

Le maintien de la libre circulation des poissons apparaît indispensable à la survie des espèces.

Le présent guide technique a pour objet d'orienter les maîtres d'ouvrages et services instructeurs lors des opérations de rétablissement de la libre circulation des poissons au niveau des seuils existants ou du maintien de cette libre circulation au niveau d'ouvrages nouveaux.

Il aborde :

- la biologie des principales espèces migratrices amphibiotiques et holobiotiques (cycle de vie, périodes de migrations et capacités de nage et de saut).

- les principaux impacts liés à l'existence des seuils et barrages en rivière (obstacles à la migration des poissons, dégradation de l'habitat...).

- les aspects réglementaires relatifs à la libre circulation des poissons (articles L.432-6 et L.432-5 du code de l'environnement imposant des obligations en terme de passes à poissons et de débits réservés, cours d'eau classés à poissons migrateurs et espèces concernées, SDAGE et SAGE).

Les différents moyens pour restaurer ou maintenir la connectivité longitudinale des cours d'eau sont passés en revue avec trois niveaux de réflexion :

- Dans un premier temps, l'utilité du seuil sera jugée afin d'envisager l'hypothèse de son démontèlement ou de son ouverture partielle.

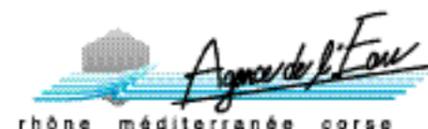
- Dans un second temps, lorsque l'effacement de l'obstacle n'est pas envisageable, il conviendra, dans la mesure du possible, de rendre ce seuil franchissable par conception ce qui permettra d'éviter la construction d'une passe classique.

- Enfin, dans le cas où un tel ouvrage ne peut être réalisé, un dispositif de franchissement devra être aménagé. Les différents dispositifs existants sont présentés, ainsi que les critères de choix justifiant que l'on s'oriente vers des prébarages, des rivières de contournement, des passes à bassins, des passes à seuils.

Le document expose ensuite les différentes phases de la réalisation d'un projet de passe à poissons (avant-projet sommaire, avant-projet détaillé et projet). Les précautions à prendre lors de la phase de travaux sont précisées, qu'elles soient précéables au chantier lors de son installation ou pendant les travaux proprement dits. L'accent est mis sur le contrôle très étroit à réaliser en fin de chantier.

SECRETARIAT TECHNIQUE DU SDAGE

Agence de l'Eau  
Rhône Méditerranée Corse  
2-4, allée de Lodz  
69363 LYON Cédex 07  
Tél. : 04 72 71 26 54  
Fax : 04 72 71 26 03



DIREN RHONE ALPES  
Délégation de Bassin RMC  
19, rue de la Vilette  
69425 LYON Cédex 03  
Tél. : 04 72 13 83 15  
Fax : 04 72 13 83 59

PRÉS ET COORDONNÉES TECHNIQUES DU SDAGE  
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE



Document réalisé par le GHAAPPE  
Mise en forme : Graphies (38240 Meylan)

BASSIN RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE  
**GUIDE TECHNIQUE N° 4**  
LIBRE CIRCULATION DES POISSONS MIGRATEURS  
ET SEUILS EN RIVIÈRE  
FÉVRIER 2001



# AUTEURS

Ont participé à l'élaboration de ce guide technique :

## Rédaction

O. CROZE (CEMAGREF - GHAAPPE) <sup>1</sup>  
M. LARINIER (CSP - GHAAPPE) <sup>1</sup>

## Comité de pilotage dans le cadre du protocole Conseil Supérieur de la Pêche / Agence de l'Eau RMC

S. STROFFEK (Agence de l'Eau RMC)  
T. PELTE (Agence de l'Eau RMC)  
J.C. RAYMOND (CSP - DR5)  
D. BARIL (CSP - DR8)

## Crédits photographiques

H. CARMIE, C. RAGON et P. CHEVRE (Photothèque CSP)  
D. BARIL (CSP - DR8)  
X. DESMIER (Réserves Naturelles de France)  
Association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM)  
Groupe d'hydraulique Appliquée aux Aménagements Piscicoles et à la Protection de l'Environnement (GHAAPPE)

## Illustrations

GRAPHIES, d'après les schémas de O. CROZE

## Réalisation technique

GRAPHIES, mise en forme (38240 Meylan)

<sup>1</sup> GHAAPPE - Avenue du Professeur Camille Soula - 31400 Toulouse



# S O M M A I R E

RÉSUMÉ	2
INTRODUCTION	5
1 - LA MIGRATION DES POISSONS	6
1.1 - Les espèces et les périodes de migration	6
1.2 - Les capacités de nage des poissons	10
1.3 - Les obstacles à la migration en rivière	11
2 - ASPECTS REGLEMENTAIRES	15
2.1 - Code Rural - code de l'environnement	15
2.2 - Cours d'eau à migrateurs et espèces concernées	16
2.3 - SDAGE et SAGE	17
3 - RESTAURATION ET MAINTIEN DE LA LIBRE CIRCULATION	18
3.1 - Opportunité du seuil	18
3.1.1 - Effacement des obstacles	21
3.1.2 - Réfection de seuils existants ou construction de seuils nouveaux	22
3.2 - Prise en compte du problème de la libre circulation lors de la conception ou de la réalisation d'un seuil	23
3.2.1 - Les seuils franchissables par conception	23
3.2.2 - Les différents types d'ouvrages de franchissement	26
3.2.3 - Prise en compte de la migration de dévalaison	36
3.3 - Conception d'un ouvrage de franchissement	36
3.3.1 - Nécessité de compétences pluridisciplinaires	36
3.3.2 - Les critères de choix du dispositif	37
3.3.3 - Implantation des ouvrages de franchissement	40
3.3.4 - Estimation de coûts des passes à poissons	42
4 - LES PHASES DE REALISATION DU PROJET DE PASSE A POISSONS	44
4.1 - Phase préliminaire d'orientation du projet : l'Avant-Projet Sommaire ou APS	44
4.2 - Phase de mise en projet : l'Avant-Projet Détaillé	45
4.3 - Phase de mise en travaux : le Projet	46
4.4 - Phase de travaux	47
4.4.1 - Mesures préalables au chantier	47
4.4.2 - Installation du chantier	47
4.4.3 - Suivi de chantier	48
4.4.4 - Contrôle de fin de chantier	48
5 - CONTROLE DE L'EFFICACITE DE LA SOLUTION RETENUE	50

# RÉSUMÉ

Le présent guide technique a pour objet d'orienter les maîtres d'ouvrages et services instructeurs lors des opérations de rétablissement de la libre circulation des poissons au niveau des seuils existants ou du maintien de cette libre circulation au niveau d'ouvrages nouveaux.

Dans une première partie est abordée la biologie des principales espèces migratrices amphibiotiques et holobiotiques : cycle de vie, périodes de migrations et capacités de nage et de saut. Le maintien de la libre circulation apparaît indispensable à la survie de certaines de ces espèces. Les principaux impacts liés à l'existence des seuils et barrages en rivière sont répertoriés : obstacles à la migration des poissons, mais aussi dégradation de l'habitat, en particulier des frayères et des zones de production.

Les aspects réglementaires relatifs à la libre circulation des poissons sont exposés : articles L.232-6 et L.232-5 du Code Rural imposant des obligations en terme de passes à poissons et de débits réservés, cours d'eau classés à poissons migrateurs et espèces concernées, SDAGE et SAGE.

Les différents moyens pour restaurer ou maintenir la connectivité longitudinale des cours d'eau sont passés en revue. Lorsque se pose le problème de restauration ou de maintien de la libre circulation des espèces piscicoles, il convient en premier lieu de mener une réflexion sur l'utilité du seuil. Lorsque celle-ci n'est pas justifiée, la solution efficace pour restaurer la libre circulation du poisson est celle de son démantèlement ou de son ouverture partielle de telle sorte qu'il ne fasse plus obstacle à la migration du poisson. Cette option doit être systématiquement examinée, puisqu'elle permet non seulement d'assurer le passage de la totalité des espèces, mais aussi de libérer les surfaces productives situées en amont de l'obstacle par restauration de zones d'habitats courants.

Lorsque l'effacement de l'obstacle n'est pas envisageable, il conviendra, dans la mesure du possible, de rendre ce seuil franchissable par conception ce qui permettra d'éviter la construction d'une passe classique.

Dans le cas où un tel ouvrage ne peut être réalisé, un dispositif de franchissement devra être aménagé. Les différents dispositifs existants sont présentés : prébarrages, rivières de contournement, passes à bassins, passes à seuils successifs et passes à ralentisseurs. Le cas particulier des passes à civelles et anguillettes est également évoqué. Le choix du dispositif de franchissement à réaliser dépend de différents critères ; il doit être adapté aux espèces dont on veut assurer les migrations, aux débits du cours d'eau en périodes de migrations, aux variations des niveaux d'eau à l'amont et à l'aval de l'obstacle, à la dénivellation à franchir, aux contraintes topographiques, au transport solide dans le cours d'eau. Par ailleurs, l'expérience montre que le manque d'entretien des passes à poissons s'avère l'un des problèmes majeurs rencontrés sur le terrain. C'est pourquoi le dispositif choisi doit nécessiter l'entretien le moins contraignant possible et être facilement accessible au personnel chargé de sa surveillance. Pour qu'une passe à poissons soit performante, il s'avère également indispensable que le poisson en trouve rapidement l'entrée ; par conséquent, quel que soit le dispositif retenu, il faudra attacher une attention toute particulière à son implantation et son attractivité.

Le document expose ensuite les différentes phases de la réalisation d'un projet de passe à poissons (avant-projet sommaire, avant-projet détaillé et projet) et leur contenu. Les précautions à prendre lors de la phase de travaux sont précisées, qu'elles soient préalables au chantier, lors de son installation ou pendant les travaux proprement dits. L'accent est mis sur le contrôle très étroit à réaliser en fin de chantier.

En conclusion, on aborde la notion d'efficacité des dispositifs de franchissement qui s'exprime en termes à la fois de pourcentage de la population franchissant l'obstacle et de retard à la migration (durée que met la population ou la fraction de population à franchir l'obstacle), ainsi que les différentes méthodes permettant de l'évaluer.

Types d'aménagement	Suppression du seuil	Seuils franchissables par conception	Prébarrages	Rivières de contournement	Passes à bassins	Passes à seuils successifs	Passes à ralentisseurs
<b>Espèces cibles</b>	toutes	toutes même civelles et anguillettes (ils ont en effet souvent des capacités de franchissement adaptées aux espèces cibles)	généralement réservés aux salmonides et cyprinides d'habitude	toutes (les critères doivent cependant être adaptés aux espèces cibles)	toutes (les critères doivent cependant être adaptés aux espèces cibles) sauf civelles et anguillettes	toutes (les critères doivent cependant être adaptés aux espèces cibles)	réservés aux bons nageurs (saumon, truite, cyprinides, grands éperlanes, d'eau vive) et aux langoustes
<b>Attrait</b>		total, les poissons peuvent franchir l'obstacle sur une grande partie de sa largeur	généralement important, les débits transitant par le dispositif représentent une part importante du débit réservé au niveau du seuil	dépendent de son implantation et de la part de débit transitant dans le dispositif	dépendent de son implantation ; nécessite généralement un débit d'attrait supplémentaire	généralement bon	généralement bon, laget au pied de la passe doit être bien marqué
<b>Progression au niveau du dispositif</b>	généralement facile si les critères sont adaptés aux espèces cibles		généralement par saut	dépendante du type et de l'agencement des ouvrages	dépendent du type de communications et de la chute entre bassins	dépendent des débits transitant dans la passe (progression par saut ou par nage)	difficile, barrages de repos à prévoir tous les 1,2 m de dénivelé
<b>Type de cours d'eau</b>	tous	tous	tous	tous, mais mieux adaptés aux cours d'eau à faible pente	tous (à condition d'adapter le dimensionnement et le débit du dispositif à l'importance du cours d'eau)	plutôt cours d'eau à faible pente	petits à moyens
<b>Type de seuils</b>	tous	réservés à des seuils de hauteur modérée sans que l'aménagement devienne trop coûteux	réservés aux seuils de faible hauteur (à 1,5 m)	adaptés à tous les seuils à condition d'avoir un espace suffisant en berge	tous (le nombre de bassins est limité)	réservés aux seuils de faible hauteur	réservés aux seuils de moins de 2,5 m de hauteur mais s'intégrer facilement au niveau de seuils existants
<b>Sensibilité aux variations de niveau amont</b>	aucune	franchissables pour de larges gammes de débit et de niveaux (ils présentent une creux à profil en V et des blocs constitutifs d'une hauteur relativement élevée)	faible si l'ouvrage est correctement dimensionné	existante, origine de régulation des débits en tête de l'ouvrage nécessaire	très faible pour passes à échancrures profondes ou à fort encoffrement, élevée pour passes à échancrures peu profondes	dépendant de la pente à des variations limitées de niveau amont	forte en particulier pour les passes à ralentisseurs de fond (éviter la mise en place de ce dispositif dans le cas de variations de niveau amont)
<b>Emprise au niveau du seuil</b>		toute la largeur du lit du cours d'eau	importante	aucune emprise au niveau du seuil mais espace indispensable en berge et sur une longueur importante, notamment en amont de l'obstacle	généralement limitée, les possibilités de réglage de la passe sur elle-même rendent leur intégration possible sur tous sites	moindre (dispositif d'une largeur relativement importante)	limitée, mais obligation de disposer le ou les seuils de manière rectiligne
<b>Entretien</b>		généralement limité	surveillance régulière indispensable afin d'éviter le colmatage des échancrures et des bassins	faible, dans la mesure où la stabilité de l'ouvrage est assurée	surveillance régulière indispensable (risques de colmatage de la prise d'eau de la passe, d'obstruction des échancrures et de colmatage des bassins)	faible, les risques de colmatage et les risques de dégradation de la largeur des bassins	surveillance constante et entretien régulier indispensables (passerelles, ramilles et anguillettes au colmatage, dégradation à fréquenter des ralentisseurs)
<b>Coût</b>	faible pour une suppression partielle à élevée pour une suppression totale et une réhabilitation du site	coût plus élevé que pour la construction d'un seuil classique, mais il s'agit du coût de construction et d'entretien d'un dispositif de franchissement	modéré car on se limite généralement à quelques prébarrages	plutôt élevé	élevé	élevé	modéré
<b>Intégration paysagère</b>	peut nécessiter quelques travaux de réhabilitation des berges	excellente	bonne	bonne	mauvaise	bonne à moyenne selon la nature des matériaux constitutifs de la passe	très bonne
<b>Passage pour canoës et kayaks</b>	oui	possible en réservant un passage ou les blocs sont en permanence noyés	possible mais avec de nouvelles contraintes et une augmentation sensible du coût de l'aménagement	possible, mais au détriment de l'attrait pour les petites espèces	non	possible, mais avec de nouvelles contraintes	possible dans le cas de ralentisseurs de fond uniquement, mais sous certaines contraintes pour le poisson

## I N T R O D U C T I O N

Depuis une vingtaine d'années, plusieurs programmes de restauration et de protection des poissons migrateurs ont été mis en place en France. L'une des causes principales de disparition ou de régression de ces espèces a été l'édification d'obstacles à la migration. Ces programmes affichent donc comme un de leurs objectifs prioritaires d'aménager les cours d'eau en vue de restaurer la libre circulation. Le programme national " Retour aux sources " reprend cette thématique et met l'accent en particulier sur les actions relatives aux anguilles, aloses et lamproies. La problématique générale de décloisonnement des milieux est très clairement présentée dans le SDAGE RMC qui encourage à la reconquête d'axes de vie sur les cours d'eau de ce bassin, pour toutes les espèces piscicoles, chacune effectuant des migrations sur de plus ou moins grandes distances à une période de leur cycle biologique.

La note technique SDAGE n°6 « Reconquête des axes de vie en lit mineur de cours d'eau » définit à ce sujet les priorités à retenir à l'échelle du bassin, la mise en œuvre de celles-ci passant nécessairement par la réalisation d'études locales détaillées.

Le présent guide technique constitue une contribution à la mise en œuvre de cette politique. Il a pour objet d'orienter les maîtres d'ouvrages et services instructeurs lors des opérations de rétablissement de la libre circulation des poissons au niveau des seuils existants ou du maintien de cette libre circulation lorsque la réfection de certains ouvrages est projetée. Ce rétablissement ou ce maintien de la libre circulation ne se résume pas à la construction de passes à poissons, ces dernières ne constituant pas a priori la solution optimale. En effet, elles ne sont généralement que partiellement efficaces et ne permettent pas le passage de la totalité de la population migrante. De plus, la passe à poissons la mieux conçue et la plus attractive induira toujours un retard de migration plus ou moins prononcé, l'effet cumulatif des aménagements sur un même axe de migration pouvant alors rapidement atteindre des proportions non compatibles avec le maintien d'une population de poissons grands migrants. L'option du démantèlement partiel ou total de l'obstacle doit donc être envisagée ; elle constitue en effet le moyen le plus efficace de restaurer cette libre circulation.

Ce document expose :

- les grandes étapes techniques et administratives de la marche à suivre pour juger de l'incidence des seuils sur la circulation des poissons,
- les principes de solutions techniques envisageables pour la restauration de la libre circulation des populations de poissons,
- des éléments pour leur mise en œuvre.

# LA MIGRATION DES POISSONS

## 1.1 Les espèces et les périodes de migration

Les poissons migrateurs exigent des milieux différents pour le déroulement des phases principales de leur cycle biologique. Ils se déplacent pour rejoindre leurs zones de grossissement ou de reproduction ; la migration constitue une phase essentielle et indispensable de leur vie. La possibilité de circuler d'un milieu à l'autre est un impératif pour la pérennité de l'espèce.



Un radier : zone de reproduction pour salmonidés (photo H. CARMIE, photothèque CSP).

On distingue deux grands groupes d'espèces migratrices :

- les migrateurs amphibiotiques (aloses, lamproies, anguilles, truites de mer, esturgeons) doivent obligatoirement changer de milieu au cours de leur cycle biologique. Ce dernier se déroule pour partie en eau douce et pour partie en mer, avec des trajets entre zones de reproduction et zones de grossissement pouvant atteindre plusieurs milliers de kilomètres,
- les migrateurs holobiotiques réalisent leur cycle biologique entièrement en eau douce : les zones de reproduction



Une frayère à truites (photo C. RAGON, photothèque CSP).



Un Apron (photo X. DESMIER, Réserves Naturelles de France).



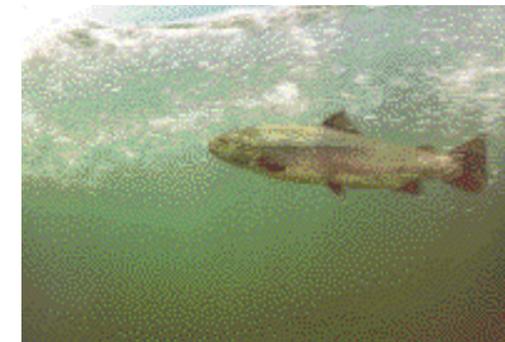
Frayère à aloses de Saxy sur le Rhône (photo MRM).



