L'impact d'un barrage d'estuaire sur la migration des poissons amphihalins : le cas de l'anguille et du barrage d'Arzal

The impact of tidal barrage on the migration of « amphihalins », a sub-family of salmon species, easily adaptable to fresh and salt water : i.e. the case of eels and the Arzal barrage

P. Elie C. Rigaud

**CEMAGREF Bordeaux
50, Avenue de Verdun, BP 3 Gazinet
33610 Cestas**

Le barrage d'Arzal a modifié brutalement il y a 14 ans tout le fonctionnement du système fluvio-estuarien de la Vilaine. Dans le cas particulier de l'anguille, des problèmes de franchissement d'ouvrage se posent aussi bien pour les civelles en migration anadrome (augmentation de la capturabilité par pêche, blocage total de la migration...), que pour la fraction sub-adulte en phase sédentaire lors de ses déplacements trophiques (ou autres). Pour augmenter la perméabilité de l'ouvrage ou améliorer son franchissement par les civelles ou les anguillettes, diverses solutions sont envisagées : les unes ne nécessitent pas d'aménagement physique de l'ouvrage mais elles n'entraînent qu'une amélioration ponctuelle (meilleure gestion des vannes et de l'écluse); les autres offrent l'assurance d'une possibilité permanente de franchissement pour des individus aptes à coloniser le bassin versant. Les exemples de ce type d'aménagement d'ouvrage ne sont pas rares à l'étranger, mais totalement absents en France.

The Arzal barrage suddenly changed the fluo-estuarian working system of the Vilaine 14 years ago. The problems of overpass especially affect adult eels and also young eels during anadromous migration (increase fish catching, complete blockage of migration...), as well as the sedentary phase sub-adult function during their trophic (or other) movements. To increase the penetrability of the overpass or improve its crossing by young eels, a diversity of solutions are proposed : some of these solutions do not require physical development of the overpass but only require effective improvement (better management of valves and sluices); others offer the guarantee of a subsequent permanent pass for fish likely to colonize the catchment area. Examples relating to this type of improvement are quite common abroad but do not exist in France.

Figure 1. — Le barrage de la Vilaine

I. Étude réalisée en Vilaine : Les motivations

Dans la zone estuarienne du bassin de la Vilaine (10 100 km²), le barrage d'Arzal a été mis en service en 1970 (fig. 1). Sur le plan technique, cet ouvrage avait pour but :

- de bloquer la remontée du flot salé à environ 8 km de l'embouchure (remontée de 40 km auparavant);
- de gérer l'évacuation de l'eau douce issue du drainage du bassin (lâchers plus ou moins importants lors des marées basses).

Cette mise en service a constitué la première étape d'un plan d'aménagement du bassin (curage et recalibrage des cours d'eau, réfection ou création d'ouvrages, création de retenues d'eau...) visant à obtenir une meilleure maîtrise hydraulique sur un bassin caractérisé par de sévères niveaux d'étiage et des crues parfois dévastatrices. Ces divers aménagements, sans doute nécessaires au bon fonctionnement des diverses activités humaines dans le bassin (industries, agriculture, urbanisation...) ont toutefois, de par les perturbations apportées au fonctionnement général du système naturel, un coût écologique non négligeable, mais malheureusement difficile à quantifier. Aussi cet aspect du problème n'est-il pas, peu ou mal pris en compte lors de la conception et de la réalisation de ces opérations d'aménagement.

La mise en service du barrage d'Arzal est, à ce titre, très représentative.

Elle contribue plus ou moins à :

- la suppression des risques d'inondation en zones habitées (Redon) ou agricoles;
- l'assèchement des marais de Redon;
- le maintien d'une cote du bief d'amont compatible avec un trafic fluvial régulier (transport commercial, tourisme...);
- l'utilisation de la retenue du barrage pour alimenter une station de pompage desservant Saint-Nazaire, la presqu'île guérandaise et la presqu'île de Rhuy;
- la création d'un port de plaisance en amont immédiat de l'ouvrage.

