surface est atteint lorsque son état écologique et son état chimique sont au moins "bons".
 - ☞ **BEE - Bon Etat Ecologique** : L'état écologique est l'appréciation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface. Il s'appuie sur ces critères appelés éléments de qualité qui sont de nature biologique (présence d'êtres vivants végétaux et animaux), hydromorphologique ou physicochimique. L'état écologique comporte cinq classes : très bon, bon, moyen, médiocre et mauvais. Il est évalué sur la base d'un écart entre une situation observée et des conditions de référence. Ces conditions de références sont définies par type de masse d'eau et correspondent à une situation pas ou très peu influencée par l'activité humaine.
- C**
- ☞ **Catadrome** : Un poisson catadrome vit le plus souvent en eau douce mais se reproduit en eau de mer.
 - ☞ **CETMEF** : Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales
 - ☞ **COGEPOMI** : Comité de gestion des poissons migrateurs. Créé dans huit grands bassins par le décret du 16 février 1994, il est chargé d'établir le plan de gestion des poissons migrateurs, en eau douce et en mer. Ses membres sont nommés pour 5 ans par le préfet coordonnateur de bassin, président, et représentent les collectivités territoriales, l'administration gestionnaire et les différentes catégories de pêcheurs, usagers, concessionnaires et propriétaires concernés ainsi que des scientifiques.
 - ☞ **Contrat de rivière** : Programme d'action sur 5 ans destiné à restaurer et à valoriser une rivière et son bassin versant. Cette procédure volontaire, concertée, coordonnée sur un périmètre d'intervention cohérent a pour principaux volets : la restauration de la qualité des eaux et des milieux (berges, lit,...), la mise en valeur des milieux aquatiques, des paysages,... la gestion équilibrée des ressources en eau, un programme et une organisation d'entretien, le suivi du contrat.
 - ☞ **Cyprinidé** : Poisson de la famille des Cyprinidae, (exemple gardon, carpe, rotengle).
- D**
- ☞ **DCE** : Directive Cadre sur l'Eau. Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000.
 - ☞ **DDAF** : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt.
 - ☞ **DDE** : Direction Départementale de l'Equipement.
 - ☞ **DDJS**: Directions Départementales du Ministère de la Jeunesse et des Sports.

☞ **Dévalaison** : Action pour un poisson migrateur de descendre un cours d'eau pour retourner dans un lieu nécessaire à son développement (lieu de reproduction ou de grossissement).

☞ **Diadrome** : Un poisson diadrome est un poisson vivant alternativement en eau de mer et en eau douce.

☞ **DIRBS** : Direction Interrégionale du Bassin de la Seine

☞ **DIREN** : Direction Régionale de l'Environnement.

☞ **District hydrographique** : une zone terrestre et maritime, composée d'un ou de plusieurs bassins hydrographiques ainsi que des eaux souterraines et eaux côtières associées, identifiée comme principale unité aux fins de la gestion des bassins hydrographiques.

☞ **DUP** : Déclaration d'Utilité Publique.

E ☞ **Echelle à poissons** : Terme ancien désignant un dispositif destiné à permettre le franchissement d'un ouvrage hydraulique par les poissons migrateurs, principalement de l'aval vers l'amont ; on parle plutôt de passe à poissons pour désigner un aménagement adapté à certaines espèces exigeantes ou à plusieurs types de comportement migratoire. Le "régime des échelles à poisson" vise les ouvrages soumis aux obligations découlant du classement au titre de l'article L232-6 du code rural.

F ☞ **Frayère** : Lieu de reproduction des poissons.

G ☞ **GHAAPPE** : Groupe d'Hydraulique Appliquée aux Aménagements Piscicoles et à la Protection de l'Environnement

H ☞ **Hauteur de chute** : Différence altimétrique entre le plan d'eau amont et aval au niveau d'un obstacle.

☞ **Holobiotiques** : Se dit d'une espèce animale dont le cycle de vie est réalisé dans un seul milieu (la mer ou l'eau douce pour les poissons).

☞ **HQE** : Haute Qualité Environnementale.

