

CHAPITRE 10

LES PASSES A ANGUILLES

J.P. PORCHER

Conseil Supérieur de la Pêche - DR 2
84, Rue de Rennes - 35510 CESSON SEVIGNE

1. RAPPELS BIOLOGIQUES

L'anguille compte parmi les espèces les plus abondantes, représentant par exemple la moitié de la biomasse piscicole des cours d'eau bretons. De multiples indices de régression du stock (diminution de la production des pêcheries, résultats d'inventaires) apparaissent depuis quelques années, expliquant une prise en compte toute récente des besoins de circulation de cette espèce (première réalisation en 1984 dans le marais poitevin). Les aménagements doivent tenir compte des particularités biologiques et des faibles capacités de nage de l'anguille. Ils diffèrent des passes à poissons classiques, ou bien ces dernières doivent être adaptées aux besoins des différents stades de l'espèce.

1.1. Colonisation des milieux aquatiques continentaux

Contrairement aux espèces potamotoques chez lesquelles la remontée des cours d'eau correspond à une migration de reproduction (animaux adultes), la progression de l'anguille vers l'amont des cours d'eau est une migration de colonisation, qui concerne les juvéniles de l'espèce (civelles, puis anguillettes).

Comme conséquence, les effectifs de migrants ne se chiffrent pas en milliers ou dizaines de milliers comme chez les salmonidés, mais c'est généralement en millions que l'on dénombre les migrants à l'aval d'un bassin.

1.2. Grande variété des stades migratoires

La colonisation débute par la pénétration en estuaire des civelles qui ont à ce stade une taille voisine de 70 mm pour un poids moyen individuel de 0.3 g. On distingue deux phases migratoires successives :

— migration portée : en début de saison, les civelles ne possèdent pas de comportement de nage active orientée. Elles utilisent les courants de la marée dynamique en progressant vers l'amont avec le flot, et en s'enfouissant dans les sédiments pendant le jusant.

— migration nagée : à partir du mois de mars environ, les civelles acquièrent des capacités de nage et de reptation qui leur permettent de continuer leur progression de façon active, et de franchir certains obstacles. Cette phase se poursuivra jusqu'à la fin de l'été. La colonisation du milieu eau douce par les anguilles continuera avec les stades plus âgés, encore appelés "anguillette" ou "anguille jaune". La taille des migrants peut alors varier de 10 à plus de 40 cm.

L'activité migratoire des anguillettes est saisonnière. Chaque année, elle coïncide avec la période de températures élevées (avril-septembre, maximum d'activité mai à juillet) et permet aux migrants de coloniser progressivement la totalité du bassin.

L'équipement des obstacles pour la libre circulation doit tenir compte des facteurs suivants :

- grand nombre d'individus à faire passer dans une période de temps limitée,
- taille moyenne des migrants croissante de l'aval vers l'amont du bassin.

1.3. Capacités de nage et typologie des obstacles à la migration

Bien que peu nombreuses, les données relatives aux capacités de nage de l'anguille permettent de constater que leurs performances sont inférieures à celles des autres espèces. Les vitesses de pointe maximales citées pour les civelles varient de 0.60 à 0.90 m/s. McLEAVE (1980) a étudié les performances natatoires de civelles (tailles comprises entre 6.9 et 7.5 cm) et montré que leurs capacités de franchissement d'un écoulement laminaire étaient très limitées : la distance maximale parcourue dans un écoulement de 0.30 m/s est voisine de 3 mètres. Elle diminue jusqu'à une trentaine de cm pour un courant de 0.5 m/s et les écoulements plus rapides deviennent infranchissables.

La seule valeur figurant dans la littérature sur la vitesse de nage maximale de l'anguille subadulte est de 1.14 m/s pour une anguille de 0.60 m à une température comprise entre 10 °C et 15 °C (BLAXTER et DICKSON, 1959). L'anguille est susceptible d'être bloquée par des obstacles qui n'arrêteront pas les autres espèces migratrices. En particulier :

- les **chutes**, même de faible hauteur (quelques centimètres), sont infranchissables,
- le passage dans des **buses** ou sur des **déversoirs** est interdit par des vitesses de courant modérées en l'absence d'hétérogénéités de l'écoulement.

