NOTE TECHNIQUE

ÉTUDE DE QUELQUES FACTEURS DE SÉLECTIVITÉ DE PASSES A ANGUILLES

A. LEGAULT

FISH-PASS, 85 rue de St-Brieuc, 35000 RENNES (France)

Reçu le 19 décembre 1991
Accepté le 22 décembre 1992

Received 19 December, 1991
Accepted 22 December, 1992

RÉSUMÉ

Une étude des facteurs de sélectivité des passes à anguilles a été menée au pied d'un obstacle à la migration anadrome de l'anguille sur la Dordogne. Le dispositif expérimental a permis la capture de 6 276 anguilles en 180,5 heures de fonctionnement. La taille des anguilles évolue entre 120 et 395 mm avec une taille moyenne de 223 mm. Elles sont significativement inférieures à celles des anguilles capturées dans une passe à poissons située à proximité. Ces données semblent traduire la sélectivité des passes à poissons traditionnelles sur les anguilles. Les différentes configurations testées ont permis de caractériser certains facteurs de sélectivité : à pente équivalente, la longueur des animaux en reptation varie avec le substrat, les substrats les plus denses sélectionnent les plus petits individus, mais la sélectivité évolue également avec l'inclinaison des rampes. Les facteurs pente et substrat influencent également l'efficacité. Les pentes les plus faibles entre 15 et 30° devraient donc être préconisées pour les passes à anguilles ; le substrat devrait, quant à lui, être adapté à la distribution des tailles des anguilles en migration.

STUDY OF SOME SELECTIVITY FACTORS IN EEL LADDERS

ABSTRACT

Selectivity factors of eel ladders were studied just below an obstacle to eel anadromous migration in Dordogne river. An experimental device caught 6 276 eels for 180,5 hours. The range size of eels varied from 120 to 395 mm (mean length : 223 mm) which is smaller than range size of eels caught by a neighbouring fish ladder. This result seems to show the selectivity of usual fishways. Various configurations of the experimental device allowed to test some selectivity factors. Slope and substrate factors seem to influence the efficiency. For a given slope, the eel size distribution depends on the substrate, more dense brushes involve a smaller average length of migrants. Selectivity also changes according to gradients. Slight slopes (15-30°) should be recommended for such devices and the substrate should be adapted to size distribution of eels in migration.

INTRODUCTION

Des passes à anguilles sont installées en Europe depuis de nombreuses années. Elles utilisent la capacité de reptation de l'anguille pour leur faire franchir le dénivelé des barrages, ou les capturer à des fins d'alevinage ; des zones de reptation irriguées en eau sont offertes aux animaux en migration. A travers l'Europe, différents types de matériaux équipent les dispositifs, des matériaux naturels : cailloux, fagots, tresses de paille... ou des matériaux artificiels : brosses, treillis plastiques... Les anguilles en transit ont des tailles très variées en fonction des sites et des pays. Si les passes sont parfois l'objet d'études, les travaux sur leur efficacité ou leur sélectivité sont très rares. Pourtant, des différences importantes des caractéristiques des populations migrantes ont été observées grâce à l'utilisation simultanée de pièges utilisant des substrats différents (MORIARTY, 1986).

En France, lors de l'installation de la première passe estuarienne, le substrat utilisé s'est révélé très sélectif, seules des civelles empruntaient le dispositif (BERTIGNAC, 1984). En changeant ses caractéristiques lors de la construction d'une seconde passe estuarienne, la distribution des tailles s'est élargie, elle s'étend désormais entre 60 et 310 mm (LEGAULT, 1988). Dans le cadre du développement des passes à anguilles en France, il est donc apparu essentiel de tester ces substrats afin de préciser leur sélectivité et pouvoir optimiser leurs caractéristiques en fonction des populations migrantes.

Cette étude a été financée par le Conseil Supérieur de la Pêche et réalisée avec l'aimable collaboration des personnels EDF du Groupement de Bergerac.

1. MÉTHODOLOGIE

1.1. La zone d'étude

Le barrage de Tuilière est situé dans la zone aval de la Dordogne à 80 km de la zone estuarienne, la Gironde. En amont, le bassin versant s'étend sur plus de 13 650 km². Onze kilomètres en amont du barrage de Bergerac, il représente le second obstacle à la migration des poissons (fig. 1).