Alose feinte du Rhône femelle pêchée à Vallabrègues (photo MRM).



Lamproie marine capturée au carrelet à Vallabrègues (photo MRM).

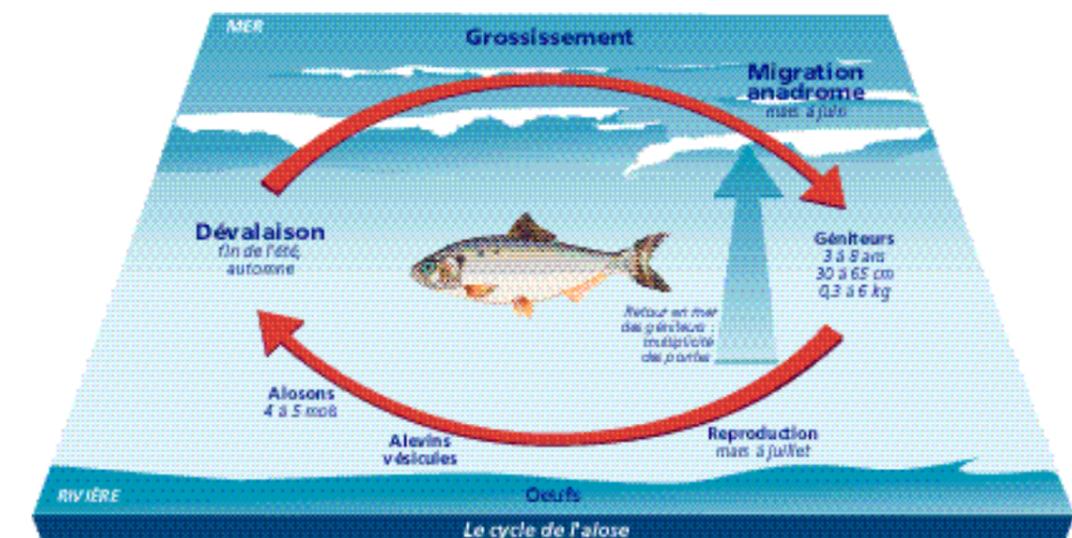


Truite de mer en migration anadrome (Photo GHAAPE).

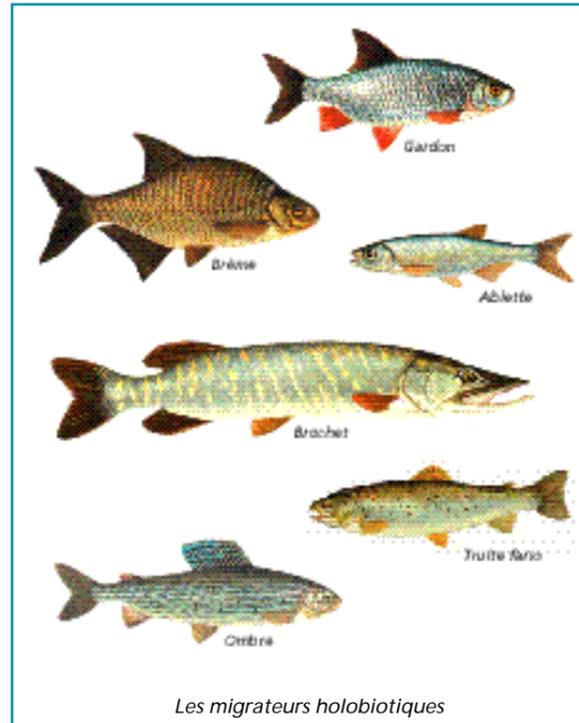


Anguilles capturées sur l'Aude au seuil de Fleury (photo MRM).

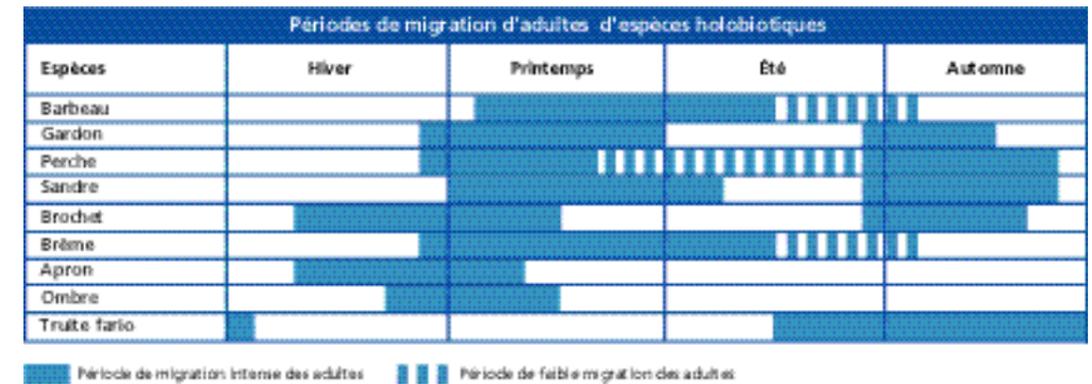
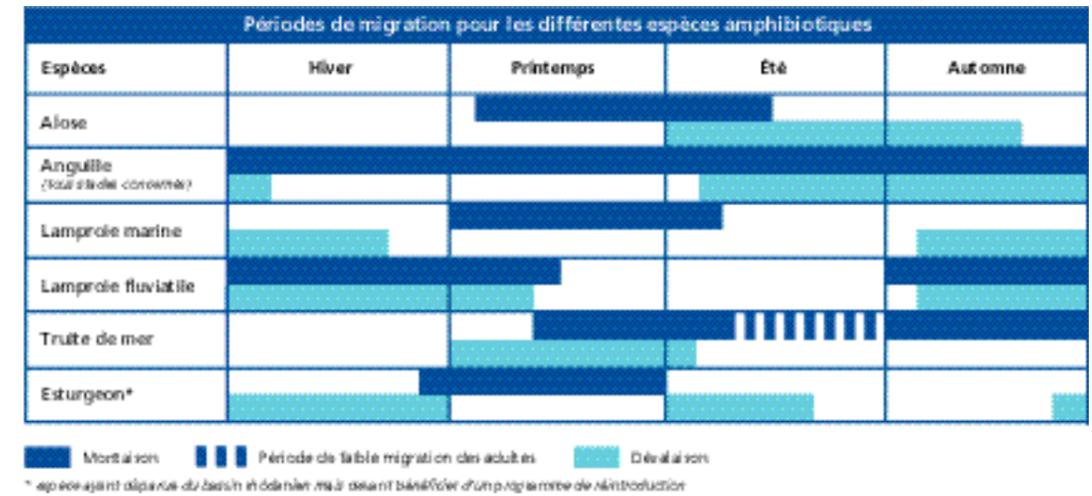
et les zones de grossissement sont plus ou moins éloignées. Toutes les espèces se déplacent dans le réseau hydrographique, mais cette activité migratoire est plus ou moins importante pour le bon déroulement de leur cycle biologique. Chez des espèces telles que le brochet, la truite fario, la truite de lac, les zones indispensables aux phases successives du cycle biologique sont bien individualisées et peuvent être séparées par des distances importantes : les besoins migratoires sont stricts pour le maintien d'une population en bon état.



Chez d'autres espèces telles que le barbeau, le gardon ou l'ablette, ces besoins sont généralement moins marqués mais il convient cependant de maintenir une circulation d'individus entre les biefs pour éviter l'isolement génétique des populations. L'apron fait aussi partie des migrateurs holobiotiques : les géniteurs effectuent une courte migration vers l'aval avant la reproduction, les larves se développant plutôt dans les zones annexes. Cette espèce est considérée comme étant en danger et bénéficie d'une protection juridique internationale.

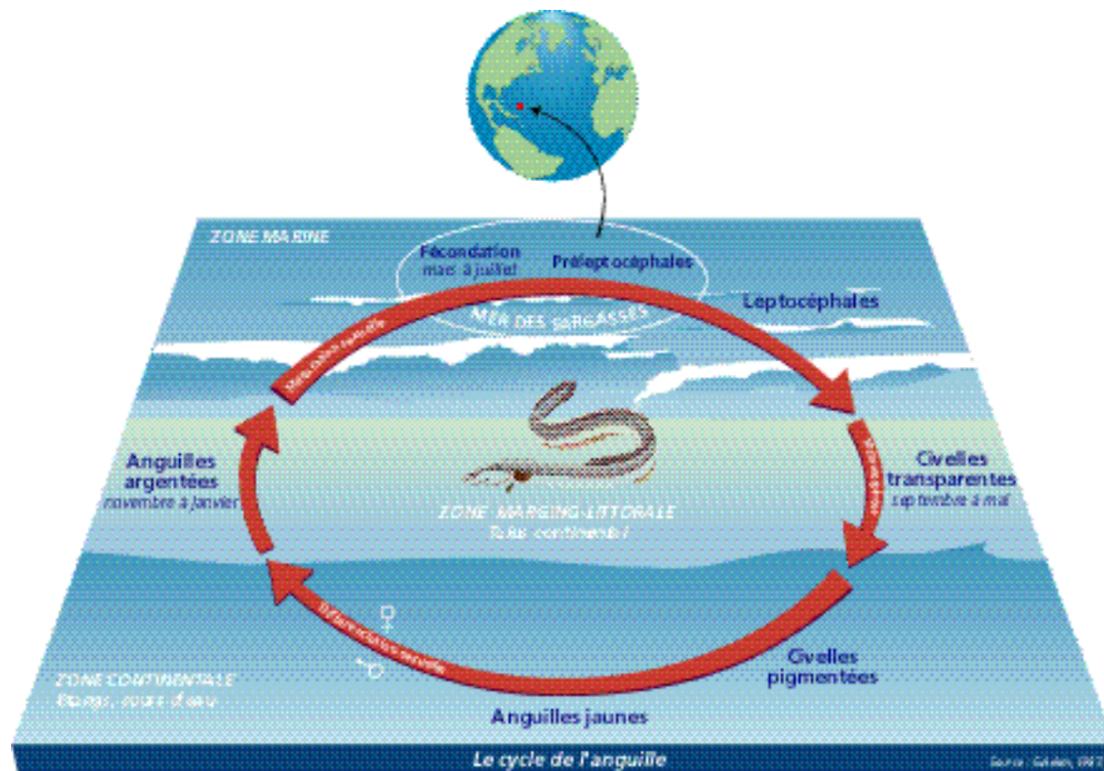


Les migrations ne s'effectuent pas aux mêmes périodes pour toutes les espèces, bien que se produisant le plus souvent au printemps et en automne. Lorsqu'on considère l'ensemble des espèces présentes sur certains cours d'eau ou tronçons de cours d'eau, des migrations peuvent être observées quasiment toute l'année.



La régression des populations a été particulièrement marquée chez les espèces migratrices amphibiotes. Dans la grande majorité des cas, la cause essentielle de la régression ou de la disparition de ces espèces a été la construction d'obstacles à la libre circulation. La restauration ou le maintien d'un stock de migrateurs ne peut aboutir qu'en maintenant la connectivité longitudinale des cours d'eau.

- Tout poisson est migrateur.
- Sur certains cours d'eau, si l'on considère l'ensemble des espèces, des migrations de poissons peuvent être observées pratiquement toute l'année.
- Les obstacles à la libre circulation sont très généralement responsables de la régression ou de la disparition des migrateurs.



## 1.2 Les capacités de nage des poissons

Les capacités de nage des poissons, qui déterminent en partie leur aptitude à franchir un obstacle, dépendent non seulement de l'espèce, mais aussi et surtout de la taille du poisson et de facteurs abiotiques comme la température.

On distingue généralement chez le poisson plusieurs niveaux d'activité de nage :

- l'activité de croisière, susceptible d'être maintenue pendant des heures sans engendrer de modifications physiologiques profondes. La vitesse maximale de croisière est de l'ordre de 2 à 3 L/s (L étant la longueur du poisson) pour la plupart des espèces. Elle peut atteindre 3 à 4 L/s chez les salmonidés,
- l'activité de pointe ou de sprint correspondant à un effort intense ; elle ne peut cependant être soutenue qu'un temps très limité. La vitesse maximale de nage est de l'ordre de 8 à 10 L/s, ce qui correspond à des vitesses de 4 à 5 m/s pour l'aloïse et 3 à 4 m/s pour la truite.

Entre ces deux niveaux d'activité de nage se trouve l'activité soutenue qui peut être maintenue plusieurs minutes, voire dizaines de minutes, mais qui à terme engendre la fatigue du poisson. La durée de l'effort est d'autant plus brève que la vitesse de nage est importante et proche de l'activité de sprint.

La température présente un effet marqué sur la vitesse maximale de nage, celle-ci pouvant être réduite de moitié pour un abaissement de la température d'une dizaine de degrés par rapport à la température optimale : par exemple, 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. La température affecte par contre beaucoup moins les capacités de nage du poisson dans le domaine des vitesses de croisière et soutenues.

Il est possible de donner des ordres de grandeur des distances maximales pouvant être franchies par certaines espèces dans des écoulements de vitesses données.

Capacités maximales de nage pour différentes espèces	
Espèces concernées	Distance maximale franchie dans un écoulement de vitesse donnée (V)
Petites espèces (gardons, ablettes,...) et espèces limnophiles	Quelques m pour V = 1 - 1,5 m/s
Truites fario Omètres Grands cyprinidés d'eau vive	Quelques m pour V = 2,5 m/s 5-6 m pour V = 1,8 - 2 m/s 10 m pour V = 1,2 - 1,5 m/s
Aloïses	5-6 m pour V = 3 m/s 10 m pour V = 2,5 m/s 20 m pour V = 1,5 - 1,8 m/s
Truites de mer	1 - 2 m pour V = 4 m/s 5 - 6 m pour V = 3,5 m/s 10 m pour V = 3 m/s 10 m pour V = 2 m/s

Ces critères peuvent paraître relativement grossiers : l'utilisation de la vitesse moyenne de l'écoulement comme seul critère de franchissabilité pour un obstacle est délicat, dans la mesure où les poissons sont capables de percevoir de très faibles variations de vitesses de l'écoulement et cherchent généralement les zones les plus favorables à leur

progression (voisinage des parois, zones de décollement...) et où ils sont sensibles au niveau de turbulence et à l'aération d'un écoulement.

Par ailleurs, pour certaines espèces comme la truite, le franchissement d'un obstacle peut se faire en sautant, sous réserve qu'il existe au pied de l'obstacle des conditions permettant au poisson de prendre son appel (fosse d'une profondeur suffisante de l'ordre de deux fois la hauteur de chute) alors qu'il ne pourra se faire qu'en nageant pour la plupart des autres espèces (en particulier l'aloïse).

Les lamproïes ou les anguilles possèdent des caractéristiques de nage particulières. Compte tenu de leur forme, les lamproïes ont la possibilité de progresser à proximité du fond en profitant des zones à plus faibles vitesses, voire des zones d'eau morte. Elles peuvent se « ventouser » sur le substrat, ce qui leur permet de négocier des passages difficiles. L'anguille (au stade juvénile de civelle et d'anguillette) ne présente que des capacités de nage très limitées, en terme de vitesse et d'endurance. 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.

**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.

## 1.3 Les obstacles à la migration en rivière



Seuil en enrochements de Beaucaire sur le Rhône (photo D. BARIL, CSP).



Seuil béton sur la Cèze (photo D. BARIL, CSP).



Seuil béton de Lanas sur l'Ardèche (photo GHAAPPE).



Seuil béton de Ruoms sur l'Ardèche (photo GHAAPPE).



Seuil en enrochements de la Drôme (photo MRM).



Seuil béton de Comps sur le Gardon (photo D. BARIL, CSP).



Seuil béton de la microcentrale de Puychéric sur l'Aude (photo D. BARIL, CSP).



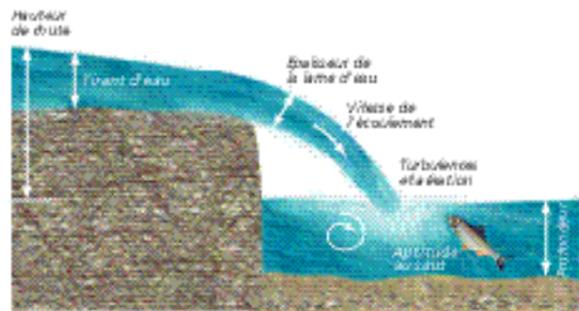
Seuil béton de la microcentrale de Quillan sur l'Aude (photo D. BARIL, CSP).

L'exploitation des granulats dans le lit mineur des cours d'eau a induit de profondes nuisances et de graves déséquilibres dans la dynamique fluviale (abaissement des lignes d'eau, déstabilisation des lits, érosion des berges, ruine de certains ouvrages de protection, déchaussement des ouvrages d'art, abaissement des nappes) qui ont conduit à la création de nombreux seuils.

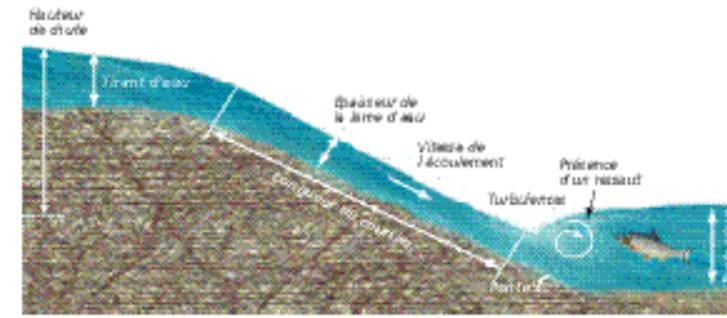
L'utilisation de l'eau pour la production d'électricité, l'irrigation, l'industrie ou d'autres usages s'est traduite au cours des siècles par la construction de nombreux petits barrages destinés à dériver une partie plus ou moins importante du débit de la rivière.

L'existence de ces obstacles sur un cours d'eau réduit la connectivité longitudinale. Ils exercent un effet négatif plus ou moins marqué sur les populations de poissons, contribuant à la diminution de l'abondance, à la disparition voire à l'extinction de certaines espèces, les migrateurs amphibiotiques étant les espèces les plus touchées.

