ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DU RECRUTEMENT FLUVIAL
DE L'ANGUILLE.

A. LEGAULT

Fish-Pass, 91 rue de St-Brieuc, 35000 RENNES, France.

RÉSUMÉ

La migration anadrome de l'anguille a pu être étudiée sur une petite rivière bretonne, l'Arguenon. Sur ce cours d'eau, le barrage de la Ville Hatte représente un obstacle infranchissable situé 10 km en amont du barrage estuarien. Il contrôle un bassin versant de 383 km². Il a été équipé d'une passe piège, les captures de l'équipement ont pu être suivies du 24 Mars au 25 Octobre 1992.

Pendant la période d'étude, plus de 166 kg d'anguilles ont été capturés. La migration s'étend sur l'ensemble de la période d'étude, soit 31 semaines ; toutefois d'importantes fluctuations ont été observées. La migration hebdomadaire évolue entre 0,08 et 53 kg d'anguilles ; 75 % des captures sont réalisées sur 4 semaines alors que 17 semaines contribuent à moins de 10 % des captures totales. Le suivi des captures permet de distinguer deux pics de migration. Le premier est situé au cours du mois de Juillet. Après une faible intensité migratoire aux mois d'Août et de Septembre, une reprise de la migration est enregistrée au début du mois d'Octobre. La gamme des poids des anguilles en migration est large, les poids individuels s'étalent entre 0,3 et 350 g. Toutefois, la majorité d'entre elles pèsent moins de 1 g. Ainsi, plus de 215 000 individus ont franchi l'obstacle grâce à cet équipement.

La passe piège représente la seule voie de franchissement de l'obstacle. L'évaluation des captures permet d'estimer le taux de recrutement du bassin versant pour l'année 1992. Il s'établit à 561 individus par km² de bassin versant. L'évaluation annuelle de ce taux pourrait être utilisée afin de suivre la dynamique du stock à l'échelle du bassin versant. Ces évaluations, conduites à l'échelle de l'aire de répartition européenne de l'anguille, pourraient permettre d'établir le recrutement fluvial annuel et ses fluctuations.

Mots-clés : anguille, *Anguilla anguilla*, migration, recrutement.

PRELIMINARY STUDY OF THE FLUVIAL RECRUITMENT OF EELS.

ABSTRACT

Upstream migration of eels was studied in River Arguenon (Britanny, France). The dam of Ville Hatte constitutes an impassable obstacle at 10 km from the sea. It controls a 383 km² catchment area. It is equipped with a ladder that was used to trap eels during a 7 months survey, between March 24 and October 25, 1992.

During the study, over 166 kg of eels were caught. The migration was continuous during the whole study period, however, important fluctuations were observed. The migration intensity varied between 0.08 and 53 kg of eels per week ; 75 % of the captures occurred within 4 weeks, whereas 17 weeks contributed to less than 10 % of the total catches. Two migration peaks occurred ; the first one in July, and the second at the beginning of October, after a period of low migration intensity in August and September. The individual weight of caught eels ranged between 0.3 and 350 g, but most of them weighed less than 1 g. Thus, over 215,000 fishes got over the dam using the ladder.

The eel ladder is the only way to pass over the dam. Therefore, the assessment of the captures permits to calculate the recruitment rate of the whole watershed : 561 eels per km² in 1992. A yearly evaluation of this rate could be used for a long term study of the population dynamics in eels at the scale of the whole watershed. This kind of approach, conducted at the European scale of eel distribution, could be useful to assess the interannual fluctuations of the continental recruitment of this species.

Key-words : eel, *Anguilla anguilla*, migration, recruitment.

INTRODUCTION

La migration anadrome de l'anguille, poisson thalassotoque, assure la distribution de l'espèce dans chacun des bassins versants de son aire de répartition.

