CHAPITRE 4

IMPLANTATION DES PASSES A POISSONS

M. LARINIER

CSP-CEMAGREF, GHAAPPE - Institut de Mécanique des Fluides
Avenue du Professeur Camille Soula - 31400 TOULOUSE

1. ATTRACTIVITÉ DES DISPOSITIFS DE FRANCHISSEMENT

Pour qu'une passe à poissons puisse être efficace, il est nécessaire que le migrateur en trouve l'entrée (entrée pour le poisson, donc partie aval de l'ouvrage). Cette entrée ne représente qu'une largeur réduite comparée à celle de l'obstacle et est alimentée par un débit ne constituant qu'une fraction limitée du débit total du cours d'eau; le seul stimulus actif utilisé pour guider le poisson vers cette entrée est le champ de vitesse au pied de l'obstacle.

L'attractivité d'un dispositif de franchissement est liée à son implantation dans l'obstacle, en particulier à la situation de son ou ses entrées, ainsi qu'aux conditions hydrodynamiques (débits, vitesses, lignes de courant) au voisinage de ces entrées, qui ne doivent être masquées ni par des écoulements provenant des turbines ou des ouvrages évacuateurs, ni par des zones de recirculation ou d'eaux mortes.

Le problème de l'attractivité des dispositifs de franchissement se pose cependant en termes différents suivant les espèces auxquelles ils s'adressent. Pour les espèces amphibiotiques, on cherchera à attirer tous les poissons — ou tout au moins le plus grand nombre possible — parvenant au pied de l'ouvrage, tout en minimisant les retards dans la migration. Pour certaines espèces holobiotiques, en particulier les cyprinidés, il suffira le plus souvent de rétablir une communication entre les biefs amont et aval : on s'attachera plus au "confort" du poisson dans la passe qu'à l'attractivité de celle-ci.

2. FACTEURS INTERVENANT DANS LE CHOIX DE L'IMPLANTATION D'UNE PASSE

La configuration d'un obstacle à la migration (disposition des ouvrages évacuateurs, de la centrale hydroélectrique, des prises d'eau, gestion des ouvrages, etc...) peut varier à l'infini ; on illustrera dans la suite, à l'aide de quelques situations-types, les principes devant guider le concepteur dans le choix de l'implantation d'un dispositif de franchissement.

Pour un **barrage existant** — ou un obstacle naturel comme un rapide ou une chute — situé sur un cours d'eau sur lequel existe encore une population de migrateurs, il est possible d'observer et de noter le comportement des poissons au pied de l'obstacle, c'est-à-dire leur route de migration, leurs zones de stabulation et les points du barrage où s'effectuent les tentatives de franchissement. Ces indications permettront de choisir la situation de l'entrée de la passe.

Dans le cas d'un **ouvrage en projet**, ou sur un cours d'eau sur lequel les espèces migratrices ont disparu et font l'objet d'un plan de restauration, on ne peut faire que des hypothèses sur le comportement du poisson et seule l'expérience du projeteur entre en ligne de compte.

L'implantation des dispositifs de franchissement **en rive** ou à proximité des rives est la plupart du temps préférable à une implantation au milieu du barrage dans la mesure où les migrateurs (en particulier les salmonidés et l'aloise) ont généralement tendance à se déplacer le long des rives plutôt que dans la partie centrale du chenal.

De façon générale, le poisson a tendance à remonter dans le courant **le plus à l'amont possible**, jusqu'à ce qu'il soit arrêté par une chute d'une hauteur infranchissable ou par des courants ou des turbulences trop violents.

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 **obstacle incliné** par rapport à l'axe du cours d'eau se fait dans la mesure du possible dans la partie amont de l'ouvrage (Fig.1a).

Les implantations des figures 1b et 1c sont incorrectes : l'une parce qu'elle est située dans l'angle aval du barrage, la seconde parce que l'entrée de la passe est située trop à l'aval du pied du barrage.