La typologie des obstacles à la migration de l'anguille est donc spécifique. Des observations ponctuelles (civelles en reptation sur des parois humides verticales, présence d'anguilles dans des plans d'eau isolés du réseau hydrographique) ont pendant longtemps conduit à sous-estimer l'impact des aménagements sur les cours d'eau. Pour spectaculaires qu'elles soient, les capacités de reptation de l'anguille sur des supports humides non aménagés sont souvent illusoire : ce type de franchissement est très sélectif vis-à-vis de la taille des migrateurs, très dépendant des débits du cours d'eau et ne permet, dans la quasi-totalité des cas, qu'à un nombre infime d'individus de poursuivre leur migration.

Ainsi, si l'anguille peut tirer parti de faibles débits sur des substrats rugueux ou revêtus de végétation, tels que les déversoirs des anciens moulins à parement aval incliné, elle sera en revanche pénalisée par des ouvrages lisses (béton ou organes métalliques), étanches, homogènes sur toute la largeur du cours d'eau, présentant des chutes, des ruptures de pentes ou des écoulements à vitesse excessive.

1.4. Des problèmes spécifiques à la dévalaison

La migration de dévalaison concerne des subadultes, en phase de maturation sexuelle. La descente des cours d'eau débute généralement avec les premières crues automnales. Les déplacements des anguilles sont nocturnes, et se font de façon relativement passive : le trajet des migrateurs suit le flot principal. Ces caractéristiques, jointes à la taille importante des individus, les rend particulièrement vulnérables lors du passage des équipements hydrauliques. On ne dispose pas à l'heure actuelle de méthode éprouvée pour détourner les anguilles du transit dans les turbines, qui peuvent causer des mortalités élevées. Des travaux récents conduits aux Pays-Bas sur des ouvrages de prise d'eau et des pêcheries d'anguilles ont toutefois démontré l'efficacité de l'action répulsive de la lumière, y compris dans des eaux à turbidité assez élevée (HADDERINGH *et al.*, à paraître). Une expérimentation spécifique est encore nécessaire pour déterminer si cette méthode peut être rendue opérationnelle sur diverses configurations d'aménagements.

2. LES DIFFÉRENTS MOYENS DE FRANCHISSEMENT DES OBSTACLES

2.1. Manoeuvres d'ouvrages en estuaire

Cette technique est applicable à certains barrages situés dans la zone d'action des marées dynamiques et fonctionnant en mode "évacuation" pour empêcher la pénétration trop fréquente d'eau de mer ou éviter les inondations dues à la conjonction de crues et de marées de fort coefficient. Leur mode de gestion particulier (fermeture au flot, ouverture au jusant) interrompt totalement le passage des civelles qui s'accumulent au pied de l'ouvrage.

L'équipement de l'obstacle au moyen d'une passe ne résout que partiellement le problème, puisque celle-ci ne devient fonctionnelle qu'à partir du moment où les migrateurs auront acquis des capacités de nage et de reptation.

Pour éviter le blocage des migrateurs pendant toute la phase de migration portée, on peut faire passer des civelles à l'amont du barrage en procédant à des admissions d'eau à marée haute. Les manoeuvres d'ouvrage doivent avoir lieu à l'occasion de **marées hautes nocturnes de fort coefficient** (LEGAULT, 1990), et il est recommandé de suivre périodiquement leur efficacité en mesurant la densité des civelles présentes dans le volume d'eau admis à l'amont de l'ouvrage.

Un fonctionnement du barrage avec admissions d'eau saumâtre régulières, voire à chaque marée, est une solution préférable, car il maintient dans l'espace estuarien un **gradient de salinité** qui permet aux migrateurs de s'adapter progressivement au milieu dulçaquicole. On évite ainsi les mortalités qui peuvent être causées par un changement de milieu chez des poissons encore inaptes à le supporter sur le plan physiologique.

2.2. Passage dans les passes à poissons classiques

A cause de ses capacités de nage limitées, le passage de l'anguille dans des passes à poissons dimensionnées pour d'autres espèces n'est pas nécessairement acquis. Les passes à bassins successifs à échancrures profondes (possibilité de passage sans saut), avec des dénivellations faibles entre bassins (< 0.20 m), sont accessibles à cette espèce, mais peu d'observations sur ce sujet sont disponibles, les pièges de contrôle des passes à poissons n'étant généralement pas adaptés à la capture d'individus de petite taille comme l'anguille. Des observations visuelles sur des passes à parois vitrées montrent que l'anguille peut tirer profit des faibles vitesses associées aux couches limites, ou des décollements et des hétérogénéités d'écoulement dans les zones à vitesses élevées. Un aménagement particulier de ces passages (par exemple par la mise en place de structures à forte rugosité telles que des brosses dans la partie profonde des échancrures) pourrait améliorer le passage de l'anguille dans certains types d'ouvrages. Des expérimentations sont nécessaires pour évaluer le gain à attendre de tels dispositifs.