Les seuils et barrages constituent en effet des obstacles plus ou moins sévères à la migration. La franchissabilité d'un obstacle dépend non seulement de la chute mais aussi des conditions hydrauliques sur et au pied de l'obstacle (vitesses, tirants d'eau, configuration des écoulements, aération, turbulence...) en relation avec les capacités de nage et de saut des espèces considérées. Les conditions hydrauliques sont fonction à la



Critères influençant la franchissabilité d'un seuil

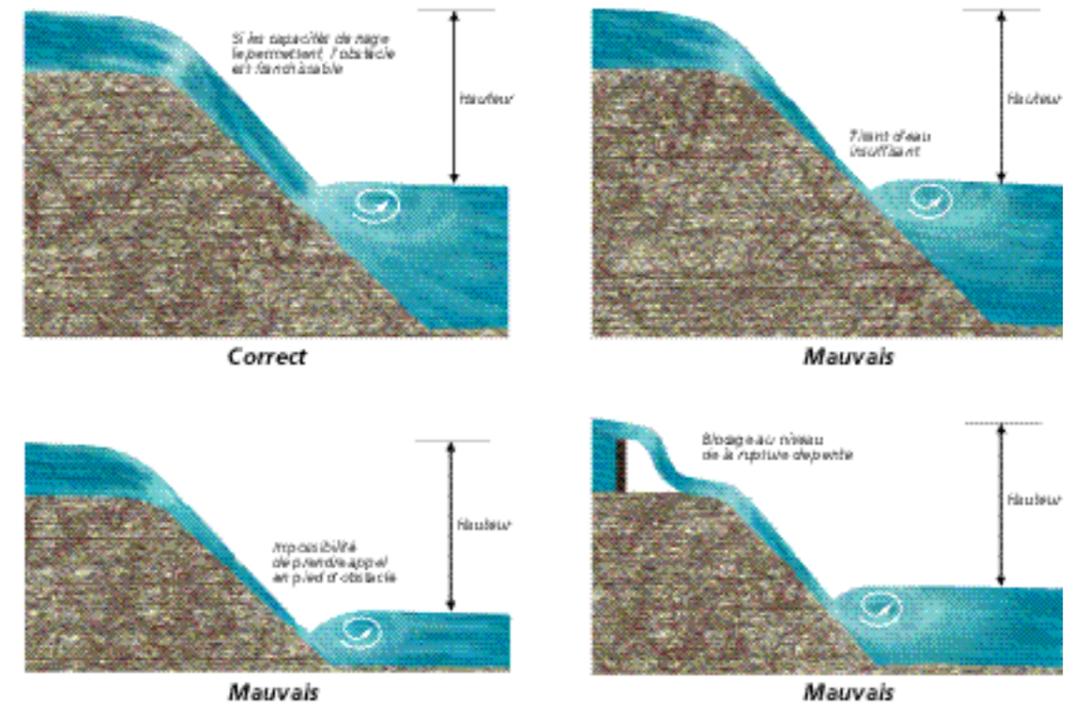


Critères influençant la franchissabilité d'un seuil

fois de la géométrie de l'ouvrage (hauteur du barrage, profil, en particulier pente et longueur du coursier) et des débits qui y transitent, c'est-à-dire des conditions hydrologiques en période de migration.

Des hauteurs de chutes de l'ordre de 0,20 à 0,30 m sont normalement franchissables pour la plupart des espèces, les plus sportives négociant sans problème des chutes de l'ordre de 0,50 m à 0,60 m. Cependant, des blocages peuvent intervenir au niveau de ces chutes, dans le cas de conditions hydrauliques défavorables (tirant d'eau trop faible, épaisseur de la lame d'eau insuffisante, fosse aval d'une profondeur insuffisante, présence d'un ressaut, ...).

Schéma illustrant l'influence de la configuration d'un obstacle sur sa franchissabilité



La franchissabilité d'un obstacle doit être considérée pour chaque espèce migratrice présente dans le cours d'eau. Pour une espèce donnée, un obstacle sur un cours d'eau peut être total, c'est-à-dire infranchissable en permanence pour tous les individus.

Il peut être partiel, c'est-à-dire infranchissable pour certains individus. Il peut être temporaire, c'est-à-dire totalement infranchissable à certaines périodes de l'année (sous certaines conditions hydrologiques ou thermiques). Les cas très fréquents sont ceux d'obstacles de faible hauteur infranchissables en étiage à cause des trop faibles tirants d'eau sur le parement aval ne permettant pas la nage des poissons. Certains ouvrages peuvent être infranchissables par faible température, le poisson n'ayant pas alors les capacités de nage suffisantes pour le franchir. Il convient de ne pas sous-estimer l'impact négatif des obstacles temporaires qui retardent les poissons dans leur migration pouvant les obliger à stagner dans des zones peu propices dans la partie basse des cours d'eau, ou provoquer des blessures à la suite de tentatives de franchissement répétées et infructueuses.

La construction des seuils entraîne par ailleurs des modifications dans la morphologie du secteur, en particulier une uniformisation des vitesses de l'écoulement et une modification de la granulométrie du substrat dans les zones amont sous l'influence de l'ouvrage. La conséquence est une uniformisation des habitats associée à la perte de zones de frayères ou de production.

#### **Les principaux impacts piscicoles négatifs liés aux seuils ou barrages :**

- obstacles à la migration des poissons,
- dégradation de l'habitat, suppression de zones courantes.

# ASPECTS 2

## REGLEMENTAIRES

### 2.1 Code de l'environnement

#### *Livre II, Titre III, relatif à la pêche et à la gestion des ressources piscicoles*

Depuis le 1er janvier 1986 (date d'entrée en vigueur de la loi n°84-512 du 29 juin 1984 relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicoles, codifiée aux articles L.230-1 à L.239-1 du code rural devenus depuis les articles L.430-1 et L.438-2 du code de l'environnement), la loi impose aux exploitants d'ouvrages implantés dans les cours d'eau des obligations fixées par les articles L.432-5 et L.432-6 du code de l'environnement (anciens articles L.232-5 et L.232-6 du code rural).

L'article L.432-6 revêt une importance capitale puisqu'il vise à assurer la libre circulation des poissons migrateurs, qu'ils soient holobiotiques (brochets, truites fario, etc.) ou amphibiotiques (saumons, truites de mer, aloses, anguilles, etc.). Cette obligation se traduit par l'installation de dispositifs de franchissement. L'exploitant doit en assurer le fonctionnement et l'entretien. La loi lui donne obligation de résultat et cela dans les deux sens de migration (montaison et dévalaison).

Pour les ouvrages nouveaux (à construire), le simple classement du cours d'eau ou d'une partie du cours d'eau au titre de l'article L.432-6 du code de l'environnement (ou au titre du régime des échelles à poissons antérieurement au 1<sup>er</sup> janvier 1986) rend obligatoire la mise en place immédiate de dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs. Pour les sections de cours d'eau non classées à ce titre, le préfet peut imposer, dans le cadre de mesures correctives ou compensatoires, l'aménagement d'un dispositif de franchissement sur un ouvrage nouveau sur proposition du service instructeur.

Ces dispositions s'appliquent intégralement pour les renouvellements d'autorisation ou de concession qui sont assimilés à des ouvrages nouveaux.

Pour les ouvrages existants régulièrement installés, l'obligation de franchissement est conditionnée par un double classement : classement du cours d'eau au titre de l'article L.432-6 (comme pour les ouvrages nouveaux) et classement par espèces (arrêté fixant la liste des espèces migratrices présentes). Si tel est le cas, la mise en conformité est prévue sans indemnité dans un délai de 5 ans à compter de la publication de l'arrêté ministériel susvisé.

L'article L.432-5 du code de l'environnement, tout aussi important que le L.432-6, est destiné à maintenir dans tous les cours d'eau (sauf le Rhin et le Rhône) un débit minimum permettant la vie, la circulation et la reproduction des espèces piscicoles. Ce débit est fonction de la date d'autorisation de l'ouvrage :

- au minimum 1/40<sup>e</sup> du module du cours d'eau pour les ouvrages existants au 30 juin 1984,
- au minimum 1/10<sup>e</sup> du module pour les autres ouvrages et pour ceux dont le renouvellement de l'autorisation ou de la concession est intervenu après le 30 juin 1984.

Pour les cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m<sup>3</sup>/s, des décrets en Conseil d'Etat peuvent abaisser le seuil minimum au 1/80<sup>e</sup> du module du cours d'eau pour les ouvrages existants au 30 juin 1984 et à une limite qui ne peut être inférieure au 1/20<sup>e</sup> du module pour les ouvrages nouveaux et pour ceux dont le renouvellement a été prononcé après le 30 juin 1984.

Ce débit peut transiter en partie ou en totalité par les dispositifs de franchissement et contribuer à leur bon fonctionnement.

L'article L.432-5 indique aussi que doivent être mis en place, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration des poissons dans les canaux d'amenée ou de fuite.

L'article L.432-5 n'est pas applicable au Rhône, en raison du statut international de ce fleuve.

L'article L.432-8 prévoit les peines encourues pour le non respect des dispositions prévues aux articles L.432-5 et L.432-6 du code de l'environnement (amende de 1 000 à 80 000 francs).

## 2.2 Cours d'eau à migrateurs et espèces concernées

La liste des cours d'eau, partie de cours d'eau et canaux classés à poissons migrateurs est fixée sur le bassin du Rhône et pour les cours d'eau côtiers méditerranéens par le décret n°90-260 du 21 mars 1990 . La liste des espèces migratrices présentes dans certains de ces cours d'eau classés est fixée par l'arrêté du 14 mai 1990 . Les espèces actuellement concernées par cet arrêté sont l'ombre commun et la truite fario pour les migrateurs holobiotiques ainsi que l'aloise, l'anguille, la lamproie fluviatile, la lamproie marine et la truite de mer pour les migrateurs amphibiotiques.

Pour les ouvrages nouveaux ainsi que pour ceux soumis à un renouvellement sur les portions classées, la mise en place d'un dispositif de franchissement au titre de l'article L.432-6 du code de l'environnement peut être exigée pour toute espèce piscicole présente sur le cours d'eau concerné.

Un décret et un arrêté complétant respectivement la liste des cours d'eau classés ainsi que celle des espèces migratrices présentes sont actuellement en préparation.

*L'obligation d'assurer l'entretien et le fonctionnement concerne tous les dispositifs de franchissement.*

*La loi impose également, dans la plupart des cas, d'assurer **de manière efficace** la libre circulation des poissons au niveau des seuils et des barrages. L'obtention de résultats satisfaisants en terme d'efficacité des dispositifs mis en place est une obligation pour les aménagements résultant du classement au titre de l'article L.432-6 du code de l'environnement.*

## 2.3 SDAGE et SAGE

Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) du bassin RMC fixe comme une de ses 10 orientations fondamentales de « Respecter le fonctionnement naturel des milieux » notamment en évitant le cloisonnement des milieux , en participant à leur décloisonnement et en visant la reconquête d'axes de vie pour les poissons migrateurs . Le SDAGE précise que les espèces migratrices concernées ne sont pas les seules espèces amphihalines, mais toutes les espèces piscicoles . Les objectifs concernant l'axe Rhône, l'axe Saône, l'axe Doubs-Loue, la Haute Saône vosgienne, l'axe Haut-Rhône, le val de Drôme, l'axe Ardèche, l'axe Durance, les fleuves côtiers ainsi que les lacs alpins et tributaires sont mentionnés au chapitre 3.1.3.2 du volume 1 du SDAGE RMC.

La note technique du SDAGE n°6 « Reconquête des axes de vie en lit mineur des cours d'eau » définit à ce sujet les priorités à retenir à l'échelle du bassin, la mise en œuvre de ces priorités nécessitant la réalisation d'études locales détaillées, à engager par exemple dans le cadre de SAGE, contrats de rivières, renouvellement de titres, etc...

Les SAGE (Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux), qui doivent être compatibles avec le SDAGE, fixent à une échelle plus locale (groupement de sous-bassins, sous-bassin) les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau.

Les programmes et les décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendus compatibles avec le SDAGE. Dès lors qu'il est approuvé, ce document public est opposable à l'administration, ce qui lui donne une valeur juridique certaine.

# 3 RESTAURATION DE LA LIBRE CIRCULATION ET MAINTIEN

Le maintien des connexions amont-aval est essentiel au bon fonctionnement global des écosystèmes. A ce titre, le SDAGE met en avant (p. 65 du volume 1) « la nécessité de conserver au maximum la libre circulation des espèces en évitant la création d'obstacles physiques, en favorisant l'installation de dispositifs de franchissement sur les ouvrages existants et en développant le concept d'ouvrages intrinsèquement franchissables. La destruction d'anciens seuils pourra dans certains cas être préconisée pour restaurer le milieu, assurer la continuité de la navigation, etc... »

Aussi, la restauration ou le maintien de la libre circulation des espèces piscicoles étant optimale en l'absence d'obstacle, il convient en premier lieu de mener une réflexion sur l'opportunité du seuil.

## 3.1 Opportunité du seuil

Dans le but de juger de la réelle opportunité du seuil, il faut identifier le ou les usages de l'ouvrage (hydroélectricité, irrigation, maintien d'une cote de la ligne d'eau suffisante en étiage, stabilisation, adduction d'eau potable, loisirs : pêche, sports nautiques...). Une fois établi pour quel(s) objectif(s) le seuil est maintenu ou construit, il convient d'analyser si cet objectif est justifié pour la collectivité et rentable économiquement. Si tel est le cas, il faut s'assurer que des solutions alternatives à la réfection ou la construction du seuil ne sont pas envisageables à coût similaire pour la collectivité.

Par exemple, dans le cas d'une construction de seuils liée au développement des activités de loisirs (pêche de carnassiers, carpes et poissons blancs en milieu lentiques ; promenades en barque, pédalos, ...) les solutions alternatives consistent à encourager plutôt la création d'un étang, à exploiter d'anciennes gravières (milieux clos) ou à favoriser le développement de sports nautiques d'eau vive (canoë, kayak, rafting, ...). Des mesures politiques comme la limitation des surfaces irriguées et des prélèvements d'eau en période estivale peuvent aussi inciter les projeteurs à abandonner la réalisation de seuils destinés à l'irrigation. Enfin, dans le cas de la réhabilitation de vieux moulins, il convient de prévoir l'installation d'organes mobiles sur le seuil permettant l'effacement de l'obstacle en période d'inexploitation de l'ouvrage.

Pour chaque projet de construction ou de réfection, une approche coût/avantage de l'opération doit donc être réalisée. Cette approche pourra en particulier donner des éléments sur :

- les coûts engendrés par les travaux de construction ou de réfection,
- la prise en compte de la perte écologique ou patrimoniale qui comprend notamment au plan piscicole la perte ou la diminution des populations de poissons migrateurs amphibiotiques mais aussi holobiotiques liée à l'interruption de la libre circulation du poisson et à la perte de production engendrée par l'ennoyement de surfaces productives. Le manque à produire est évalué en considérant le coût de remplacement des poissons sauvages que les sections ennoyées par les barrages auraient produits<sup>1</sup>,
- les coûts liés à la perte d'autres usages du cours d'eau comme les sports nautiques d'eau vive, la pêche, le tourisme... ,
- les bénéfices liés à l'exploitation du seuil ou la valeur patrimoniale de ce seuil.

Par ailleurs, il conviendrait de prendre en compte dans certains cas la perte de bénéfice environnementale difficilement évaluable monétairement (exemples : dégradation du paysage, modification d'écotypes, destruction de niches écologiques, ...) établie sur la base d'études bibliographiques ou plus concrètement par une concertation avec les différents acteurs (associations de pêche, de protection de la nature, de riverains, collectivités, ...).

L'échelle spatiale de réflexion doit être celle du bassin versant. Une telle échelle s'avère indispensable à :

- un jugement objectif de l'utilité réelle du seuil : il s'agit de vérifier qu'aucun autre aménagement situé sur le bassin n'assure déjà les mêmes fonctions que le seuil à construire ou à restaurer (présence d'étangs ou de gravière à proximité d'un seuil destiné à créer une retenue pour les loisirs, seuil de dérivation alimentant un réseau d'irrigation extensible à la nouvelle zone à irriguer, ...),
- une juste évaluation de la perte écologique. Pour les espèces amphihalines, il faut en effet évaluer les potentiels de reproduction et de production à l'amont de l'obstacle, sur l'axe principal de migration comme sur les affluents. Il convient aussi de contrôler l'existence et le degré de saturation des zones de production situées en aval. Pour les espèces holobiotiques, des sous-territoires pourront être délimités à condition qu'ils intègrent la notion de réservoir biologique. Il faut aussi penser à recenser la totalité des obstacles actuellement en place sur le bassin de manière à évaluer l'impact cumulatif des seuils et barrages.

Note : « **Le réservoir biologique** d'une population est l'espace hydrographique nécessaire à l'accomplissement de son cycle biologique. Cet espace permet le développement normal (reproduction, nutrition, abri-repos...) de chacun des stades ou écophases de l'espèce donnée. De plus, le réservoir biologique se doit de pouvoir assurer un flux génétique suffisant à la majorité des individus de la population. Enfin, cet espace n'est pas forcément clos et des échanges entre populations doivent rester possibles ».

<sup>1</sup> A lire : MCA, Migrateurs en Canche et Authie : étude de faisabilité et programmation de la restauration et du développement des salmonidés migrateurs. Édité par le Conseil Supérieur de la Pêche Nord-Ouest à Eu, juin 1994.

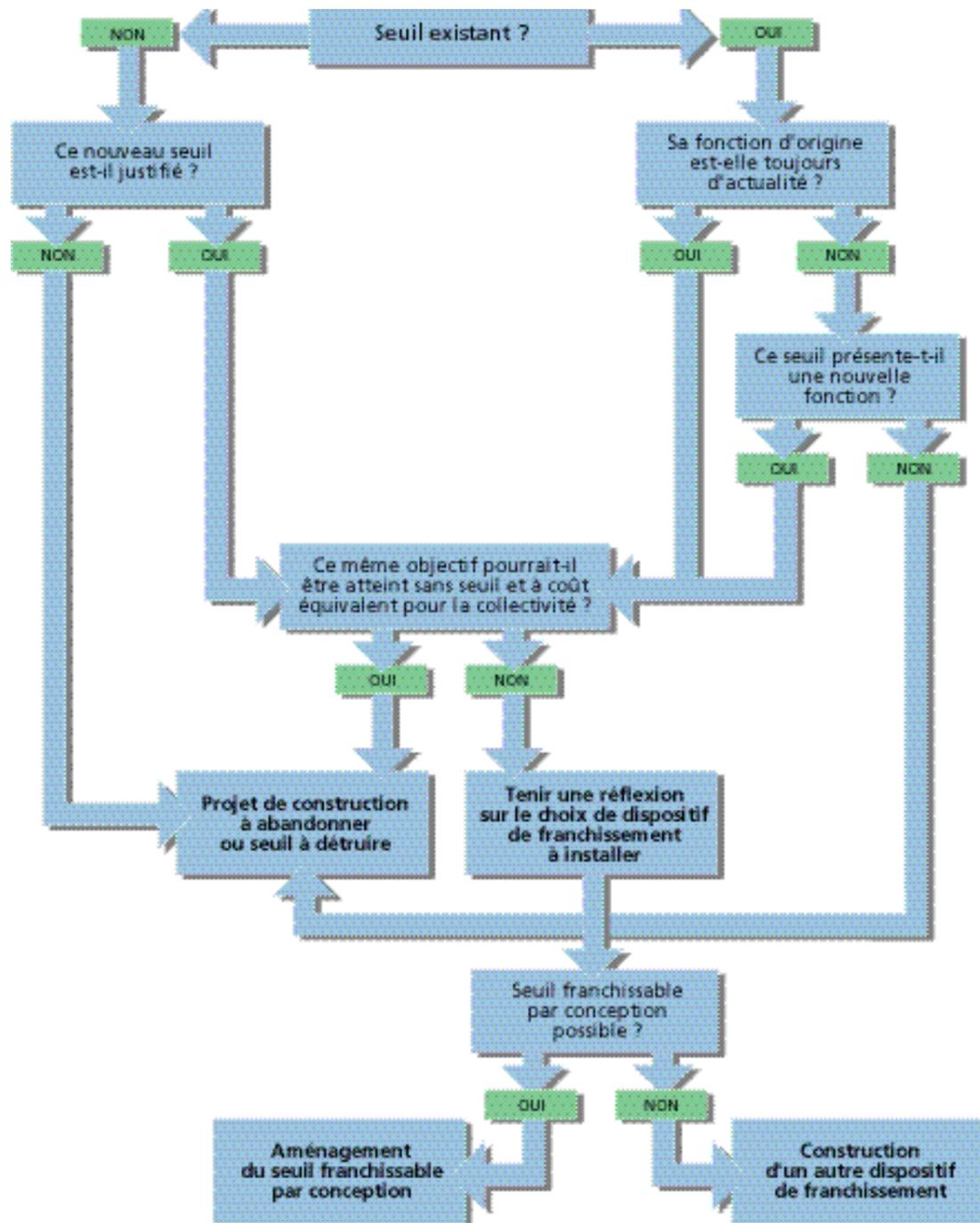


Diagramme décisionnel

Une telle démarche aboutit :

- soit à l'abandon du projet de réalisation d'un nouveau seuil ou à la destruction d'un seuil existant,
- soit à la poursuite du projet de réfection d'un seuil existant ou de construction d'un seuil nouveau.

