

CHAPITRE 7

ECLUSES ET ASCENSEURS A POISSONS**F. TRAVADE* et M. LARINIER****

* EDF - Etudes et Recherches - 6, Quai Watier - 78401 CHATOU CEDEX

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

1. ECLUSES A POISSONS**1.1. Principe et fonctionnement**

C'est vers 1949 que l'ingénieur irlandais BORLAND mit au point sur modèle réduit la première écluse à poissons qui fut ensuite construite au barrage de Leixlip, sur la rivière Liffey. De nombreuses écluses de ce type furent ensuite édifiées par le North of Scotland Hydroelectric Board qui chercha à normaliser leurs dimensions.

Une écluse à poissons se compose généralement d'une chambre amont située au niveau de la retenue reliée à une chambre aval de grande dimension par un conduit incliné ou un puits vertical. A chaque extrémité des chambres sont installées des vannes automatisées.

Les caractéristiques et les dimensions d'une écluse-type, telles qu'elles ont été proposées par le North of Scotland Hydroelectric Board après la mise au point de ses premières écluses, ont été portées sur la figure 1 (AITKEN *et al.*, 1966).

Le principe de fonctionnement d'une écluse à poissons est très voisin de celui d'une écluse de navigation : on attire le migrateur dans la chambre aval et on l'écluse comme on écluseraient un bateau. On incite le poisson à sortir de l'écluse en créant à l'intérieur de celle-ci un courant descendant grâce à l'ouverture d'un by-pass situé dans la partie inférieure du dispositif.

Le cycle de fonctionnement peut se résumer ainsi (Fig. 2) :

— **phase d'attrait** : la vanne aval est ouverte, le débit dans l'écluse étant contrôlé par la vanne amont. L'eau s'écoule dans le bassin tampon constitué par la chambre supérieure, puis par le couloir vers la chambre de stabulation. Le courant ainsi créé attire le poisson dans la chambre inférieure,

— **phase de remplissage et de sortie** : après une certaine durée de la phase d'attrait, la vanne aval se referme et l'écluse se remplit. Le poisson suit alors la surface libre dans le conduit, remonte et atteint la chambre amont lorsque l'écluse est pleine. On incite le poisson à passer dans la retenue en établissant un courant d'attrait grâce à l'ouverture d'un by-pass dans la chambre inférieure,

— **phase de vidange** : au bout d'un certain temps, on ferme la vanne amont. La vidange s'effectue progressivement par le by-pass. Lorsque la vidange est presque totale et que la charge sur la vanne aval devient suffisamment faible, on procède à la réouverture de la vanne aval. Cette vidange progressive par le by-pass permet d'éviter de fortes mises en vitesses à l'entrée de l'écluse qui risquent de chasser le poisson situé à proximité de celle-ci.

La durée totale du cycle peut varier de une à plus de quatre heures.

La conception d'une écluse Borland est très souple et a pu être adaptée à plusieurs types d'obstacles et pour des hauteurs de chute variant de quelques mètres à plus de 60 mètres (AITKEN *et al.*, 1966).

Lorsque la dénivellation reste inférieure à 4-5 mètres, il est possible de laisser ouvert tout le système, même la chambre aval (Fig.3).

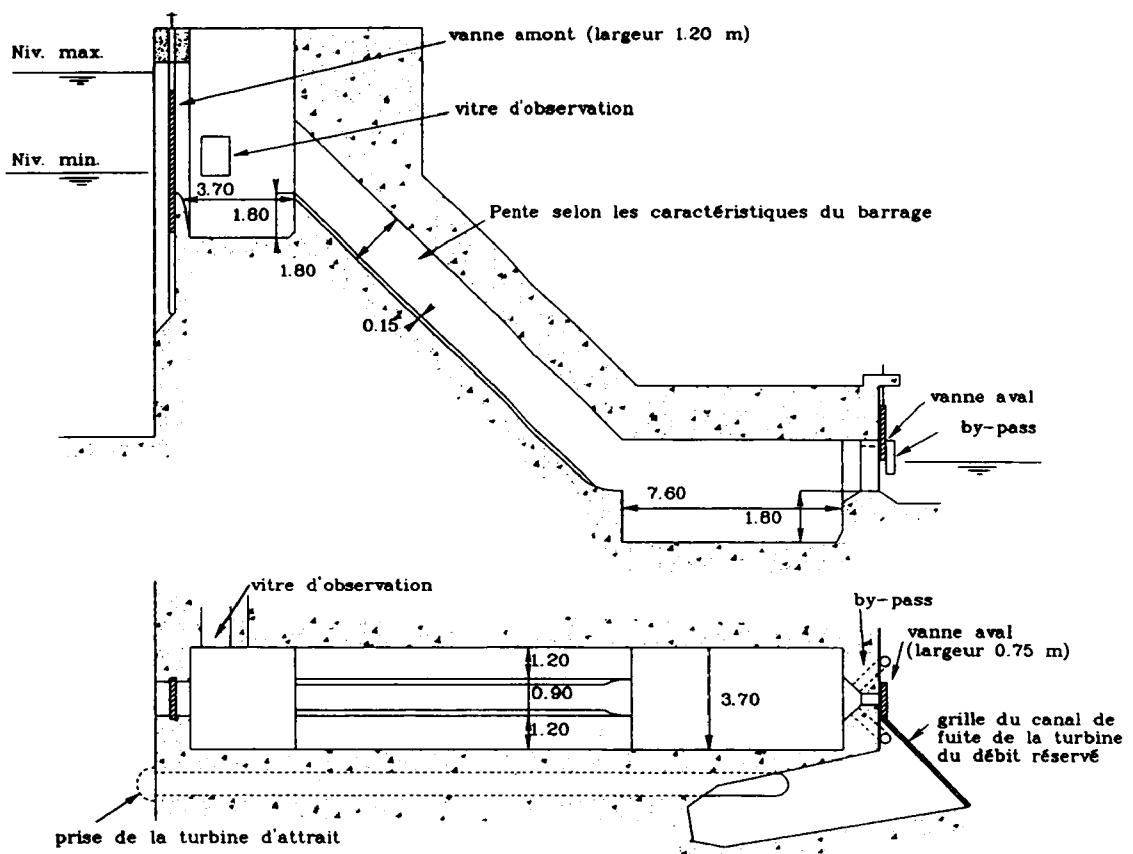


Figure 1 : Coupe transversale d'une écluse à poissons (d'après AITKEN).

Figure 1 : Cross section of a fish lock.