2.3. Les passes spécifiques aux civelles et aux anguillettes

Les capacités d'escalade et de reptation sur des supports humides présentant des aspérités ont été mises à profit pour concevoir des passes migratoires pour les civelles et les anguillettes. Le franchissement de l'obstacle est rendu possible par la mise à disposition, à proximité d'une zone de stationnement des migrateurs, d'une rampe équipée d'un matériau facilitant leur progression. Des ouvrages de franchissement de géométrie variée (plans inclinés, caniveaux, tubes, ...) ont été installés à l'étranger (RIGAUD *et al.*, 1988).

3. CONCEPTION DES DISPOSITIFS DE FRANCHISSEMENT POUR LES CIVELLES ET LES ANGUILLETES

3.1. Principe de l'aménagement

Les passes à civelles et anguillettes sont composées de deux parties (Fig.1) :

— La rampe de montée, dont la partie inférieure est immergée dans le plan d'eau aval. Cette rampe est garnie d'un matériau propre à faciliter la progression des animaux, de nature variable suivant les régions ou les pays. Il est maintenu humide en permanence, soit gravitairement à partir du plan d'eau amont, soit par arrosage. Le faible débit nécessaire à l'irrigation du substrat (quelques litres/minute) est complété par un débit plus important, injecté au voisinage de la rampe et destiné à attirer les migrateurs vers l'entrée de la passe.

— La partie amont, configurée pour permettre l'accès des migrateurs au plan d'eau amont. Il convient d'assurer dans cette zone une transition telle qu'il n'y ait pas de blocage des migrateurs, soit par discontinuité dans l'alimentation en eau, soit par la présence de zones à vitesse d'écoulement excessif, qui rejetteraient les migrateurs à l'aval.