### 3.1.1 Effacement des obstacles

Lorsque l'utilité d'un seuil n'est pas justifiée, la solution la plus radicale et efficace pour restaurer la libre circulation du poisson est celle de son démantèlement ou de son ouverture partielle de telle sorte qu'il ne fasse plus obstacle à la migration du poisson.



Ancien seuil sur la Ligne inutile aujourd'hui, la dérivation étant détruite (photo GHAAPPE). La suppression de cet ouvrage permettrait de restaurer la libre circulation du poisson.



Petit seuil sur une dérivation de l'Ardèche (photo GHAAPPE). L'échancrure permet d'assurer la libre circulation des poissons.



Ancien seuil de Carrière sur le Gardon. Ce seuil ruiné au fil du temps n'est plus un obstacle à la libre circulation (photo MRM).



Seuil de Terre-de-Port sur le Vidourle. Une brèche, apparue lors d'une crue, permet la libre circulation des poissons (photo MRM).

Cette solution permet non seulement le rétablissement de la connectivité longitudinale, mais conduit aussi à une amélioration des habitats dans le secteur amont sous l'influence de l'ouvrage par dénoisement de la retenue, en particulier à la réactivation de zones de frayères potentielles et plus généralement de zones courantes. Le rendement biologique de l'opération s'en trouve alors augmenté.

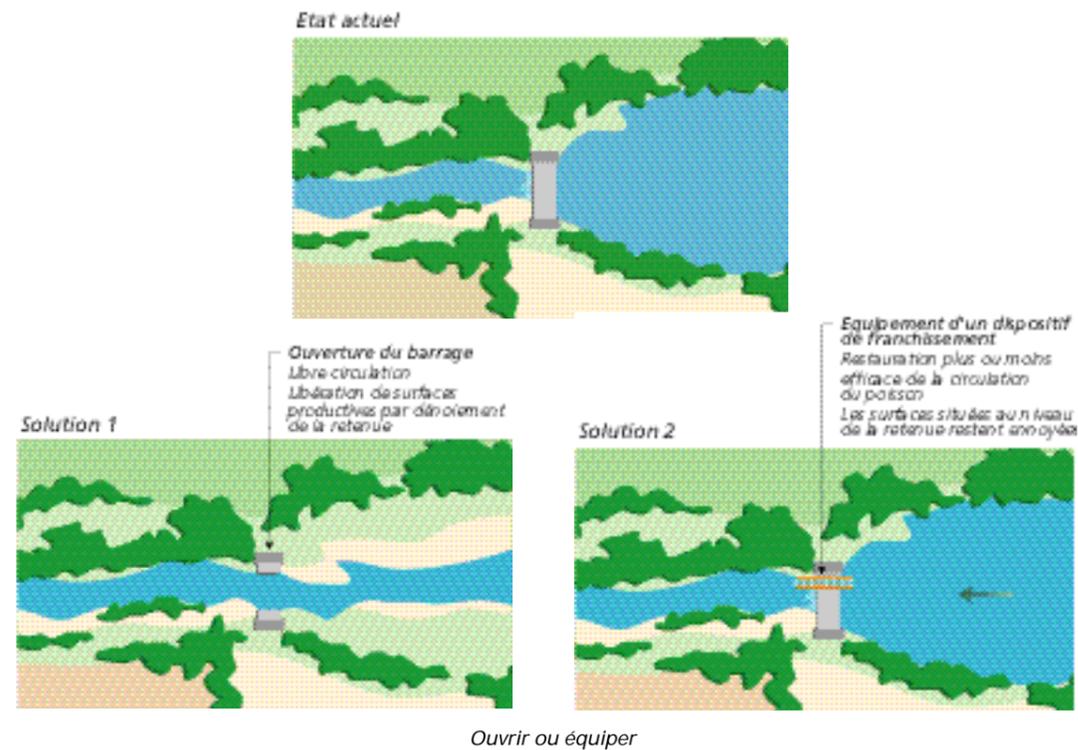
L'effacement de l'obstacle pourra être total ou partiel. A la destruction complète de l'ouvrage, certaines alternatives peuvent être proposées, comme une réduction significative de la hauteur ou une ouverture limitée à une certaine partie de l'ouvrage le rendant franchissable par les espèces migratrices concernées. La suppression des organes évacuateurs mobiles, comme des vannes, peut dans certains cas suffire, à condition que la concentration du débit par les pertuis n'induisse pas des vitesses d'écoulement rédhibitoires pour le poisson et problématiques pour la stabilité du lit.

L'option de l'effacement est à privilégier notamment lorsqu'un ouvrage n'assure plus la fonction pour laquelle il a été autorisé et cela d'autant plus que le coût d'une telle opération est très souvent inférieur à celui de la mise en place et surtout de l'entretien ultérieur d'un dispositif de franchissement.

### La suppression du seuil :

- est la seule méthode permettant de restaurer totalement la libre circulation pour les espèces piscicoles,
- permet d'assurer le passage à la totalité des espèces,
- permet de libérer les surfaces productives situées en amont de l'obstacle par dénoisement de la retenue.

L'effacement partiel de l'obstacle peut aussi résulter de la vétusté de l'ouvrage, ce dernier se ruinant au fil du temps ou cédant lors d'épisodes hydrologiques exceptionnels. Dans ce cas, la réouverture n'engendre aucun coût et dispense même les travaux de réparation du seuil.



### 3.1.2 Réfection de seuils existants ou construction de seuils nouveaux

Cette démarche n'est engagée qu'après avoir vérifié que la réfection ou la construction du seuil est fondée, c'est-à-dire après s'être assuré de sa réelle utilité et de l'absence de solutions alternatives. Si l'on considère strictement l'aspect maintien de la libre circulation du poisson, il est évident que toute solution permettant d'éviter la construction ou la réfection du seuil, même équipé d'un dispositif de franchissement, est à prendre en considération.

Le maintien de la libre circulation des poissons doit être pris en compte dès le stade de l'avant-projet de réfection de seuils existants ou de construction de seuils nouveaux. Dans tous les cas, il conviendra de réduire autant que possible la hauteur du seuil à réaliser, sachant qu'un aménagement de faible chute peut s'avérer directement franchissable par certaines espèces sans dispositif de franchissement particulier. Il faut avoir conscience qu'une réduction de la hauteur d'un seuil, même limitée à quelques dizaines de centimètres, peut faciliter considérablement le passage des migrateurs, voire même rendre le seuil totalement franchissable pour les espèces les plus sportives.

## 3.2 Prise en compte du problème de la libre circulation lors de la conception ou de la réalisation d'un seuil

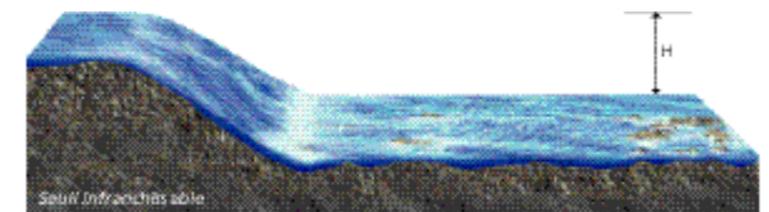
### 3.2.1 Les seuils franchissables par conception

Lorsqu'il n'est pas possible de réduire significativement la hauteur du seuil, il conviendra, dans la mesure du possible, de rendre ce seuil franchissable par conception ce qui permettra non seulement d'éviter la construction d'une passe classique induisant des contraintes et coûts d'entretien et de maintenance mais aussi présentera généralement une efficacité globale meilleure que celle d'une passe à poissons. Le principe général consiste à augmenter significativement la distance sur laquelle s'effectue la dénivellation totale de façon à réduire chutes et vitesses à des valeurs acceptables pour le poisson.



Seuils franchissables par conception : fractionnement de la chute totale en 6 seuils successifs (photo GHAAPE).

La hauteur de chute totale peut être fractionnée en plusieurs seuils successifs de hauteurs réduites. Les hauteurs des seuils à ne pas dépasser pour qu'ils demeurent franchissables dépendent des espèces considérées et du profil du seuil. Les hauteurs de chute maximales varient de 0,20 m pour les espèces les moins sportives à 0,60 m pour les salmonidés. On s'attachera à donner des profils aux seuils compatibles avec le comportement de nage et de saut du poisson. Il faut veiller à ce que les espèces qui ne sautent pas (comme l'aloise) puissent franchir le seuil en nageant dans la lame d'eau.



Représentation schématique d'un seuil infranchissable et de 2 seuils franchissables



Seuils franchissables par conception : création d'une rampe en enrochements (photos GHAAPPE).

Il est aussi possible d'abaisser la pente du coursier de l'ouvrage, d'augmenter sa rugosité et d'adapter son profil transversal de façon à rendre les vitesses de l'écoulement compatibles avec le passage du poisson. Le seuil est alors transformé en une rampe en enrochements sur toute sa largeur.

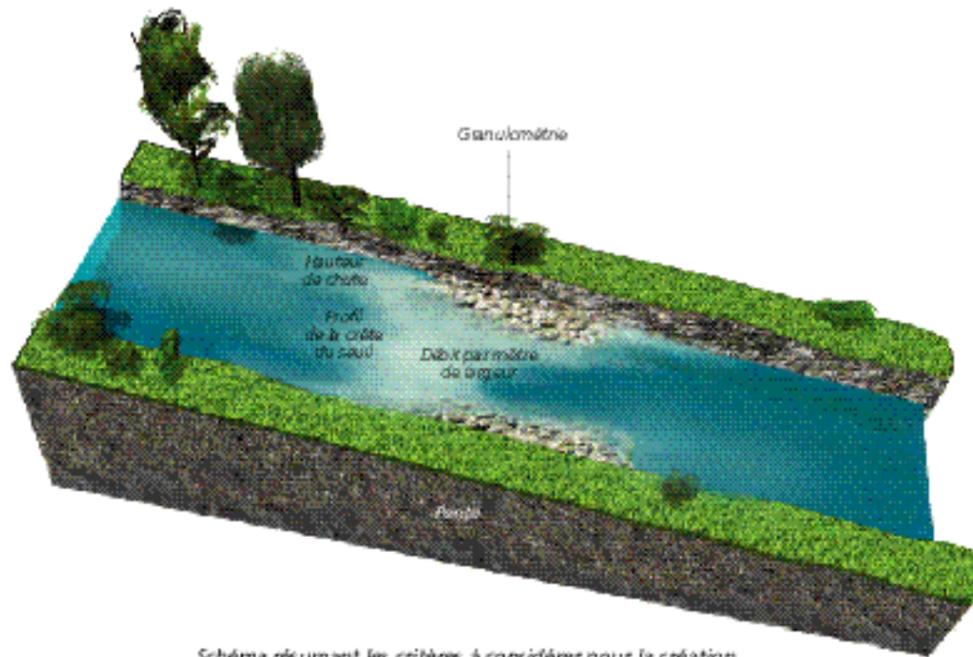
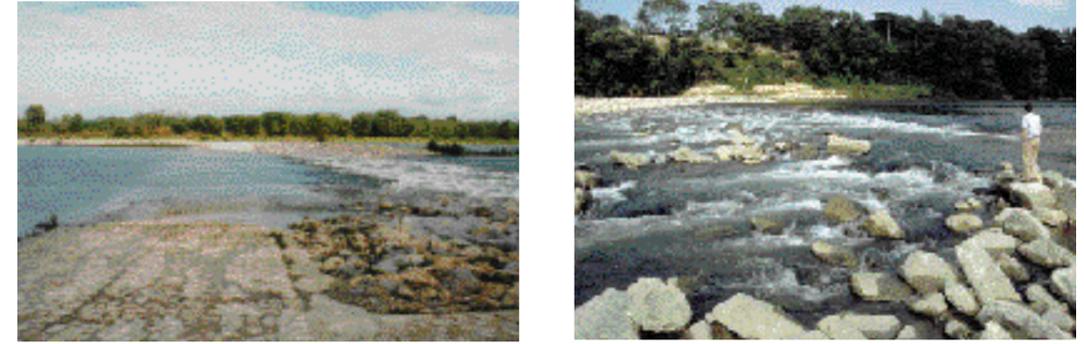


Schéma résumant les critères à considérer pour la création d'un seuil franchissable par conception

Les enrochements sont soit laissés libres, soit jointoyés au bitume ou au béton pour assurer la stabilité de l'ouvrage et éviter qu'en faible débit la totalité du débit s'infilte entre les blocs. Ce jointoiment, tout au moins de la crête et de la partie amont du coursier, devient nécessaire à partir de pentes de l'ordre de 1/20 de manière à garantir une lame d'eau suffisante permettant la nage du poisson.

On visera à rendre les conditions hydrauliques sur le seuil les plus hétérogènes possible afin de prendre en compte la variabilité des exigences des différentes espèces concernées. Les capacités de nage étant liées à la taille du poisson, les espèces les plus sportives accepteront des vitesses plus élevées mais exigeront en contrepartie des tirants d'eau plus importants.



Seuil franchissable par conception avec profil en pente transversale sur l'Ardeche à Pont St Esprit (photos MRM et D. BARIL, CSP).

Les conditions hydrauliques sur le coursier seront déterminées par la pente du coursier et le débit unitaire (par mètre de largeur), par la dimension et l'arrangement des rugosités (dimensions et espacement des blocs).

Pour la truite de mer et l'aloise, on peut adopter des rampes en enrochements de pente 1/10 à 1/15 avec des débits par mètre de largeur de 0,5 à 1 m<sup>3</sup>/s, tout en limitant les chutes à 1,0-1,2 m.

Pour la truite et les cyprinidés d'eau vive, il conviendra d'adopter des rampes en enrochements possédant des pentes du même ordre de grandeur, mais avec des débits unitaires ne dépassant pas quelques centaines de l/s par mètre (100 à 300 l/s/m).

Si l'on veut assurer le passage de l'ensemble des espèces, il conviendra d'adopter des pentes maximales de l'ordre de 1/20, voire même inférieures (jusqu'à 1/40) pour les petits individus ; le poisson a alors la possibilité de progresser de bloc en bloc, chaque bloc constituant une zone de repos potentielle. Un aménagement avec de telles pentes n'est réalisable que si la hauteur du seuil reste limitée. Pour un seuil de plusieurs mètres de hauteur, l'aménagement s'étendrait sur une ou plusieurs centaines de mètres et ne serait envisageable qu'à un coût très élevé.

Compte tenu de la variabilité des débits en période de migration et de la non concordance des plages des débits unitaires acceptables pour les diverses espèces, il est nécessaire de donner à la crête des seuils une pente transversale, concentrant les débits en période d'étiage sur la partie du seuil la plus basse. Cette pente sera cependant limitée à quelques pour cent de manière à minimiser la convergence des écoulements qui pourrait se révéler néfaste à la stabilité du seuil.

#### Les seuils franchissables par conception :

- peuvent être empruntés par toutes les espèces,
- sont franchissables généralement sur une grande partie de leur largeur,
- peuvent être implantés sur tous types de cours d'eau,
- évitent l'installation d'un dispositif de franchissement,
- s'intègrent parfaitement au paysage,
- peuvent rester franchissables pour de larges gammes de débits et de niveaux s'ils présentent une crête à profil en V et des blocs constitutifs d'une hauteur relativement élevée,
- ne nécessitent que peu d'entretien.



Les seuils franchissables par conception s'intègrent très bien dans le paysage...  
(photos GHAAPPE).



...même à différentes valeurs de débit comme ici, à St Julien de Peyrolas sur l'Ardeche.  
(photos MRM et D. BARIL, CSP).

Bien que la solution d'un seuil franchissable par conception se traduise par une augmentation des coûts de construction, elle évite l'installation d'un ouvrage de franchissement proprement dit en béton s'intégrant difficilement dans la structure du seuil et générant le plus souvent des problèmes d'entretien et de maintenance importants. De plus, la franchissabilité de ce type d'ouvrage est largement supérieure à celle de tout autre dispositif de franchissement, le poisson pouvant passer en amont au niveau d'une grande partie de la largeur de l'obstacle sans avoir à rechercher un point de passage particulier comme l'entrée d'une passe à poissons.

Enfin, ce type d'aménagement étant généralement constitué d'enrochements, il s'intègre remarquablement bien dans le paysage et ses besoins d'entretien restent généralement limités dans la mesure où l'on utilise des blocs d'une hauteur telle qu'ils soient noyés en période de crue afin qu'ils ne constituent alors pas un piège à la circulation des corps dérivants.

### 3.2.2 Les différents types d'ouvrages de franchissement

2

#### • Prébarrages

Les prébarrages constituent souvent une solution élégante pour résoudre le problème de franchissement sur les obstacles de faible hauteur. Ils sont formés de plusieurs petits seuils, le plus souvent en béton ou enrochements jointoyés, créant à l'aval de l'obstacle des grands bassins qui fractionnent la chute à franchir. Ces prébarrages sont généralement implantés sur une partie de la largeur de l'obstacle, à proximité de l'une des deux rives pour en faciliter l'entretien.