☞ **Hydrologie** : Etude du cycle de l'eau comprenant l'estimation des différents flux avec au sens large la climatologie, l'hydrologie de surface, l'hydrodynamique des milieux non saturés et l'hydrodynamique souterraine. D'une façon plus restrictive, l'hydrologie traite essentiellement des problèmes qualitatifs et quantitatifs des débits des cours d'eau.

M ☞ **Masse d'eau** : Portion homogène de cours d'eau, canal, aquifère, plan d'eau ou zone côtière. Il s'agit d'un découpage élémentaire des milieux aquatiques destiné à être l'unité d'évaluation de la directive cadre. Une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des eaux de surface, telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières. Pour les cours d'eau, la délimitation des masses d'eau est basée principalement sur la taille du cours d'eau et la notion de franchissement hydraulique régional. Les masses d'eau sont regroupées en types homogènes qui servent de base à la définition de la notion de bon état.

☞ **MEFM** : Masse d'eau fortement modifiée : Masse d'eau de surface ayant subi certaines altérations physiques dues à l'activité humaine et ne pouvant atteindre le bon état. Si les activités ne peuvent être remises en cause pour des raisons techniques ou économiques, la masse d'eau concernée peut être désignée comme fortement modifiée et les objectifs à atteindre sont alors ajustés : elle doit atteindre un bon potentiel écologique.

☞ **MISE** : Mission Inter Services de l'Eau.

☞ **Microcentrale hydroélectrique (MIC ou PCH – petite centrale hydroélectrique)** : Installation hydroélectrique transformant l'énergie hydraulique en énergie électrique dont la puissance varie de quelques kw à 4 500 kw (seuil de la concession avec décret en Conseil d'État). Le terme "micro" utilisé dans le langage courant ne permet pas de rendre compte de l'importance de l'unité de production (volume turbiné, hauteur de chute).

☞ **Migrateurs (poissons)** : Poissons qui se déplacent périodiquement entre leur zone de reproduction et leurs zones de développement (lieu de vie des juvéniles et des adultes). Certaines espèces vivent alternativement en eau douce et en eau de mer (poissons amphihalins) ; on les appelle "grands migrateurs". Les poissons migrateurs sont classés selon le schéma suivant:

Un poisson diadrome est un poisson vivant alternativement en eau de mer et en eau douce.

Un poisson anadrome vit le plus souvent en eau de mer mais se reproduit en eau douce.

Un poisson catadrome vit le plus souvent en eau douce mais se reproduit en eau de mer.

Un poisson amphidrome se déplace entre eau douce et eau salée à une certaine époque de sa vie mais pas pour se reproduire.

Un poisson potamodrome migre mais uniquement en eau douce.

Un poisson océanodrome migre mais uniquement en eau de mer.

☞ **Montaison** : Action de remonter un cours d'eau pour un poisson migrateur afin de rejoindre son lieu de reproduction ou de développement.

☞ **MOP (loi MOP)** : Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 modifiée relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée Loi MOP.

O

☞ **Océanodrome** : Un poisson océanodrome migre mais uniquement en eau de mer.

☞ **ONEMA**: Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

P

☞ **PLU** : Plans Locaux d'Urbanisme.

☞ **Passe à canoës** : Dispositif construit sur les ouvrages transversaux en rivière (seuils, petits barrages) et destiné à permettre le passage des canoës sans discontinuité entre l'amont et l'aval de l'ouvrage (glissière à canoës).

☞ **Passe à poissons** : Dispositif implanté sur un obstacle naturel ou artificiel (barrage) qui permet aux poissons migrateurs de franchir ces obstacles pour accéder à leurs zones de reproduction ou de développement.

☞ **Pélagique** : Qualifie les organismes et les processus ayant lieu en milieu océanique (eaux libres), sans lien avec le fond.

☞ **Potamodrome** : Un poisson potamodrome migre mais uniquement en eau douce.

R

☞ **Réseau hydrographique** : Ensemble des milieux aquatiques (lacs, rivières, eaux souterraines, zones humides, etc.) présents sur un territoire donné, le terme de réseau évoquant explicitement les liens physiques et fonctionnels entre ces milieux.

☞ **Réservoir biologique** : A l'échelle d'un réseau hydrographique donné, l'idée est de préserver un linéaire dans une situation la plus proche de sa situation naturelle pour offrir aux peuplements (piscicoles notamment) la possibilité de se revitaliser, se régénérer, se reconstituer après un épisode hydrologique difficile notamment.