Au niveau donné d'une rivière, son déroulement conditionne le recrutement des portions situées en amont. Toutefois, les barrages représentent des obstacles à la migration qui réduisent l'étendue du domaine de croissance. La distribution de l'anguille en Bretagne (LEGAULT et PORCHER, 1990) caractérise l'effet de ces ouvrages à l'échelle régionale. Toutefois, des dispositifs de piégeage, installés au pied de ces aménagements, ont permis de décrire la migration anadrome de l'anguille (JELLYMAN et RYAN, 1983). Pour l'anguille européenne, ces travaux ont été réalisés dans des zones septentrionales de l'aire de répartition (MORIARTY, 1986 ; VOLLESTAD et JONSSON, 1988). En France, le suivi de la migration a été réalisée au niveau de quelques barrages estuariens du littoral atlantique ou en domaine fluvial sur de courtes durées ne représentant qu'une partie de la période de migration (LEGAULT, 1992 ; LEGAULT et FEUNTEUN, 1992).

Conscient de la disparition de l'anguille en amont de la retenue de la Ville Hatte, sur le Frémur, les gestionnaires de l'ouvrage ont décidé d'installer un équipement pour restaurer les possibilités de migration anadrome. Dans une première étape, le projet s'est orienté vers l'installation d'une passe piège afin de comptabiliser les captures et d'évaluer l'utilité d'un équipement plus important de type ascenseur. Une passe piège a donc été installée en Juillet 1991. Un suivi partiel a été réalisé en 1991, les captures s'établirent à 6,7 kg. Puis en 1992, après l'aménagement d'une passe à anguille rustique sur le barrage estuarien, le suivi de l'équipement a pu être mené au cours du printemps et de l'été. Cet équipement, outre l'aspect de validation de l'intérêt d'un dispositif de franchissement, représentait l'opportunité d'analyser la dynamique migratoire et le recrutement en anguille d'un petit bassin versant breton.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

1. Situation géographique

Le barrage de la Ville Hatte est situé sur l'Arguenon, petite rivière du nord de la Bretagne. Il est situé à 10 km en amont du barrage estuarien et de deux chaussées de moulin partiellement franchissables (figure 1). Ce barrage contrôle un bassin versant de 383 km². Construit en 1973, il crée une retenue pour l'alimentation en eau potable avec un dénivelé d'environ 14 m.

Le régime hydrologique du cours d'eau est profondément modifié par l'ouvrage. Habituellement, pendant les phases printanières et estivales, seul un débit réservé de 200 l/s alimente la rivière par un siphon. Toutefois, lors des épisodes pluvieux, des évacuations d'eau sont réalisées lorsque la cote de retenue est dépassée.

2. La passe piège

La passe piège est installée à proximité immédiate de la restitution du débit réservé. Elle est constituée d'une rampe de progression équipée de substrat type mixte, à double écartement des touffes. A son sommet, un kit d'irrigation et de capture assure le fonctionnement du dispositif et oriente les anguilles vers un vivier. Afin d'éviter les risques de braconnage, le vivier et le système de capture sont enfermés dans un caisson (photo 1).

Une prise d'eau sur la canalisation de débit réservé assure le fonctionnement du dispositif. Une partie de l'eau est orientée vers la rampe de progression et le vivier de stockage, une autre assure un débit d'attrait au pied de la rampe. La passe fonctionne donc en continu.

3. Les prélèvements

Entre le 23 Mars et le 26 Octobre, les prélèvements sont réalisés au cours de la journée, le plus souvent le matin. Le rythme des prélèvements est déterminé par les possibilités pratiques d'intervention de la garderie du Conseil Supérieur de la Pêche et les observations des captures précédentes. Au cours de la période d'étude, 61 prélèvements

Figure 1 : Localisation du site d'étude.

Figure 1 : Location of the study.

ont été réalisés. La durée du piégeage varie de 1 à 8 jours, exceptionnellement elle est plus longue une fois 10 jours, et une autre fois 17 jours (tableau I). Les captures de chacun des prélèvements cumulent les captures journalières depuis le prélèvement précédent.

Lors de chaque prélèvement, l'ensemble des captures est pesé à 5 g près. Les grosses anguilles (poids supérieur à 20 g) sont alors dénombrées et régulièrement pesées. Pour les autres anguilles, seuls trois échantillons ont fait l'objet de pesée globale avec comptage simultané afin d'estimer le poids moyen individuel, puis tous les animaux sont déversés en amont du barrage.

Photo 1

Tableau I : Durée des phases de piégeage des différents prélèvements.

Table I : Duration of the sampling periods.