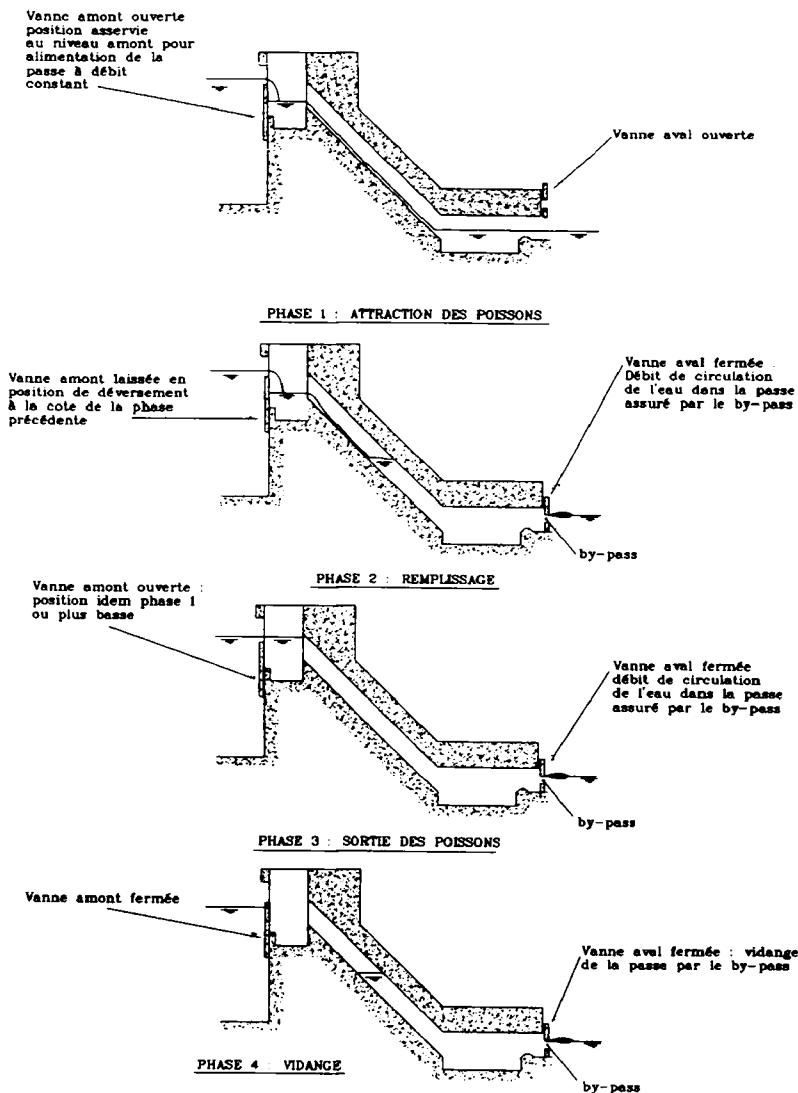


Figure 2 : Schémas de principe de fonctionnement d'une écluse à poissons.

Figure 2 : View showing the operating principle of a fish lock.

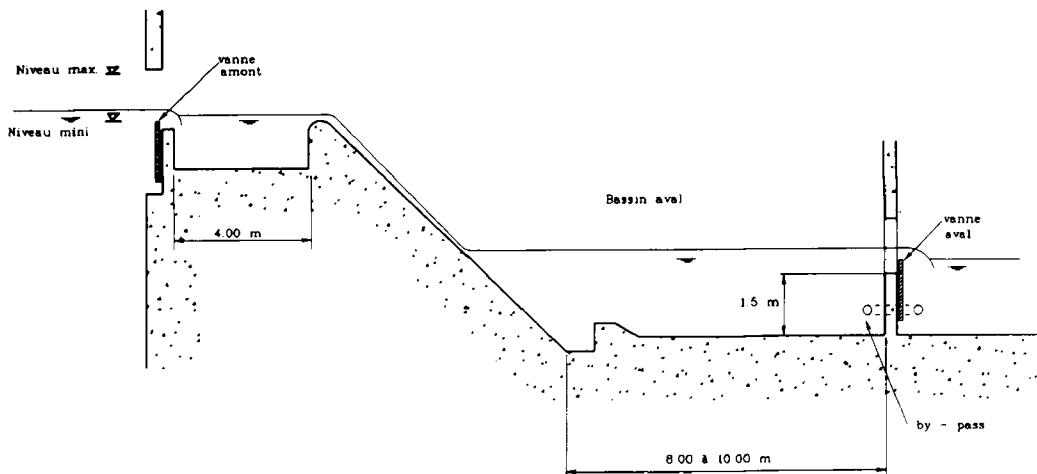


Figure 3 : Schéma d'une écluse à poissons pour une installation de basse chute.

Figure 3 : Schematic plan of a open fish lock for a low head installation.

1.2. Efficacité des écluses à poissons

L'efficacité d'une écluse est fonction, comme pour tout dispositif de franchissement, de son attractivité : l'entrée de l'écluse doit être bien située ; comme son débit est généralement limité à quelques centaines de litres, il peut s'avérer nécessaire de prévoir un débit d'appoint. Lorsque le niveau aval varie, la vanne aval doit être asservie au niveau d'eau aval pour conserver des vitesses suffisantes à l'entrée. Il est enfin préférable d'éclairer la chambre inférieure de façon à assurer une transition entre le milieu extérieur et l'écluse.

L'efficacité d'un tel dispositif est surtout liée au comportement du poisson qui doit demeurer dans la chambre aval pendant toute la phase d'attrait, suivre le niveau de l'eau lors de la phase de remplissage et sortir de l'écluse avant la vidange.

A cet égard, il est nécessaire que les vitesses et les turbulences dans le bassin de stabulation aval restent acceptables pour le poisson. Il faut d'autre part éviter un remplissage trop rapide induisant des turbulences exagérées et un fort entraînement d'air à la surface qui peuvent inciter le poisson à rester dans la chambre inférieure. Il convient enfin de laisser un temps suffisant au poisson pour sortir de l'écluse afin d'éviter qu'il ne soit entraîné de nouveau à l'aval lors de la vidange.

Il est impossible *a priori* de déterminer quelles seront les conditions hydrauliques optimales pour les migrants. Les caractéristiques optimales du cycle de fonctionnement sont par ailleurs étroitement liées à l'espèce considérée. C'est pourquoi il convient de donner au fonctionnement de l'écluse un maximum de flexibilité (dans la durée de chaque phase du cycle, dans le degré et le temps d'ouverture des vannes amont et aval, etc...).

Malgré ces précautions (et *a fortiori* lorsqu'elles n'ont pas été prises), de nombreuses écluses se sont révélées peu ou pas efficaces. L'inconvénient majeur de l'écluse est que sa capacité de passage est généralement faible comparée à celle d'une passe classique, en raison du caractère discontinu de son fonctionnement : le système n'est en effet "piégeant" qu'une partie du temps ; en phase de remplissage ou de sortie, aucun attrait ne se fait sentir au pied du dispositif et le poisson se présentant au pied de l'écluse peut fort bien quitter la zone avant que le cycle ne revienne en phase de piégeage. Le poisson attiré dans l'écluse peut aussi ressortir de la chambre aval avant la fin de la phase de piégeage.

Les écluses construites aux USA sur les premiers aménagements de la rivière Columbia (Bonneville, The Dalles, McNary) ont d'ailleurs été abandonnées au profit de passes à bassins. De même en France, la plupart des écluses sont jugées inefficaces (certaines pour des raisons évidentes de conception) ; quelques unes ont été ou vont être remplacées par des passes à bassins.

Les difficultés, liées au comportement de certaines espèces, ont été contournées aux USA (RIZZO, 1968 et 1969) et en Russie (KIPPER et MILEIKO, 1962 ; MALEVANCHIK et RYAKHOVSKAYA, 1971 ; PAVLOV, 1989), de la façon suivante :

- les migrants sont piégés dans un vaste bassin de stabulation situé au pied de l'écluse,

- ils sont poussés dans le sas à l'aide d'une grille mobile fixée sur un chariot se déplaçant sur des rails horizontaux le long des parois latérales du bassin,

- un carrelet mobile suivant le niveau de l'eau lors de la période de remplissage oblige les poissons à passer en amont.