Dans le cas d'un barrage en chevron, l'installation de la passe dans la partie amont, c'est-à-dire dans la partie centrale du cours d'eau, paraît la plus favorable d'un point de vue strictement biologique. Cette implantation peut cependant poser dans certains cas des problèmes d'accessibilité et d'entretien difficilement solubles (Fig.1d).

Figure 1 : Schémas illustrant l'implantation d'une passe dans le cas d'un obstacle oblique.

Figure 1 : Schematic plans illustrating the installation of a fishway on an oblique weir.

Dans le cas d'un **obstacle perpendiculaire** aux berges, le dispositif sera installé d'un côté ou de l'autre de l'ouvrage en fonction des contraintes liées au site et des écoulements d'eau préférentiels et surtout de la topographie du lit du cours d'eau à l'aval immédiat de l'ouvrage : présence de fosses de stabulation, d'un chenal d'écoulement préférentiel... (Fig.2a). Cependant, dans le cas d'un obstacle d'une grande largeur, il conviendra le plus souvent d'installer un dispositif de franchissement de chaque côté de l'ouvrage (Fig.2b).

Il est possible dans certains cas de modifier la morphologie du lit en aval de l'obstacle de façon à faciliter l'accès du poisson vers le ou les dispositifs de franchissement, par exemple en mettant en place un tapis d'enrochement à une cote relativement haute dans la partie centrale du cours d'eau sur une certaine longueur à l'aval immédiat de l'ouvrage et en créant deux chenaux latéraux plus profonds, les poissons étant alors canalisés vers les dispositifs de franchissement (Fig.2c).

On peut être amené, suite à des contraintes inhérentes au site, à faire déboucher la passe relativement en aval de l'obstacle (cas d'une rivière artificielle par exemple, Fig.2d). Il conviendra alors impérativement de compenser la situation défavorable de l'entrée en augmentant notablement le débit dans l'ouvrage qui devra représenter une fraction significative du débit du cours d'eau en période de migration.

Figure 2 : Schémas illustrant l'implantation d'une passe dans le cas d'un obstacle perpendiculaire à l'axe de l'écoulement.

Figure 2 : Plan illustrating the installation of a fishway on a weir perpendicular to the stream axis.

Dans le cas d'un **aménagement hydroélectrique**, lorsque tout le débit est turbiné, les migrateurs seront généralement attirés vers les aspirateurs des turbines. Il faudra donc installer l'entrée de la passe du côté de l'usine (Fig.3a et 3b), et de préférence en rive.

Il convient de veiller à ce que l'entrée de la passe soit localisée à proximité immédiate de la zone de blocage pour le poisson en évitant cependant de la situer au milieu du cours d'eau et trop à l'aval (Fig.3d).

Dans le cas d'une usine située sur un cours d'eau important comportant plusieurs turbines, il est possible de collecter les poissons sur toute la largeur de l'usine en installant une **galerie collectrice** comportant une série d'entrées au-dessus des aspirateurs des turbines. Ces entrées sont munies de vannes plates coulissantes fonctionnant généralement par déversement ; leur cote de déversement est généralement asservie au niveau du plan d'eau aval, de telle sorte que la vitesse à l'entrée demeure à peu près constante quelle que soit le niveau d'eau aval. Les deux entrées principales seront situées à chaque extrémité de l'usine (Fig.4), les **entrées secondaires** de préférence entre les turbines. Il est cependant préférable de ne pas multiplier exagérément le nombre des entrées, l'expérience ayant montré que dans ce cas on augmentait alors les risques de voir un poisson ayant pénétré dans la galerie par une entrée ressortir par une autre.

On peut être amené à prévoir non seulement plusieurs entrées mais aussi **plusieurs dispositifs de franchissement** différents. Le migrateur peut se présenter soit du côté de l'usine, au pied des turbines, soit du côté du barrage lorsque celui-ci déverse : il conviendra donc d'envisager deux dispositifs de franchissement totalement indépendants, chacun comportant éventuellement plusieurs entrées (Fig.3c).

a -

b -

c -

d - Incorrect : l'entrée se trouve trop en aval de l'usine au milieu du cours d'eau

Figure 3 : Implantation d'une passe au niveau d'un aménagement hydroélectrique.