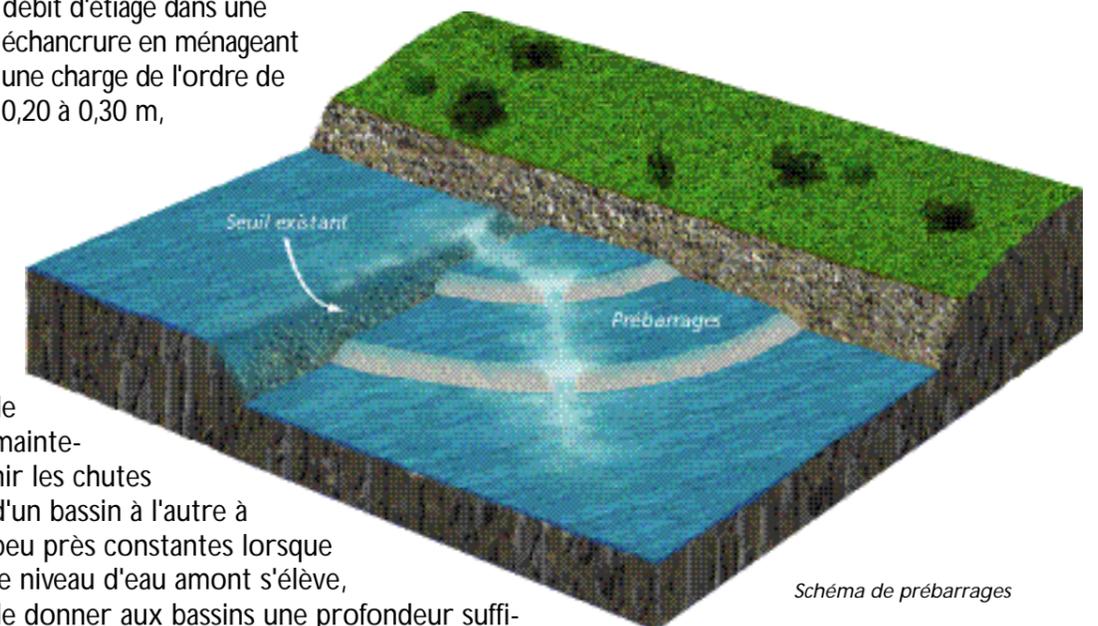
<sup>2</sup> Consulter l'ouvrage « Passes à poissons Expertise, conception des ouvrages de franchissement », Collection Mise au point, édité par le Conseil supérieur de la Pêche.



Photos de prébarrages (photos GHAAPPE) : dans les 2 cas, l'implantation des prébarrages est correcte, ces dispositifs étant situés au niveau de la partie la plus amont de l'obstacle, là où vont se concentrer les poissons.

Lors du dimensionnement des prébarrages, il convient :

- d'adopter des chutes entre bassins et des formes d'écoulement compatibles avec les capacités de nage des espèces considérées, en veillant en particulier à donner aux murs créant les chutes un profil tel que les poissons puissent passer d'un bassin à l'autre sans difficulté : il conviendra de les chanfreiner ou de les profiler s'ils sont en béton, les prébarrages à profil rectangulaire étant difficilement franchissables par les poissons,
- d'assurer, quel que soit le débit dans le cours d'eau, une lame d'eau d'une épaisseur suffisante pour permettre le passage du poisson. On concentrera généralement le débit d'étiage dans une échancrure en ménageant une charge de l'ordre de 0,20 à 0,30 m,



- de maintenir les chutes d'un bassin à l'autre à peu près constantes lorsque le niveau d'eau amont s'élève,
- de donner aux bassins une profondeur suffisante (au moins égale à deux fois la chute entre bassins) en particulier au pied de la chute.

L'écoulement dans ce type de dispositif est tel que le passage des poissons au-dessus des prébarrages se fait principalement par saut. Il n'est donc pas adapté à des espèces comme l'aloise.

Un tel dispositif s'avère intéressant au niveau de seuils de hauteur modérée où quelques prébarrages suffisent à assurer le franchissement pour les poissons. Pour des contraintes de coût et d'implantation, on lui préférera d'autres types de passes à poissons dès lors que plus de 3 ou 4 prébarrages sont nécessaires. C'est pourquoi ces dispositifs sont généralement réservés aux espèces de grande taille et aux bons nageurs comme les salmonidés et cyprinidés d'eau vive, pour lesquels on peut tolérer des chutes entre bassins plus importantes.

#### Les prébarrages :

- sont généralement attractifs, les débits qui y transitent pouvant représenter une part importante du débit déversé au niveau du seuil,
- peuvent être implantés sur tous types de cours d'eau,
- présentent un coût modéré,
- sont peu sensibles aux variations de niveau si l'ouvrage est correctement dimensionné,
- s'intègrent relativement bien dans le paysage,
- peuvent permettre la circulation des canoës et des kayaks mais avec de nouvelles contraintes (échancrure assez large, une distance minimale de 6 à 7 m entre chaque prébarrage...) et une augmentation sensible du coût de l'aménagement,
- ne sont généralement pas adaptés aux aloses, poissons blancs et autres espèces de petite taille incapables d'effectuer des sauts,
- sont réservés aux seuils de faible hauteur (< 1,5 m),
- nécessitent une surveillance régulière, le colmatage d'une échancrure pouvant interdire la remontée des poissons. Leur entretien est cependant bien moins contraignant que pour une passe à bassins ou à ralentisseurs.

#### • Rivière de contournement

La rivière de contournement consiste à relier biefs amont et aval par un chenal dans lequel l'énergie est dissipée et les vitesses réduites par la rugosité du fond et celle des parois ainsi que par une succession d'obstacles (blocs, épis, seuils) plus ou moins régulièrement répartis, reproduisant en quelque sorte l'écoulement dans un cours d'eau naturel. La dissipation d'énergie peut donc être concentrée au niveau de chutes engendrées par des seuils régulièrement espacés. Ces seuils créent une succession de bassins d'une longueur telle que toute l'énergie se dissipe avant la chute suivante.

Mauvais : la rivière de contournement débouche trop en aval du seuil



Bon : la rivière débouche en aval immédiat du seuil au niveau de la zone de blocage des poissons



Schéma illustrant l'implantation d'une rivière de contournement

L'énergie peut aussi être dissipée moins localement par la mise en place de blocs isolés, de séries de blocs ou d'épis tout au long du dispositif créant des pertes de charges singulières.

La pente d'un tel ouvrage peut être très variable, de 1/100 environ à plus de 1/15. La pente est fonction des espèces considérées et de l'importance des débits transitant dans l'ouvrage. Sur les cours d'eau à truite situés en partie amont des bassins, on peut admettre des pentes de 1/15 à 1/20 : l'ouvrage sera alors peu profond et relativement turbulent, les débits étant limités à une centaine de l/s. Par contre, sur la partie basse des cours d'eau peuplée de nombreuses espèces de petite taille et de capacités de nage réduites, les pentes admissibles seront plus faibles, de l'ordre de 1/100 à 1/50, mais avec des profondeurs et des débits par mètre de largeur plus importants.

Il convient de porter une attention particulière à la stabilité des rugosités (blocs, épis...) lors de la conception de l'ouvrage.



Rivières de contournement avec succession de chutes : Bras des Arméniers (photo D. BARIL, CSP).



Rivières de contournement avec blocs et épis (photo GHAAPE).

#### Les rivières de contournement :

- peuvent être adaptées à toutes les espèces, en particulier aux espèces limnophiles et à celles de petite taille, à condition d'adapter la pente de l'ouvrage et les débits unitaires à leur capacités de nage réduites,
- ne présentent que peu de contraintes d'entretien et de maintenance, dans la mesure où la stabilité de l'ouvrage est assurée,
- peuvent être empruntées par les canoës et les kayaks généralement au détriment de l'efficacité pour les petites espèces (l'arrangement des rugosités indispensable au passage des embarcations implique une moindre dissipation de l'énergie et risque de limiter l'efficacité du dispositif aux seuls bons nageurs),
- peuvent être implantées sur tous types de cours d'eau, mais sont plus adaptées aux cours d'eau à pente faible à modérée sur lesquels le niveau amont reste pratiquement constant,
- présentent un coût plutôt élevé (coût généralement supérieur à celui d'une passe à ralentisseurs ou de prébarrages, et du même ordre que celui d'une passe à bassins),
- nécessitent un espace suffisant en berge,
- requièrent la présence d'organes de régulation de débit en tête de dispositif dans le cas de variations importantes du niveau amont ; ces organes ainsi que les dispositifs pouvant leur être associés afin de permettre le passage des poissons à leur niveau nécessitent une maintenance et un entretien non négligeable.

Dans ce but, il faudra considérer les variations de niveau amont et de vitesses dans le dispositif et, si besoin est, utiliser des blocs de taille importante et/ou ancrer ces derniers au bitume ou au béton. L'installation d'un dispositif spécial (échancrure profonde, vanne, clapet,...) en tête de l'ouvrage devient obligatoire lorsque le niveau amont est soumis à des variations notables ; il permet d'éviter une augmentation trop forte du débit dans l'ouvrage et ainsi de limiter l'érosion ou les désordres structurels. Ces dispositifs de régulation peuvent cependant induire localement des chutes ou des mises en vitesse infranchissables par le poisson (en particulier dans le cas de vannes ou de clapets) : on peut être amené à installer une passe à poissons classique court-circuitant le dispositif de régulation pour permettre au migrateur de sortir de l'ouvrage quelles que soient les conditions du niveau amont.

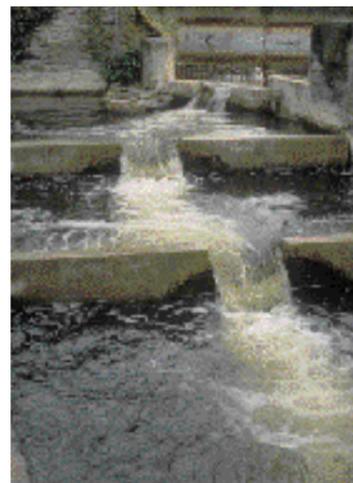
La pente de ce type d'ouvrage étant limitée, sa longueur est généralement importante ce qui nécessite un espace disponible en berge suffisant et une attention particulière quant à son implantation.

#### • Passe à bassins

Le principe de la passe à bassins successifs consiste à diviser la hauteur à franchir en plusieurs petites chutes formant une série de bassins. Il existe plusieurs types de communications entre bassins.

Le passage de l'eau d'un bassin à l'autre peut s'effectuer au niveau d'échancrures peu profondes comme sur la photo ci-contre ; le poisson devra alors effectuer un saut dans la lame d'eau pour passer d'un bassin à l'autre. Ces passes ne conviennent qu'aux cyprinidés d'eau vive et salmonidés.

Lorsque le passage de l'eau d'un bassin à l'autre s'effectue à travers un ou plusieurs orifices aménagés dans la cloison séparant deux bassins, ou par une ou plusieurs fentes ou échancrures profondes, les poissons pourront passer d'un bassin à l'autre en nageant dans la lame d'eau.

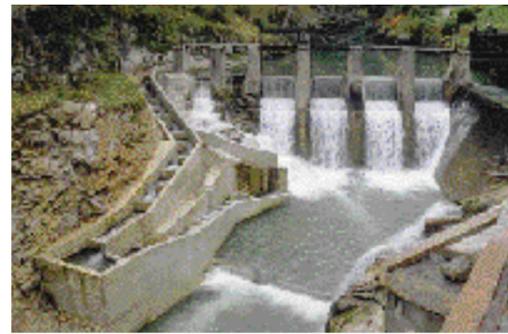


Passe à bassins à échancrures demi-circulaire (photo GHAAPPE).

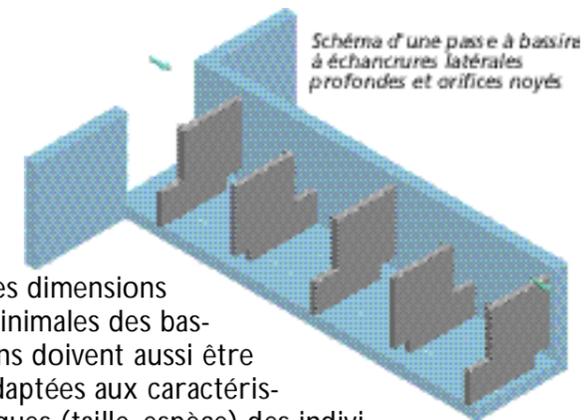
Les bassins sont dimensionnés de manière à assurer dans chaque bassin une dissipation totale de l'énergie acquise au niveau de la chute amont du bassin. Les volumes des bassins sont donc proportionnels au débit transitant dans l'ouvrage et à la chute entre bassins, de manière à limiter l'agitation et les turbulences dans les bassins. Les chutes entre bassins sont choisies avant tout en fonction des capacités de nage ou de saut des espèces concernées, elles sont généralement comprises entre 0,15 et 0,40 m.



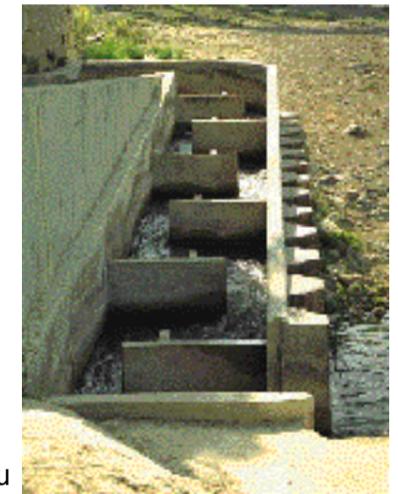
Passe à bassins à échancrures latérales de Joncet sur le Têt (photo D. BARIL, CSP).



Passe à bassins repliée sur elle-même (photo GHAAPPE).

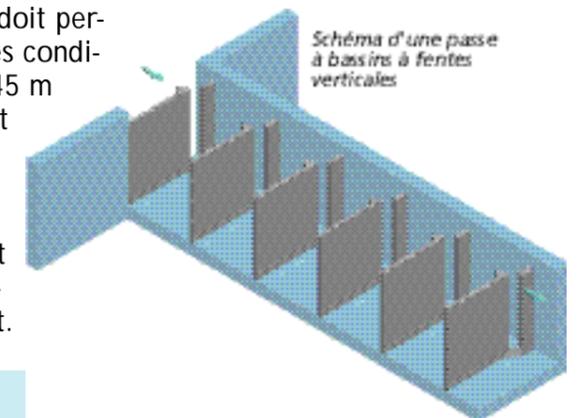


Les dimensions minimales des bassins doivent aussi être adaptées aux caractéristiques (taille, espèce) des individus à faire passer. La longueur des bassins doit être au minimum de 3 fois la longueur du plus grand poisson susceptible de s'y présenter, la profondeur minimale est de l'ordre du mètre pour la plupart des migrateurs amphibiotes alors que des valeurs d'une soixantaine de centimètres peuvent suffire pour les espèces holobiotiques comme la truite.



Passe à bassins à échancrures latérales de Marsillargues sur le Vidourle (photo MRM).

Enfin, la largeur des fentes et des échancrures doit permettre un passage des poissons dans de bonnes conditions : on adopte des largeurs minimales de 0,45 m pour l'aloise, de 0,30 m pour la truite de mer et de lac et 0,20 m pour la truite fario. La pente des passes à bassins est généralement de l'ordre de 1/10 ; elle peut cependant atteindre 1/7 à 1/5 pour une passe à truites à faible débit située sur le haut d'un bassin, et descendre en dessous de 1/15 pour les ouvrages à gros débit.



#### Les passes à bassins :

- peuvent être empruntées par toutes les espèces à condition d'adapter le type de communications et la hauteur de chute entre bassins aux capacités de nage et de saut de ces espèces,
- supportent des variations de niveau amont comme de niveau aval sans nécessiter d'intervention à condition d'adapter le type de communications entre bassins à ces variations,
- peuvent être implantées sur tous types de cours d'eau, le débit y transitant pouvant être de quelques dizaines de l/s à plusieurs m<sup>3</sup>/s et leur pente variant de 5 % à plus de 25 %,
- peuvent être implantées sur des seuils de hauteur variable, le nombre de bassins n'étant pas limité,
- doivent souvent voir leur attractivité renforcée par un débit d'attrait complémentaire,
- présentent un coût relativement élevé,
- nécessitent une surveillance régulière, le colmatage de la prise d'eau de la passe, l'obstruction d'une fente ou le comblement d'un bassin pouvant interdire la remontée des poissons.

- Passe à seuils successifs

Le principe de ce type de passe est identique à celui des passes à bassins : il consiste à diviser la hauteur à franchir en plusieurs petites chutes de moindre hauteur. La largeur de ce type de passe est cependant bien plus importante. Sa pente est généralement comprise entre 1/10 et 1/20.



Passe à seuils successifs à échantures triangulaires de Codolet sur la Cèze (photo MRM).

De manière à être adapté aux variations de niveau amont, le profil des seuils est généralement triangulaire. En effet, en étiage, le débit transitant dans la passe est concentré au milieu du seuil triangulaire et la passe se comporte alors comme une passe à bassins à échantures, le franchissement par les poissons devant se faire par saut ou par nage en fonction de la profondeur des échantures ; dans ce cas, l'énergie est entièrement dissipée dans chaque bassin.

En périodes de moyennes et de hautes eaux, le déversement se fait sur la totalité de l'échanture et le poisson est alors susceptible de passer en nageant ; dans ce cas, l'énergie n'est pas dissipée au niveau de chaque bassin et l'écoulement s'accélère de l'amont vers l'aval. C'est pourquoi il convient de limiter généralement ces passes à un maximum de 5 à 6 seuils.

Ces passes présentent pour principal intérêt de rester attractives lorsque le débit augmente. En effet, du fait de la largeur du dispositif, les débits transitant par le dispositif augmentent lorsque le niveau d'eau amont (et par conséquent les débits) du cours d'eau augmente.

Dans le cas d'un niveau amont stable, les seuils pourront être rectangulaires à conditions de les profiler de la même manière que des prébarrages.



Passe à seuils successifs à échantures triangulaires de Saint Martin-d'Ardèche. Le profil en V des parois des bassins associé à une échanture centrale permet de maintenir la passe fonctionnelle pour une grande plage de débits (photos GHAAPE et D. BARIL, CSP).

### Les passes à seuils successifs :

- sont généralement attractives (leur largeur et les débits qui y transitent étant élevés) et le restent lorsque le débit du cours d'eau augmente,
- sont moins sensibles au colmatage que les passes à bassins, leur largeur étant plus importante,
- peuvent être empruntées par toutes les espèces,
- sont adaptées aux variations limitées de niveau amont,
- peuvent être empruntées par les canoës et les kayaks sous certaines contraintes supplémentaires (largeur de la section mouillée suffisante à l'étiage, longueur des bassins d'un minimum de 6 à 7 m...),
- présentent un coût de l'ordre de celui d'une passe à bassins classique,
- sont réservées aux seuils de faible hauteur.