☞ **Rhéophile** : Qualifie les organismes aquatiques qui vivent dans les milieux où existe un courant important.

☞ **RHP** : Réseau Hydrobiologique et Piscicole (RHP). L'un des réseaux de surveillance mis en place par l'ONEMA et fournissant une base de référence utilisable pour établir un état annuel des peuplements.

S

☞ **SAGE** : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Issu de la loi sur l'eau de 1992, le Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) est le document d'orientation de la politique de l'eau au niveau local : toute décision administrative doit lui être compatible.

☞ **Salmonidés** : Poisson appartenant à la famille des Salmonidae, par exemple le saumon atlantique, la truite et l'ombre.

☞ **SDAGE** : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Créé par la loi sur l'eau de 1992, le SDAGE fixe pour chaque bassin hydrographique les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau dans l'intérêt général et dans le respect des principes de la loi sur l'eau. Ce document d'orientation s'impose aux décisions de l'Etat, des collectivités et établissements publics dans le domaine de l'eau notamment pour la délivrance des autorisations administratives. Les documents de planification en matière d'urbanisme doivent être compatibles avec les orientations fondamentales et les objectifs du SDAGE. Les SDAGE approuvés en 1996 devront être révisés afin d'intégrer les objectifs et les méthodes de la DCE, ils incluront notamment le plan de gestion requis par la directive cadre.

☞ **SPE** : Service Police de l'Eau.

☞ **Syndicat de rivière** : Syndicat regroupant les collectivités territoriales (communes, départements) compétentes géographiquement sur une vallée ou une partie importante de celle-ci, dont l'objet est de mener toutes actions concernant la gestion de la rivière et de ses affluents (assainissement, restauration des milieux, travaux d'entretien, animation de la politique locale sur ce thème, etc.).

Liste des figures et des photographies

Figures

I. Recommandation pour l'établissement d'un programme

- Figure 0: Schématisation de la migration des espèces holobiotiques et amphibiotiques
 Figure 1: **Ordres** de grandeur des distances maximales pouvant être franchies par certaines espèces dans des écoulements de vitesses données – Guide technique n°4 Bassin RMC
 Figure 1: **Typologie** simplifiée des ouvrages VNF
 Figure 2: **Répartition** schématique de l'implantation des ouvrages sur un bassin
 Figure 3: **Points** d'un programme
 Figure 4: **Cas** pouvant justifier l'équipement des ouvrages
 Figure 4: **Identification** des contraintes possibles d'un programme
 Figure 5: Identification des exigences possibles d'un programme
 Figure 6 : Niveaux possibles qualifiant l'enjeu de libre continuité d'un programme
 Figure 7: **Analyse** croisée « rivière classée » et enjeu milieu
 Figure 8 : Organigramme simplifié d'une opération et des études devant participer à l'émergence du programme

II. Catalogue passes à poissons et Phases de conception

- Figure 9 : Principe d'une passe à bassins successifs
 Figure 10 : Comparaison jet plongeant et jet de surface
 Figure 11 : Vue en perspective d'une passe à bassins successifs
 Figure 12 : Principe d'une passe à ralentisseurs de fond
 Figure 13 : Vue en perspective d'une passe à ralentisseurs plans
 Figure 14 : Vue en perspective d'une passe à ralentisseurs de fond
 Figure 15 : Modes d'organisation de la rugosité
 Figure 16 : Principe d'une écluse piscicole
 Figure 17 : Principe d'un ascenseur à poissons
 Figure 18 : Principe d'une rampe à anguilles
 Figure 19 : Conseil d'implantation en fonction de la configuration d'un barrage
 Figure 20 : Evolution de l'attractivité en fonction de la gestion hydraulique d'un barrage

III Exploitation, maintenance et contrôle des passes à poissons

- Figure 21 : Synthèse schématique des trois niveaux d'inspection
 Figure 22 : Synthèse schématique des interventions de maintenance
 Figure 23 : Bassin de piégeage – (GEI/SIEE)

Annexes

- Figure 24 : Exemple d'implantation d'une passe à poissons
 Figure 25 : Vue du barrage de Roanne- Loire
 Figure 26 : Passe à anguilles
 Figure 27 : Coupe du barrage de Roanne- Loire