Figure 3 : Installation of a fishway at a hydroelectric power plant.

Figure 4 : Schéma de principe d'une galerie collectrice comportant plusieurs entrées au-dessus des aspirateurs des turbines.

Figure 4 : Schematic plan of a collection gallery with multiple entrances situated above the draft tubes of the turbines.

C'est le cas en particulier lorsque l'usine est installée sur une **dérivation** : il devient souvent difficile de trancher, à savoir s'il est préférable d'installer la passe au barrage ou à l'usine. Il convient d'étudier soigneusement dans chaque cas les flux d'eau en période de migration et l'expérience montre qu'il est souvent indispensable d'envisager la construction de deux dispositifs distincts : en période de faible hydraulité, la plupart des poissons seront attirés aux turbines alors que pendant les épisodes de forte hydraulité, un pourcentage élevé de migrateurs pourra se présenter au barrage. Dans le cas d'une dérivation très longue, le poisson peut rester piégé dans l'un des bras (canal de fuite ou rivière) et n'a que peu de chance de trouver le dispositif de franchissement si celui-ci est mal positionné.

L'installation d'un dispositif de franchissement à l'usine n'est pas toujours possible, en particulier dans le cas d'une dérivation importante et d'ouvrages d'amenée partiellement ou totalement en charge. L'efficacité d'un ouvrage de franchissement situé au barrage est alors subordonnée au maintien d'un **débit réservé** important dans le bief court-circuité.

La situation de l'entrée sur l'obstacle n'est pas le seul facteur à prendre en compte dans l'implantation d'une passe sur un ouvrage : la **sortie de la passe** (sortie pour le poisson, donc partie amont de la passe) ne doit se trouver ni dans une zone de forte vitesse, à proximité d'un ouvrage évacuateur (vanne, déversoir), afin que le poisson ne risque pas d'être entraîné de nouveau à l'aval, ni dans une zone d'eau morte ou de recirculation dans laquelle le poisson peut se trouver piégé.

L'implantation des dispositifs de franchissement **en rive** ou à proximité des rives est la plupart du temps préférable à une implantation au milieu du barrage, non seulement parce que les migrateurs ont généralement tendance à se déplacer le long des rives, mais aussi pour des questions de facilité d'accès indispensable à leur **contrôle**, à leur **surveillance** et à leur **entretien**.

On évitera dans la mesure du possible l'installation d'un dispositif dans une zone naturelle **d'engravement** ou plus généralement d'alluvionnement, en particulier à l'intérieur d'un méandre.

3. DEBIT, VITESSES ET CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES A L'ENTRÉE DE L'OUVRAGE

3.1. Conditions hydrodynamiques

L'écoulement provenant de la passe doit être décelé par le poisson à la plus grande distance possible de l'entrée. L'attractivité sera liée à la **situation** et à l'**orientation du jet** issu de la passe ainsi qu'à sa quantité de mouvement, c'est-à-dire à la fois à son débit et à sa vitesse.

Il faudra éviter que le jet issu de la passe ne soit masqué par un écoulement avec lequel il ne pourra venir en compétition : il doit rester bien individualisé dans le bief aval.

Au pied des **turbines** ou d'un **ouvrage évacuateur**, il faudra éviter d'orienter le jet de la passe perpendiculairement à l'axe général de l'écoulement : ce jet serait immédiatement cisailé et ne pourrait se développer très loin vers l'aval. Au contraire, on orientera le jet parallèlement à la direction de l'écoulement. Une orientation du jet de sortie perpendiculairement à l'axe de l'écoulement ne peut s'envisager que si l'entrée de la passe est située, pour une raison ou une autre, légèrement en retrait de l'écoulement principal ou dans une zone à faible vitesse.

Au pied d'un **ouvrage évacuateur**, il est quelquefois possible de gérer la distribution des déversements entre les différents organes de façon à améliorer l'attractivité des passes.

En période de fort déversement, lorsque cela reste possible, on réduira celui-ci de façon progressive du centre vers les rives ce qui aura pour effet de créer une "barrière" de turbulence et de vitesse guidant le poisson vers l'entrée des passes (Fig.5a).