- Passe à ralentisseurs

La passe à ralentisseurs est un canal rectiligne à pente relativement forte (entre 1/10 et 1/5

suivant le type de passe et l'espèce considérée), de section rectangulaire, dans lequel sont installés sur le fond unique-

ment (passes à ralentisseurs de fond

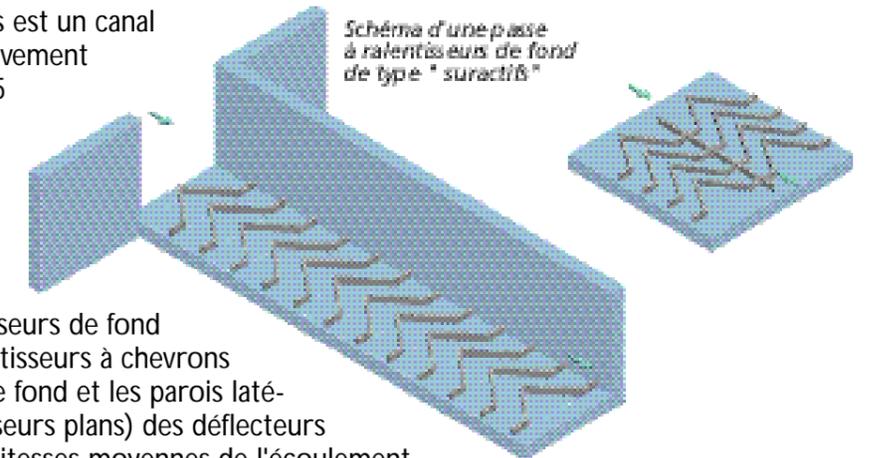
suractifs, passes à ralentisseurs à chevrons

épais) ou à la fois sur le fond et les parois laté-

rales (passes à ralentisseurs plans) des déflecteurs

destinés à réduire les vitesses moyennes de l'écoulement.

Ces déflecteurs, de formes plus ou moins complexes, donnent naissance à des courants hélicoïdaux qui assurent une forte dissipation d'énergie au sein de l'écoulement.

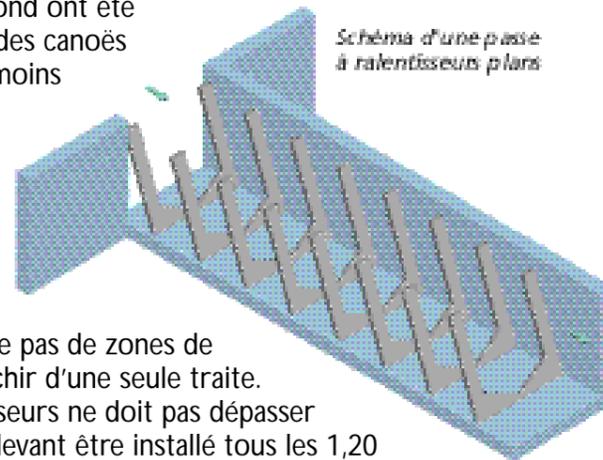


Les passes à ralentisseurs présentent l'inconvénient majeur d'être très sélectives, vitesses, turbulence et aération étant importantes. Ce type de passe n'est franchissable que par les poissons d'eau courante de grande taille comme les salmonidés grands migrateurs, la lamproie marine ainsi que les truites et barbeaux de taille élevée. Elles présentent par ailleurs de nombreux inconvénients. Tout d'abord, la plage de fonctionnement « hydraulique » de ce dispositif est réduite, notamment dans le cas des passes à ralentisseurs disposés uniquement sur le fond : en-dehors de cette plage, les ralentisseurs ne remplissent plus leur rôle. Enfin elles sont très sujettes au colmatage par des branches ou autres corps dérivants.

Passe à ralentisseurs de fond de type chevrons utilisable par les canoës et les kayaks (photo GHAAPE).

Certaines passes à ralentisseurs de fond ont été adaptées pour permettre le passage des canoës et des kayaks : elles sont cependant moins efficaces hydrauliquement (moins de dissipation de l'énergie et vitesses d'écoulement plus élevées) et sont donc réservées aux bons nageurs d'une taille de plus de 40 cm (saumons, truites de mer et lamproies marines).

Une passe à ralentisseurs ne présente pas de zones de repos ; le poisson devra donc la franchir d'une seule traite. C'est pourquoi une volée de ralentisseurs ne doit pas dépasser 6 à 8 m de long, un bassin de repos devant être installé tous les 1,20 à 1,50 m de chute.



#### Les passes à ralentisseurs :

- sont attractives, le jet au pied du dispositif étant très marqué,
- peuvent facilement s'intégrer au niveau d'ouvrages anciens,
- présentent un coût d'installation modéré,
- peuvent, dans le cas de ralentisseurs uniquement sur le fond, être empruntées par les canoës et les kayaks, sous certaines contraintes pour le poisson,
- sont sélectives ; elles ne sont destinées qu'aux salmonidés, aux grands cyprinidés d'eau vive et aux lamproies (poissons bons nageurs d'une taille de plus de 30 cm),
- ne peuvent être implantées que sur des cours d'eau de faible importance,
- ne peuvent être implantées sur des seuils de plus de 1,2 m qu'avec la mise en place d'un ou plusieurs bassins de repos, le dénivelé maximal ne devant pas dépasser 2,5 m,
- sont très sensibles aux variations de niveau d'eau, en particulier dans le cas de ralentisseurs de fond,
- peuvent nécessiter une surveillance constante et un entretien important, ces dispositifs étant très sensibles au colmatage (en particulier les passes à ralentisseurs plans) et les ralentisseurs pouvant être dégradés par les corps dérivants.

#### • Passes à anguilles

La migration de montaison de l'anguille s'opère à des stades très jeunes. Les civelles et anguillettes présentent des capacités de nages réduites, la vitesse de pointe étant de l'ordre de 0,5 m/s. Elles ne peuvent donc que rarement transiter par les dispositifs de franchissement classiquement utilisés pour les autres espèces. Par contre, de par leur morphologie et leur grande flexibilité ventrale, les anguilles peuvent se déplacer par reptation à la condition que le déplacement s'effectue sur un substrat rugueux et humide.



Passe à civelles et anguillettes installée sur le Lez à Montpellier (photo MRM).



Substrat de type brosse utilisé pour les passes à civelles et anguillettes (photo GHAAPE).

Lorsque le seuil présente des irrégularités au niveau de zones maintenues humides sans pour autant être recouvertes par une lame d'eau trop importante, aucun aménagement spécifique n'est nécessaire. Le développement de végétation sur le seuil permet de multiplier les zones propices au franchissement. Un seuil franchissable par conception, très hétérogène dans sa géométrie et ses conditions hydrauliques, ne posera généralement aucun problème de franchissement pour l'anguille.

Sinon, il convient d'aménager une rampe équipée d'un matériau facilitant la progression des anguilles. Les matériaux employés peuvent être d'origine naturelle (cailloux, branchages, bruyère, paille) ou artificielle (brosses, plots en béton...), ce premier type nécessitant un entretien très fréquent et n'ayant qu'une durée de vie limitée. Ce sont essentiellement des substrats de type brosse qui sont utilisés aujourd'hui en France. L'espacement entre chaque faisceau de soies dépend de la taille des individus à faire passer.

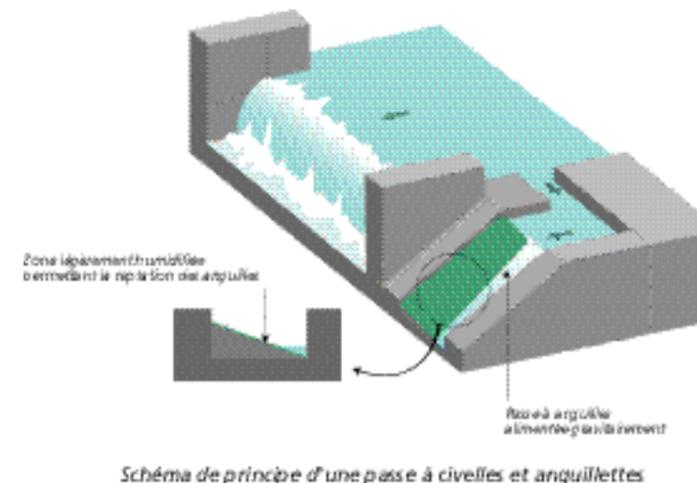
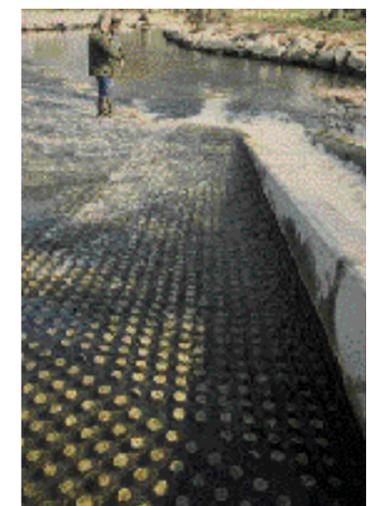


Schéma de principe d'une passe à civelles et anguillettes



Rangées de plots en béton destinées à assurer le passage des anguillettes (photo GHAAPE)

La principale limite de ce type de dispositif est liée aux fluctuations de niveau d'eau amont. Un abaissement de ce niveau est susceptible d'entraîner un assèchement du dispositif alors qu'une augmentation provoque un excès d'alimentation en eau de la rampe ainsi que l'apparition de vitesses d'écoulement excessives. Dans la pratique, on donne aux rampes un dévers latéral de manière à conserver une zone à faible tirant d'eau et à vitesse d'écoulement modérée.



Anguillette évoluant sur un substrat de plots en béton (photo GHAAPE).

La mise en place d'une rampe d'une largeur importante est indispensable pour compenser des variations de niveau d'eau amont élevées. Une autre solution consiste à installer l'extrémité amont de la rampe à une cote supérieure au niveau maximal de la retenue et à assurer l'alimentation du dispositif par pompage et aspersion. Ce dispositif induit cependant des contraintes de maintenance et d'entretien importantes.

De nouveaux substrats moins contraignants et moins coûteux comme des alignements de plots en béton sont en cours d'évaluation.

### 3.2.3 Prise en compte de la migration de dévalaison

La migration de dévalaison peut s'effectuer la plupart du temps sans problème sur les seuils dépourvus de dérivation et de hauteur modérée dans la mesure où le poisson transite dans une lame d'eau suffisante.

Les principaux risques de mortalité à la dévalaison concernent le passage à travers les turbines des usines hydroélectriques. Dans ce cas, il est nécessaire de disposer d'un ou plusieurs exutoires permettant aux poissons de contourner l'obstacle et de regagner sans dommage l'aval du seuil. L'efficacité de ces dispositifs se révèle très sensible à leur implantation et aux conditions hydrodynamiques avoisinantes et elle n'est démontrée que pour certaines espèces (salmonidés principalement).

## 3.3 Conception d'un ouvrage de franchissement

### 3.3.1 Nécessité de compétences pluridisciplinaires

Un ouvrage de franchissement doit répondre à deux impératifs d'égale importance : convenir aux espèces auxquelles il est destiné, être adapté au cours d'eau et au site sur lequel il est installé. La conception d'une passe à poissons relève donc d'une double démarche d'hydrobiologiste et d'hydraulicien. Le recours à des bureaux d'études spécialisés est vivement conseillé ; il permet un gain de temps notable dans l'optimisation du projet et dans l'instruction de la demande d'autorisation.

Faire appel à des personnes et des organismes compétents en la matière représente généralement un gain de temps, un gain d'argent et limite les déboires administratifs et d'ordre réglementaire. Il faut toujours garder en mémoire l'impératif d'efficacité du dispositif de franchissement lié à l'obligation légale de résultats. Tout dispositif qui ne remplira pas cette obligation, aussi coûteux soit-il, sera considéré comme insatisfaisant aux yeux des services chargés de la police de l'eau et de la pêche.

C'est pourquoi, pour les situations complexes, une réunion préliminaire sur le site en présence du permissionnaire, du bureau d'études, du service instructeur et de la délégation régionale du CSP est indispensable.

### 3.3.2 Les critères de choix du dispositif

Dans tous les cas, l'option de la suppression de l'obstacle est à envisager en priorité. Le fait qu'un savoir-faire soit disponible en matière de rétablissement de la circulation des migrateurs ne doit pas laisser penser qu'on peut sans problème multiplier les barrages et les aménagements. La passe à poissons la mieux conçue et la plus attractive induira toujours un retard de migration. L'effet cumulatif des aménagements sur un cours d'eau peut très vite atteindre des proportions non compatibles avec le maintien d'une population de migrateurs.

Dans le cas où l'effacement de l'obstacle n'est pas possible, la solution retenue devra respecter les règles fondamentales suivantes :

- **L'ouvrage de franchissement doit être adapté aux espèces dont on veut assurer les migrations**

Il convient de s'assurer que les espèces-cibles et les tailles des individus dont on doit assurer la migration sont bien identifiées. Le type et les caractéristiques du dispositif de franchissement devront être compatibles avec les exigences biologiques de ces individus. Certaines passes sont en effet très spécifiques ; c'est notamment le cas des passes à civelles et anguillettes. De même, les passes à ralentisseurs sont réservées aux salmonidés et aux lamproies.

- **L'ouvrage de franchissement doit être adapté aux débits du cours d'eau en période de migration**

Le dispositif de franchissement prévu doit être fonctionnel dans les conditions hydrologiques rencontrées au moins pendant 90% de la période de migration. Cette plage de fonctionnement peut être variable suivant les cours d'eau, mais l'expérience montre sur les grands axes de migration où plusieurs espèces migratrices sont concernées qu'elle s'étend le plus souvent de l'étiage jusqu'à un débit maximum de l'ordre du double ou du triple du module du cours d'eau. En effet, lors des crues, les poissons interrompent en général leur migration pour s'abriter dans des zones calmes.

- **L'ouvrage de franchissement doit être adapté aux variations de niveaux**

La plage de débits du cours d'eau dans laquelle la libre circulation doit être assurée étant arrêtée, les niveaux d'eau correspondants à l'amont comme à l'aval de l'ouvrage doivent être déterminés. La connaissance de ces niveaux dans différentes conditions de débit est indispensable au calage en altitude de l'ouvrage de franchissement et à son dimensionnement.

Si aucune donnée de niveau amont et aval n'est disponible pour l'obstacle à équiper d'un dispositif de franchissement, il faudra relever ces niveaux au moins pour les valeurs extrêmes de la plage de débit retenue. L'enregistrement en continu des niveaux d'eau à l'amont et à l'aval du seuil pendant des durées pouvant aller jusqu'à un an peut s'avérer nécessaire.

Comme indiqué précédemment, les différents types d'ouvrages sont plus ou moins sensibles aux variations de niveau d'eau amont et aval. Dans le cas d'une variation de

niveau amont non négligeable, les passes à ralentisseurs de fond sont à éviter et les rivières de contournement devront être équipées d'un organe de régulation des débits entrant dans le dispositif.

• **L'ouvrage de franchissement doit être adapté au transport solide dans le cours d'eau**

Dans le cas d'un transport solide important (galets et blocs), on évitera les passes à ralentisseurs ou les passes dont les bassins trop profonds risqueraient de s'engraver. Par ailleurs, il faut éviter d'installer la sortie d'une passe à poissons dans une zone d'engrèvement où elle risquerait de s'obstruer rapidement.

• **L'ouvrage de franchissement doit être adapté aux contraintes topographiques**

Le choix d'un type de passe peut être imposé par des contraintes topographiques sur un site exigu. Une passe à ralentisseurs par exemple doit être constituée de parties rectilignes, les changements de direction ne pouvant avoir lieu qu'au niveau de bassins de repos. Ce type d'ouvrage requiert donc un développement conséquent en longueur. La passe à bassins est quant à elle plus facile à intégrer à l'ouvrage, les bassins pouvant être repliés et agencés pour s'adapter au terrain.

• **L'ouvrage de franchissement doit être adapté à la dénivellation à franchir**

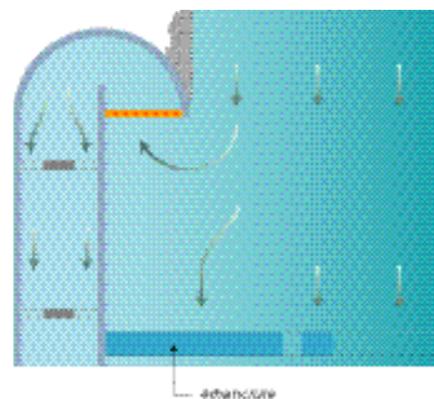
Les passes à ralentisseurs sont réservées aux seuils de hauteur modérée, les prébarrages ne pouvant être implantés qu'au niveau de petits obstacles de moins de 1,5 m.

• **L'ouvrage de franchissement doit laisser transiter des débits suffisants et doit être adapté à ces débits**

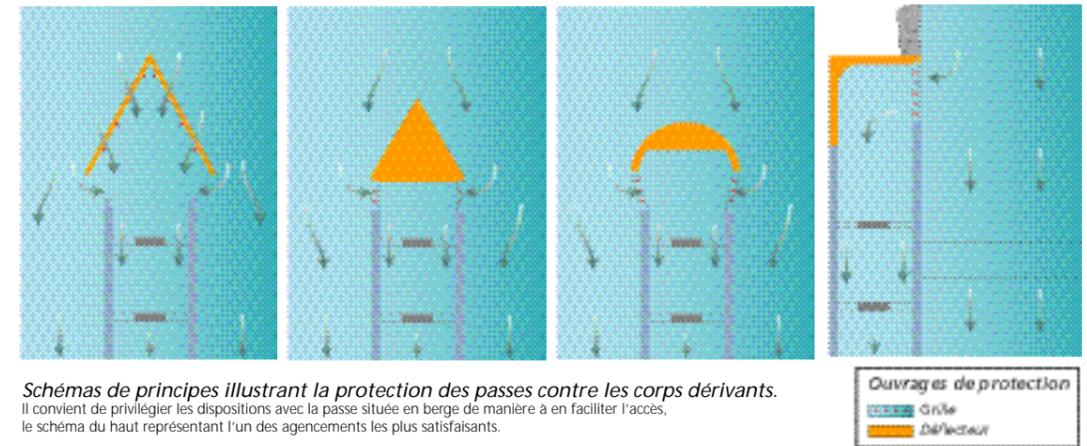
Les débits transitant dans les dispositifs de franchissement doivent attirer et permettre le passage des migrateurs. Le débit réservé est disponible en partie ou en totalité pour le fonctionnement des dispositifs de franchissement. Si ce débit réservé s'avère insuffisant à l'obtention d'une efficacité acceptable du dispositif de franchissement, un débit supplémentaire pourra être utilisé de manière à satisfaire l'obligation légale de résultat de la passe à poissons.