Durée du piégeage (jours)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	17
Nombre de prélèvements	9	16	13	12	2	2	1	3	1	1	1

RÉSULTATS

1. Évolution des captures

Au cours de la période d'étude, plus de 166 kg d'anguilles ont été capturés en 217 jours de piégeage dont 214 effectifs, soit une moyenne de 776 g par jour. Toutefois, de fortes fluctuations sont observées, les captures évoluent entre 3 et 13 150 grammes (figure 1). La durée des phases de piégeage évolue entre 1 et 17 jours, cette dernière est associée à une période de faible capture. Seules, les captures du prélèvement du 8 Octobre (durée 3 jours) sont nulles. Elles correspondent à une période de non-fonctionnement du piège suite à un problème de désamorçage du siphon d'alimentation en eau.

Afin d'homogénéiser les résultats, les captures moyennes journalières sont établies (figure 2) en affectant à chacun des prélèvements la durée de la phase de piégeage (nombre de jours). Ces captures moyennes journalières évoluent alors entre 1 et 13 150 grammes.

Figure 2 : Évolution des captures par prélèvement.

Figure 2 : Evolution of the captures per sample.

Figure 3 : Évolution des captures moyennes journalières.

Figure 3 : Evolution of the average daily catches.

Après de faibles captures journalières jusqu'à la fin du mois de Juin, une forte progression s'observe au cours des 10 premiers jours de Juillet, puis les captures diminuent irrégulièrement jusqu'à la fin du mois. Elles sont alors faibles au mois d'Août et Septembre. Une reprise des captures s'observe ensuite au début du mois d'Octobre. Ces captures deviennent très faibles lors de la dernière phase d'étude.

Afin de mieux caractériser l'évolution des prises, les captures hebdomadaires sont établies à partir des captures moyennes journalières. A chaque jour est affectée la capture moyenne journalière du prélèvement correspondant. L'addition des captures moyennes du mardi au lundi suivant permet alors d'évaluer les captures hebdomadaires. Le lundi correspond à la plus forte fréquence de prélèvement des jours de la semaine. L'évolution des captures hebdomadaires peut alors être établie sur la période d'étude.

Au cours des 31 semaines de piégeage, les captures hebdomadaires sont caractérisées par de fortes fluctuations, elles évoluent entre 53 351 et 80 grammes (figure 3).

Poids (g)

Figure 4 : Évolution des captures hebdomadaires.

Figure 4 : Evolution of the weekly catches.

Les quatre meilleures semaines contribuent à 75 % des captures, trois d'entre elles sont situées au mois de Juillet, la quatrième est en Octobre. A l'opposé, 10 semaines de captures contribuent globalement à moins de 5 % des prises. Toutefois, même si les captures sont faibles, elles n'ont jamais été nulles exception faite de la période de non-fonctionnement de la passe. Les plus faibles captures hebdomadaires sont situées au début et à la fin de la période d'étude.

2. Les anguilles capturées

Les prélèvements permettent de caractériser la grande hétérogénéité des anguilles capturées. Les poids individuels évoluent ainsi entre 0,3 et 350 g.

Les anguilles de grosse taille représentent environ 200 individus pour 35 kg. Les captures globales des autres anguilles représentent 131 kg. Le faible nombre de comptage avec pesée ne permet que d'estimer grossièrement le nombre d'individus. Avec un poids moyen individuel estimé de 0,6 g, les captures totaliseraient environ 215 000 individus.

DISCUSSION

Le dispositif expérimental permet la capture des animaux qui tentent de franchir le barrage de la Ville Hatte. En raison de sa configuration, cet obstacle ne présente aucune autre possibilité de franchissement. Après leur capture, les anguilles sont déversées en amont du barrage, seuls les animaux provenant de la zone aval sont capturés. Le dispositif permet donc de suivre la dynamique migratoire des anguilles arrivant au pied du barrage et de quantifier le recrutement de la zone amont, sur ce petit bassin versant.