Lorsque le débit déversé est insuffisant pour empêcher les migrateurs de s'approcher de l'ouvrage évacuateur, on concentrera les déversements sur les rives à proximité des dispositifs de franchissement (Fig.5d). On évitera alors d'utiliser les vannes centrales qui attireraient le poisson loin des passes.

En période de fort déversement, on évitera de laisser fermées une ou deux vannes entre des vannes ouvertes : cela risquerait de créer une zone d'eau morte susceptible de piéger le poisson (Fig.5d). De même, il conviendra de ne pas trop réduire les déversements en rive pour ne pas créer une zone de recirculation engendrant un courant dirigé vers l'amont à proximité de l'entrée de la passe qui serait alors complètement masquée (Fig.5c).

Le positionnement de la ou des entrées de la passe au niveau des **turbines** est rarement évident. Les zones de blocage du poisson peuvent se situer en sortie des aspirateurs, à l'amont de la zone du "bouillonnement" engendré par les grosses structures turbulentes issues des turbines. Lorsque l'énergie résiduelle de l'eau en sortie de turbine est importante, le blocage du poisson peut se produire plus en aval. Enfin, la zone de blocage des poissons peut varier sur un même site suivant les conditions de fonctionnement de la ou des turbines. Il convient d'éviter que le jet de la passe débouche dans les grosses structures turbulentes instables issues des turbines.

Lorsque sur un site les zones de blocage ne sont pas clairement identifiées et sont susceptibles de se déplacer suivant les conditions de fonctionnement de l'usine, l'efficacité d'un dispositif de franchissement sera considérablement accrue en installant **plusieurs entrées** aux points qui paraissent *a priori* les plus favorables.

Le problème est singulièrement compliqué, voire difficilement soluble, dès que le dispositif de franchissement est destiné à plusieurs espèces dont les capacités de nage et

les comportements migratoires peuvent être très différents, voire quelquefois mal connus. Si la passe est avant tout destinée aux salmonidés migrateurs, l'entrée aura tout intérêt à être située le plus en amont possible, relativement près des turbines. Par contre, cette implantation pourra ne pas être favorable aux petits cyprinidés ne possédant pas les mêmes capacités de nage : pour ces espèces, il sera préférable de situer l'entrée de la passe plus en aval, dans une zone plus calme et moins turbulente. D'où la nécessité de bien définir au départ du projet les **espèces-cibles**.

Figure 5 : Principes généraux d'ajustement de déversements au niveau d'un ouvrage évacuateur pour améliorer l'attractivité des passes à poissons.

Figure 5 : General guidelines for adjusting spill distribution to improve fish passage.

L'entrée de la passe ne doit pas être masquée par une **zone de recirculation** dans laquelle les poissons seront susceptibles de rester piégés. Si tel est le cas, on supprimera cette zone grâce à un tapis en enrochements, ou l'on réduira son importance à l'aide d'épis convenablement disposés (Fig.6).

Figure 6 : Schéma illustrant le principe de la réduction du volume des zones de recirculation à l'aide d'épis et de tapis en enrochements à l'aval d'un ouvrage.

Figure 6 : Plan illustrating the principle of reducing recirculating eddies with deflectors and riprap protection.

3.2. Vitesses

Il est indispensable de créer au niveau de l'entrée d'une passe des **vitesses élevées**, vitesses devant cependant rester compatibles avec le passage de toutes les espèces migratrices concernées. On peut adopter comme vitesse minimale à l'entrée une valeur de l'ordre du mètre/seconde, la vitesse optimale pour les salmonidés et les grands migrateurs étant de l'ordre de 2 m/s à 2.4 m/s , ce qui correspond à une chute de 0.2 m à 0.3 m à l'entrée.

Si les vitesses doivent rester élevées, il convient cependant d'éviter l'apparition d'un ressaut hydraulique. La mise en vitesse doit se faire au droit d'un étranglement de l'écoulement. A cet égard, on veillera à ce que les tirants d'eau à l'aval immédiat de l'entrée soient suffisants : quel que soit le type de passe adopté, on prévoira une fosse d'une profondeur suffisante pour que le poisson puisse stationner au pied de l'ouvrage sans difficulté.