Arrivé à ce stade de sophistication, la solution de l'ascenseur mécanique ou le retour à une passe classique devient souvent préférable.

1.3. Utilisation des écluses de navigation pour la remontée des poissons

Le passage des poissons migrants par les écluses de navigation est généralement accidentel, compte tenu du manque d'attractivité de ces ouvrages, généralement situés dans des zones relativement calmes afin de faciliter les manœuvres des bateaux. Des tests effectués aux USA ont montré que moins de 1.5 % des migrants empruntaient l'écluse du barrage de Bonneville sur la rivière Columbia (MONAN *et al.*, 1970). Certaines

espèces, comme l'aloise, semblaient avoir par ailleurs de la difficulté à passer en amont, l'écluse étant pleine et les portes amont ouvertes.

Les écluses de navigation, **à condition d'adapter leur gestion**, peuvent cependant constituer un appoin non négligeable, voire une alternative intéressante à la construction d'un dispositif de franchissement sur les ouvrages existants. Un certain nombre d'essais (KREITMANN, 1925 ; KIPPER, 1962 ; JOLIMAITRE, 1992) montrent que la condition à satisfaire, comme pour tout dispositif de franchissement, est la création d'un courant d'attrait suffisant dans le chenal d'approche aval de l'écluse. Cet attrait est généralement créé en ouvrant (partiellement sinon totalement) les vannes de remplissage, les portes aval restant ouvertes. Une fois l'écluse remplie, il paraît nécessaire d'y maintenir des vitesses suffisantes pour inciter le poisson à passer à l'amont.

Plus de 10 000 aloises ont transité par l'écluse à bateaux située à l'aménagement de Beaucaire sur le Rhône en 1992 lors de 49 éclusées. Le débit d'attrait optimal était de l'ordre de 60 m³/s, ce qui correspondait à un pourcentage variant entre 2 % et 8 % du débit turbiné (JOLIMAITRE, 1992). La sortie du poisson dans le bief amont était assurée par le maintien d'un débit de plusieurs m³/s dans l'écluse et par la création d'un jet de surface obtenu en relevant partiellement la porte amont.

Le recours aux écluses de navigation en tant que dispositifs de franchissement est cependant limité du fait de l'incompatibilité de leur mode de gestion avec les impératifs de la navigation.

2. ASCENSEURS A POISSONS

2.1. Principe de fonctionnement

Dans son principe, un ascenseur à poissons est un système mécanique qui consiste à capturer les migrants au pied de l'obstacle dans une cuve contenant une quantité d'eau appropriée à leur nombre puis à éléver et déverser celle-ci en amont.

Le dispositif est représenté sur les figures 4 et 5. Les migrants sont attirés dans un bassin de piégeage (ou de stabulation) par un débit d'attrait. Ils sont piégés dans une "cage" grillagée munie d'un dispositif anti-retour (en général, principe de la nasse) et comprenant, en partie basse, la cuve de transport. A l'aval immédiat de cette cage, est disposée une grille verticale mécanisée (fonctionnement en "herse") qui vient interdire la pénétration des poissons au-dessous de la cuve lorsque celle-ci est en manœuvre.

Le levage de la cuve est assuré par un treuil électrique supporté par une superstructure métallique ou en béton. Le transfert à l'amont s'effectue par basculement de la cuve ou par vidange à l'aide d'une vannette.

Deux modes de déversement sont envisageables: déversement direct de la cuve dans la retenue par une goulotte ou déversement dans un canal relié au plan d'eau amont si l'ascenseur n'est pas implanté à l'aplomb de la retenue. Un courant permanent est entretenu dans ce canal pour orienter les poissons et les inciter à gagner la retenue.

Lorsque le nombre de poissons à remonter est important, ou que l'on a affaire à des poissons supportant mal le confinement (aloise par exemple), un grand volume de stabulation est nécessaire. Ce type d'ascenseur, dont le dispositif de capture est intégré à la cuve, devient alors difficilement utilisable car ceci conduirait à des tailles de cage de capture difficilement manoeuvrables. Il est possible d'y remédier par un dispositif différent où les fonctions de capture, stabulation et levage des poissons sont découpées (Fig.6 et 7). Les poissons sont capturés et stabilisés dans un bassin de grande taille à l'entrée duquel est installé un dispositif anti-retour. La cuve est encastrée dans le radier à l'amont du bassin de stabulation. Immédiatement avant la remontée, les poissons sont poussés par une grille mobile verticale montée sur un chariot à déplacement horizontal qui vient les confiner dans le volume situé au-dessus de la cuve. La même grille, composée de deux panneaux articulés, assure généralement la fonction de capture (panneaux ouverts disposés en forme de nasse) et de concentration (panneaux refermés formant une grille plane). Ce principe a été adopté en France sur les ascenseurs de Golfech (Garonne) et de Tuilières (Dordogne).