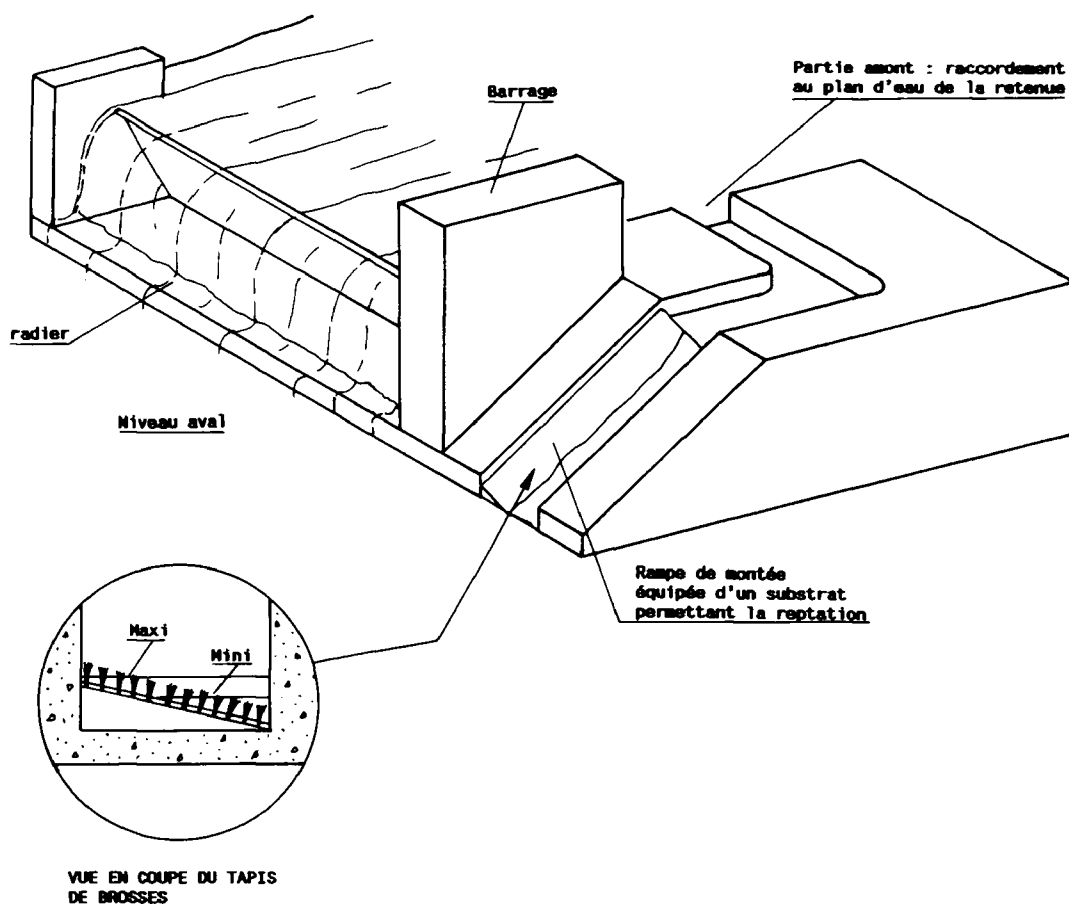


Figure 1 : Schéma de principe d'une passe migratoire à civelles et anguillettes.

Figure 1 : Schematic plan of a fishway for elvers and young eels.

3.2. La rampe de montée

Les aménagements réalisés en France ou à l'étranger utilisent des rampes d'une largeur de 0.20 à 1 m, pour une pente généralement comprise entre 5 % et 45 %.

Les substrats qui ont été utilisés sont très variables suivant les pays.

Ils peuvent être d'origine naturelle (cailloux, branchages, bruyère, paille) ou artificielle (grillage, brosse,...). Les substrats naturels nécessitent un entretien plus fréquent, et doivent être périodiquement remplacés.

Une expérimentation réalisée en France (LEGAULT, 1991) sur des substrats de type brosse a montré que les performances du dispositif de franchissement dépendaient des dimensions du substrat et de la pente de la rampe. Ces facteurs doivent être choisis en fonction de la taille des migrateurs présents sur le site. A l'heure actuelle, les substrats de type brosse utilisés en France sont de trois types (LEGAULT, à paraître) :

- Type civelles : l'espacement des faisceaux de soies est de 7 mm,
- Type anguillettes : espacement de 14 mm,
- Type anguille : espacement de 21 mm.

3.3. La partie amont

Le principal problème rencontré est lié aux fluctuations de niveau du plan d'eau amont. L'abaissement du niveau est susceptible d'entraîner un assèchement du dispositif de franchissement. Au contraire, son augmentation peut déboucher rapidement sur un excès d'alimentation de la rampe de montée, et sur l'apparition de vitesses excessives à l'amont de celle-ci.

Ce problème a été traité de trois façons différentes :

— la rampe de montée présente un dévers latéral (Fig.1) qui permet d'absorber des variations de niveau de la retenue d'une vingtaine de cm, en conservant latéralement une zone à faible tirant d'eau et à vitesse d'écoulement modérée pour le passage des migrateurs. Plusieurs rampes de ce type peuvent être groupées, à des niveaux différents, pour couvrir des variations plus conséquentes de la cote du plan d'eau amont. Une évaluation précise d'un tel aménagement est encore nécessaire,

— l'ensemble du dispositif est placé à une cote plus basse que le niveau minimal de la retenue (Fig. 2), et le passage dans le plan d'eau amont est possible au travers d'un lit de branchages coincé sous une vanne, ayant pour but de diminuer localement les vitesses d'écoulement. Ce procédé reste limité à des variations modestes du niveau amont, et son efficacité n'a jamais été évaluée précisément,