Figure 1 : Situation et configuration de la zone d'étude

Figure 1 : Location and configuration of the study site.

D'une longueur de crête de 105 m, et d'un dénivelé de 12 m en étiage, le barrage est équipé de huit turbines hydro-électriques et de deux passes à poissons : en rive gauche, une passe à ralentisseurs et, en rive droite, un ascenseur à poissons.

1.2. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est localisé dans la partie aval de la passe à poissons située en rive gauche. Il compte trois passes-pièges, chacune comporte un vivier où débouche une rampe de progression équipée de substrat à anguilles (photo 1). Un bac d'irrigation assure l'alimentation en eau du dispositif. Les rampes, longues de 2.4 m et large de 0.3 m, sont immergées à leur base dans la rivière, leur position est interchangeable et leur pente peut être réglée par rehaussement des viviers. Une canalisation en charge permet l'alimentation en eau du dispositif expérimental et du débit d'attrait.

Photo 1 : Le dispositif expérimental (pente de 45°).

Photo 1 : Experimental equipment (slope of 45°).

Lors de l'expérimentation, trois substrats sont testés ; les résultats sont analysés dans cette étude. Les substrats sont constitués de brosses montées sur support P.V.C. Elles se distinguent par la distance minimale d'implantation des touffes : 21, 14 et 7 mm respectivement nommées substrats 1, 2 et 3, correspondant respectivement aux rampes 1, 2 et 3.

1.3. Les prélèvements

La période d'intervention s'étend entre le 21 juin et le 4 juillet. Lors d'un essai, trois substrats sont testés simultanément avec une même pente. A son issue, après le prélèvement des anguilles dans les viviers (photo 2), les positions des rampes sont interverties afin de limiter l'effet position des rampes, un nouvel essai est réalisé.

Photo 2 : Anguilles capturées dans le vivier à l'issue d'un essai.

Photo 2 : Eels caught in the fish holding facilities after a sampling period.

Trois séries d'essais sont menées en modifiant successivement l'inclinaison des rampes. Trois inclinaisons sont ainsi testées (15° , 30° et 45°) :

Pente de 15° durant 44 heures 30 minutes entre le 21 et 23 juin.

Pente de 30° durant 67 heures 45 minutes entre le 28 juin et le 1^{er} juillet.

Pente de 45° durant 68 heures 15 minutes entre le 1^{er} et 4 juillet.

Durant 180,5 heures de piégeage, 66 prélèvements sont effectués. Les anguilles sont alors comptabilisées. Pour 57 d'entre eux, toutes les anguilles sont mesurées individuellement après anesthésie soit 3 454 individus. Elles sont ensuite libérées en amont du barrage. En outre, toutes les anguilles transitant par l'ascenseur à poissons sont capturées et mesurées lors de trois vidanges de la cuve, soit 202 individus.

2. RÉSULTATS

2.1. Les captures

Lors de cette étude, 6 276 anguilles ont été capturées durant 180,5 heures de piégeage effectif. Les mesures effectuées sur 3 454 individus montrent une taille moyenne de 223 mm (écart type 43,3 mm).

La distribution des tailles est large et s'étale entre 120 et 395 mm (fig. 2).

Figure 2 : Distribution des tailles des anguilles capturées dans le dispositif expérimental et dans l'ascenseur à poissons.

Figure 2 : Size distribution of eels caught with the experimental equipment and with the fish lift.

Elle se caractérise par une faible fréquence des anguilles de petite taille (inférieure à 160 mm) qui représentent moins de 6 % des captures. Les animaux d'une longueur supérieure à 280 mm sont également faiblement représentés (11,5 %). Les tailles de l'essentiel des captures s'établissent entre 160 et 280 mm (82,5 %).

Cette distribution se distingue nettement de celle des anguilles capturées dans l'ascenseur à poissons (fig. 2). Les anguilles sont alors de plus grande taille, longueur moyenne : 293 mm (écart type 48,7 mm).

Un test de comparaison des moyennes montre une différence significative entre les deux prélèvements. Les anguilles capturées dans l'ascenseur sont de plus grande taille que celles capturées dans le dispositif expérimental.