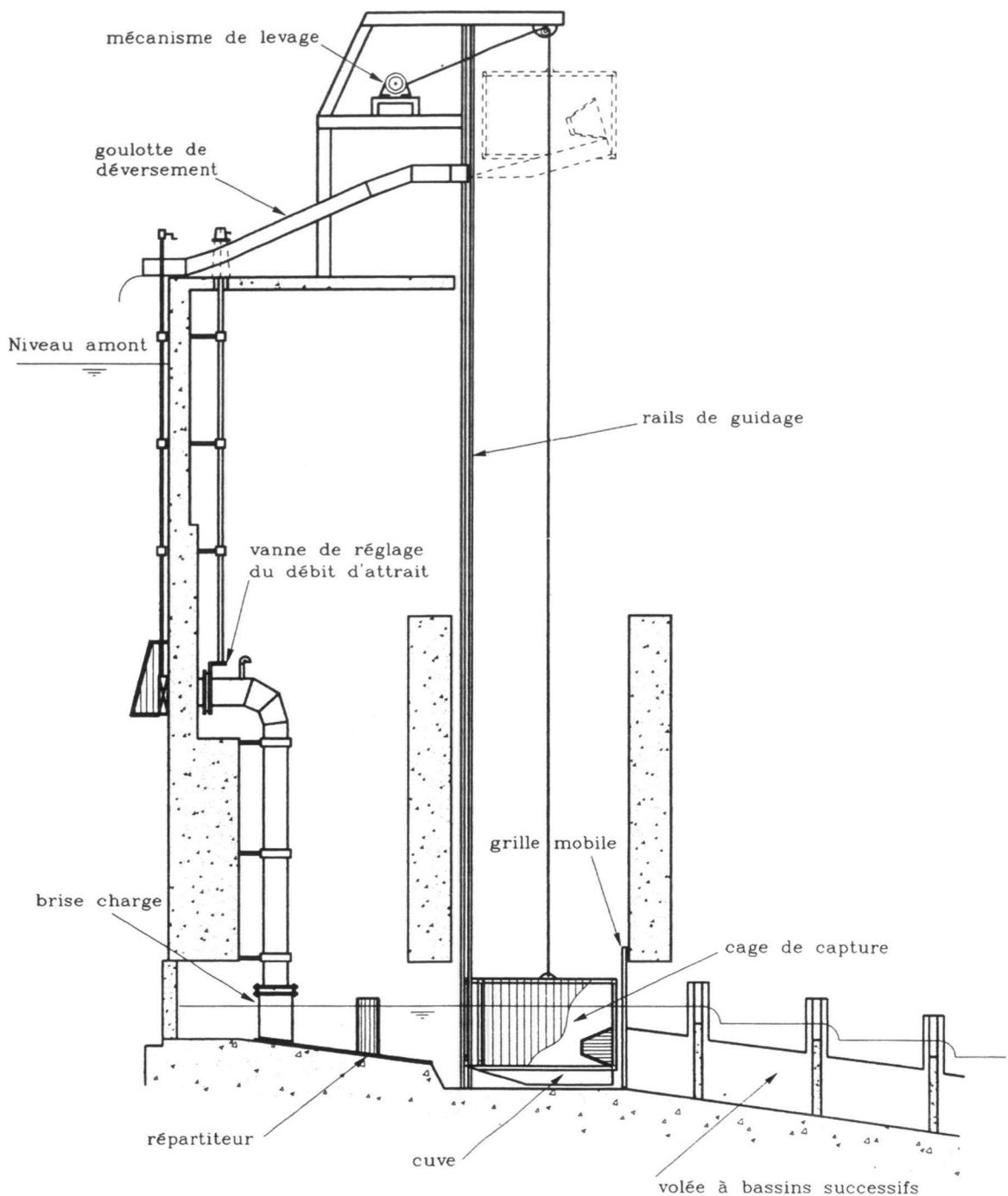


Figure 4 : Coupe transversale d'un ascenseur à salmonidés (ascenseur de Poutès sur l'Allier).

Figure 4 : Cross section of a typical fish elevator for salmonids (Poutes dam on the Allier river).

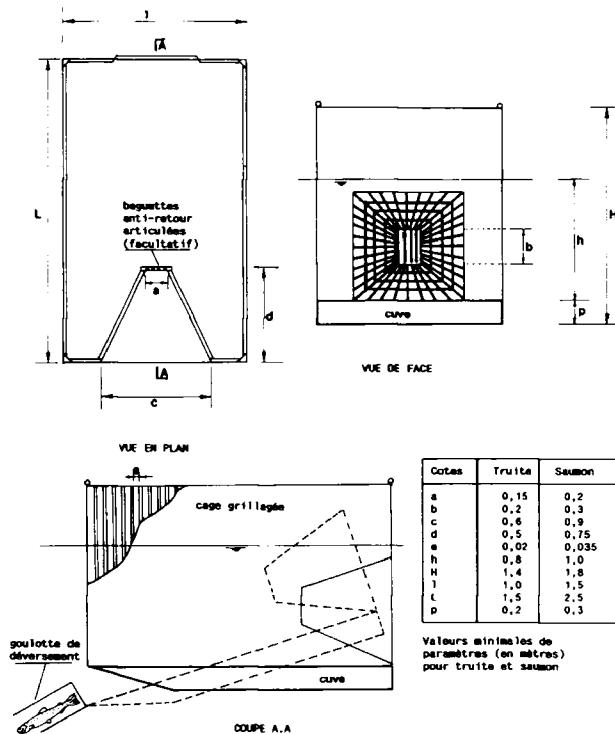


Figure 5 : Schéma de principe et dimensionnement de la cage et de la cuve d'un ascenseur à salmonidés.

Figure 5 : Schematic plans and size values of trap and tank for a salmonid fish elevator.

1. Arrivée d'eau principale
2. Puits de réception des débits
3. Bassin de dissipation
4. Bassin d'alimentation de l'ascenseur
5. Puits de l'ascenseur
6. Bassin de tranquillisation
7. Bassins latéraux
8. Bassin de stabulation
9. Sortie d'eau ~ vanne d'attrait

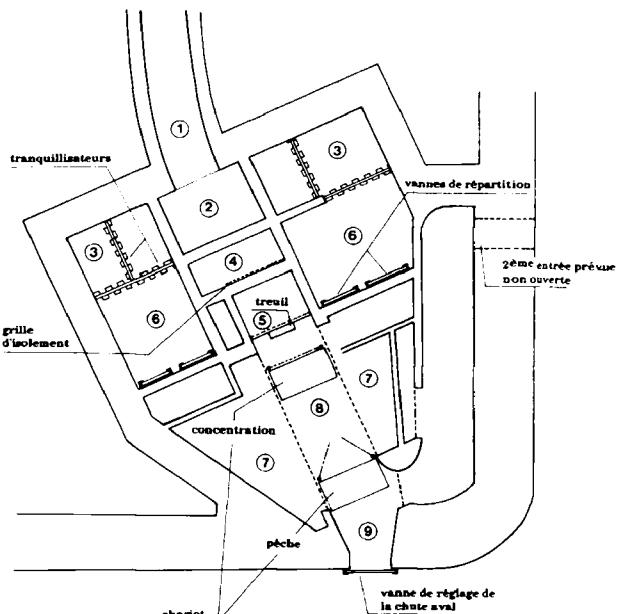


Figure 6 : Partie basse d'un ascenseur à concentration des poissons mécanisée : alimentation en eau, bassin de capture et stabulation des poissons (ascenseur de Golfech sur la Garonne).

Figure 6 : Lower part of a fish elevator with crowder : water supply, capture and holding pool (Golfech dam on the Garonne river).