Photographies

I. Recommandation pour l'établissement d'un programme

- Photographie 1: Saumon franchissant un obstacle (Onema)
 Photographie 2: Barrage de navigation sur la Seine / **Méricourt** (IGN)
 Photographie 3: Barrage de prise d'eau de Roanne (IGN)
 Photographie 4: Chute du barrage de Villeneuve sur Yonne (VNF)

II. Catalogue passes à poissons et Phases de conception

- Photographie 5 : Passe à bassins à fentes verticales d'Iffezheim sur le Rhin (GHAAPPE)
 Photographie 6 : Passe à échancrures latérales. Pont de Beauvoisin (73) barrage la Baronnie - rivière Guiers (GEI/SIEE)
 Photographie 7 : Pont de Beauvoisin (73) barrage Cholot - rivière Guiers (GEI/SIEE)
 Photographie 8 : Passe à fentes verticales Méricourt (78) - rivière Seine et passe à fentes verticales Bonicollis (30) - rivière Gardon (GHAAPPE)
 Photographie 8 : Passe à seuils déversants St Martin d'Ardèche (07) - rivière Ardèche (GEI/SIEE)
 Photographie 9 : Passe à seuils déversants et échancrures Jaulnes (77) - rivière Seine (GEI/SIEE)
 Photographie 10 : Passe à seuils déversants et fentes verticales - Bédarrides (84) - rivière Sorgues (GEI/SIEE)
 Photographie 11 : Prébarrages St Savin (86) - rivière Gartempe (GHAAPPE)
 Photographie 12 : Prébarrages Gurmençon (64) - rivière Gave d'Aspe (GHAAPPE)
 Photographie 13 : Passe à ralentisseurs Moulin Neuf (22) - rivière Trieux (GHAAPPE)
 Photographie 14 : Passe à ralentisseurs plans en Normandie (GHAAPPE)
 Photographie 15 : Passe à ralentisseurs de fond suractifs en Normandie (GHAAPPE)
 Photographie 16 : Passe à chevrons épais Brimeux (62) – rivière Canche (GHAAPPE)
 Photographie 17 : Passe naturelle à rangées de rugosités – Allemagne (Gebler)
 Photographie 18 : Rivière de contournement Châtillon sur Lison (25) – rivière Loue (GHAAPPE)
 Photographie 19 : Rampe de Toulouzette (40) – rivière Adour (GHAAPPE)
 Photographie 20 **Seuil** de Lescar sur le Gave de Pau (64) (GHAAPPE)
 Photographie 21 : Ecluse à poissons de Saint Maureice (40) sur l'Adour (GHAAPPE)
 Photographie 22 : Ecluse de navigation de Beaucaire (40) - rivière Rhône (GHAAPPE)
 Photographie 23 : Ecluse de navigation de Beaucaire (40) - rivière Rhône (GHAAPPE)
 Photographie 24 : Remontée anguillettes sur brosse (GHAAPPE)
 Photographie 25 : Rampe macroplots (GHAAPPE)
 Photographie 26 : Vanne de régulation passe à poissons barrage Jaulnes (77) – rivière Seine (GEI/SIEE)

III Exploitation, maintenance et contrôle des passes à poissons

Photographie **27** : **Colmatage de** la prise d'eau (GEI/SIEE)

Photographie **30** : Drome flottante (GEI/SIEE)

Photographie **31** : Grille de protection (GEI/SIEE)

Photographie **32** : Dégrilleur automatique (GEI/SIEE)

Photographie **32** : Dégrilleur automatique (GEI/SIEE)

Photographie **34** : Visite détaillée (GEI/SIEE)

Photographie **37** : Cage de piégeage (GHAAPPE)

Photographie **37** : Tube de comptage - GHAAPPE

Photographie **38** : Vitre de visualisation - GHAAPPE)

Photographie **39** : Logiciel SYSIPAP de surveillance des passes (GHAAPPE)

division
Restauration et
Développement du
Réseau
175, rue Ludovic
Boutleux,
boîte postale 820,
62408 Béthune
cedex
téléphone
03 21 63 29 87
télécopie
03 21 63 24 58
www.vnf.fr
octobre 2008