Mais parallèlement à ces conséquences et 15 ans après la mise en service d'Arzal, divers constats ou études montrent à l'évidence l'existence de *retombées problématiques* au niveau du fonctionnement général de l'estuaire et même du bassin dans son ensemble, retombées biologiques, mais aussi économiques :

* *envasement en aval d'Arzal* : l'exhaussement rapide des fonds obligera sous peu à des dragages pour maintenir les cotes à des niveaux compatibles avec la navigation.

* *problèmes de qualité d'eau* :

● malgré une gestion rigoureuse de l'ouvrage, l'utilisation incessante de l'écluse en période estivale provoque une accumulation d'eau salée au niveau des fosses de la station de pompage

Tableau I

Synthèse des propositions pour l'amélioration du franchissement du barrage

PROPOSITION	CARACTERISTIQUES DE L'AMELIORATION POUR LES CIVELLES				Mesures annexes	A étudier	Intérêt pour d'autres espèces
		C. quantitatives	C. qualitatives	Automatisation possible			
1. Admissions d'eau salée	PONCTUEL	Grand nombre d'Individus pouvant passer en un temps restreint	Non sélection des individus	oui	<ul style="list-style-type: none">• Interdiction de la pêche de la civelle sur le bassin en amont d'ARZAL• Aménagement des autres obstacles sur le bassin	<ul style="list-style-type: none">• Devenir de la poche• Quantification des passages et devenir des individus• Impact sur la pêche en aval	Voie de passage potentielle. A préciser
2. Eclusages	PONCTUEL	Efficacité dépendant de l'attractivité de l'écluse	Attraction des civelles par l'eau douce sélection	oui	<ul style="list-style-type: none">• Lors de l'opération, évacuer par le fond au niveau des vannes centrales (2-3-4)• Lors de l'opération, mise en réserve de l'écluse et du chenal aval• Après l'opération, retarder au maximum l'ouverture des vannes. Commencer par les plus éloignées de l'écluse et par le fond• Interdiction de la pêche de la civelle sur le bassin en amont d'ARZAL• Aménagement des autres obstacles sur le bassin	<ul style="list-style-type: none">• Impact sur la station de pompage• Devenir des individus et quantification des passages	Voie de passage potentielle. A préciser
3. Piégeage au niveau de V ₅ et éventuellement V ₁	PERMANENT	Possibilités intéressantes si l'on se réfère à des exemples étrangers, ce dispositif permettant d'accéder à des zones de fortes accumulations	Attraction des civelles par l'eau douce sélection	Fonctionnement en continu. Entretien nécessaire (1/4h en moyenne 1 personne responsable)	<ul style="list-style-type: none">• Report du chaînage un peu vers l'aval• Mise en place d'un déflecteur sur le volet mobile de la vanne considérée• Modulation des lâchers d'eau pour la vanne considérée• Interdiction de la pêche de la civelle sur le bassin en amont d'ARZAL• Aménagement des autres obstacles sur le bassin	<ul style="list-style-type: none">• Tester différents substrats sur la rampe de montée, permettant de piéger des civelles, mais aussi des anguillettes et anguilles• Possibilité de relier ce dispositif à la passe principale	Néant
4. Passe principale (2 dispositifs proposés)	PERMANENT	Très intéressant en raison de son caractère permanent	Attraction des civelles par l'eau douce sélection	Fonctionnement en continu. Entretien quotidien (1/2 h en moyenne 1 personne responsable)	<ul style="list-style-type: none">• Report du chaînage en aval• Mise en place d'un déflecteur sur le volet mobile de la vanne 5• Modulation des lâchers d'eau de la vanne 5• Edification d'un local (protection des viviers-dénombrement des passages ...)• Interdiction de la pêche de la civelle sur le bassin en amont d'ARZAL• Aménagement des autres ouvrages sur le bassin	<ul style="list-style-type: none">• Tester différents substrats sur la rampe de montée permettant le passage de civelles, mais aussi d'anguillettes et d'anguilles• Etude de la faisabilité à court terme de l'édification d'une passe à poisson jouxtant la passe à anguilles	Néant sauf éventuellement pour les lamproies

En ce qui concerne l'observation des phénomènes à ARZAL en 1981-82, tous les constats *mettent en évidence le blocage de la migration des civelles à ce niveau* :

- démarrage plus précoce des captures par la pêche professionnelle par rapport à des zones voisines (ex : LOIRE) = capturabilité plus grande en Vilaine;
- vieillissement sur place des civelles, phénomènes jamais observé en estuaire ouvert;
- densités en amont d'Arzal très faibles, voire nulles vis à vis de celles enregistrées en aval de novembre à mars;
- retard d'au minimum 2 mois du début effectif de la colonisation du bassin.