Un soin particulier doit être apporté à la conception de l'entrée lors de l'élaboration d'un projet, en particulier sur les grands cours d'eau : on vérifiera que les vitesses à ou aux entrées restent suffisamment élevées pour les différentes conditions du niveau aval susceptibles d'être rencontrées en période de migration, en particulier en hautes eaux.

Lorsque le niveau aval s'élève suite à un accroissement du débit, la section de l'écoulement à l'entrée de la passe peut augmenter considérablement ; en conséquence, si le débit dans l'ouvrage reste inchangé ou varie peu, les vitesses à l'entrée vont décroître et l'attraction de la passe diminuera d'autant.

De façon générale, des vitesses suffisantes peuvent être maintenues en agissant sur les sections d'écoulement : on peut **"pincer"** plus ou moins l'écoulement au niveau de l'entrée ou **moduler** le débit dans l'ouvrage de franchissement suivant les conditions de niveau d'eau à l'aval de l'obstacle.

Le dispositif le plus couramment adopté pour réguler la vitesse au niveau de l'entrée consiste à installer une vanne plate effaçable dont la cote de déversement est asservie de sorte que la différence des cotes des plans d'eau de part et d'autre de cette la vanne reste constante et égale à une consigne préalablement affichée (Fig.7). Ce dispositif nécessite l'installation de deux sondes de niveaux installées l'une à l'amont de la vanne dans la passe et l'autre dans le bief aval à proximité de l'entrée. Lorsque les variations de niveau deviennent importantes, on peut être amené à installer une vanne télescopique à plusieurs éléments.

Figure 7 : Régulation de la chute à l'entrée d'une passe à l'aide d'une vanne asservie.
Figure 7 : Regulating weir at a fishway entrance.

Sur les installations plus modestes ou sur lesquelles les fluctuations des niveaux amont et aval sont moins fréquentes, le réglage de la vitesse pourra s'effectuer au moyen d'une vanne manuelle à crémaillère, voire plus simplement de batardeaux disposés dans une rainure au niveau de l'entrée.

Une autre solution consiste à faire varier le débit dans l'ouvrage en fonction du niveau aval afin de garder des vitesses assez fortes, rendant ainsi l'installation d'un organe mobile en entrée inutile.

Toutes les remarques précédentes sur l'importance des conditions hydrauliques à l'entrée de la passe mettent en évidence la **nécessité absolue de bien connaître les niveaux d'eaux en période de migration**, que ce soit à l'amont ou à l'aval de l'obstacle.

3.3. Débit

Le débit dans le dispositif de franchissement doit être à **l'échelle des débits du cours d'eau** en période de migration. Il est difficile de donner des critères bien définis, mais de façon générale les débits transitant dans le ou les dispositifs de franchissement doivent être de l'ordre de 1 % à 5 % des débits rentrant en compétition. Il est évident que l'attractivité de la passe sera d'autant meilleure que le pourcentage du débit du cours d'eau transitant par le dispositif de franchissement sera important. Le débit nécessaire au bon fonctionnement du dispositif de franchissement devra être d'autant plus important que celui-ci sera moins bien placé.

S'il est raisonnablement possible de faire transiter dans la passe une fraction importante (quelquefois plus de 50 %, voire l'intégralité) du débit du cours d'eau dans le cas de bassins versants de faible superficie, il n'en est pas de même sur les grands cours d'eau dès que les débits dépassent plusieurs centaines de m³/s. Il devient alors difficile, pour des questions évidentes de coût, de maintenir dans l'ouvrage une part de débit suffisante, en particulier en période de hautes eaux. Sur des cours d'eau de l'importance de la Garonne ou de la Dordogne (débits moyens annuels de l'ordre de plusieurs centaines de m³/s), des débits d'attraction d'une dizaine de pour cent du débit du cours d'eau en étiage et de 1 % à 1.5 % pour le débit maximum de fonctionnement de l'ouvrage de franchissement (de l'ordre de deux fois le module interannuel) semblent donner satisfaction.