Le débit dans le dispositif de franchissement doit être à l'échelle des débits du cours d'eau. C'est pourquoi il est très variable d'un aménagement à l'autre. Ce débit, lorsqu'il est faible (quelques dizaines de l/s) ou au contraire très important (plusieurs m<sup>3</sup>/s) devient incompatible avec certains types de dispositifs.

• **L'ouvrage de franchissement doit nécessiter l'entretien le moins contraignant possible**



Parmi les solutions retenues, le choix définitif doit se porter vers le dispositif de franchissement nécessitant le moins d'entretien. Le coût d'entretien doit être pris en compte car il peut représenter un budget important à long terme. Il constitue un critère à ne pas négliger dans le choix du type d'aménagement. On attachera une attention toute particulière aux risques de colmatage, d'obstruction et d'engrèvement qui entraînent des interventions fréquentes et coûteuses, et on choisira un type d'ouvrage, une configuration et une implantation propres à faciliter la maintenance.



Schémas de principes illustrant la protection des passes contre les corps dérivants. Il convient de privilégier les dispositions avec la passe située en berge de manière à en faciliter l'accès, le schéma du haut représentant l'un des agencements les plus satisfaisants.

Si elle se justifie, 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. Quel que soit le système de protection prévu, on veillera à rendre le passage aisément accessible pour faciliter les opérations d'entretien et de réparation. A cet égard, les passes situées en rive sont préférables à celles implantées dans le corps même du seuil.

**L'entretien des passes à poissons**

L'expérience acquise après une quinzaine d'années montre que l'entretien des passes à poissons est, avec le manque d'attractivité, l'un des problèmes majeurs rencontrés sur le terrain : colmatage par les embâcles, les souches, par le transport solide, ... C'est la raison pour laquelle on privilégiera d'abord l'effacement des ouvrages, ensuite des solutions telles que les seuils franchissables par conception et de façon générale les dispositifs comportant des passages hydrauliques larges moins susceptibles de se colmater.

• **L'ouvrage de franchissement doit être accessible facilement et en toute sécurité**

De manière à faciliter une surveillance et un entretien régulier, les propriétaires de l'ouvrage aussi bien que les services de l'Etat chargés de la police de l'eau et de la pêche devront pouvoir se rendre sans difficultés au niveau des obstacles et des dispositifs de franchissement. Dans ce but, il convient de :

- Prévoir un chemin d'accès au seuil, si possible en véhicule, sans quoi les visites d'entretien seront plus contraignantes. Si le dispositif de franchissement est construit en rive, il convient de prévoir l'accès de ce côté,
- Prévoir un accès facile et en toute sécurité aux éléments à entretenir : installation d'une passerelle d'accès si le dispositif de franchissement n'est pas construit en berge, mise en place de rambardes, de caillebotis et autres dispositifs garantissant une évolution sans risque des personnes au niveau des différents éléments de la passe,
- Avoir en permanence sur place le matériel nécessaire au nettoyage (râteau, balais, fourche, ...).

Les seuils franchissables par conception répondent généralement à la totalité de ces règles fondamentales. Lorsque la construction d'un dispositif de franchissement s'impose, on s'orientera vers les solutions les plus rustiques limitant les problèmes d'entretien comme les rivières de contournement, voire les prébarrages.

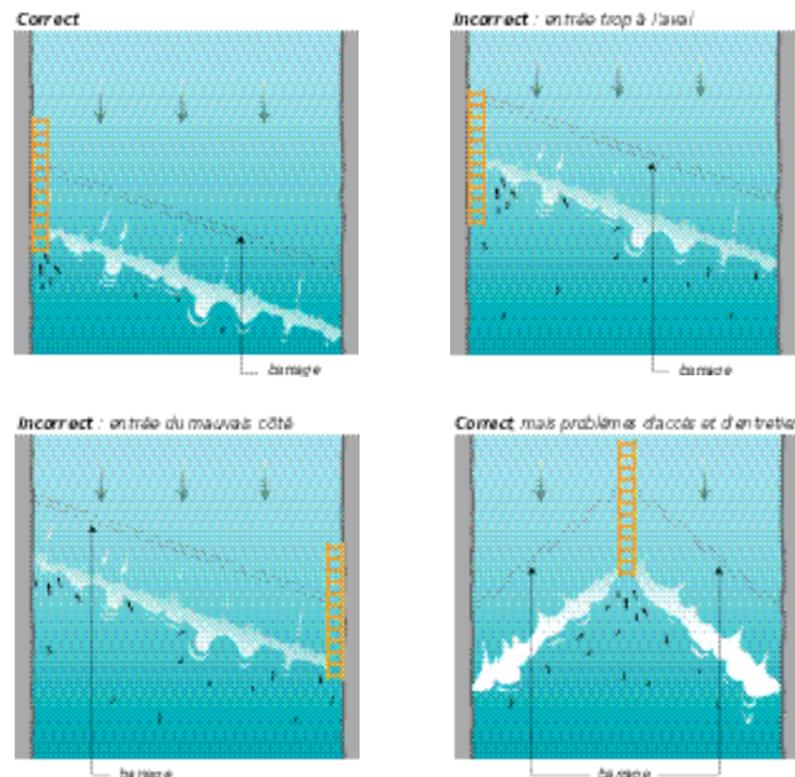
Le choix du dispositif de franchissement étant fait, l'efficacité de ce dernier dépend encore de la conception de celui-ci.

**Neuf règles** guident le choix de l'ouvrage de franchissement. Ce dispositif doit :

- être adapté aux espèces dont on veut assurer les migrations
- être adapté aux débits du cours d'eau en période de migration
- être adapté aux variations de niveaux
- être adapté au transport solide dans le cours d'eau
- être adapté aux contraintes topographiques
- être adapté à la dénivellation à franchir
- laisser transiter des débits suffisants et être adapté à ces débits
- nécessiter l'entretien le moins contraignant possible
- être accessible facilement et en toute sécurité

### 3.3.3 Implantation des ouvrages de franchissement

Pour qu'une passe à poissons puisse être efficace, il est nécessaire que le migrateur en trouve l'entrée. Le problème ne se pose donc pas pour un seuil franchissable par conception, le poisson pouvant passer en amont en franchissant l'obstacle sur une grande partie de sa largeur.



Schémas illustrant l'implantation d'une passe dans le cas d'un obstacle oblique

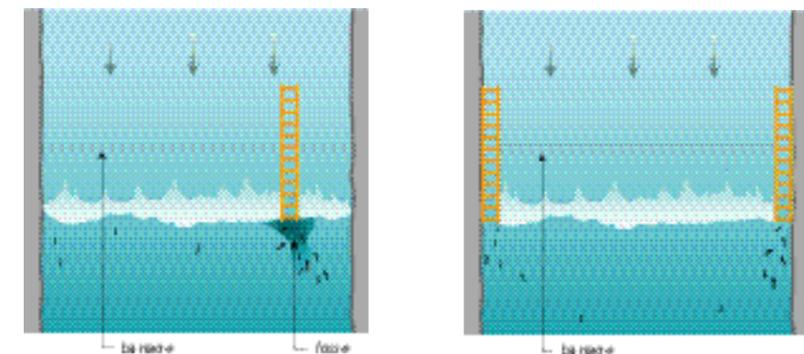
Dans le cas d'une passe classique ou d'une rivière de contournement, l'entrée du dispositif ne représente généralement qu'une largeur réduite comparée à celle de l'obstacle et est alimentée par un débit ne constituant qu'une fraction limitée du débit total du cours d'eau ; le seul stimulus actif utilisé 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 de ses entrées, aux conditions hydrodynamiques (débits, vitesses, lignes de courant) au voisinage de ces entrées, qui ne doivent être masquées ni par des turbulences et écoulements à fortes vitesses, ni par des zones d'eaux mortes. L'efficacité sera aussi liée au comportement migratoire du poisson et à ses facultés d'exploration au pied de l'ouvrage.

L'implantation des dispositifs de franchissement en rive ou à proximité des rives est la plupart du temps préférable 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 plus, un tel emplacement s'avère préférable pour des questions de facilité d'accès indispensable au contrôle, à la surveillance et à l'entretien de ces dispositifs.

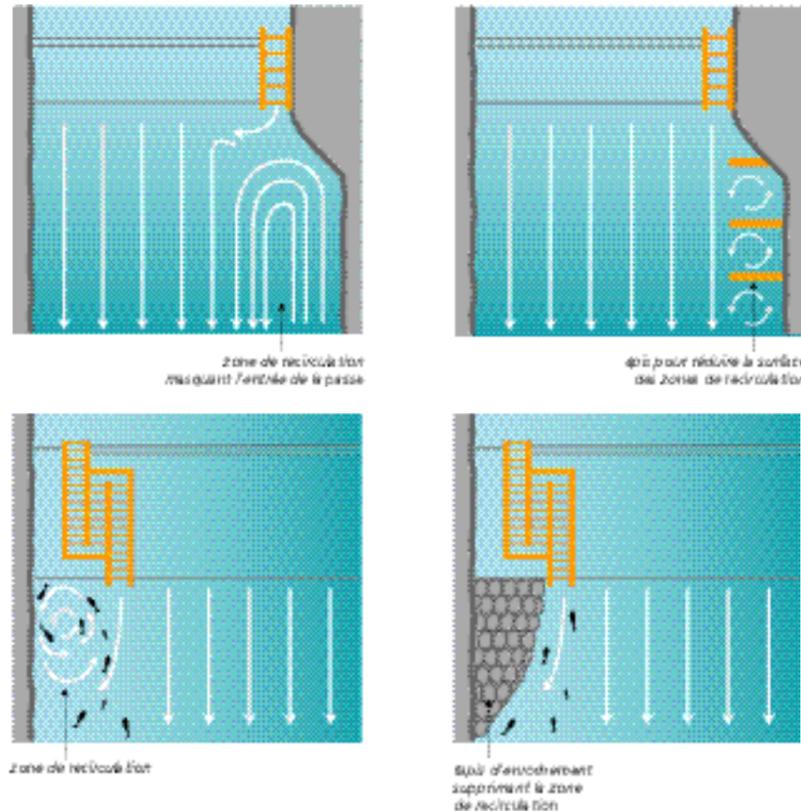
De façon générale, même si les zones de regroupement varient selon les espèces, le poisson a tendance à remonter dans le courant le plus à l'amont possible, jusqu'à ce qu'il soit arrêté par une chute d'une hauteur infranchissable ou par des courants ou des turbulences trop violents. Sur un obstacle très incliné par rapport à l'axe du cours d'eau, il conviendra donc d'implanter le dispositif de franchissement dans la partie amont de l'ouvrage et d'installer l'entrée de la passe le plus près possible du point ou de la ligne de plus haute remontée du migrateur.

Dans le cas d'un obstacle en V, la passe devrait plutôt être installée au milieu du déversoir, un dispositif d'accès à la passe étant alors mis en place. Cette disposition n'est cependant pas forcément satisfaisante pour toutes les espèces, certains migrateurs fréquentant préférentiellement les rives.



Schémas illustrant l'implantation d'une passe dans le cas d'un obstacle perpendiculaire à l'axe d'écoulement

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, 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 principal. Cependant, pour un obstacle d'une grande largeur, il conviendra le plus souvent d'installer un dispositif de franchissement de chaque côté de l'ouvrage.



Schémas illustrant des modifications de la morphologie et des écoulements au niveau du lit en aval de l'obstacle

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. Ceci est par exemple effectué en supprimant une éventuelle zone de recirculation dans laquelle les poissons sont susceptibles de rester piégés à l'aide d'épis convenablement disposés ou grâce à un tapis en enrochements.

### 3.3.4 Estimation de coûts des passes à poissons

Une étude statistique relativement ancienne (datant de décembre 1992) a été réalisée sur le coût des passes à bassins et passes à ralentisseurs uniquement. Dans l'attente d'une nouvelle étude plus complète qui devrait être publiée en 2001, les résultats de 1992 ont été actualisés en tenant compte de l'évolution de l'indice TP02 (travaux en rivière).

Le coût d'une passe peut être évalué en fonction du volume interne du génie civil, c'est-à-dire du volume représenté par le produit de la largeur intérieure, la longueur et la profondeur moyenne de la structure de la passe.

Il est également possible d'estimer de manière plus approximative le coût en fonction de la chute maximale (H) et du débit (Q) transitant dans l'ouvrage :

$$C = KHQ$$

avec :

C : coût de la passe en F (HT)

H : chute maximale (en m) en étiage

K : coefficient de coût

Q : débit (m<sup>3</sup>/s) dans la passe en étiage

### • Coût des passes à bassins successifs

Dans le cas des passes à bassins, le volume interne du génie civil défini pour estimer le coût d'un ouvrage comprend :

- le volume de tous les bassins, c'est-à-dire de la passe proprement dite,
- le volume nécessaire à la prise, au transit et à la dissipation du débit complémentaire d'attrait,
- le volume nécessaire au piégeage et/ou à la visualisation du poisson.

Seul le volume « utile » des bassins (volume d'eau dans les bassins en étiage) est très tôt et facilement prévisible sur un aménagement donné : il est proportionnel à la chute maximale au niveau de l'obstacle (observée généralement en étiage) et au débit transitant dans la passe. Ce volume est déterminé de telle sorte que la puissance dissipée volumique ne dépasse 150 à 200 watts/m<sup>3</sup>.

Il convient cependant d'y ajouter :

- un volume correspondant à la prise en compte des fluctuations du niveau d'eau de part et d'autre de l'ouvrage en période de migration (d'une importance très variable suivant les cours d'eau et les obstacles),
- un volume correspondant à la revanche destinée à éviter le débordement de la passe,
- un volume supplémentaire, qui peut être aussi très variable, imposé par la topographie du site et le tracé de la passe.

Le coût moyen (coût HT) obtenu à partir d'un échantillon d'une centaine de passes à bassins est d'environ 4 200 F/m<sup>3</sup>. La variabilité de ce coût unitaire est cependant assez grande : il peut varier de moins de 2 400 F/m<sup>3</sup> à plus de 7 100 F/m<sup>3</sup> pour certains ouvrages.

La grande majorité des coûts rentrant dans l'étude statistique sont afférents à des dispositifs de franchissement construits sur des obstacles existants. Les coûts unitaires les plus faibles observés sont relatifs aux passes construites en même temps que l'usine ou le barrage.

En estimant le coût d'une passe à bassin d'une manière plus grossière à partir de la chute maximale et du débit transitant dans l'ouvrage, il apparaît que la valeur moyenne du coefficient K est de 578 000 F par mètre de chute et par m<sup>3</sup>/s de débit. Il est susceptible de varier de 177 000 F à plus de 1 180 000 F suivant les conditions d'installation de la passe.

### • Coût des passes à ralentisseurs

Les statistiques portant sur une cinquantaine de passes à ralentisseurs donnent un coût unitaire moyen de 12 500 F/m<sup>3</sup>. Comme pour les passes à bassins, la variabilité est cependant assez grande et tient le plus souvent aux conditions spécifiques d'implantation de certains ouvrages.

L'estimation du coût des passes à ralentisseurs est également possible à partir de la chute maximale et du débit transitant dans l'ouvrage. La valeur moyenne du coefficient K est de 318 000 F par mètre de chute et m<sup>3</sup>/s de débit. Il est susceptible de varier de 118 000 F à plus de 943 000 F suivant les ouvrages.

# 4 LES PHASES DE REALISATION DU PROJET DE PASSE A POISSONS

## 4.1 Phase préliminaire d'orientation du projet : l'Avant-Projet Sommaire ou APS

Ce document a pour vocation essentielle de présenter les différentes stratégies possibles de réouverture à la libre circulation en suivant la logique du diagramme décisionnel présenté au préalable page 19. Chacune des solutions envisageables devra être portée sur un plan. Le but ultime de l'APS est de permettre de dégager la ou les solutions les mieux adaptées aux besoins des espèces migratrices.

Une visite préliminaire sur le terrain réunissant le permissionnaire, le bureau d'étude en charge de l'APS ainsi que le service instructeur est très utile afin de prendre connaissance des contraintes liées au site et de pré-orienter le projet. Il est important que la consultation entre le bureau d'étude et le CSP se mette en place dès le début de cette phase préliminaire au projet afin de limiter les déboires d'ordre administratifs et réglementaires.

L'APS doit mentionner les éléments suivants.

- Descriptif du contexte du projet de l'aménagement comprenant :
  - la situation administrative du seuil (propriétaire, droit d'eau, ...), ses caractéristiques ainsi que celles des ouvrages qui lui sont associés (dérivation, usine hydroélectrique, ...),
  - les aspects réglementaires relatifs au cours d'eau (cours d'eau classé, arrêté d'espèces, ...),
  - une justification de l'opportunité du maintien, de la restauration ou de la construction d'un ouvrage constituant un obstacle à la migration,
  - l'usage de l'ouvrage à aménager (usage initial du seuil, usage actuel), son impact sur l'amont et l'aval, sa valeur patrimoniale, historique et économique, son impact paysager, ses contraintes de gestion et d'entretien,
  - les solutions alternatives à cette restauration ou construction,
  - des éléments de la biologie piscicole, en particulier la liste des espèces migratrices présentes et les effectifs actuels ou potentiels.
- Présentation des données techniques déterminant le choix de l'aménagement :
  - périodes de migration des espèces piscicoles présentes,
  - données sur l'hydrologie du cours d'eau (crues, étiages, débits mensuels, hydrologie en période de migration),
  - caractéristiques de l'ouvrage (plan général, cotes de crête et de radier du seuil, topographie du lit),
  - plage de débit retenue dans laquelle l'ouvrage devra rester franchissable et cotes de la ligne d'eau amont et aval correspondantes.

- Descriptif des différentes solutions envisageables exposant leurs avantages et inconvénients et les raisons du choix de la ou des solutions préconisées.

Ce choix de la solution (effacement du seuil, seuil franchissable par conception, dispositif de franchissement...) devra être justifié par des considérations biologiques, techniques et économiques.

- Dossier de la ou des solutions préconisées comprenant :
  - positionnement du dispositif et plan de situation,
  - vues schématiques en plan et en coupe de l'ouvrage à construire,
  - simulation de son fonctionnement,
  - coût approximatif du projet.

Une fois l'APS établi par le bureau d'étude en charge de ce dossier, il est soumis au propriétaire d'ouvrage. Ce dernier a tout intérêt à faire suivre par l'Administration le dossier de projet de passe à poissons tout au cours de la procédure et dès cette étape à faire approuver l'APS par les services instructeurs concernés (DDE, DDAF, MISE) qui sollicitent alors l'avis du CSP.

## 4.2 Phase de mise en projet : l'Avant-Projet Détaillé

Sur la base de la solution d'ensemble retenue dans l'APS, approuvée par le propriétaire du seuil et visée par les services instructeurs, l'APD porte sur l'approfondissement de la solution d'ensemble ainsi que sur l'estimation des dépenses d'exécution. Il arrête toutes les options architecturales, techniques, financières et de gestion et permet au maître d'œuvre d'établir les plans d'exécution.