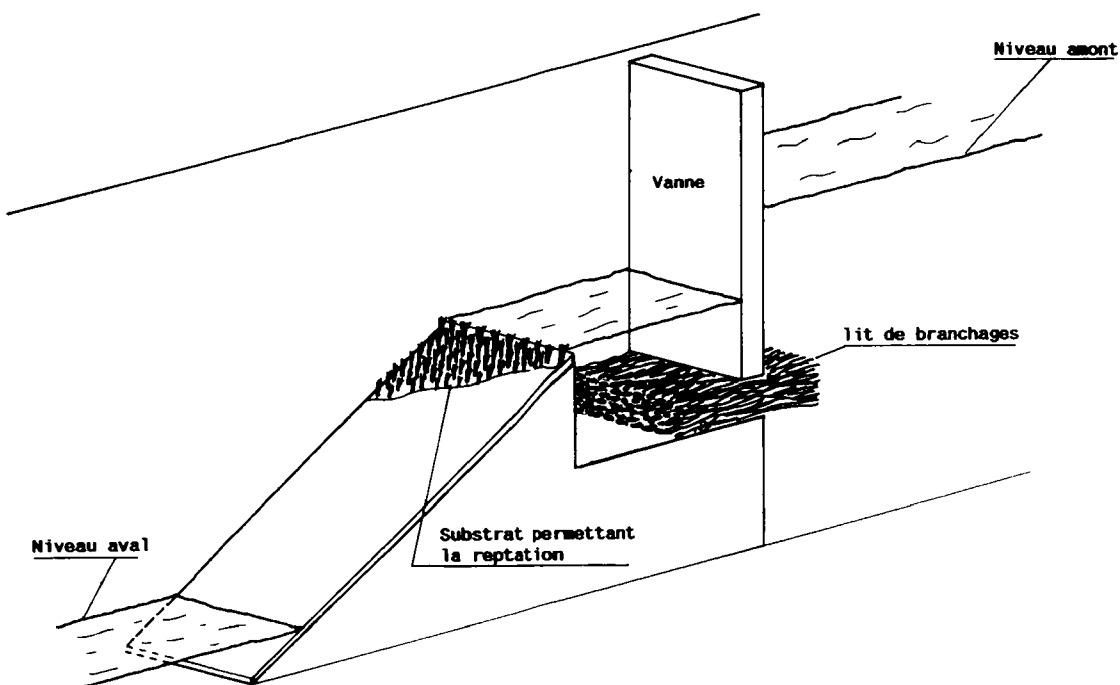


Figure 2 : Régulation de l'alimentation en eau et passage des anguilles au moyen d'un lit de branchage sous une vanne.

Figure 2 : Regulation of flow discharge and eel passage with a layer of branches under the gate.

— l'extrémité amont de la rampe de montée est placée à une cote supérieure au niveau maximal de la retenue (Fig. 3). La rampe est irriguée par pompage et aspersion. Les migrateurs parvenus en haut de la rampe sont entraînés sur un plan incliné en sens inverse, et tombent dans le plan d'eau amont, ou dans un vivier de stockage qui permet de les capturer en vue d'un transport ou d'un dénombrement.