La cuve de l'ascenseur permet d'échantillonner les anguilles ayant pénétré dans la chambre aval de l'équipement. Si sa configuration est particulière, ses paramètres de fonctionnement sont semblables à ceux des passes à poissons traditionnelles (passes à bassins, passes à ralentisseurs,...) ; chute aval d'une trentaine de centimètre afin de bénéficier d'un bon attrait. Les anguilles qui y pénètrent sont confrontées à des vitesses de courant importantes, de l'ordre de 2 m/sec. Bien qu'elles progressent alors préférentiellement le long des rives pour profiter des effets de ralentissement du courant, les données courantologiques pourraient représenter un facteur de sélectivité. La vitesse de nage évoluant avec la longueur des anguilles, seules celles ayant atteint une certaine taille pourraient pénétrer dans la chambre de capture de l'ascenseur à poissons. Ces résultats mettraient donc en évidence la sélectivité des dispositifs de franchissement sur l'anguille.

2.2. Efficacité du dispositif expérimental

L'expérimentation s'est déroulée en 12 jours. Durant cette courte période, la dynamique migratoire semble avoir fortement varié ; en particulier, de fortes fluctuations des captures journalières d'anguilles ont été observées dans l'ascenseur à poissons. Il apparaît donc délicat de comparer entre elles l'efficacité des trois séries de tests réalisées avec des intensités migratoires fluctuantes.

Au cours de chaque série d'intervention, les substrats, testés simultanément, sont soumis à la même intensité migratoire. Pour comparer leur efficacité, un indice moyen de capture, égal à la contribution relative moyenne de chaque rampe pour une série d'essais, peut être établi.

Première série d'essais : Pente des rampes 15°

Au cours de cette série d'essais, 907 individus ont été capturés, soit en moyenne 20,38 individus par heure de piégeage. La contribution de chacune des rampes aux captures totales varie fortement.

La rampe 1 : 69 individus, soit 7,6 % des effectifs.

La rampe 2 : 553 individus, soit 61,0 % des effectifs.

La rampe 3 : 285 individus, soit 31,4 % des effectifs.

La rampe 2 apparaît la plus efficace au cours de cet essai, la rampe 1 quant à elle contribue très faiblement aux captures totales.

Deuxième série d'essais : Pente des rampes 30°

Au cours de cette série d'essais, 3 791 individus ont été capturés, soit en moyenne 55,95 individus par heure de piégeage, là encore la contribution des rampes aux captures varie.

La rampe 1 : 1 347 individus, soit 35,5 % des effectifs.

La rampe 2 : 1 983 individus, soit 52,3 % des effectifs.

La rampe 3 : 461 individus, soit 12,2 % des effectifs.

La rampe 2 assure la capture de plus de 50 % des effectifs. Si les captures de la rampe 1 sont approximativement équilibrées (environ 1/3 des captures), la rampe 3 se distingue par sa faible contribution.

Troisième série d'essais : Pente des rampes 45°

Au cours de cette série d'essais, 1 581 individus ont été capturés, soit en moyenne 23,16 individus par heure de piégeage.

La rampe 1 : 823 individus, soit 52,0 % des captures.

La rampe 2 : 607 individus, soit 38,4 % des captures.

La rampe 3 : 151 individus, soit 9,6 % des captures.

La rampe 1 assure plus de 50 % des captures, la rampe 2 contribue moyennement aux captures totales, la rampe 3 est encore caractérisée par de plus faibles captures.

Il apparaît délicat de préciser les variations d'efficacité entre les trois séries d'essais, en raison des fluctuations de la dynamique migratoire. L'efficacité relative moyenne de chaque rampe peut être néanmoins établie à partir de leur contribution relative pour chacune des pentes. Elle indiquerait une efficacité différentielle en fonction du substrat. Le substrat 2 apparaît plus efficace (50,6 %) que le substrat 1 (31,7 %), lui même plus efficace que le substrat 3 (17,7 %). Mais l'efficacité semble également influencée par le facteur pente : le substrat 1 apparaissant faiblement efficace avec une pente de 15° ; au contraire, le substrat 3 a sa plus faible efficacité avec une pente de 45°. Toutefois, les données d'efficacité risquent d'être influencées par la sélectivité de chacune des rampes.