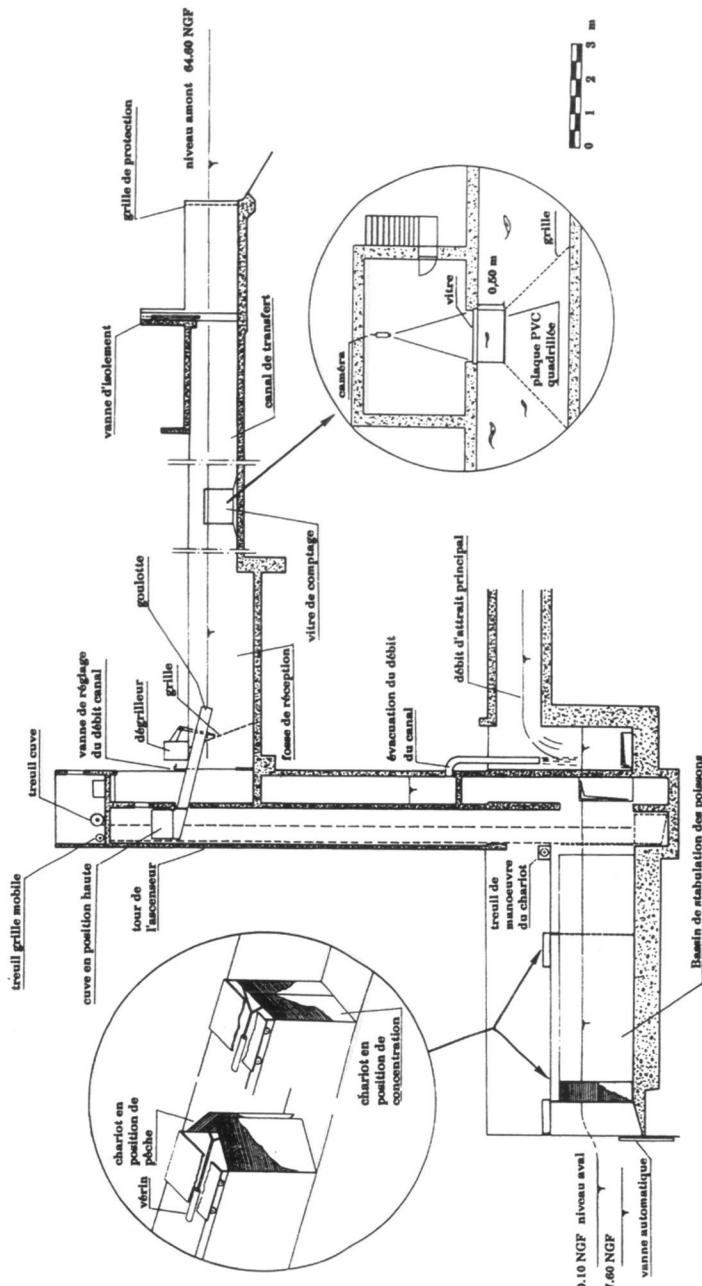


Figure 7 : Coupe transversale d'un ascenseur à concentration des poissons mécanisée (ascenseur de Golfech sur la Garonne).

Figure 7 : Cross section of a fish elevator with crowder (Golfech dam on the Garonne river).

Le cycle de fonctionnement de ces deux types d'ascenseur est le suivant :

Ascenseur à dispositif de capture intégré à la cuve

— phase de piégeage du poisson : la cuve est en position basse, la grille de séparation entre la superstructure de l'ascenseur et la cage de capture est ouverte. Les poissons, attirés par le courant d'eau, remontent dans la cage où ils sont piégés par le dispositif anti-retour,

— phase de remontée de la cuve et déversement : la grille verticale de séparation empêchant l'accès des poissons s'abaisse. La cuve est remontée et déversée à l'amont,

— phase de descente de la cuve : après déversement, la cuve redescend en position de capture. La grille verticale de séparation est réouverte.

Ascenseur à concentration de poissons mécanisé

— phase de piégeage du poisson : la cuve est en position basse, la grille de séparation entre la superstructure de l'ascenseur et le bassin de stabulation est ouverte. Les poissons, attirés par le courant d'eau, remontent naturellement dans le bassin de stabulation et la section située au-dessus de la cuve. Ils sont piégés par le dispositif anti-retour situé à l'entrée du bassin,

— phase d'introduction des poissons dans la cuve : la grille mobile de concentration avance vers la cuve et pousse les poissons au-dessus de celle-ci. En fin de course, la grille verticale de séparation empêchant l'accès des poissons au-dessus de la cuve se referme,

— phase de remontée de la cuve : la cuve est remontée et déversée à l'amont. Pendant ce temps, la grille mobile recule et revient en position de capture,

— phase de descente de la cuve : après déversement, la cuve redescend en position de capture. La grille verticale de séparation est réouverte.

2.2. Critères de conception

Les critères résultent essentiellement de l'expérience acquise sur la côte Est des USA (BELL, 1986 ; DALLEY, 1980 ; RIZZO, 1986) et de celle plus récemment acquise en France (TRAVADE *et al.*, 1992).

Choix du type d'ascenseur

Le choix entre l'ascenseur à dispositif de capture incorporé à la cuve de levage et celui à dispositif de concentration mécanisé dépend du nombre de poissons et des espèces susceptibles d'emprunter l'ouvrage.

Le premier type est adapté aux sites où le nombre de poissons présents simultanément dans l'ouvrage ne dépasse pas quelques dizaines d'individus, et où il n'existe pas d'espèces fragiles risquant de se blesser ou de se stresser exagérément. En règle générale, il est parfaitement adapté aux populations de salmonidés (saumon, truite de mer, truite) dont la migration annuelle n'excède pas quelques milliers d'individus à condition que l'ouvrage se situe dans une portion du cours d'eau où le nombre d'individus d'espèces holobiotiques susceptibles d'emprunter l'ouvrage est réduit (petits cours d'eau ou partie supérieure des grands cours d'eau à salmonidés migrants). Ce type d'ascenseur est contre-indiqué pour l'aloise, compte tenu de la fragilité de l'espèce et de son mode de migration "en pics". Il est toujours possible d'adapter ce type d'ascenseur à des sites où les migrations sont numériquement importantes, mais il nécessite le relevage d'une cage de très grande taille (cas de l'aménagement de Pejepscot sur la rivière Androscoggin aux USA).

Dès lors que le nombre instantané de poissons présents simultanément dans l'ouvrage est important (quelques centaines à quelques milliers d'individus) et lorsque des espèces fragiles telles que l'aloise sont présentes, il est plus judicieux d'utiliser un ascenseur à dispositif de concentration. C'est le cas de la partie inférieure des grands cours d'eau (Dordogne et Garonne, par exemple) où, en plus de l'aloise, plusieurs dizaines de milliers de poissons appartenant à une vingtaine d'espèces holobiotiques sont susceptibles d'emprunter l'ouvrage. A titre d'exemple, à l'ascenseur de Golfech il a été dénombré en 1989 plus de 66 000 aloises (représentant un poids de l'ordre de 120 tonnes) et environ 30 000 individus appartenant à une vingtaine d'espèces différentes (TRAVADE *et al.*, 1992).

Implantation de l'ascenseur

Les conditions d'implantation d'un ascenseur sont similaires à celles des autres types de dispositifs de franchissement. La situation de l'entrée est fonction de la

configuration du site et le débit d'attrait doit être à l'échelle du cours d'eau. L'écoulement à l'entrée de l'ouvrage doit avoir une certaine vitesse pour inciter les poissons à y pénétrer. On maintient à cet effet une chute de 0.2 m à 0.3 m.

Dans le cas des ascenseurs à dispositif de capture incorporé à la cuve de levage, il peut être intéressant d'installer l'ascenseur à l'amont d'une courte section de passe à bassins ou à ralentisseurs. Ceci permet de limiter la hauteur de la cage ou de la nasse anti-retour, de protéger le dispositif contre les crues et de limiter son entretien.

Alimentation en eau

L'alimentation en eau s'effectue en totalité ou partie dans le bassin de stabulation. Lorsque le débit nécessaire à l'attraction des migrants ne crée pas dans la cage ou le bassin de stabulation des vitesses trop élevées, on fera transiter la totalité du débit au travers de ce bassin. Pour les ascenseurs à dispositif de capture incorporé à la cuve, l'eau, après dissipation d'énergie est injectée à l'amont de la cage de capture. Pour les ascenseurs à dispositif de concentration, on aura intérêt à répartir le débit en plusieurs points d'injection: une partie à l'amont de la cuve et une partie sur les parois latérales du bassin. Il est injecté au travers de grilles avec une vitesse inférieure à une quarantaine de centimètres par seconde.