1. Les périodes de migration

La période de migration s'étend sur l'ensemble de la période d'étude. En effet, les captures n'ont jamais été nulles tout au long de cette étude, soit du 2 Mars au 26 Octobre (31 Semaines). La période de migration semble donc plus longue que celles observées sur le Shannon de Juin à Septembre (MORIARTY, 1986) ou sur la rivière Isma en Norvège (VOLLESTAD et JONSSON, 1988), sans doute en relation avec la position géographique plus méridionale du bassin versant de l'Arguenon. A cet effet, pendant l'ensemble de la période de suivi, les températures de l'eau ont été supérieures à 8 °C, la température moyenne journalière maximale de l'eau s'établissait à 19 °C. L'effet seuil de la température n'a pas pu être mis en évidence au cours de la période d'étude.

Durant la saison de migration, de fortes fluctuations de l'intensité migratoire ont été observées. Deux périodes privilégiées de migration peuvent être distinguées : la première au mois de Juillet, la seconde au début du mois d'Octobre. Les 4 meilleures semaines de piégeage contribuent à 75 % des captures globales. Les fortes fluctuations migratoires ont déjà été mises en évidence sur le Shannon, la moitié de la migration annuelle était concentrée sur deux semaines (MORIARTY, 1986). Si les facteurs abiotiques comme la température et le débit fluvial semblent affecter la dynamique migratoire, l'évolution de la migration semble également influencée par les facteurs biotiques comme l'intensité migratoire des jours précédents. JELLYMAN et RYAN (1983) ont pu modéliser les fluctuations migratoires avec ces trois paramètres. En l'absence de données précises sur les débits évacués au barrage, l'influence de ce facteur n'a pas pu être évaluée, bien que de nombreux auteurs aient montré son importance. Toutefois, les observations réalisées lors des prélèvements semblent associer les fortes captures à une évacuation d'eau par la vanne de décharge.

2. Les anguilles en migration

Les animaux en migration sont caractérisés par une large gamme de poids compris entre 0,3 et 350 g. Elle correspond à des individus de plusieurs groupes d'âge, des civelles arrivées au cours de l'année dans l'estuaire jusqu'aux anguilles ayant déjà passé plusieurs années en milieu continental. Ces dernières sont toutefois nettement moins nombreuses, 21 % de la biomasse pour moins de 1/1000 de l'effectif.

Ainsi, la plus grande partie des migrants sont des anguilles jeunes (moins de 1 g). Ces observations avaient déjà été réalisées sur le Shannon avec toutefois des poids plus importants (MORIARTY, 1986). Pour des piégeages effectués plus en amont sur le bassin versant de la Garonne avec le même type de passe piège, la taille moyenne des individus était plus importante, longueur moyenne de 280 mm pour un poids moyen de 38 g (LEGAULT et FEUNTEUN, 1992), ou sur la Dordogne au barrage de Tuilière avec une taille moyenne de 223 mm (LEGAULT, 1992). Ces ouvrages sont situés à environ 200 km en amont de la zone oligohaline de l'estuaire de la Gironde et en amont d'un obstacle difficilement franchissable.

Sur un site, même si la gamme des tailles est étendue, la taille moyenne des anguilles en migration intègre donc la durée du transit depuis les zones estuariennes, cette migration s'inscrivant pendant la phase de croissance continentale de l'anguille. La durée du transit évoluerait avec la distance mais également avec les obstacles situés sur les voies de migration.

3. Le recrutement

La passe piège représente la seule voie de franchissement de l'obstacle. Toutes les anguilles capturées sont déversées en amont. Les données des captures permettent ainsi de préciser le recrutement du bassin versant. Pour l'année 1992, il s'établit à environ 215 000 individus. En le rapportant à la surface du bassin versant, un indice annuel de recrutement peut alors être établi. En 1992, il peut être évalué à 561 individus par km² de bassin versant. Cet indice apparaît plus fort que ceux notés sur la Shannon qui s'établissaient entre 11 et 35 individus / km² entre 1973 et 1983 (MORIARTY, 1986), ou en Norvège, sur la rivière Imsa, où ils évoluaient entre 29 et 382 individus/km² entre 1975 et 1987 (VOLLESTAD et JONSSON, 1988). Ces deux barrages sont également situés à proximité des zones estuariennes. Les différences de cet indice pourraient être renforcées par la tendance à la baisse des effectifs migrants notée depuis ces périodes, comme sur les rivières suédoises (WICKSTRÖM, 1983). En outre, pour l'Arguenon, il intègre la mortalité par pêche dans l'estuaire qui est soumis à l'exploitation civellière, 4 pêcheurs professionnels en 1986 (AUBRUN, 1986).