Tous ces constats révélant l'existence d'un *élément majeur de perturbation au niveau de l'estuaire* nous ont amené à formuler des propositions *visant à minimiser, voire annuler* l'impact de ce point de blocage.

IV. Les propositions

A partir des connaissances acquises sur l'espèce, sur la structure et le cahier des charges du barrage, sur les dispositions prises à l'étranger pour résoudre ce type de problème, des propositions ont été formulées (fig. 3).

Elles relèvent de deux grands types de scénario (aménagement physique de l'ouvrage ou non), chacun présentant des caractéristiques propres (coût, efficacité prévisible...). La Vilaine, dans ce domaine, pouvant faire figure de pionnier en France, seule la collaboration étroite des diverses parties concernées (services techniques, biologistes...), permettra la réalisation de ces essais et la mise au point de dispositifs pouvant à terme être généralisés sur le territoire national.

1. Amélioration du franchissement sans aménagement physique de l'ouvrage (tableau 1)

a. Utilisation des vannes du barrage

* les données

En période hivernale, le volume d'eau présent dans la retenue est important et peut a priori supporter des admissions d'eau salée sans perturbation majeure. Or cette période correspond au moment où de notables concentrations de civelles sont observées en aval immédiat de l'ouvrage.

Des admissions d'eau salée, temporaires et de volume limité permettraient donc, a priori, d'autoriser des individus à rejoindre le bief d'amont propulsés avec la masse d'eau. De telles interventions ont donné des résultats intéressants en Sèvre Niortaise en 1984.

* la proposition

Devant l'intérêt potentiel de ce type de manœuvre pour l'anguille mais aussi pour d'autres espèces amphihalines ou euryhalines, des admissions d'eau salée (dernière heure de flot), de nuit et en période de relèvement hebdomadaire (non perturbation en aval) pourraient être réalisées à titre expérimental.

Il va de soi que de telles opérations devront faire l'objet :

- d'une préparation technique avec avis des diverses parties concernées (services techniques, biologistes...);
- d'une mise au point méthodologique afin de cerner au mieux les retombées de ces essais.

Ce type d'opération

- ne peut être que ponctuel et ne rétablit pas une réelle liberté de circulation;
- ne sélectionne pas les individus sur leur aptitude à passer en eau douce.

b. Utilisation de l'écluse

* les données

L'écluse de navigation apparaît à l'heure actuelle comme la seule voie de passage pour les civelles, mais son fonctionnement n'est vraiment significatif qu'entre la mi-avril et la mi-octobre et dans tous les cas, aucune manœuvre n'est réalisée de nuit.

Au cours de l'étude, l'efficacité d'une manœuvre d'écluse (piégeage des civelles dans le sas et passage vers l'amont) lors de pleines mers, à divers moments de la saison, de jour ou de nuit, a été testée. Il en ressort que :

- de telles manœuvres sont réalisables sur le plan technique quels que soient les niveaux des biefs d'amont et d'aval;
- les manœuvres de nuit ont toujours donné les meilleurs résultats tout au moins jusqu'en avril;
- l'écluse, actuellement, ne présente pas un attrait particulier pour les civelles vis à vis des autres zones en aval du barrage. Aussi les densités observées dans le sas lors des essais ne sont-elles jamais supérieures à celles enregistrées en condition normale d'accumulation au pied d'un obstacle (*maxi* : 40 000 civelles (12 kg) concentrés contre la porte amont de l'écluse)

* la proposition

Il apparaît indispensable de renouveler ces essais, au flot, de nuit, entre février et avril, mais en testant des moyens d'attraction pouvant provoquer de fortes concentrations dans le chenal aval de l'écluse et ainsi augmenter fortement l'efficacité de ce type d'opération. L'attrait par l'eau douce devra être testée en priorité (petits jets au niveau du sas).