Si la totalité du débit ne peut être injectée dans le bassin de stabulation, une partie sera délivrée à l'aval du dispositif anti-retour. Comme pour les autres dispositifs de franchissement, on injectera ce débit au travers de grilles avec une vitesse inférieure à 30 cm/s. En Amérique du Nord, cette injection se fait couramment par des diffuseurs de fond implantés dans le radier. Si cette solution présente l'avantage de maintenir constantes les vitesses au travers de la grille quel que soit le niveau de l'eau, elle pose cependant de sérieuses contraintes de nettoyage. De ce fait, on préfère, en France, délivrer ce débit au travers de grilles verticales. Ces grilles seront situées le plus près possible du dispositif anti-retour de façon à ne pas renforcer les hésitations que manifestent en général les poissons à l'entrée du bassin de capture.

Bassin (ou cage) de capture et de stabulation

Le dimensionnement des structures repose sur la prise en compte de plusieurs critères : volume d'eau minimal disponible par poisson lors de l'affluence maximale dans l'ouvrage, vitesses d'écoulement, dimensions minimales de la structure (longueur, largeur, profondeur) liées à l'espèce.

On choisira un **volume d'eau** d'environ 15 litres par kg de poisson stabilisé, soit 5 à 15 litres par individu pour la truite, 80 à 150 litres pour le saumon et la truite de mer, et environ 30 litres par individu pour l'aloise.

Les **dimensions minimales** de la structure sont les suivantes (longueur x largeur x profondeur) :

- saumon : 2.5 m x 1.5 m x 1 m (3.75 m³)
- truite : 1.5 m x 1.0 m x 0.8 m (1.2 m³)
- aloise : 5.0 m x 2.5 m x 1.5 m (18.7 m³)

Le dispositif de piégeage est en général constitué de grilles formant nasse anti-retour. Une vitesse minimale de 0.6 m/s à 1 m/s doit être maintenue dans l'orifice d'entrée pour y attirer le poisson. On peut augmenter son efficacité "anti-retour" en disposant dans cet orifice des baguettes verticales articulées jouant le rôle de clapet. Elles devront être suffisamment légères pour ne pas gêner l'entrée du poisson. Les principaux critères à prendre en compte pour le dimensionnement des pièges à cuve intégrée sont rapportés sur les figures 4 et 5. Pour les ascenseurs à concentration mécanique des poissons où les grilles articulées font office à la fois de nasse et de grille de concentration (Fig.6 et 7), l'écartement des grilles en position de capture est de l'ordre de 30 à 40 cm.

La vitesse maximale d'écoulement, fonction des espèces est de 0.3 m/s à 0.6 m/s.

Cuve de relevage

On adoptera un volume minimal de l'ordre de 6 l/kg de poisson remonté, soit 2 à

6 l/individu pour la truite, 30 à 60 l/individu pour le saumon et la truite de mer et environ 10 l/individu pour l'aloise.

Les dimensions **minimales** de la cuve devront tenir compte de la taille des poissons remontés. Pour le saumon et la truite, on adoptera respectivement des longueurs minimales de 1.5 m et de 1.0 m et des profondeurs minimales de 0.3 m et 0.2 m. Pour l'aloise, c'est toujours le critère de volume qui en déterminera les dimensions.

Pour les cuves de petite taille (300 l à 800 l) des ascenseurs à salmonidés, le déversement de la cuve se fait facilement par basculement. Dans les cuves de grand volume, il est nécessaire de prévoir une vanne de vidange. On veillera particulièrement à la concevoir de façon à minimiser les risques de blessures (angles arrondis, absence d'aspérités...). La structure de la cuve sera par ailleurs prévue pour guider les poissons vers la vanne de vidange (fond en pente, pans coupés latéraux) et éviter la mise à sec des poissons en fin de vidange. Il est préférable de minimiser la hauteur d'eau et donc d'accroître la surface de la cuve de façon à réduire la vitesse de sortie de l'eau et des poissons lors de l'ouverture de la vanne de vidange.

Grilles de confinement et de concentration

La nature et la porosité des diverses grilles servant à l'injection du débit d'attrait, au confinement des poissons dans la structure de piégeage et de stabulation ou à la concentration des poissons au-dessus de la cuve, sont à déterminer en fonction des espèces de poissons et de leur taille (de façon à empêcher le passage ou le coincement dans la grille) et en fonction des contraintes d'entretien (nettoyage - manutention). Pour empêcher le coincement des poissons, les grilles à maille carrée ou rectangulaire ou les grilles à barreaux de section rectangulaire sont préférables aux grilles à barreaux de section circulaire.

On choisira un écartement interbarreaux (e) inférieur de 5 mm environ à la largeur de la tête des plus petits individus à confiner :

- $e = 2.5 \text{ cm à } 3.5 \text{ cm}$, pour les poissons de taille supérieure à 30 cm,
- $e = 2.0 \text{ cm à } 2.5 \text{ cm}$, pour la truite,
- $e = 2.5 \text{ cm}$, pour la lamproie,
- $e = 0.5 \text{ cm}$, pour l'anguillette de montaison.

La surface de grille devra respecter le critère habituel de vitesse d'injection de débit d'attrait complémentaire dans les passes ($V_{max} < 0.30 \text{ m/s à } 0.40 \text{ m/s}$).

La vitesse de translation de la grille de concentration mécanisée est de l'ordre de 5 à 15 m/mn.

Déversement des poissons à l'amont

Le déversement de la cuve dans le plan d'eau ou dans le canal de transfert doit se faire dans une zone suffisamment profonde et large pour éviter les chocs sur les parois ou sur le fond. Le point de déversement sera choisi de façon à prévenir l'entraînement dans les turbines ou dans les déversoirs de crue des poissons aux capacités de nage réduites. On cherchera également à éviter les zones de recirculation ou les tourbillons qui risquent de désorienter le poisson.

Si une goulotte est nécessaire pour guider le poisson en sortie de cuve, elle devra être parfaitement lisse et de préférence de section circulaire. Une longueur d'une dizaine de mètres n'a pas posé de problèmes sur les ascenseurs actuellement en service. Pour éviter de blesser ou choquer le poisson, la hauteur de chute entre le point de déversement et le plan d'eau ne doit pas excéder 5 mètres.

Le canal de transfert doit être suffisamment large et profond pour ne pas occasionner de perturbations dans le comportement des poissons. On adoptera une largeur minimale de 0.5 m pour la truite, 1 m pour le saumon et 1.5 m pour l'aloise. La vitesse de l'écoulement doit inciter le poisson à remonter tout en restant bien en deçà des capacités de nage de l'ensemble des espèces susceptibles d'emprunter l'ouvrage. On adoptera des vitesses comprises entre 0.3 m/s et 0.6 m/s.

Si le marnage est important ou si la configuration du barrage rend problématique l'alimentation de ce canal par gravité à partir du plan d'eau amont, il est possible d'utiliser un canal suspendu au-dessus de la retenue et alimenté par pompage. Un dispositif particulier ("faux déversoir") est nécessaire pour permettre au poisson de regagner le plan d'eau amont. Un tel dispositif est installé à l'ascenseur de Castet sur le Gave d'Ossau.