Ce document est constitué d'un dossier technique présentant les différents plans utiles ainsi que d'un mémoire nécessaire entre autre à la compréhension de ce dossier technique. L'APD doit donc comporter :

- une description précise du ou des ouvrages à réaliser (emplacement, caractéristiques géométriques, calage amont et aval, principes de construction, fondations, nature et qualité des matériaux à employer, dispositifs de protection, circuit d'adduction complémentaire de débit, conditions d'accès, ...) sans oublier les éventuelles réalisations annexes comme un local technique, une passerelle d'accès, un organe évacuateur des crues...
- une simulation du fonctionnement hydraulique des ouvrages (indication des chutes, débits, vitesses dans l'ouvrage, niveau amont et aval de l'ouvrage en fonction des fluctuations de débit du cours d'eau dans la plage de débit retenue),
- une étude de la stabilité de l'ouvrage en fonction de différents scénarios de crues,
- une indication des modes d'exploitation de l'ouvrage, le cahier des charges de la gestion et de l'entretien du dispositif de franchissement, les possibilités de contrôler son efficacité,
- une indication des modes de construction, des liaisons avec les ouvrages existants, des dates et délais prévisionnels d'exécution des travaux, la période de réalisation des travaux devant tenir compte des contraintes hydrauliques et piscicoles liées entre autres à la période de hautes eaux et à la reproduction des poissons, des modalités d'installation du chantier et de son accès, des mesures de protection du chantier,

- un dossier technique ou dossier de plan comprenant les plans de situation, plan du seuil avant travaux, plan d'ensemble et de disposition générale du seuil et du dispositif de franchissement à réaliser, les vues en plan, élévations et coupes de ce dispositif, les détails d'éléments particulièrement importants comme la prise d'eau de l'ouvrage, l'organe de protection, l'entrée pour les poissons...
- une évaluation précise des dépenses de réalisation détaillée par ensembles techniquement cohérents, mais aussi des coûts afférents à l'exploitation, la surveillance et l'entretien du dispositif.

Dans l'hypothèse du démantèlement de l'obstacle, un document d'incidence sera réalisé, évaluant l'impact de l'effacement total ou partiel du seuil ou de la construction d'un ouvrage de franchissement sur le cours d'eau et les zones avoisinantes. Les effets possibles de l'arasement du barrage et de l'abaissement du niveau d'eau sur le niveau de la nappe, sur la stabilité du lit et des berges, et sur la ripisylve devront être évalués ; les prescriptions techniques relatives aux travaux d'accompagnement du démantèlement devront être définies et prises en compte dans les coûts : procédures d'ouverture, stabilisation des berges en amont, traitement des banquettes, des vases, enlèvement des embâcles. Les effets seront généralement d'autant plus limités que la hauteur du seuil est faible. Les aspects réglementaires du devenir des droits d'eau devront aussi être traités.

Comme pour l'APS, le propriétaire a tout intérêt à faire approuver l'APD par les services administratifs concernés. Suite à cette démarche, plusieurs points peuvent être modifiés ou approfondis en fonction des différentes remarques. Dans ce cas, une nouvelle consultation sera alors prévue.

Dans le cas de petits projets, l'APS et l'APD peuvent ne faire l'objet que d'un seul document : l'avant-projet.

### 4.3 Phase de mise en travaux : le Projet

Le Projet est un dossier présentant les études de détail relatives à l'exécution des ouvrages sur la base de l'APD visé par l'administration. Ces études ont pour but essentiel la détermination complète :

- des dispositions architecturales et techniques du ou des ouvrages à réaliser,
- des caractéristiques fonctionnelles, dimensionnelles et de position des détails du ou des ouvrages,
- du choix des matériaux et équipements,
- du calendrier général de la réalisation,
- de l'estimation des ouvrages.

Ce dossier doit entre autres contenir les documents suivants :

- Spécifications Techniques Détaillées (STD), comprenant notamment les schémas fonctionnels, notes techniques, notes de calcul dont l'établissement précède et commande les plans d'exécution,
- Plans d'exécution des ouvrages (PEO), définissant concurremment avec les spécifications techniques détaillées les travaux des divers spécialistes,
- Dossier de consultation des entrepreneurs (DCE).

### 4.4. Phase de travaux

#### 4.4.1 Mesures préalables au chantier

Les travaux de réalisation d'une passe à poissons sont soumis à autorisation. Cette autorisation peut être délivrée :

- soit au titre de l'article L.232-3 du Code Rural par le service chargé de la police de la pêche,
- soit par arrêté préfectoral au titre de l'article 20 de la Loi sur l'Eau (relatif aux travaux temporaires) après examen du dossier de demande d'autorisation (comprenant un document d'incidences) par le Comité Départemental d'Hygiène (CDH).

Le dossier de demande d'autorisation devra comprendre notamment l'ensemble des mesures correctives et préventives nécessaires à la préservation des milieux aquatiques lors de la conduite du chantier à savoir :

- périodes de travaux vis à vis des espèces sensibles,
- pêches de sauvegarde des populations piscicoles en cas de dérivation,
- isolement du chantier,
- conditions de circulation des engins,
- gestion des matières en suspension (M.E.S.) telles que les laitances de béton, ...
- prévention des risques de pollution (autres que M.E.S.) liés à l'entretien des engins, ...

Les mesures compensatoires visant à restaurer les pertes de fonctionnalité éventuelles consécutives aux travaux pourront être proposées.

Il convient également de s'assurer de la maîtrise foncière du maître d'ouvrage et, le cas échéant, que le propriétaire riverain accepte sur son terrain l'implantation de la passe, les nuisances de chantier ainsi que les servitudes de passage pendant le chantier mais aussi après, pour l'entretien, le contrôle et le suivi du dispositif de franchissement.

Enfin, il faut absolument vérifier que les plans de l'entrepreneur soient identiques à ceux visés par l'Administration. On rappelle qu'en aucun cas, les travaux ne peuvent débuter avant l'approbation respective des différentes administrations.

#### 4.4.2 Installation du chantier

Le choix de la date des travaux devra reposer sur une estimation de leur durée prévisible et retenir une période présentant la garantie de débits modérés. On cherchera de plus à s'assurer que l'entreprise de gros œuvre présente la disponibilité nécessaire et des moyens matériels suffisants pour réaliser les travaux dans les délais prévus.

Une attention particulière doit être apportée aux problèmes de batardage et de mise hors d'eau du chantier. L'expérience montre que les tentatives d'économie sur ce poste se soldent généralement par un surcroît de dépenses hors de mesure ou par une réalisation non conforme de l'ouvrage. Il conviendra donc d'estimer avec précision les besoins de mise hors d'eau et de protection du chantier, les difficultés d'accès ou de prélèvement de matériaux sur place et de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour le bon déroulement des travaux.

Des garanties particulières peuvent être demandées aux entrepreneurs, telles que la prise en compte des risques de crues par une assurance ou l'intervention de pénalités de retard pour la totalité ou certaines phases du chantier.



Début des travaux de la passe à seuils successifs de Codolet sur la Cèze après la mise hors d'eau du chantier (photo MRM).



Avancement des travaux de la passe à seuils successifs de Codolet sur la Cèze (photo MRM).

#### 4.4.3 Suivi de chantier

Le suivi de chantier peut être effectué par différents acteurs. Sur les petits projets, il peut être à la charge d'un des services instructeurs concernés (DDAF, DDE, CSP). Sur les projets conséquents, le maître d'œuvre peut assurer ce suivi s'il en a les compétences ; sinon, ce dernier est confié à des entreprises ou des bureaux d'études spécialisés.

La maîtrise d'œuvre pour les chantiers de passes à poissons est équivalente à celle de tout ouvrage d'art en rivière de même importance et doit faire appel aux mêmes moyens : elle ne sera pas détaillée ici et on se limitera à signaler la nécessité de contrôler la qualité des matériaux, la fiabilité des matériels hydromécaniques, l'ancrage aux ouvrages existants, de vérifier certaines cotes ou niveaux essentiels comme les radiers, les communications entre bassins... Il conviendra de veiller à ce que ni l'implantation de la passe ni les méthodes constructives utilisées ne mettent en péril la stabilité des ouvrages et ne constituent une entrave aux crues lors des travaux.

Des visites périodiques par un technicien familier du fonctionnement et des critères de conception des passes à poissons devront être programmées aux stades les plus importants du chantier : à la fin des démolitions ou des fouilles, à la mise en place du ferrailage des fondations et des radiers, à la fin de coffrage, avant mise en œuvre du béton de gros œuvre et au moment du décoffrage et des travaux de finition.

#### 4.4.4 Contrôle de fin de chantier

Le maître d'ouvrage doit tenir informé le service de la Police des Eaux de l'achèvement des travaux afin de procéder au contrôle de fin de chantier et au récolement de l'ouvrage.

La réception de l'ouvrage se fera hors d'eau pour procéder à une vérification générale des niveaux de génie civil. Elle inclura une mise en eau de l'aménagement et une vérification de son fonctionnement hydraulique. Elle doit absolument avoir lieu avant que l'entreprise ne replie le chantier.

Un pré-récolement doit être réalisé : vérifier avec l'entrepreneur toutes les caractéristiques géométriques de la passe au centimètre près, en particulier celles essentielles au bon fonctionnement hydraulique de l'ouvrage comme les cotes des échancrures, des radiers, du haut des cloisons ou des murs, ...

Les finitions de l'ouvrage doivent éviter aux migrateurs de se blesser, notamment au niveau des raccordements aux ouvrages existants, des organes métalliques et des arêtes qui devront être arrondies ou chanfreinées. Toutes les parties saillantes (pointes, ferrailles, coulures de béton, ...) devront être supprimées.

Il convient également de s'assurer que tous les éléments sont en place et sont fonctionnels (rainures de batar dage dépourvues de corps étrangers, présence de l'organe de protection contre les corps dérivants, moyens d'accès au dispositif pour son entretien et son contrôle, ...).

La mise en eau ne doit s'effectuer que lorsque tous les points de contrôle ont été effectués et les anomalies supprimées. Après la mise en eau du dispositif, il est fréquent que des compléments de réglages soient nécessaires comme l'ajustement de certaines échancrures avec des rehausses.

Une attention particulière doit être portée à la suppression des batardeaux et à la remise en eau de la zone de chantier de façon à éviter des nuisances à la rivière ; dans ce but, tous les matériaux excédentaires devront être retirés de la zone de chantier avant la remise en eau.

Un plan de récolement doit alors être établi par un géomètre expert. Ce plan sera distribué aux différents services administratifs concernés et servira de document de référence relatif au descriptif de l'ouvrage réalisé.

#### Financement

La mise en conformité des ouvrages est à la charge des exploitants (« sans indemnité »). Mais le recours au financement public peut être envisagé : contrat Etat-Région, contrat « Retour aux sources » (contrat entre partenaires publics portant sur un ensemble d'opérations visant à favoriser le retour des poissons migrateurs), aides de l'Etat ou de l'Europe.

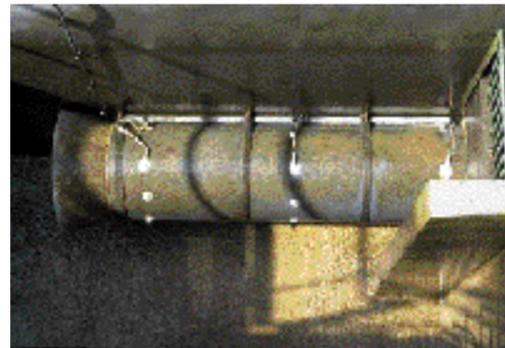
Les aides financières apportées par l'Agence de l'Eau dans le cadre de son 7<sup>e</sup> programme d'intervention (1997-2001) sont conditionnées par l'intégration des aménagements projetés au sein d'un programme global et cohérent de préservation ou de restauration de la qualité des milieux aquatiques et de protection ou reconquête, en quantité et qualité, de la ressource en eau.

# 5 CONTRÔLE DE LA SOLUTION DE L'EFFICACITÉ RETENUE

L'obligation de résultat en matière de libre circulation du poisson imposée par la législation débouche sur la notion d'efficacité des passes à poissons, souvent délicate à définir. Le problème de l'évaluation du résultat ne se pose évidemment plus lors de l'effacement de l'ouvrage.

L'efficacité s'exprime en termes à la fois de pourcentage de la population franchissant l'obstacle et de retard à la migration, c'est-à-dire en durée que met la population ou la fraction de la population à franchir l'obstacle.

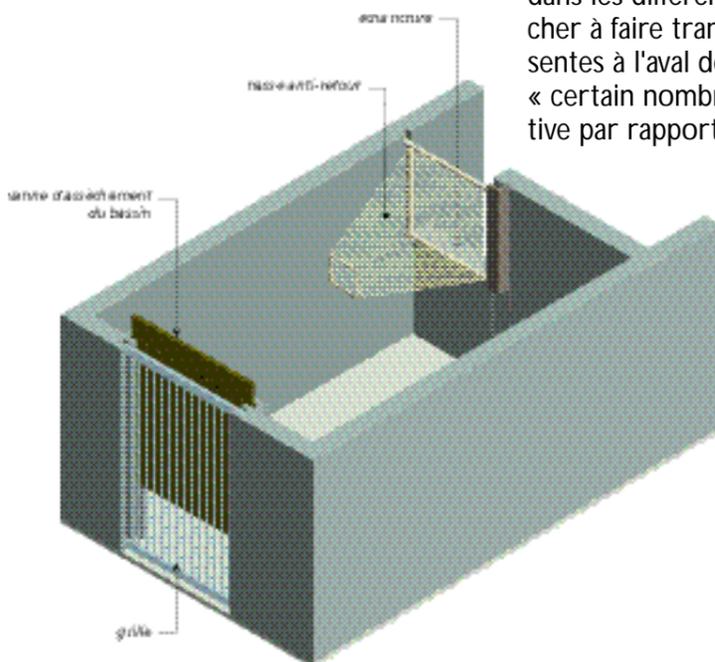
Le niveau d'efficacité à atteindre sur un site donné doit être défini par rapport aux objectifs biologiques recherchés. Il est donc relatif aux espèces considérées, au nombre d'obstacles sur le cours d'eau et à la position de l'obstacle sur l'axe migratoire. Dans une passe destinée aux migrateurs amphibiotes et située à l'aval des zones de frayères, on cherchera à faire transiter la totalité de la population migrante. Si de surcroît ce cours d'eau est équipé d'un grand nombre d'obstacles, on cherchera en plus à minimiser le temps mis par les poissons pour l'emprunter



Compteur tubulaire à résistivité installé dans l'échancrure d'une passe à poissons (photo GHAAPPE).

de façon à ce qu'ils arrivent à temps sur les zones de reproduction. Si, par contre, cette passe est située à l'amont du cours d'eau au milieu de la zone de frayères, on pourra être moins exigeant sur son efficacité. Enfin, pour une passe destinée à des espèces holobiotiques dont l'intérêt biologique est avant tout d'éviter la sectorisation des populations dans les différents biefs, il n'est pas nécessaire de chercher à faire transiter la totalité des populations présentes à l'aval de l'obstacle. La passe sera efficace si un « certain nombre » d'individus (en proportion significative par rapport à la taille des populations) y transite.

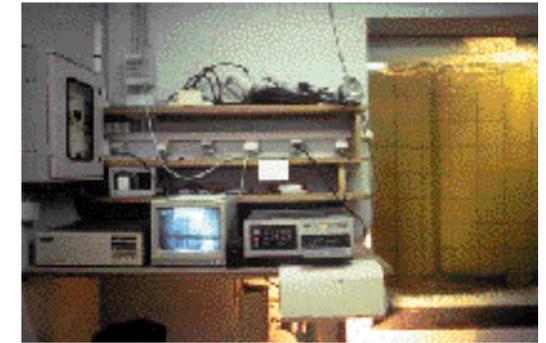
D'une manière générale, l'impact potentiel d'un aménagement sur une population de poissons grands migrateurs est d'autant plus marqué qu'il est situé plus bas sur le cours d'eau. Une attention toute particulière doit donc être portée à l'efficacité des aménagements situés dans la partie inférieure des axes de migration.



Principe de piégeage assés



Piège installé au niveau d'une passe à poissons sur l'Ouveze (Photo D. BARIL, CSP).



Station de contrôle par vidéo des passages des poissons au niveau d'une passe (photo GHAAPPE).

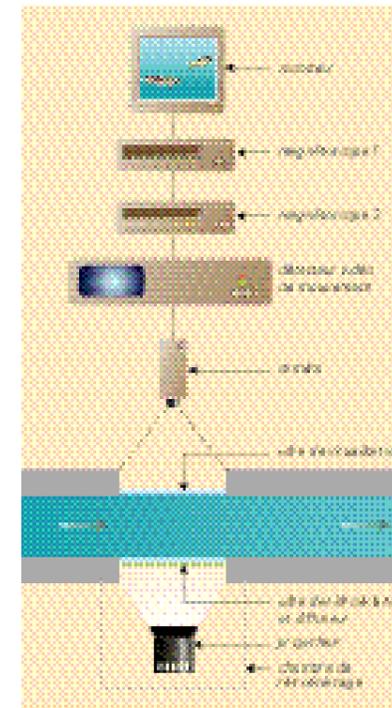


Schéma de principe de suivi vidéo des passages des poissons au niveau d'un dispositif de franchissement

L'efficacité peut être évaluée de plusieurs manières. L'utilisation de compteurs à poissons indique le nombre d'individus transitant dans le dispositif sans discrimination de l'espèce autrement que par la taille.

Le piégeage, la surveillance visuelle ou par vidéo au niveau de la sortie de la passe permettent le recensement et le dénombrement des espèces.

Ces techniques ne sont pas adaptées aux passes rustiques (rivières de contournement, prébarrages, rampes en enrochements) relativement larges et transitant des débits importants. La technique de radiopistage, consistant à suivre des individus marqués d'un émetteur, est une méthode lourde mais plus globale permettant d'évaluer la franchissabilité de plusieurs ouvrages sur un axe, de déterminer le pourcentage de franchissement et d'étudier les comportements individuels au pied de chaque obstacle.

Par ailleurs, le suivi de l'efficacité des passes en place permet le recueil d'informations biologiques qualitatives, quantitatives et comportementales aboutissant à l'amélioration des connaissances des phénomènes de migration et à l'amélioration des performances des dispositifs de franchissement.

En conclusion, le niveau d'efficacité à atteindre sur un site donné doit être défini par rapport aux objectifs biologiques recherchés, et non dans l'absolu. Il sera donc fixé en tenant compte de la situation de l'ouvrage dans le bassin et de l'impact des autres obstacles.

### Evaluation de l'efficacité d'un dispositif de franchissement :

- pour les migrateurs amphibiotes : connaître le pourcentage de franchissement et le retard à la migration,
- pour les migrateurs holobiotiques : un simple comptage du nombre d'individus passant par le dispositif suffit généralement.