En cas de résultats concluants, une automatisation du système serait à étudier.

Ce type d'opération

- ne peut être que ponctuel et ne rétablit pas une réelle liberté de circulation des individus;
- peut sélectionner les individus si l'attrait de l'eau douce s'avère positif.

2. Amélioration du franchissement avec aménagement physique de l'ouvrage (tableau 1)

Les deux propositions précédemment exposées (vannes-écluse) bien que potentiellement intéressantes à tester ne pourront de toute manière que permettre des interventions très ponctuelles dans le temps.

Seul un dispositif (passe à anguilles) autorisant à tout moment le passage d'individus dans le bief d'amont pourra permettre de résoudre de manière efficace le problème posé.

Figure 3. — Les diverses possibilités d'amélioration du franchissement.

1. Admissions contrôlées d'eau salée par les vannes
2. Utilisation de l'écluse de navigation
3. Passe à anguilles
4. Piégeage complémentaire

Il est intéressant de noter à ce sujet qu'une seule passe à civelles (expérimentale) fonctionne en France depuis 1983 sur la Sèvre Niortaise.

* les données

Depuis fort longtemps à l'étranger, des dispositifs de franchissement adaptés à l'anguille sont en place au niveau des ouvrages reconnus comme posant des problèmes de libre circulation.

Ces dispositifs sont relativement simples quant à leur principe puisqu'il repose sur l'aptitude des civelles, anguillettes et anguilles à progresser sur un substrat humide présentant des points d'appui (aspérités) et non soumis à un courant d'eau violent.

Ces passes sont donc composées :

— d'une rampe de montée garnie de divers matériaux (cailloux, bruyère, foin tressé, fagots, brosses en bois ou en plastique) selon les pays, les régions, les traditions, les individus concernés majoritairement (anguilles, anguillettes, civelles). Cette rampe, d'une longueur pouvant varier de quelques mètres à une bonne centaine de mètres, peut présenter des pentes fort diverses (verticales parfois pour les civelles);

— d'une alimentation en eau assurant l'humidification de la rampe de montée sur toute sa longueur et la création d'une légère turbulence au pied de celle-ci (attraction)

— d'un dispositif au sommet de la passe permettant soit le passage direct des individus dans le bief d'amont, soit leur piégeage temporaire dans un vivier en vue de leur dénombrement ou de leur transport (alevinage).

Ces dispositifs de tailles fort variées sont donc utilisés comme systèmes de passe proprement dit (structures relativement importantes) ou comme pièges (structures légères démontables (fig. 4a, b, c).

Deux facteurs primordiaux soutiennent la bonne efficacité de ces dispositifs :

— la bonne localisation du pied de la rampe de montée après observation préalable des zones d'accumulation préférentielle des individus;

— leur maintenance et leur suivi réguliers (nettoyage, réglage des débits, repérage d'anomalies de fonctionnement).

* Les propositions

À Arzal, la mise en place de tels systèmes de franchissement ou de piégeage a été proposée.

Pour des raisons techniques, la passe proprement dit ne peut être implantée qu'en rive gauche (fig. 3), son entrée se situant à une vingtaine de mètres en aval de la vanne 5 du barrage donc en dehors des plus fortes zones d'accumulation (abords immédiats de la vanne).

Afin de résoudre ce problème, la mise en place complémentaire d'un piège de structure légère dont le pied de la rampe pourra être placé dans cette zone de forte accumulation ne pourra que renforcer l'efficacité de l'ensemble du dispositif (fig. 3).

Ces aménagements présentent plusieurs avantages par rapport aux propositions précédentes (vannes — écluses) :

— rétablissement d'une possibilité permanente de franchissement

— sélection des individus (seuls ceux « désirant » passer en eau douce empruntent les rampes de montée).