2.3. Dimensionnement et fonctionnement

La durée du cycle doit être adaptée à la nature de la migration. Pour les salmonidés migrant seuls ou en petits groupes d'individus, la phase de capture dure de une à quelques heures ; pour les aloses dont la migration s'effectue en bancs assez denses, la durée totale du cycle au moment du pic de remontée doit être la plus courte possible (10 à 30 minutes).

Les dimensions du bassin de stabulation et de la cuve seront déterminées en fonction du **nombre maximal** de poissons (N_C) pouvant se présenter dans l'ouvrage durant le cycle le plus bref que peut assurer l'installation en se basant sur les critères de volume définis précédemment (RIZZO, 1986 ; TRAVADE *et al.*, 1992). (N_C) dépend à la fois du rythme naturel de migration et de la fréquence de remontée de l'ascenseur. Pour l'appréhender, il est donc particulièrement important de disposer d'informations sur les rythmes de migration (pic de passage journalier par rapport à la migration annuelle et pic horaire au sein de cette journée) et de déterminer à l'avance la fréquence maximale de remontée de la cuve que pourra assurer l'installation.

Les volumes nécessaires pour le bassin de stabulation et la cuve sont donnés par la formule:

$$V = C + N_C V_{\min}$$

où :

N_C est le nombre maximal de poissons de l'espèce la plus abondante en stabulation durant un cycle,

V_{\min} est le volume requis par poisson de l'espèce la plus abondante,

C est un coefficient de correction tenant compte de la présence des autres espèces.

A titre d'exemple, pour l'aloise américaine (*alosa sapidissima*) et, semble-t-il, pour la grande alose (*alosa alosa*), le paramètre N_C est obtenu en considérant que le pic journalier d'abondance correspond à 10 % de la migration annuelle et que le pic horaire au cours de cette journée est de 15 % de l'abondance journalière. Connaissant la taille de la population migrante (N_t), et la durée minimale d'un cycle (d) exprimée en minutes, on obtient (N_C) par la formule :

$$N_C = (N_t \times 0.1 \times 0.15 \times d)/60$$

2.4. Maintenance et entretien

En tant qu'ouvrages "mécaniques" pourvus d'organes mobiles et de grilles partiellement ou totalement immergées, les ascenseurs à poissons présentent des contraintes et des coûts de fonctionnement plus importants que ceux des autres types de passe.

Les principales contraintes résident dans la surveillance régulière (fréquence quotidienne à hebdomadaire) de la fonctionnalité des divers mécanismes, dans l'entretien des organes mécaniques et électromécaniques (treuils, vannes, grilles, automates) et dans le nettoyage des grilles.

Ces contraintes et les coûts afférents dépendent étroitement du type d'ascenseur, des sites et de la qualité des matériels utilisés. Pour minimiser les charges d'exploitation, plusieurs points sont importants à considérer dans la conception et la construction des ascenseurs :

— choisir un matériel rustique et robuste sans sophistication superflue des automatismes (type "matériel agricole"),

— protéger contre la corrosion les pièces métalliques immergées ou partiellement immergées. A ce titre, la métallisation s'avère en général supérieure à la galvanisation,

— assurer une protection efficace de la prise d'eau du débit d'attrait contre les corps dérivants, de façon à limiter au maximum le colmatage des grilles et/ou de la nasse de capture. On implantera pour cela la prise d'eau dans une zone exempte d'accumulation de débris et on installera au droit de cette prise une grille de porosité inférieure à celle des grilles de l'ascenseur équipée, si besoin est, d'un dégrilleur,

— prévoir des facilités de nettoyage et d'entretien des grilles : grilles amovibles, vannes et pompe d'exhaure pour l'assèchement du bassin de capture,

A l'expérience, les ordres de grandeur des charges d'entretien et de fonctionnement des ascenseurs installés en France sont les suivants :

— petits ascenseurs à salmonidés (dispositif de capture intégré à la cuve) : les frais d'entretien et de surveillance courants sont de l'ordre de 1 000 F à 5 000 F/an (matériel). La main d'oeuvre correspondante est de 5 à 10 hommes-jours/an. Les contraintes de nettoyage sont variables suivant les sites. A l'ascenseur de Poutès (Allier), où le colmatage est peu important, elles représentent 2 à 5 hommes-jours/an,

— gros ascenseurs (à concentration des poissons mécanisée) : les coûts de matériel nécessaire à l'entretien et à la surveillance courants varient de 5 000 F à 30 000 F/an, et les charges en personnel correspondantes vont de 10 à 60 hommes-jours/an. Les contraintes de nettoyage représentent 10 à 20 hommes-jours/an sur un site à colmatage limité (Golfech sur la Garonne) et 30 à 45 hommes-jours/an sur un site où le colmatage est plus important (Tuilières sur la Dordogne).

Ces coûts sont donnés à titre indicatif car ils s'appuient sur des réalisations françaises récentes et n'intègrent pas le comportement à long terme de ces installations.

Par rapport à ces coûts d'entretien, les coûts d'énergie nécessaires au fonctionnement peuvent être considérés comme faibles : consommation d'environ 0.1 à 0.2 kwh pour une remontée de petit ascenseur à salmonidés, et de 6.0 à 7.5 kwh par remontée d'ascenseur à grosse capacité sur une dénivellation de 10 mètres.

2.5. Avantages et inconvénients des ascenseurs à poissons

Les principaux avantages des ascenseurs à poissons par rapport aux autres types de passes résident dans leur coût, pratiquement indépendant de la hauteur de la chute à franchir, dans leur faible encombrement, et dans leur moindre sensibilité aux variations du plan d'eau amont. Ils peuvent par ailleurs s'avérer plus efficaces pour certaines espèces qui présentent des difficultés à emprunter les passes classiques, comme l'aloise ou le sandre. C'est la considération de ce dernier facteur qui a conduit au choix d'un ascenseur pour les sites de Golfech sur la Garonne et de Tuilières sur la Dordogne : les comptages de poissons effectués ces dernières années ont d'ailleurs montré que la totalité des espèces présentes dans le cours d'eau les empruntaient, alors que le sandre par exemple est très rarement observé dans les autres types de passes. Un tel dispositif sur le barrage d'Holyoke (rivière Connecticut) a démontré son efficacité pour l'aloise américaine alors que sur ce même cours d'eau la mise au point de passes à bassins efficaces pour cette espèce a rencontré de nombreuses difficultés.

Les principaux inconvénients résident dans les contraintes d'exploitation, dans les coûts de fonctionnement plus élevés et dans une disponibilité moins grande que celle des passes statiques (probabilités de pannes du dispositif). Par ailleurs, l'efficacité des ascenseurs pour les espèces de petite taille (anguille) est en général partielle du fait de l'impossibilité à utiliser, pour des raisons d'exploitation, des grilles suffisamment fines.