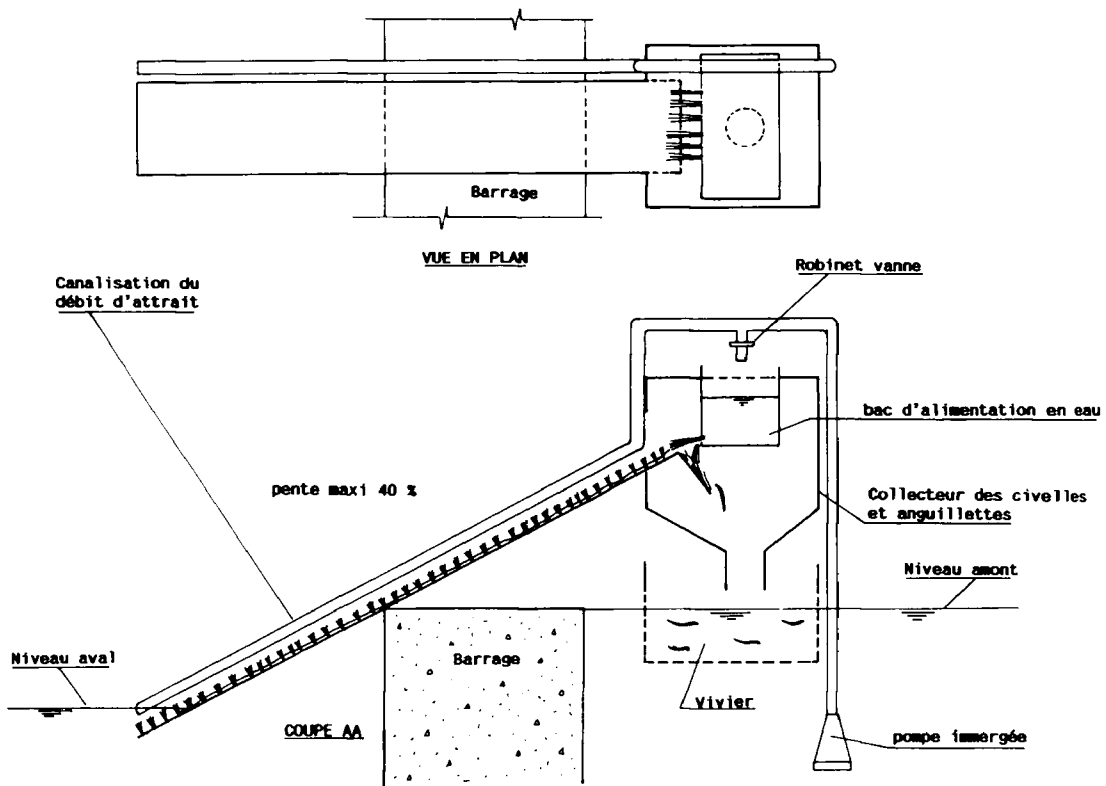


Figure 3 : Passe aménagée en piège à civelles et anguillettes.

Figure 3 : Fishway with upstream elver and young eel trap.

3.4. Implantation sur le site

La notion d'attractivité des passes est, dans l'état actuel des connaissances, moins bien définie pour l'anguille que pour d'autres espèces. Les recommandations qui peuvent être formulées sont de placer l'entrée d'une passe à anguilles au plus près de l'obstacle, au voisinage du point de remontée maximale des migrateurs. La proximité d'une zone calme servant de zone de stationnement et de repos pour les migrateurs semble importante.

La présence d'anguilles est souvent observée au voisinage des passes à poissons dimensionnées pour le passage d'autres espèces. Il est possible de profiter de l'attraction exercée par un tel ouvrage en lui associant une rampe équipée d'un matériau adéquat (Fig. 4).

Lorsque les migrateurs sont présents au pied d'un obstacle, il est utile de repérer leurs zones de stationnement et de concentration pour guider le choix de l'emplacement d'une passe migratoire. Avant un aménagement définitif, on pourra procéder à des essais sur le site au moyen d'une passe-piège amovible alimentée en eau gravitairement ou par pompage, afin de rechercher le meilleur site d'implantation.

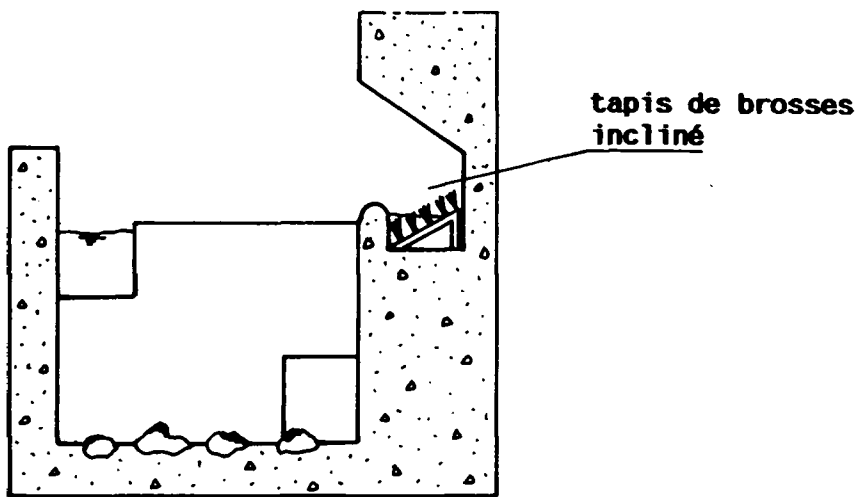
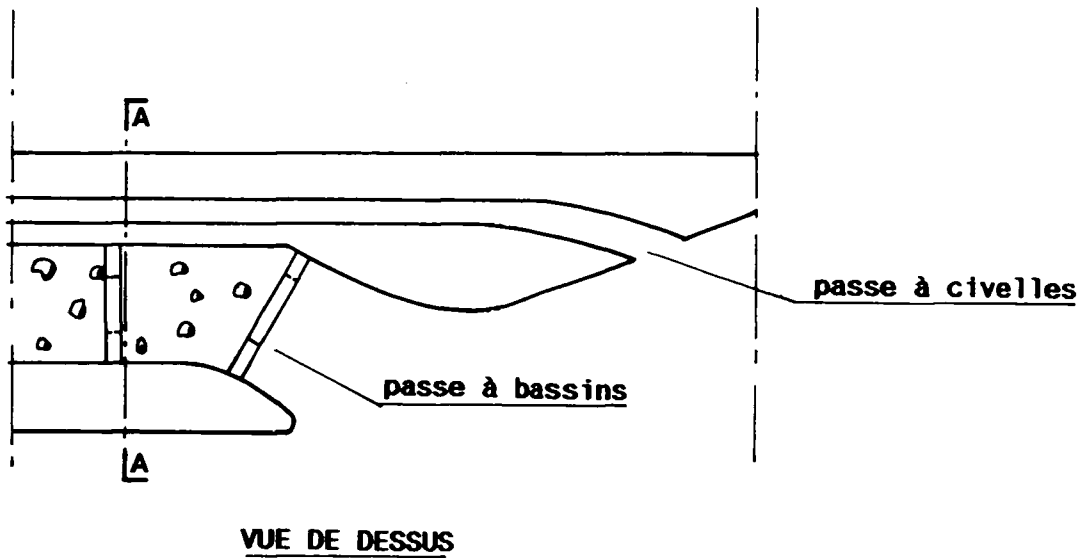