En général, si l'on peut affirmer que l'augmentation du débit d'attraction se traduira par une amélioration de l'efficacité, il est par contre bien difficile de quantifier sur chaque site ce gain, exprimé en augmentation du pourcentage de migrateurs passés ou en diminution du retard dans la migration. Il est évident qu'une partie de l'amélioration de l'efficacité proviendra aussi de l'augmentation du nombre des entrées rendue possible par l'augmentation du débit disponible dans l'ouvrage de franchissement.

3.4. Injection du débit d'appoint dans l'ouvrage de franchissement

Dès que le débit nécessaire à l'attractivité du dispositif devient important (plusieurs m³/s), on peut ne faire transiter, pour limiter l'importance et le coût des dispositifs, qu'une fraction du débit par la passe elle-même : le débit d'appoint nécessaire à l'attraction est alors injecté à basse pression à travers des grilles dans le tronçon aval de la passe ou à l'entrée même du dispositif. Ces grilles sont indispensables pour éviter que le poisson n'aille se piéger dans le bassin de dissipation au lieu d'emprunter la passe. Leur espacement est fonction de la taille des migrateurs.

Le débit d'appoint (ou débit d'attrait complémentaire) est fourni soit par gravité, après dissipation de l'énergie dans un bassin, soit sur les grosses installations par pompage à partir du bief aval ou par passage dans une ou plusieurs petites turbines spéciales afin de réduire les pertes en énergie.

Il conviendra d'installer en amont des grilles d'injection un bassin d'un volume suffisant pour assurer une dissipation suffisante de l'énergie de l'eau et une répartition la plus homogène possible du débit d'appoint à travers les grilles. Le volume de ce bassin peut être approché en adoptant une dissipation volumique de l'ordre de 1000 à 1500

watts/m³. Ce bassin est généralement équipé de divers dispositifs (plots ou fers U disposés en quinconce, etc...) destinés à assurer localement la dissipation de l'énergie cinétique ou potentielle de l'eau. On veillera à ce que l'écoulement soit suffisamment désaéré en arrivant aux grilles d'injection.

Cette adjonction de débit peut se faire par l'intermédiaire d'un **diffuseur de fond** ou d'un **diffuseur latéral** (Fig.8). Il est généralement préférable d'injecter le débit complémentaire d'attrait latéralement, pour faciliter l'entretien des grilles : il n'est en effet pas facile de procéder au nettoyage de grilles disposées horizontalement au niveau du radier du bassin aval de la passe.

Figure 8 : Schémas de principe de l'injection du débit d'attrait à l'entrée d'une passe.

Figure 8 : Schematic plans showing the principle of injection of auxiliary flow at a fishway entrance.

La **vitesse** de l'eau à travers les grilles installées en sortie de ces diffuseurs doit rester suffisamment **faible** (< 0.30 à 0.40 m/s) par rapport aux vitesses dans la passe de façon à ne pas perturber le comportement du migrateur. Ces grilles doivent aussi, dans la mesure du possible, constituer un guidage vers la première échancrure ou fente de la passe elle-même. Le clair entre les barreaux est fonction de la taille des poissons susceptibles d'emprunter la passe (3 cm de clair pour saumons et aloses, moins pour les poissons de plus petite taille).

Il faut garder à l'esprit que si ce système d'injection de débit complémentaire d'attrait réduit le génie civil de la passe, il entraîne en contre-partie des sujétions souvent lourdes d'entretien dans la mesure où il est impératif de maintenir propres les grilles installées sur ce débit d'appoint. **L'entretien** de ces grilles peut être facilité en montant celles-ci sur des panneaux verticaux pivotants qui permettent de les nettoyer à contre-courant. Chaque fois que l'entretien des grilles risque d'être problématique (en raison de l'isolement du site par exemple ou de la difficulté d'accès), on écartera cette solution et on fera passer le maximum de débit dans la passe.