BIBLIOGRAPHIE

- AITKEN P.L., DICKERSON L.H., MENZIES W.J.M., 1966. Fish passes and screens at water power works. Proc. Inst. Civ. Eng., 35 : 29-57.
- BELL M.C., 1986. Fisheries handbook of engineering requirements and biological criteria. Fish. Eng. Res. Prog., U.S. Army Corps of Eng., North Pacific Div., Portland, Oregon, 290 p.
- DALLEY P.J., 1980. A review of fish passage facilities for american shad. Northeast Fish and Wildlife Conf., Ellenville, New-York, 32 p.
- JOLIMAITRE J.F., 1992. Franchissement par l'aloise feinte de l'aménagement de la chute de Vallabregues : étude du franchissement de l'écluse de navigation. Avant-projet de passe à poissons sur le seuil de Beaucaire. CSP, 42 p.
- KIPPER Z.M., MILEIKO I.V., 1962. Fishways in hydrodevelopments of the USSR. Rybnoe Khozyaistwo, Moscva, 57 p.
- KREITMANN L., 1925. Passes à poissons et lacs de barrage en Suisse. Compte rendu de mission piscicole. Ministère de l'Agriculture, Direction Générale des Eaux et Forêts, 43 p.
- MALEVANCHIK B.S., RYAKHOVSKAYA G.N., 1971. Design of fish ladders at hydrodevelopments. Gidrotekh. Stroit., 2 : 6-11.
- MONAN G., SMITH J., LISCOM K., JOHNSON J., 1970. Evaluation of upstream passage of adult salmonids through the navigation lock at Bonneville dam during the summer of 1969. 4th Progress Rep. on Fish. Eng. Res. Prog. 1966-1972, U.S. Army Corps of Eng., North Pacific Div., 104-113.
- PAVLOV D.S., 1989. Structures assisting the migrations of non-salmonids fish : USSR. FAO Fish. Rome, Tech. Pap. 308, 97 p.
- RIZZO B., 1968. Fish passage facilities design parameters for Connecticut river dams. Holyoke dam. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, Boston, Massachusetts, 40 p.
- RIZZO B., 1969. Fish passage facilities design parameters for Connecticut river dams. Turners Falls dam. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, Boston, Massachusetts, 33 p.
- RIZZO B., 1986. Fish passage design information. Fish passageways and diversion facilities course. Merrimack, New Hampshire, 26 p.
- TRAVADE F., LARINIER M., TRIVELLATO D., DARTIGUELONGUE J., 1992. Conception d'un ascenseur à poissons adapté à l'aloise (*Alosa alosa*) sur un grand cours d'eau : l'ascenseur de Golfech sur la Garonne. Hydroécol. Appl., 4(1) : 91-119.

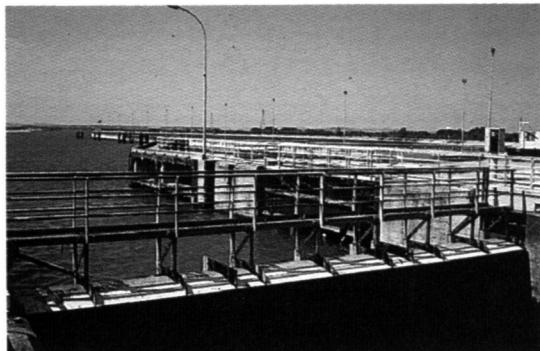


Photo 1 : Partie amont de l'écluse à bateaux de Vallabregues.

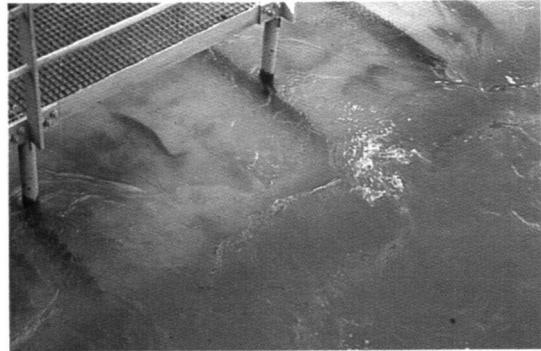


Photo 2 : Aloises sortant au-dessus de la porte amont de l'écluse de Vallabregues suite à une manœuvre spécifique de l'écluse.

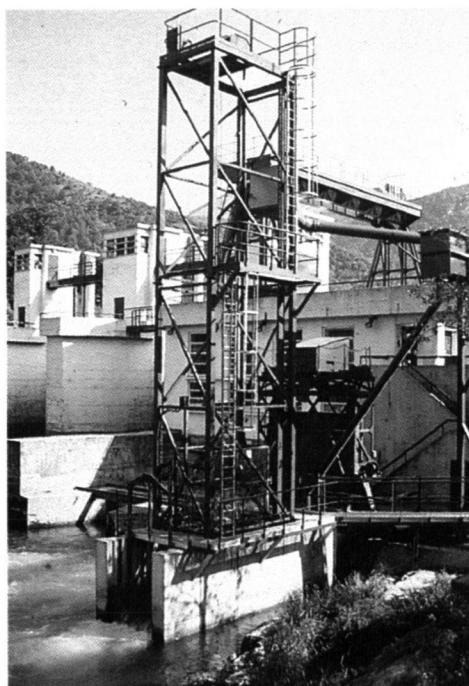


Photo 3 : Ascenseur à poissons de Castet sur le Gave d'Ossau (Pyrénées-Atlantiques).

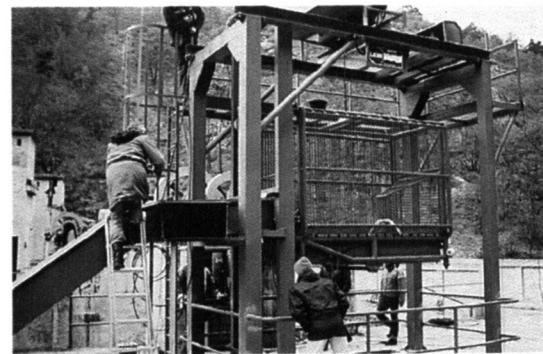


Photo 4 : Cuve en position haute, dispositif de levage de l'ascenseur de Poutès sur l'Allier (Haute-Loire).



Photo 5 : Cuve de l'ascenseur de Poutès en phase de remontée.



Photo 6 : Poissons dans la cuve de l'ascenseur de Poutès.



Photo 7 : Vue générale de l'ascenseur à poissons de Golfech (Tarn-et-Garonne).

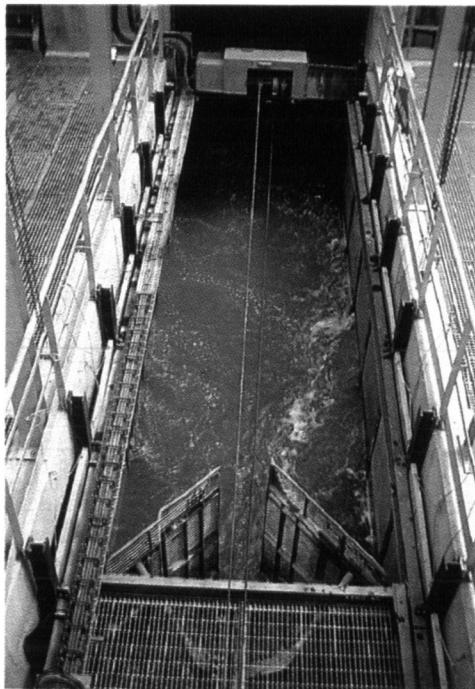


Photo 8 : Bassin de stabulation (vue vers l'amont) et dispositif de grilles de l'ascenseur de Golfech.



Photo 9 : Déversement des poissons dans le canal amont de l'ascenseur de Golfech.