Cet indice, établi à l'échelle de l'aire de répartition de l'anguille, permettrait de suivre les fluctuations interannuelles du recrutement fluvial de l'anguille.

Son évolution peut également être suivie à différents niveaux des bassins versants. Ainsi en France, l'indice de recrutement peut être établi à partir des comptages réalisés sur les passes à poissons de Tuilière et de Golfech (ROGUET, comm. pers.) (tableau II).

Tableau II : Indice de recrutement sur des ouvrages de la Dordogne et la Garonne.

Table II : Recruitment indice on hydro-electric dams on Dordogne and Garonne rivers.

Sites	1989	1990	1991	1992
Golfech : Garonne ; B.V. (30 900 km ²)	0.43	*	0.90	0.005
Tuilière : Dordogne ; B.V. (13 650 km ²)	1.38	2.94	0.99	2.07

Pour ces deux sites, la précision de cet indice est étroitement associée à celle des méthodes de comptage (enregistrement vidéo). Aussi, nous nous attacherons uniquement à son ordre de grandeur. L'indice de recrutement apparaît très faible comparé à celui noté dans les zones proches de l'estuaire (respectivement inférieur à 3 et supérieur à 500 individus / km²). Il caractérise le très faible recrutement des zones amont à ces barrages, qui sont également affectées par une très forte raréfaction de l'anguille. La taille des animaux migrants est toutefois plus importante pour ces zones (supérieure à 220 mm). L'évolution de l'indice de recrutement en fonction de l'éloignement à l'estuaire intégrera alors la mortalité naturelle au cours de la période de transit. Cette mortalité pourrait être accentuée par le facteur de mortalité densité-dépendante, mis en évidence sur les rivières norvégiennes (VOLLESTAD et JONSSON, 1988), pour les anguilles concentrées dans les zones aval par des obstacles à la migration. Le suivi de cet indice à différents niveaux des rivières permettrait de caractériser la dynamique de la colonisation des bassins versants par l'anguille, d'établir l'influence des facteurs «distance» et «obstacle à la migration» sur cette colonisation. Il peut constituer également un moyen d'évaluation de l'efficacité des dispositifs de franchissement pour cette espèce.

REMERCIEMENTS

Cette étude synthétise les données acquises par la garderie du Conseil Supérieur de la Pêche de la Fédération des Côtes-d'Armor qui a effectué l'ensemble des relèves du piège, et grâce à la collaboration du Conseil Général des Côtes-d'Armor qui gère le barrage de la Ville Hatte et a financé son équipement.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBRUN L., 1986. Inventaire de l'exploitation de l'anguille sur le littoral de la Bretagne. Les publications du département halieutique, N°1, 105 p.
- JELLYMAN D.J., RYAN C.M., 1983. Seasonal migration of elvers (*Anguilla* spp.) into Lake Pounui, New Zealand, 1974-1978. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 17, 1-15.
- LEGAULT A., 1992. Etude de quelques facteurs de sélectivité de passes à anguilles. *Bulletin Français de Pêche et Pisciculture*, 325, 83-91.
- LEGAULT A., PORCHER J.P., 1990. Distribution du peuplement d'anguilles à l'échelle régionale Bretagne et Basse-Normandie (France). Communication EIFAC, Working group on Eel, Porto, Portugal.
- LEGAULT A., FEUNTEUN E., 1992. Etude de la migration estivale des anguilles au barrage de Golfech sur la Garonne. Rapport MIGADO, 26 p.
- MORIARTY C., 1986. Riverine migration of young eels *Anguilla anguilla* (L.). *Fisheries research*, 4, 43-58.
- VOLLESTAD L.A., JONSSON B., 1988. A 13-year study of the population dynamics and growth of the European eel *Anguilla anguilla* in Norwegian river : Evidence for density dependent mortality and development of a model for predicting yield. *Journal of animal ecology*, 57, 983-997.
- WICKSTRÖM H., 1983. The Swedish eel stocking programme. *Information fran Sôtvattens-Laboratoriet Drottningholm*, 2, 94-114.