La possibilité technique d'adjoindre une passe à poissons à la passe anguilles doit être sérieusement étudiée dans les plus brefs délais étant donnés les problèmes posés par le blocage des autres espèces amphihalines (aloses, salmonidés, lamproies...) et l'intérêt économique et patrimonial qu'elles représentent.

V. Arzal, un problème parmi d'autres à l'échelle locale, nationale ou internationale

Nous voudrions en conclusion attirer l'attention sur le fait que le blocage observé à Arzal n'est pas le seul susceptible de remettre en cause la pérennité du stock soit à l'échelon local (bassin de la Vilaine), soit à l'échelon national et même international.

a. Passe + piégeage (dénombrement)
Rivière : VISKAN (SUEDE)

b. Piégeage
Lac d'ARESO (DANEMARK) Aval de la retenue.

c. Passe
Fleuve : Meuse Barrage de LITH (HOLLANDE)

Figure 4. — Exemples de dispositifs mis en place à l'étranger pour l'anguille.

1. Echelon local

a. Existence d'autres points de blocage

Parallèlement aux observations réalisées en zone estuarienne, nous avons suivie la progression de la vague colonisatrice dans le bassin.

Nous n'avons pu que constater l'existence tout au long des axes principaux ou des affluents, d'une succession de points de blocage plus ou moins longs (de 15 jours à 4 mois !), plus ou moins spectaculaires mais qui ne faisait que freiner la migration déjà fortement retardée à Arzal et remettre en cause l'extension de l'aire de répartition de l'espèce dans le bassin (zones amont pas ou peu renouvelées).

Ces blocages successifs sont dus pour partie aux structures des ouvrages (vannes hermétiques, peu de points de passage...) et pour partie à la gestion qui en est faite, gestion très grossièrement liée aux conditions climatiques ou hydrologiques.

En tout état de cause, le non aménagement de ces ouvrages (en priorité les plus aval) compromettrait l'efficacité des mesures prises à Arzal.

b. Autres facteurs

En se plaçant strictement au niveau de la population présente dans le bassin, d'autres facteurs que ceux liés aux ouvrages entrent certainement en jeu : dégradation de la qualité de l'eau, raréfaction des zones humides, rectification des cours d'eau, exploitation par pêche non maîtrisée.

Donc, même si à l'heure actuelle, le problème des blocages aux ouvrages apparaît prioritaire, tout doit être fait pour *cerner au mieux* le niveau des impacts dus à la dégradation du milieu ou à l'exploitation par pêche sur la population du bassin et finalement les réduire au maximum par la mise en place d'une gestion raisonnée.

2. Echelon national et international

Ces niveaux apparaissent indispensables à prendre en compte si l'on considère que les anguilles présentes temporairement en Vilaine font partie d'un stock commun dont l'aire de reproduction est unique.

Autrement dit

— le nombre de civelles se présentant à Arzal chaque saison dépend en partie de ce qui se passe en Vilaine, mais aussi des phénomènes intervenant sur toute l'aire de répartition de l'espèce;

— les anguilles argentées quittant chaque hiver la Vilaine va enrichir un pool commun de géniteurs issus de toute l'aire de répartition de l'espèce.

Or, à quoi assiste-t-on actuellement ? Aussi bien au niveau national qu'international, tous les indices recourent ceux observés en Vilaine à savoir :

— chute spectaculaire des arrivées de civelles depuis 8-10 ans, d'où des retombées certaines sur les phases adultes dans très peu de temps;

— raréfaction de l'anguille dans toutes les eaux continentales.

Un cercle vicieux semble donc enclenché et peut déboucher à terme sur une quasi disparition de l'espèce si rien n'est fait.

A l'étranger, bien que tout ne soit pas parfait, des mesures concrètes ont déjà été prises, parfois depuis fort longtemps (espèce économiquement reconnue) :

- passes à anguilles;
- alevinages;
- suivi et étude des populations;
- suivi de l'exploitation par pêche.

En France, malgré notre position particulière (grosses arrivées de civelles, exploitation massive de l'espèce à tous les stades), la situation est loin d'être identique :

- absence de dispositifs de franchissement;
- absence de suivis de populations sur des durées longues;
- quasi impossibilité de cerner l'exploitation.