La prise de ce débit d'appoint dans le bief amont est généralement munie de grilles d'espacement égal ou inférieur à celui des grilles d'injection ; les plus grosses installations sont équipées d'un dégrilleur.

Lorsque certaines contraintes liées au site — en particulier sur des ouvrages existants — obligent à implanter l'entrée de la passe en retrait des écoulements principaux, il est possible d'utiliser une fraction du débit d'attrait sans dissipation d'énergie préalable sous forme de jets à fortes vitesses débouchant à proximité de la passe.

4. PROTECTION DES OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT

La protection des passes contre les corps flottants s'effectue par les moyens classiques employés sur les ouvrages hydrauliques : drome flottante, grille à barreaux suffisamment espacés (de 25 à 30 cm pour permettre le passage des gros migrateurs) ; on peut utiliser également des écrans en maçonnerie ou en béton, des rangées de rails, voire des palplanches ou des pieux battus à l'amont de l'ouvrage.

Les grilles de protection seront installées au niveau d'une section dans laquelle la vitesse ne dépassera pas 0.30 m/s à 0.40 m/s de façon à éviter un colmatage trop rapide de l'alimentation de la passe. Cela conduit généralement à installer à l'amont de la première cloison (dans le cas d'une passe à bassins) ou du premier ralentisseur (dans le cas d'une passe à ralentisseurs) un bassin tampon qui pourra éventuellement être utilisé pour le contrôle par piégeage de la passe.

Lors de la conception d'un ouvrage de franchissement, il est important de prendre en considération les conditions hydrodynamiques au voisinage de la sortie qui sont susceptibles de jouer un rôle prépondérant sur l'entretien futur du dispositif. On évitera absolument la présence d'une zone de recirculation au voisinage de la sortie : lors du nettoyage des grilles protégeant la passe, il est fondamental que les matériaux (feuilles, branches) puissent être facilement entraînés à l'aval et ne reviennent pas colmater immédiatement les grilles de la passe, ce qui se produira s'ils sont piégés dans une zone de recirculation (Fig. 9e).

Il faudra éviter d'un autre côté d'installer la sortie dans une zone à forte vitesse : si la situation est favorable pour une évacuation aisée des corps dérivants, le poisson sortant de la passe risque d'être à nouveau entraîné à l'aval.

Il sera généralement préférable de disposer la sortie de la passe latéralement dans le bief amont. Quelques schémas types de protection de passes sont donnés à titre indicatif sur la figure 9.

Quel que soit le système de protection prévu, on veillera à rendre la passe aisément accessible pour faciliter les opérations d'entretien et de réparation. A cet égard, comme on l'a signalé plus haut, les passes situées en rive sont préférables à celles implantées dans le corps même des ouvrages.

Figure 9 : Schémas de principe illustrant la protection des passes contre les corps dérivants.

Figure 9 : Schematic plans illustrating fishway protection.

Photo 1 : Passe à ralentisseurs de Kapekern sur le Léguer (Côtes-d'Armor). La passe est installée à l'angle amont du barrage.

Photo 2 : Passe d'Uxundoa sur la Nivelle (Pyrénées-Atlantiques). La passe débouche au pied du seuil en retrait des turbulences créées par la chute.

Photo 3 : Passe installée à la micro-centrale de Pointis-Isnard sur la Garonne (Haute-Garonne). L'entrée de la passe est située à proximité de la sortie des aspirateurs des turbines.

Photo 4 : Ascenseur à l'usine de Tuilières sur la Dordogne. L'entrée de l'ascenseur est située en rive, quelques mètres à l'aval de la sortie des aspirateurs.

Photo 5 : Galerie collectrice à entrées multiples de Mactaquac sur la rivière Saint-Jean (Nouveau-Brunswick).

Photo 6 : Visualisation sur modèle réduit de l'écoulement à l'entrée de la passe à poissons à l'usine du Ramier sur la Garonne.

Photo 7 : Grille de protection demi-circulaire à la sortie d'une passe à ralentisseurs sur l'Orne.

Photo 8 : Protection de la sortie - située latéralement - d'une passe à bassins successifs (seuil de Meillon sur le Gave de Pau).