2.3. Analyse de la sélectivité des substrats et des pentes

Au cours des expérimentations, les trois substrats sont testés simultanément pour trois pentes successives. Les données biométriques récoltées permettent d'analyser la sélectivité de ces différentes modalités. Toutefois, cette analyse suppose la stabilité de la population échantillonnée. En raison de la courte durée des interventions et de l'importance supposée du peuplement en migration au pied du barrage, l'hypothèse d'homogénéité de la population paraît acceptable.

Au cours de l'ensemble de l'expérimentation, 3 454 individus ont été mesurés. Les distributions de tailles ne diffèrent pas significativement de la loi normale, et les conditions d'homogénéité des variances étant acceptables au seuil de 0,1 %, une analyse de variance sur les données biométriques à un critère de classification, le substrat, permet de rejeter l'hypothèse d'égalité des longueurs moyennes des trois modalités. La taille moyenne des anguilles capturées varie avec le substrat équipant chaque rampe.

L'application d'un test de comparaisons multiples permet de distinguer les trois substrats :

- Substrat 1 : longueur moyenne 220 mm.
- Substrat 2 : longueur moyenne 232 mm.
- Substrat 3 : longueur moyenne 209 mm.

Cette première analyse semble caractériser une sélectivité des substrats. Pour préciser cet aspect, l'influence du facteur pente est analysée pour chacun des substrats.

Substrat N° 1 (fig. 3)

L'analyse de variance à un critère de classification, la pente, est effectuée pour cette rampe. Les conditions initiales étant respectées ; les distributions ne diffèrent pas significativement de la loi normale, les conditions d'homogénéité des variances sont acceptables au seuil de 0,1 %.

L'hypothèse d'égalité des longueurs moyennes peut être rejetée. La taille moyenne des anguilles capturées varie avec la pente pour le substrat 1. L'application d'un test de comparaisons multiples permet de distinguer deux groupes :

- Groupe 1 : Pente de 30° (Longueur moyenne : 212 mm).
- Groupe 2 : Pente de 45° (Longueur moyenne : 226 mm).

La pente de 15° est en situation intermédiaire entre ces deux groupes.

Pour ce substrat, l'augmentation de la pente amènerait une augmentation de la taille moyenne des animaux en reptation. Toutefois, l'effectif limité capturé avec la pente de 15° ne permet pas de préciser les effets de cette modalité.

Figure 3 : Distribution des tailles des anguilles capturées pour les différentes modalités expérimentales : (S) Substrat et (P) Pente.

Figure 3 : Size distribution of eels caught with various experimental conditions : (S) Substratum and (P) Slope.

Substrat N° 2 (fig. 3)

L'analyse de variance à un critère de classification est également effectuée pour cette rampe. Les conditions d'homogénéité des variances sont acceptables au seuil de 0,1 %.

L'hypothèse d'égalité des longueurs moyennes peut être rejetée. La taille moyenne des anguilles capturées varie avec la pente pour le substrat 2. L'application d'un test de comparaisons multiples permet de distinguer deux groupes :

Groupe 1 : Pente de 30° et pente de 45° (Longueurs moyennes respectives : 218 et 219 mm).

Groupe 2 : Pente de 15° (Longueur moyenne : 256 mm).

L'augmentation de la pente semble se traduire pour ce substrat par une diminution de la taille moyenne des animaux en reptation. Toutefois, si cette diminution est sensible entre les pentes de 15 et 30°, elle est très réduite entre les pentes de 30 et 45°.

Substrat N° 3 (fig. 3)

L'analyse de variance à un critère de classification est encore effectuée pour cette rampe. Les conditions initiales sont aussi respectées ; les distributions ne diffèrent pas significativement de la loi normale, les conditions d'homogénéité des variances sont acceptables au seuil de 0,1 %.

L'hypothèse d'égalité des longueurs moyennes peut être rejetée. La taille moyenne des anguilles capturées varie avec la pente pour le substrat 3. L'application d'un test de comparaisons multiples permet de distinguer deux groupes :

Groupe 1 : Pente de 45° et pente de 30° (Longueurs moyennes respectives : 190 et 198 mm).

Groupe 2 : Pente de 15° (Longueur moyenne : 232 mm).

Pour ce substrat, l'augmentation de la pente se traduit par une diminution de la taille moyenne des animaux en reptation. Toutefois, si cette diminution est sensible entre les pentes de 15 et 30°, elle est très réduite entre les pentes de 30 et 45°.