Figure 4 : Association d'une passe à bassins et d'un dispositif de franchissement pour les civelles et anguillettes (d'après JENS, 1982).

Figure 4 : Pool type fishway with lateral passage of elvers and young eels (from JENS, 1982).

3.5. Observations sur l'état de la technique

Même si d'assez nombreux aménagements destinés à faciliter la migration de l'anguille ont été réalisés à l'étranger, les expérimentations conduites sur ce type d'ouvrage ont été peu fréquentes, et souvent incomplètes. On peut ainsi observer que les différents

types de substrats n'ont jamais été testés simultanément, et que les performances de différentes configurations de la partie amont de l'ouvrage n'ont pas été comparées. Des améliorations substantielles devraient encore intervenir dans le choix des matériaux et la configuration des aménagements.

BIBLIOGRAPHIE

- BLAXTER J.H.S., DICKSON W., 1959. Observations on the swimming speeds of fish. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, 24 (3) : 472-9.
- HADDERINGH R.H., VAN DER STOEP J.W., HABRAKEN J.M.P.M., (à paraître). Deflecting eels from water inlets of power stations with light. Irish Fish. Invest.
- LEGAULT A., 1990. Gestion des barrages estuariens et migration d'anguilles. Int. Rev. Ges. Hydrobiol., 75 (6), : 819-825.
- LEGAULT A., 1991. Etude de quelques facteurs de sélectivité de passes à anguilles. Communication EIFAC, Working party on eel, Dublin, 12 p.
- LEGAULT A., (à paraître). L'anguille, aménagement des obstacles à la migration. A.D.A. (Ed.).
- McLEAVE J.D., 1980. Swimming performance of European eel (*Anguilla anguilla*) elvers. J. Fish. Biol., 16 : 445-452.
- RIGAUD C., FONTENELLE G., GASCUEL D., LEGAULT A., 1988. Le franchissement des ouvrages hydrauliques par les anguilles (*Anguilla anguilla*). Présentation des dispositifs installés en Europe. Les publications du Département d'halieutique 9, ENSA Rennes, 148 p.



Photo 1 : Anguilletes progressant sur des rampes équipées d'un substrat de type brosse (dispositif expérimental) (cl. A. LEGAULT).



Photo 2 : Dispositif migratoire pour les civelles et anguilletes installé sur une vanne segment (cl. A. LEGAULT).

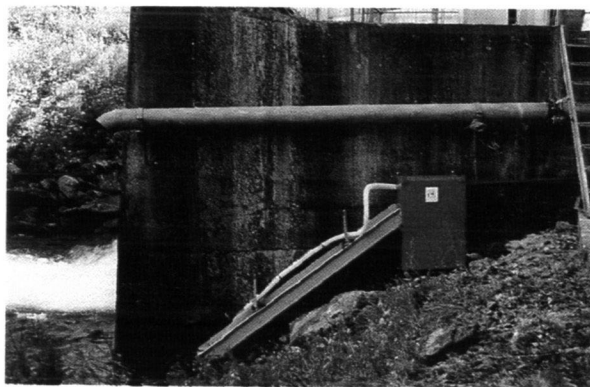


Photo 3 : Passe-piège à anguilletes au barrage de la Ville-Hatte sur l'Arguenon (Côtes-d'Armor).