Le Groupe national Anguille ayant fait les mêmes constats a décrit ce qui lui apparaissait indispensable de réaliser dans les plus brefs délais pour se donner une chance d'améliorer la situation.

Première idée force : la gestion de ce stock doit s'appuyer sur la connaissance et la maîtrise des divers impacts dus au milieu (obstacles, qualité d'eau...) et à l'exploitation, le but poursuivi étant la mise en place d'un niveau maximum d'exploitation compatible avec la préservation de l'espèce.

Deuxième idée force : cette gestion ne pourra voir le jour que si l'on se donne dès à présent les moyens d'accéder à un certain niveau de connaissances au moyen d'un programme de recherche cohérent :

- actions internationales, sur les phases marines essentiellement (aire de reproduction);
- actions nationales avec la mise au point de méthodes intéressant toutes les équipes travaillant sur cette espèce (âge, sexe, méthodes d'inventaire) et la réalisation d'enquêtes nationales (exploitation, commercialisation, inventaire sanitaire...);
- actions régionales afin d'aboutir à des résultats concrets de quantification des impacts sur le stock au niveau de bassins de référence. Il s'agira alors de quantifier les entrées (civelles) et les sorties (anguilles argentées) du système, de déterminer les causes des perturbations majeures et de tester en vraie grandeur les moyens d'y remédier efficacement.

VI. Conclusions

La mise en place du barrage d'Arzal et la gestion qui en est faite (existence de la station de pompage quelques centaines de mètres en amont) a bouleversé tout le fonctionnement de l'estuaire et du bassin de la Vilaine dans son ensemble. Parmi les nombreux problèmes révélés depuis l'édification de cet ouvrage (qualité d'eau, envase-ment...), le blocage des espèces amphihalines est évident (absence de dispositif de franchissement).

Remédier à cet état de fait désastreux à la fois à Arzal, mais aussi au niveau de nombreux autres ouvrages du bassin, apparaît comme une priorité.

Dans le cas de l'anguille, si la résolution de ce type de problème est nécessaire, indispensable, elle n'est malheureusement pas suffisante.

Le problème posé en Vilaine est en effet représentatif de celui existant sur quasiment tous les bassins du territoire national (absence de passes, exploitation non maîtrisée, autres impacts du milieu non cernés) mettant en péril

un stock unique dont la gestion passe par des actions à tous les niveaux (régionaux, nationaux, internationaux) et la collaboration de tous (scientifiques, administratifs, pêcheurs...).

Pour en savoir plus :

- AUBRUN L., 1985. — *Amélioration du franchissement des barrages par l'anguille : estuaire de la Sèvre Niortaise*. Rapport PNR du Marais Poitevin et Brière/ENSAR, 65 p.
- BERTIGNAC M., 1984. — *Étude d'une passe à civelles et des manœuvres d'ouvrages à la mer*. ENSA Rennes (DAA Halieutique). PN Marais Poitevin, 67 p.
- DANAIS M., 1981. — Arzal, le revers de la médaille. *Armor Magazine* (mai 1981).
- ELIE P., RIGAUD C., 1984. — *Étude de la population d'anguilles de l'estuaire et du bassin versant de la Vilaine : pêche, biologie, écologie. Examen particulier de l'impact du barrage d'Arzal sur la migration anadrome (civelles)*. Tome I. CEMAGREF Bordeaux/Faculté des Sciences de Rennes/URFDAAPP., 175 P.
- ELIE P., RIGAUD C., 1984. — Id. Tomes II et III, 164 p.
- ELIE P., RIGAUD C., 1985. Id. Rapport de synthèse, 32 p.
- RIGAUD C., FONTENELLE G., GASCUEL D., LEGAULT A., 1986. — *Le problème du franchissement des ouvrages hydrauliques par les anguilles (A. Anguilla) en migration anadrome. Présentation de quelques dispositifs de passes installés à l'étranger*. Rap. CREBS/Ministère de l'Agriculture (sous presse).

Passe à ralentisseur sur un seuil.