Pour les trois substrats, la longueur moyenne des animaux en reptation est influencée par le facteur pente. Toutefois, si pour les substrats 2 et 3 l'augmentation de la pente semble se traduire par une diminution de la longueur moyenne, au contraire pour le substrat 1 cette évolution est inverse. Cette évolution distincte peut être reliée aux paramètres de fabrication des brosses. Les distances minimales inter-touffes varient selon les substrats, elles sont respectivement de 21, 14 et 7 mm. Dans des trieurs à anguilles utilisant des mailles ovalisées, pour de tels vides de maille, la longueur du L50 des anguilles triées (sélectivité de 50 %) sont respectivement de 370, 260 et 150 mm (LECORRE et XIMENES, 1986) et les animaux sont contraints de passer dans le trieur.

Pour ramper à la base des touffes, la largeur maximale des anguilles devra être inférieure ou égale à l'espace inter-touffes. Les anguilles de largeur supérieure doivent ramper dans des parties plus superficielles du substrat, où la flexibilité des brins leur permet de s'engager. Pour les substrats 2 et 3, la diminution des tailles moyennes en fonction de la pente pourrait alors traduire la difficulté croissante des animaux de plus grande taille à ramper dans la partie superficielle du substrat en fonction de la pente. Pour le substrat 1, la distance inter-touffes ne paraît pas être limitante, la taille moyenne des anguilles est très inférieure à 370 mm. L'augmentation de la taille moyenne avec la pente pourrait alors traduire la difficulté croissante des petits individus à progresser dans ce substrat quand la pente augmente.

3. CONCLUSION

Des substrats naturels sont employés dans de nombreuses passes à anguilles en Europe : tresses de paille, fagots, branches de bruyère... L'étude de leur sélectivité est alors délicate en raison de leur hétérogénéité ; un seul passage critique sur la zone de reptation peut fortement modifier leur sélectivité. Lors de cette étude, la configuration du dispositif expérimental et l'emploi de substrats artificiels ont permis de caractériser deux facteurs de sélectivité qui apparaissent essentiels, le substrat et l'inclinaison des rampes de progression.

Le substrat équipant la rampe d'une passe à anguille semble avoir un effet majeur sur la taille des individus parvenant à le gravir. La sélectivité s'exprime en fonction de la longueur des animaux en reptation. Or, la composition en taille de la population en migration anadrome évolue en fonction de la distance à la mer. Ainsi, si le substrat 2 apparaît le mieux adapté au site de Tuilière, sur d'autres sites plus en amont la conclusion pourra être différente. Le substrat devrait donc être adapté aux caractéristiques de la population migrante. Toutefois, un substrat

présentant des distances inter-touffes variées permettrait de tenir compte de l'hétérogénéité de la population migrante. En outre, les pentes les plus faibles sembleraient préférables afin de réduire la sélectivité. Toutefois, pour un dénivelé donné, les faibles pentes augmentent la longueur des zones de reptation. Lors de l'installation de passes à anguilles, l'inclinaison des rampes, tout en étant la plus réduite possible, risque de représenter un compromis entre la réduction de la sélectivité et les possibilités d'implantation de l'équipement.

La sélectivité n'est qu'un des facteurs d'efficacité des dispositifs de franchissement. De nombreux aspects devraient encore être abordés afin d'optimiser le fonctionnement des passes à anguilles. En outre, la sélectivité des passes à poissons traditionnelles sur les anguilles analysée dans cette étude, tendrait à montrer l'ampleur de la tâche pour restaurer les voies de migration de l'anguille.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTIGNAC M., 1984. Etude d'une passe à civelles et des manœuvres d'ouvrage à la mer. Rapport Parc Naturel Régional du Marais Poitevin, 68 p.
- LE CORRE G. et XIMENES M.C., 1986. Mise au point d'un trieur. In *Anguille, Ecobiologie et Halieutisme*, Rapport Gis Arm.S, 47 p.
- LEGAULT A., 1988. Les passes à anguilles de Brière, suivi estival. Ronéo, 6 p.
- MORIARTY C., 1986. Riverine migration of young eels *Anguilla anguilla* L. *Fish Res.*, 4, 43-58.